

REVISTA N°8

cotopaxi itech

Ciencia, tecnología e innovación

ISSN 2806-5573



INSTITUTO SUPERIOR
UNIVERSITARIO
COTOPAXI



cotopaxitech
ISSN 2806-5573

La Revista Cotopaxi Tech es una publicación científica del Instituto Superior Universitario Cotopaxi, ubicado en la ciudad de Latacunga, Ecuador. La revista tiene como objetivo central constituirse en un medio de promoción de investigaciones formativas, académicas y científicas de instituciones de educación superior. Esta es una revista técnica - profesional multidisciplinar dirigida a académicos, profesionales y público interesado en el tema. Sus áreas de investigación son: gestión territorial, social y sanitaria, procesos de adaptación y mitigación al cambio climático, sostenibilidad y resiliencia agrícola, energías renovables y no renovables, diseño, construcción y mantenimiento industrial, optimización de procesos logísticos y transporte sostenible, procesos contables, costos y tributación, desarrollo integral en la primera infancia, innovación educativa en la formación técnica y tecnológica, emprendimiento e innovación educativa.

Equipo Editorial

Director general **M.Sc. Ángel Velásquez Cajas**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador
Editor general **M.Sc. Ángel Velásquez Cajas**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - - Ecuador

Editor de sección **Mgs. Bolívar Cuaical Angulo**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi- - Ecuador
Editora de sección **Mgs. Diana López Guzmán**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - - Ecuador
Editor de sección **Mgs. Daniel Ruiz Mesías**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - - Ecuador
Editora de sección **Mgs. Silvia Villacís Torres**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador
Editora de sección **Mgs. Jenny Criollo Salinas**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador
Editor de sección **Mgs. Jhonny Orozco Ramos**
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Editora asociada **Mgs. Diana Gutiérrez Jácome**
Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador
Editor asociado **Mgs. Francisco Chancúsig**
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador
Editor asociado **Mgs. Paolo Chasi Vizuete**
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Roberto Camana Fiallos**
Investigador independiente - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Luis Fernando Buenaño Moyano**
Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Celin Padilla Padilla**
Escuela Superior Politécnica del Chimborazo - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Miguel Argoti Arcos**
Instituto Superior Universitario Central Técnico - Ecuador

Editora asociada **Mgs. Joyce Narváez Sarango**
Instituto Superior Universitario Central Técnico - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Marco Jácome Guayaquil**
Jácome Arquitectos y Territorial Consulting

Editor asociado **Mgs. Daniel Valdivieso Simba**
Instituto Superior Universitario Central Técnico - Ecuador

Editor asociado **Mgs. José Beltrán Ruiz**
Instituto Superior Universitario Central Técnico - Ecuador

Editora asociada **MSc. Lorena Tello Mayorga**
Universidad Iberoamericana del Ecuador

Editor asociado **MSc. César Minaya Andino**
Instituto Superior Universitario Rumiñahui - Ecuador

Editora asociada **Mgs. Andrea Velasteguí Parra**
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Fabricio Tipantocta Pillajo**
Instituto Superior Universitario Sucre - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Luigi Freire Martínez**
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Byron Corrales Bastidas**
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Edgar Salazar Achig**
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Amparo Chirán Cuzco**
Instituto Superior Universitario Sucre - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Víctor García Mora**
Escuela Superior Politécnica del Chimborazo - Ecuador

Editor asociado **Mgs. Milton Hidalgo Achig**
Instituto Superior Tecnológico Vicente León - Ecuador

Comité científico **Marcelo García Sánchez Ph.D.**
Universidad Técnica de Ambato - Ecuador

Comité científico **Fabián Cobos Alvarado Ph.D.**
Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador

Comité científico **Raúl Cadena Palacios Ph.D.(c)**
Academia Latinoamericana de Derecho Penal y Penitenciario

Comité científico **Mercy Ilbay Yupa Ph.D.**
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Comité científico **Héctor Laurencio Alfonso Ph.D.**
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Normativa de autores

Cada artículo que se envíe para valorar su publicación deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. El autor para correspondencia tiene el consentimiento de todos los autores para el envío y la publicación del artículo que se ha enviado para evaluar.
2. Todos los autores han contribuido sustancialmente en el artículo sin omisión de ninguna persona, detallando la contribución de cada autor.
3. El artículo es original, no ha sido publicado previamente y no se ha enviado simultáneamente para su evaluación a otra revista (quedan excluidas de este punto las presentaciones en congresos científicos).
4. El artículo no contiene material inédito copiado de otros autores sin consentimiento de estos.
5. Todos los datos incluidos en el artículo que proceden de trabajos previos han sido referidos, independientemente de que provengan o no de los mismos autores. Si el artículo sometido a valoración es un subanálisis de un proyecto que ya ha generado una publicación previa, esta se debe citar siempre.
6. Si alguno de los puntos anteriores no se cumple, los autores deben notificar inmediatamente a la revista para retirar la publicación.
7. Cotopaxi Tech se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con las normas previamente descritas.

Sistema de arbitraje

Todos los artículos serán consignados a la base de datos de la página web de la revista que garantiza el registro electrónico y auditable de las interacciones entre la publicación y los autores. Una vez consignados, el consejo de editores revisa que los artículos originales cumplan con las normas de autores establecidas.

Luego que estos artículos pasen la primera revisión (informe de similitud a través de plag.es), pasarán a la revisión del sistema arbitral de doble par anónimo (double blind peer review) quienes garantizan su experticia en el proceso y que no pertenecen a la institución de los autores.

A través de este proceso, se garantiza el anonimato de documentos, autores, y revisores, certificando la transparencia, objetividad e imparcialidad del proceso de revisión. El promedio de tiempo para la revisión de artículos será de 5 semanas.

Código de ética

Según National Research Council of the National Academies, la integridad de la investigación puede definirse como una serie de buenas prácticas que incluyen:

- Honestidad intelectual para proponer, ejecutar y presentar los resultados de una investigación.
- Detallar con precisión las contribuciones de los autores a las propuestas de investigación y/o sus resultados.
- Ser justo en la revisión de artículos científicos (proceso de revisión por pares o peer review).
- Favorecer la interacción entre las distintas comunidades científicas y el intercambio de recursos.

- Transparencia en los conflictos de intereses.
- Protección de las personas que intervienen en las investigaciones.
- El cumplimiento de las responsabilidades mutuas entre los investigadores y los participantes de una investigación.

La mayoría de los autores y de las instituciones no tratan el tema de la integridad de las investigaciones, ya que no se duda de que la comunidad científica cumpla las normas de la buena práctica; sin embargo, la presión por la publicación puede llevar a que no se sigan los estándares de calidad adecuados y, en algunos casos extremos, se llegue a lo denominado en la literatura como "FFP, que hace alusión a la fabricación, falsificación o plagio al proponer, llevar a cabo o revisar una investigación, así como en la publicación de los resultados.

Esta revista está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



ISSN: 2806-5573

Dirección:

Instituto Superior Universitario Cotopaxi, Parroquia Tanicuchí Panamericana E35
Km.12, vía Latacunga - Quito. CP: 050112

Contacto: cotopaxitech@istx.edu.ec

Website: <https://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech>

INCIDENCIA DEL ENFOQUE DE CONTRATOS INTELIGENTES EN BLOCKCHAIN EN LA INNOVACIÓN DE EMPRESAS AUDITORAS EN ECUADOR

Alison Berenice Toaquiza Toaquiza
alison.toaquiza7173@utc.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2214-4010>
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Milton Fabricio Tonato Calapiña
milton.tonato9285@utc.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1905-4946>
Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador

Myrian del Rocío Hidalgo Achig
myrian.hidalgo@utc.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0000-002-6582-1657>
Universidad Técnica de Cotopaxi- Ecuador

Recibido: 29/11/24
Aceptado: 23/12/24
Publicado: 01/01/25

RESUMEN

La investigación se enfoca en analizar cómo los contratos inteligentes con *blockchain* inciden en las empresas auditoras. Para llevar a cabo la investigación, se empleó una revisión bibliográfica en libros, páginas web, artículos y demás. De igual forma, se aplicó una encuesta dividida en 3 secciones: la primera aborda información demográfica, la segunda se encuentra dividida por 6 preguntas cerradas y finalmente su última sección aborda 14 preguntas de tipo Likert, con enfoque cuantitativo, de carácter descriptivo y analítico. La muestra obtenida corresponde a 72 empresas auditoras, incluidos auditores independientes localizados en la Superintendencia de Compañías y la SEPS. El análisis estadístico realizado se empleó como parte de veracidad de los datos presentados. Los resultados de la encuesta determinaron que la mayoría de profesionales contables carecen de conocimientos y manejo sobre esta nueva tecnología. El análisis de fiabilidad confirma la pertinencia y consistencia de los resultados obtenidos a través de la variable dependiente e independiente, con una desviación estándar de 2,01 y un alfa de Cronbach de 0,916.

PALABRAS CLAVE: *blockchain*, auditoría, contratos inteligentes, transparencia.

IMPACT OF THE SMART CONTRACTS APPROACH ON BLOCKCHAIN ON THE INNOVATION OF AUDIT COMPANIES IN ECUADOR

ABSTRACT

The present research focuses on analyzing how smart contracts with blockchain affect audit firms. To carry out the research, a bibliographical review was used in books, websites, articles and others. Similarly, it applied a survey divided into 3 sections: the first section deals with demographic information, the second section is divided into 6 closed questions and finally its last section deals with 14 Likert-type questions, with a quantitative approach, descriptive and analytical. The sample obtained corresponds to 72 audit firms including independent auditors found in the Superintendency of Companies and SEPS. The statistical analysis performed was used as part of the accuracy of the data presented. The survey results found that most accounting professionals lack knowledge and skills in this new technology. The reliability analysis confirms the relevance and consistency of the results with a standard deviation of 2.01 and an alpha of Cronbach of 0.916.

KEY WORDS: blockchain, auditing, smart contracts, transparency.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el auge de las criptomonedas dentro del mercado financiero, liderado por Bitcoin, ha impulsado el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías disruptivas, una de ellas la *blockchain*. Esta tecnología, introducida en el año 2009, no solo evoluciona en el ámbito criptográfico a través de criptomonedas modernas, sino también ha establecido una base sólida para implementación de contratos inteligentes y un sistema de base de datos distribuidos seguros, aplicable a diversas industrias, entre ellas la auditoría. Más allá del ámbito criptográfico, la *blockchain* tiene su enfoque en la revolución de la auditoría (Deloitte, 2017).

Según Roman (2023), la implementación de *blockchain* en la auditoría representa un gran avance en la gestión de información. Al ser una arquitectura de base de datos distribuida y un mecanismo que ayuda validar las transacciones, esta tecnología garantiza la integridad y la veracidad de los registros, sin la necesidad de un intermediario central. En el campo de la auditoría, esta tecnología ha comenzado a ser utilizada en la integridad y validez de datos. De esta manera, ayuda que el análisis de datos y la automatización de procesos reduzcan patrones habituales, optimizando la verificación de transacciones y minimizando el riesgo de fraude dentro de las entidades.

Si bien es cierto, la función del auditor ha evolucionado, desde un enfoque tradicional basado en la verificación de datos financieros a un rol más estratégico y también integral, donde incluye la evaluación de riesgos, el cumplimiento normativo y la generación de información relevante para la toma de decisiones. Cabe mencionar, que estos cambios se ven evidenciados al adoptar nuevas tendencias tecnológicas como es el análisis de datos. De esta manera, los auditores no sólo pueden manejar grandes volúmenes de información, sino también pueden detectar patrones y anomalías que antes resultaban difíciles de determinar con revisiones convencionales. Estas nuevas tecnologías, no sólo ayudan a mejorar la capacidad de los auditores para detectar irregularidades, sino que también logran minimizar los riesgos de errores humanos y de esta forma mejorar la eficiencia y los procesos de auditoría (Roman, 2023).

De todas las actividades realizadas por un contador público, la auditoría es la que se enfoca en expresar una opinión. De acuerdo a la información entregada por la entidad, el profesional aplica un juicio profesional razonable, mediante de su experiencia y conocimiento. En este sentido, es constante el cuestionamiento sobre la información financiera o no financiera para poder determinar una opinión correcta y eficaz (Leal et al., 2020, p. 4).

Los contratos inteligentes, sustentados en la tecnología *blockchain*, están surgiendo como una herramienta fundamental para las empresas auditoras en Ecuador. Estos contratos permiten la ejecución automática de acuerdos y condiciones, que no solo reduce los riesgos de fraudes y errores, sino también que incrementan la transparencia en los procesos de auditoría. Al integrarse en un entorno digital que tiene cambios repentinos, los contratos inteligentes ayudan a

una auditoría en tiempo real y optimizan los procesos al eliminar intermediarios (Erazo & De la A-Muñoz, 2023).

La presente investigación tiene el objetivo de analizar cómo los contratos inteligentes con *blockchain* inciden en las empresas auditoras en conocimiento, incorporación y adopción de esta tecnología, en diferentes aspectos como guardar información, realizar transacciones, etc. De igual forma, la nueva herramienta examina la eficiencia y transparencia que tienen los procesos de auditoría. Esta evaluación también ayudará a identificar cuáles son los problemas que tienen los profesionales a la hora de ponerlos en práctica.

Auditoría

Pizarro et al. (2018), menciona que la auditoría en sus comienzos fue considerada como una necesidad de control, para minimizar los riesgos de actividades que se realizan en una organización. Este procedimiento es realizado por un profesional independiente a la entidad, con el fin de informar el grado de veracidad de la información analizada. La auditoría examina el cumplimiento de las normativas, realiza una revisión de las cuentas y determina la situación económica en la que se encuentra la entidad (Tapia et al., 2019).

Actualmente, por medio de una auditoría se da paso a la toma de decisiones correctas, cumpliendo con todas las normativas que tiene la entidad; es fructífero que cualquier entidad, para salvaguardar su seguridad, realice una auditoría anual para asegurar el cumplimiento de objetivos y metas que tengan a corto y largo plazo.

Blockchain en Auditoría

La *blockchain* ha sido considerada como una tecnología que puede brindar verificación permanente de las transacciones financieras y operativas en tiempo real. Se trata de un registro digital compartido de transacciones o información de cualquier valor; funciona como un libro mayor descentralizado y distribuido, lo que implica que las transacciones realizadas se vean compartidas y replicadas en tiempo real en ordenadores que son ubicados en cada nodo, brindando una única fuente de veracidad (Cortés, 2019). La cadena de bloques o *blockchain* surge como un camino viable del comercio, compensación y liquidación de criptomonedas.

Esta plataforma opera bajo protocolos de consenso y al mismo tiempo está respaldada por medidas de seguridad criptográfica, la que garantiza la integridad y la protección de datos (Lakkis & Issa, 2022, p. 3). Esto fortalece el grado de seguridad de una entidad y reduce el porcentaje de fraude o inconsistencias en las transacciones realizadas. Todos los involucrados, que son denominados nodos, tienen conocimiento de los movimientos que se están ejecutando y depende de ellos el confirmar o no.

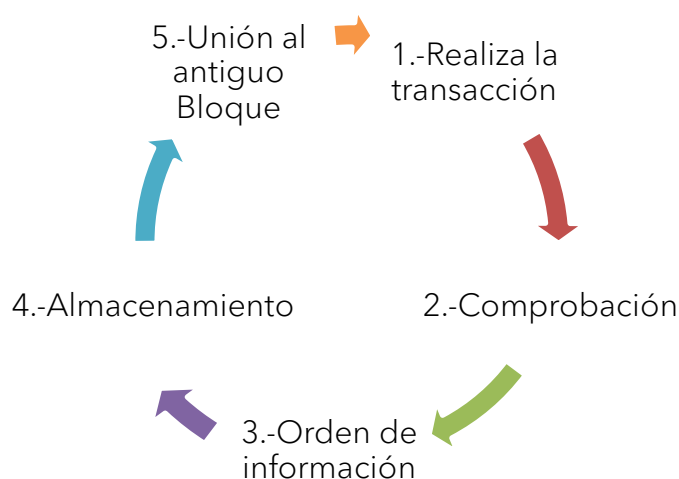
El proceso que contiene la *blockchain* consiste en registrar las transacciones en una cadena de bloques que es similar a una hoja de cálculo compartida, donde los nodos tienen la capacidad de verificar y aprobar todos los movimientos

Toaquiza Toaquiza, A., Tonato Calapiña, M. e Hidalgo Achig, M. (2025). Incidencia del enfoque de contratos inteligentes en blockchain en la innovación de empresas auditoras en Ecuador. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 1-17. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/164>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

realizados. De esta manera, se garantiza la veracidad de las transacciones usando un mecanismo de consenso denominado prueba de trabajo, con un tiempo de demora que generalmente es de 10 minutos o más para su comprobación. Una vez verificada, la transacción es ordenada y almacenada en un bloque. Este bloque, a su vez, se conecta con el anterior, formando así una cadena de bloques. Esta interconexión es esencial, ya que cada bloque debe tener un vínculo al anterior para asegurar la integridad de datos y así proporcionar un sistema descentralizado y transparente (Henry & Pawczuk, 2021). Su proceso se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Procesos de la blockchain.



Nota. La figura muestra cada de uno de las etapas del proceso blockchain, demostrando donde se forman y se conectan las cadenas de bloques. *Fuente:* autoría propia.

Para Deloitte (2019), la cadena de bloques contiene un registro inmutable y verificable de cada transacción realizada, garantizando la transparencia e integridad de los datos. Este sistema se fundamenta en la unión de tres tecnologías esenciales para asentar las bases de *blockchain* como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Tipos de tecnología en el asentamiento de las bases de blockchain.

Tipos de Tecnología	Funcionamiento
Peer-to-peer network	<ul style="list-style-type: none"> • Pares en la red que funcionan como un servidor. • Libro mayor distribuidos sin un tercero central privilegiado.
Asymmetric key cryptography	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica la identidad digital. • Eleva el grado de confianza habilitados por el uso de claves públicas y privadas.

Consensus mechanisms	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdo entre procesos y sistemas distribuidos. • Genera confiabilidad en una red que involucra múltiples nodos1 no confiables.
----------------------	--

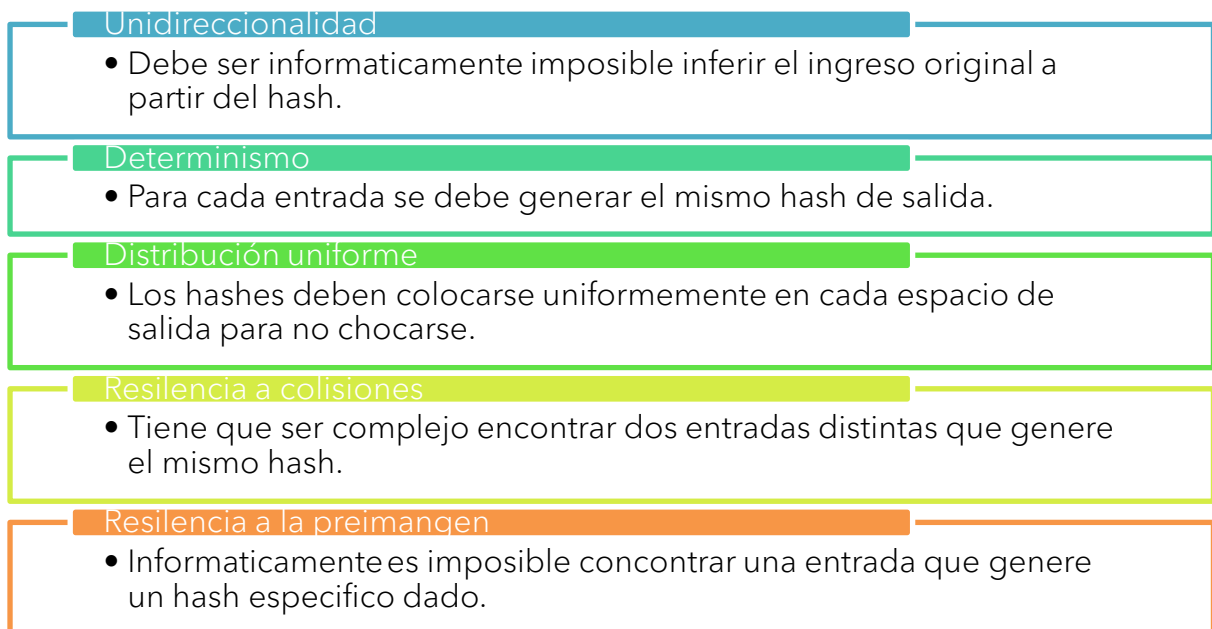
Nota. En la siguiente tabla se señalan los tres tipos de tecnología esenciales para asentar las bases de blockchain y el funcionamiento de cada uno. *Fuente:* *autoría propia.*

Verificación de activos y contratos inteligentes a través de hashes en auditorías basadas en *blockchain*

En la actualidad, los auditores emplean la verificación de hashes para verificar la existencia de activos digitales. Esta técnica, no solo permite identificar a los propietarios de los activos, sino también ayuda a confirmar su localización. De esta forma, en auditorías de cumplimiento, los profesionales de auditoría interna pueden profundizar su análisis al auditar el código fuente de los *smart contracts* (contratos inteligentes), almacenados en la *blockchain*. Esto permite la validación de los términos y condiciones estipulados en los contratos, así como la veracidad de la ejecución de cláusulas temporales (Mohammad, 2023). Para tener un buen conjunto de hashes es necesario cumplir con algunas propiedades (Metlabs, 2024), que se describen en la Figura 2.

Figura 2

Propiedades de un hash.



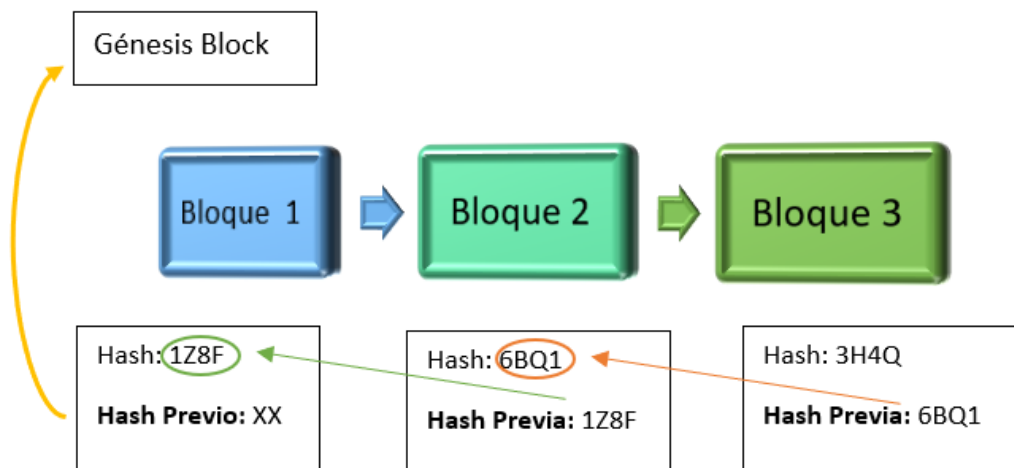
Nota. En la siguiente figura se detalla las cinco propiedades que tiene cumplir un hash. *Fuente:* *autoría propia.*

Según Clarine (2024), el hash es una función matemática que convierte una entrada de longitud arbitraria en una salida cifrada de longitud fija y única. El contexto de *blockchain* sobre los hashes: garantizan la seguridad e integridad de Toaquiza Toaquiza, A., Tonato Calapiña, M. e Hidalgo Achig, M. (2025). Incidencia del enfoque de contratos inteligentes en blockchain en la innovación de empresas auditoras en Ecuador. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 1-17. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/164> enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

los datos, permiten comparar y proteger los mismos al generar una huella digital única para cada bloque de información, da paso a que los hashes puedan detectar cualquier modificación no autorizada y verificar la autenticidad de los datos almacenados. Su funcionamiento se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Funcionamiento del hash en la blockchain.



Nota. En la siguiente figura se muestra la conexión de cada uno de los bloques y la interacción de los hashes en cada uno de los bloques. *Fuente:* *autoría propia.*

Los hashes son utilizados para comprobar la veracidad de los datos que contenga la cadena de bloques. Cada una de estas cadenas tiene su propio hash; esta funciona como una firma digital única del contenido del bloque.

Con esta nueva tecnología *blockchain*, los hashes tienen un papel importante en distintas aplicaciones que resguarden su seguridad, integridad y confianza en la red. También, es importante mencionar que cada transacción contiene un hash donde tiene detalles del remitente, destinatario, monto e información extra importante. Los nodos que están conectados a la red pueden observar si la transacción tuvo modificaciones o no. De este modo, los hashes de los bloques son usados para certificar la validez de cada bloque en la cadena de bloques.

Una de las características más representativas del hash en blockchain es la resistencia a las manipulaciones. Esto quiere decir que los hashes pueden garantizar que, en cualquier intento de alteración de un bloque en la cadena, esta necesitará la modificación de todos los bloques siguientes, lo que es muy difícil y costoso (Metlabs, 2024).

Formación del auditor con la *blockchain*

Con la llegada de la *blockchain*, los profesionales se ven obligados a tener una formación permanente. De esta manera, las empresas auditoras pueden
Toaquiza Toaquiza, A., Tonato Calapiña, M. e Hidalgo Achig, M. (2025). Incidencia del enfoque de contratos inteligentes en blockchain en la innovación de empresas auditoras en Ecuador. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 1-17. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/164>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

conformar un equipo multidisciplinario (expertos en contabilidad, fiscalización, tributación, sistemas, etc.). De esta manera, se logra que la búsqueda de herramientas pueda garantizar y brindar seguridad, reduciendo la probabilidad de la violación de normas (Balbi, 2022).

Actualmente, los profesionales tienen la necesidad de capacitarse seguidamente, ya que a diario salen nuevas técnicas, nuevas reformas hablando desde ámbito contable. Para poder aportar con el conocimiento propio es imprescindible estar investigando y aprendiendo sobre el manejo de nuevas tecnologías como es la *blockchain*.

A medida que la adopción de las criptomonedas y las tecnologías *blockchain* se generalizan en las operaciones comerciales, la auditoría interna desempeña un papel fundamental en los mecanismos eficaces de gestión y control de riesgos. Los auditores deberán comprender el uso de esta tecnología. De esta manera, se logra una identificación de riesgos potenciales y el desarrollo de un control sólido. Así, los auditores pueden ayudar a salvaguardar la integridad, seguridad de las transacciones y el cumplimiento de las regulaciones (Financial Crime Academy, 2024).

Si bien se tiene en cuenta que la mayor parte de auditores tienen una formación tradicional, con los nuevos cambios tecnológicos, en muchos casos, la capacitación de profesionales suele ser compleja. Esto es debido a que las nuevas tendencias tecnológicas exigen enfoques proactivos en cuanto a fomentar información con transparencia, eficiencia, eficacia y confiabilidad en un panorama más digitalizado, teniendo en cuenta que estas nuevas tecnologías desarrollan ciertos beneficios y desafíos (IBM, 2022).

Con el avance tecnología, es crucial la competencia de una plataforma tecnológica con un profesional contable capacitado. La adquisición de una tecnología ahorra tiempo y dinero. No todas las personas adultas/mayores que siguen ejerciendo la profesión contable pueden manejar la tecnología, por la razón que ellos fueron preparados con otros métodos básicos: todo se realizaba en hojas y hoy todo se realiza a través de un computador.

2. METODOLOGÍA

En el presente artículo, se utilizó una metodología cuantitativa que se basa en realizar un análisis de los contratos inteligentes en *blockchain* para empresas auditoras en Ecuador. La investigación se caracteriza por ser descriptiva y analítica, donde se puede encontrar distintos conceptos basados en la literatura y demás sobre la *blockchain*.

Con esta metodología aplicada, se da paso a la obtención de respuestas reales de los profesionales en sus distintas especializaciones, brindando una comprensión fructífera sobre el tema antes mencionado. En la investigación descriptiva y analítica se plasma los conocimientos que tienen los profesionales de esta nueva tecnología contable y su aplicación en las grandes empresas auditoras.

Es así que la elección de esta metodología ayuda a comprender, de manera más clara, su impacto y su distintivo en el campo contable.

Tabla 2

Procedimientos de investigación.

Secciones	Descripción
Proyección y estructura de la investigación	Primera sección: se llevó a cabo el planteamiento de los objetivos a cumplir, así como el respectivo alcance Esta parte de una extensa revisión bibliográfica en libros, páginas web, artículos y demás que tenga correlación con <i>blockchain</i> y sus derivados literarios. Se rediseñaron las preguntas de la entrevista aplicada en el artículo “Análisis de los Smart Contracts” (Cárdenas-Alemán, Duarte-Lozano, & Ahumada-Lerma, 2022) a preguntas cerradas y que estén acorde a la escala de Likert, según el enfoque propuesto. De igual manera, se desarrolló el instrumento de obtención de respuestas que será mediante un cuestionario digital aplicado a las empresas auditoras y auditores independientes encontrados en la Superintendencia de compañías y la SEPS (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 2024) (Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, 2024).
Obtención de respuestas	Segunda sección: para la obtención de respuestas se aplicó el cuestionario digital. El enlace se envió a sus respectivos correos, acompañado de un saludo respetuoso. El cuestionario se dividió en 3 secciones. La primera sección aborda información demográfica, la segunda sección se encuentra dividida por 6 preguntas cerradas y finalmente su última sección aborda 14 preguntas de tipo Likert, con cinco opciones de respuesta en escala de 1 a 5 (totalmente en desacuerdo, no estoy de acuerdo, neutral, de acuerdo y totalmente de acuerdo).
Análisis de respuestas	Última fas: las respuestas obtenidas son analizadas con la ayuda del programa SPSS. En estos análisis, se dan a conocer de manera resumida los conocimientos que tienen los profesionales sobre la <i>blockchain</i> . Los distintos pensamientos de los profesionales aportan con mucha información real y ayudan en el ámbito educativo actual.

Nota. En la siguiente tabla se da a conocer las secciones que se llevó a cabo para la realización de la investigación. *Fuente:* autoría propia.

En este contexto, se han desarrollado tres secciones de variables que se detallan en la Tabla 3. Cada una de las variables fueron empleadas para la elaboración del instrumento de recolección de datos, a través de una encuesta desarrollada el *Google Forms*.

Tabla 3

Sección de variables a ser analizadas.

Nombre de la variable	Nombre de la Etiqueta	Código
Conocimiento básico	Conocimiento de <i>blockchain</i>	Respuesta cerrada
Innovación de contratos	Incorporación de <i>blockchain</i>	Escala Likert (1-5)
Enfoque	Adopción	Escala Likert (1-5)

Nota. En la siguiente tabla se menciona las variables a ser utilizadas con su respectivo método utilizado. Fuente: autoría propia.

Información demográfica

La población que se tomó es de 202 individuos: empresas auditoras y auditores independientes. Al aplicar el muestreo con 95% de nivel de confianza y el 5% de del nivel de riesgo, con una desviación estándar de 2,01, se determina una muestra de 72 individuos. El análisis estadístico se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Análisis estadístico.

Descripción estadística	Valor determinado
Población	202
Muestra	72
Desviación estándar	2,01
Media	1,45
SE (error estándar)	0,24
Margen de Error	0,46
Intervalo de confianza (límite inferior)	0,99
Intervalo de confianza (límite superior)	1,92
Nivel de confianza	95%
Nivel de riesgo	5%

Nota. En la siguiente tabla se indica los valores estadísticos obtenidos de las respuestas recopiladas. Fuente: autoría propia.

3. RESULTADOS

En la información demográfica realizada a 72 individuos, se observa que el 68,1% de las personas encuestadas eran hombres y el 31,9% mujeres, determinando un dominio de los hombres en el perfil profesional. En relación a la edad de los encuestados, alrededor del 34,7% tenía una edad de más de 48 años, determinando una edad alta y una experiencia más amplia, mencionando que alrededor de 93,1% de los encuestados tienen una experiencia mayor a 7 años. En

la relación entre auditoría interna y la externa, el 80,6% se especializa en auditoría externa mientras el 19,4% se especializa en auditoría interna.

En la sección 1, "Conocimiento Básico", la mayoría de los encuestados con el 63,9% afirma no tener conocimiento sobre la *blockchain* en auditoría. Las causas principales son el desconocimiento de las nuevas tendencias tecnológicas y el costo elevado de su adquisición. De esta manera, al no tener el conocimiento de esta tecnología, dan por concluida la encuesta.

Seguidamente, el 36,1% afirma conocer y utilizar *blockchain* en su vida profesional. Dando continuidad con la encuesta, el 76,9% de los encuestados menciona tener en conocimiento sobre los principios más importantes de esta tecnología, mientras el 23,1% no tiene conocimiento sobre dichos principios. Este conocimiento se ve reflejado en que el 76,9% utiliza esta tecnología: muchas de estos usos en el registro de transacciones, mientras el 23,1% no lo utiliza debido a diferentes motivos como el no tener una capacitación para el manejo de estas herramientas. De esta manera, se genera que un 88,5% piensa que, al adquirir la *blockchain*, se debe de tener una capacitación técnica especializada para de esta manera poder utilizar esta herramienta de manera adecuada.

En cuanto a la adopción de la *blockchain* para el cumplimiento con los organismos de control, el 76.9% afirma que sí pueden cumplir con obligaciones, mientras que el 23,1% no está de acuerdo, sosteniendo que los organismos de control no intervienen de manera directa en la cadena de bloques, ya que esta tecnología es diseñada para ser descentralizada. Sin embargo, los organismos de control sí pueden intervenir en aspectos relacionados con el uso de la *blockchain*, especialmente, cuando se tratan de acciones financieras o legales.

Prueba correlación de Pearson

Tabla 5

Prueba de correlación de Pearson.

Variables	Correlación de Pearson		
	VI (Enfoque)	VD (Innovación)	
VI (enfoque)	Correlación de Pearson	1	0,984
	Sig. (bilateral)		4,57853E-54
	N	72	72
VD (innovación de contratos)	Correlación de Pearson	0,984	1
	Sig. (bilateral)	4,57853E-54	
	N	72	72

Nota. Dentro de la tabla se determina que la correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas). *Fuente:* autoría propia.

Dentro del análisis de los datos recopilados, se realizó la prueba de correlación de Pearson. Esta determinó una asociación significativa entre las percepciones de innovación de contratos y los niveles. En cuanto a enfoque, la tabla de contingencia utilizada indica cómo los participantes distribuyen sus respuestas en función de su nivel "Totalmente en desacuerdo" hasta "Totalmente de acuerdo" sobre secciones como el enfoque y la innovación de contratos inteligentes en empresas auditoras del Ecuador.

En la prueba de correlación de Pearson, incide la relación entre variable independiente (VI-innovación de contratos) y variable dependiente (VD-enfoque). El coeficiente de correlación de Pearson entre VI y VD es de 0,984, lo que indica que existe una correlación positiva entre las dos variables. De la misma manera, se sugiere que a medida que los valores de VI aumentan, los valores de VD también llegan a tener un aumento consistente y significativo. El valor de significancia bilateral, es de 4,57853E-54, que es menor que 0,01. Esto confirma que la correlación observada es significativa en cuanto al nivel del 99% de confianza, teniendo en cuenta que el tamaño de muestra tomado fue de 72 individuos.

Prueba de regresión lineal

Tabla 6

Resumen del modelo de regresión lineal.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,984a	0,968	0,9676	3,275

Nota. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las métricas clave de un modelo de regresión. *Fuente:* autoría propia.

En la Tabla 6, se determinó que el coeficiente de relación (R) es de 0,984, indicando una relación fuerte entre las dos variables. De igual manera, en cuanto al R² es de 0,968, lo cual implica que el 96,8% de la variación de la variable VD es explicada por la VI, con el que se determinó un excelente modelo explicativo. En cuanto al R² ajustado, que toma en cuenta el tamaño de muestra, es de 0,9676, mismo que valida la estabilidad del modelo. Dentro del error estándar, su estimación es de 3,275, determinando en promedio que las predicciones del modelo difieren de los valores observados.

Análisis ANOVA

Tabla 7

Análisis de varianza (ANOVA) del modelo de regresión.

ANOVAa					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	22.715,888	1	22.715,888	2.118,108	0,000b
Residuo	750,723	70	10,725		
Total	23.466,611	71			

Nota. El cuadro presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la significancia del modelo de regresión. Fuente: autoría propia.

Mediante el análisis ANOVA, se confirmó la significancia global del modelo. Tomando en cuenta la suma de todos los cuadrados, esta da una regresión de 22.715,888, mientras que el residuo de la misma suma de cuadrados es de 750,723. Esto determina que la variabilidad total es de 23.466,611. En cuanto a la media cuadrática de la regresión, es mayor con 22.715,888 en comparación con el residuo de 10,725. El valor estadístico obtenido F es de 2.118,108, teniendo un valor de significancia (p) de 0,000, lo que indica que el modelo es altamente significativo por sus niveles inferiores a 0,01. Esto refuerza la hipótesis de que la VI tiene un impacto significativo en la VD.

Coefficientes

Tabla 8

Coefficientes del modelo de regresión.

Coefficientes a					
Modelo	Coefficientes no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
1 (Constante)	0,3869	0,4751	0	0,8144	0,4182
VI	1,7759	0,0386	0,9839	46,0229	0,0000

Nota. El siguiente cuadro presenta los coeficientes del modelo de regresión. Fuente: autoría propia.

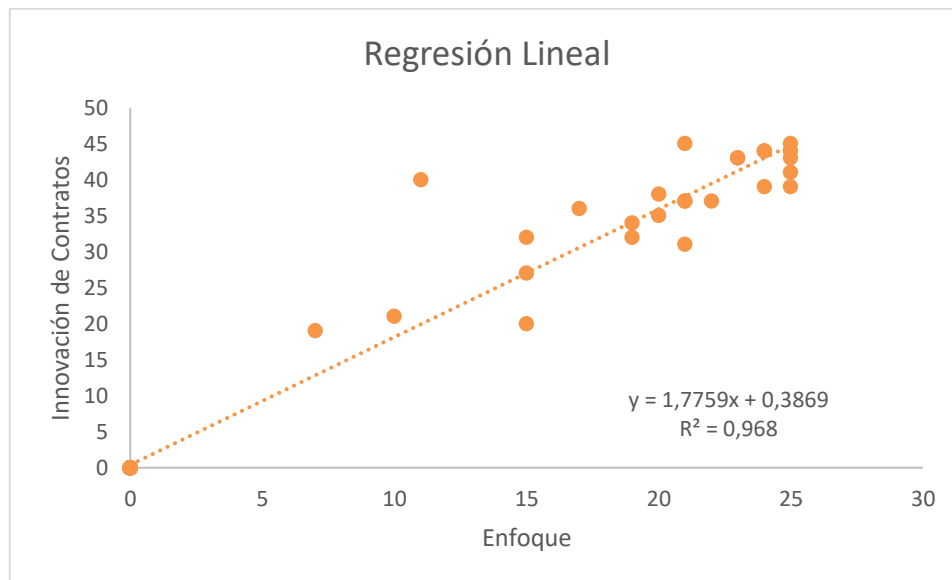
En cuanto a los coeficientes de regresión, se determinó que el coeficiente no estandarizado es de 0,38689. Su error estándar es de 0,4751, con un valor t de 0,8144 y un valor p de 0,4182. Por otro lado, para la variable independiente, el coeficiente no estandarizado es de 1,7759, lo que significa que por cada unidad de aumento que se llegue a dar por parte de la VI, la variable dependiente llega a aumentar en 1,7759 unidades más. Al mismo tiempo, se mantiene la constante de las demás variables. El error asociado en este coeficiente de 0,0386, que indica una

estimación precisa en cuanto al coeficiente. De igual forma, el coeficiente estandarizado (Beta) es 0.9839, determinando que la VI tiene una relación muy fuerte con la variable dependiente. El valor t es 46.0229 y el valor p es 0.0000, haciendo mención que VI es altamente significativa en el modelo ($p < 0.05$).

Regresión lineal

Figura 4

Figura de la regresión lineal de la variable dependiente e independiente.



Nota. Se determina la regresión lineal, mediante un gráfico de dispersión. Fuente: autoría propia.

Al tener en cuenta que el R^2 es igual a 0,968, se determina un 96,8% de la variabilidad de la innovación en cuanto a contratos inteligentes en *blockchain*, el mismo que puede ser explicada por el enfoque de las empresas auditoras en cuanto a la adopción de estos contratos. Es así que se determinó que la pendiente es de 1,7759 unidades, es decir, que está más preparado el enfoque hacia nuevas tecnologías y de igual manera la innovación de estos contratos inteligentes en servicios de auditoría.

En cuanto a la relación que existe entre el enfoque y la innovación con el R^2 , se determinó que existe una relación fuerte. Se toma en cuenta que el valor cercano a 1 significa una mayor variabilidad en innovación, explicada por el enfoque hacia la adopción de nuevas tecnologías. De igual manera, tanto la VI llega a tener aumento la VD también lo hará. De esta manera, se determina una asociación significativa entre ambas variables.

Análisis de fiabilidad

Tabla 9

Análisis de fiabilidad de escala.

Estadística de Fiabilidad de Escala		
Media	Desviación Estándar	Alfa de Cronbach
1,25	2,01	0,916

Nota. El siguiente cuadro presenta los análisis de fiabilidad de escala. *Fuente:* autoría propia.

El análisis de fiabilidad sirve para garantizar la validez de los resultados obtenidos, como también el uso de herramientas para la recolección de información. Con ello, se obtuvieron los siguientes resultados.

La desviación estándar, con un 2,01, indica que las respuestas están bastante dispersas, en cuanto a una variación de respuestas individuales con respecto a la media.

El Alfa de Cronbach es una medida que se utiliza para medir cada ítem utilizado. En esta ocasión, el Alfa de Cronbach es de 0,916, lo que indica que hay una excelente consistencia interna, considerando una muy buena correlación entre sí. De esta manera, se mide que el cuestionario contiene un constructo subyacente, lo que da confianza de fiabilidad de los resultados obtenidos a partir de las preguntas planteadas.

4. DISCUSIÓN

Para lograr una investigación fructífera sobre cómo están adaptando los contratos inteligentes de *blockchain* en las empresas de Ecuador, se dio paso a una investigación profunda sobre *blockchain* y sus derivados. De igual forma, se envió una encuesta digital a los auditores encontrados en las Superintendencia de Compañías y la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS), para con ello analizar cuantos profesionales saben y como manejan esta tecnología.

Los resultados de la encuesta aplicada a los 202 auditores, sobre conocimiento básico, revelan un bajo nivel de conocimiento sobre esta nueva tecnología y su limitado uso, a pesar de sus grandes beneficios a la hora de adquirirla.

En cuanto a innovación de contratos, los resultados de la encuesta revelan que la mayoría de los encuestados está "de acuerdo" con el hecho de guardar información. Sin embargo, a la hora de preguntar si están o no de acuerdo que la *blockchain* provoque cambios estructurales en la metodología de auditoría, la mayoría sigue estando "de acuerdo". Esto generaría una eficiencia alta a la entidad, ya que al momento de registrar sus movimientos no necesitan de un intermediario,

debido a que los nodos pueden verificar y a aceptar si está o no bien lo que se está llevando a cabo.

Finalmente, resalta mucho la carencia de conocimiento de esta tecnología a los profesionales con una larga trayectoria. Estos análisis pueden ayudar a fomentar el uso y adopción de la *blockchain* en este mundo digitalizado hoy en día.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

La adopción de tecnologías como la *blockchain* en auditoría, adquiere percepción significativa de conocimiento básico y su adopción por parte de los auditores. La recolección de datos subraya el desconocimiento de dicha tecnología. Los encuestados que sí tienen conocimiento y manejan esta tecnología, brindan respuestas positivas sobre la eficiencia que puede tener una entidad si adopta la *blockchain*. Esta es una herramienta ventajosa para la profesión contable, es decir, que la adopción de nuevas tecnologías es vista cada vez más como una herramienta potencial en la evolución del campo contable.

En conclusión, con los avances de la tecnología, se considera que en un corto tiempo el campo contable puede llegar a adoptar esta tecnología, la misma que trae consigo muchos beneficios que ayudan a reducir los fraudes y al mismo tiempo realizar transacciones que estén a la vista de todos y con ello verificar su correcta ejecución.

6. REFERENCIAS

- Balbi, D. (2022). *Auditoría en la blockchain: desafíos y oportunidades para los auditores*. BACS. <https://bacsociety.com/auditoria-en-la-blockchain-desafios-y-oportunidades-para-los-auditores/>
- Cárdenas-Alemán, I., Duarte-Lozano, L., & Ahumada-Lerma, R. (2022). Análisis de los smart contracts en blockchain para auditoría a grandes empresas. *Revista Científica Profundidad*. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/profundidad/article/view/3811>
- Cortés, M. (2019). La nueva era de la auditoría (IV): Las implicaciones de blockchain [Información corporativa y reporting]. *KPMG Tendencias*. <https://www.tendencias.kpmg.es/2019/09/auditoria-blockchain-impacto-ventajas/>
- Clarine, S. (2024). What Is a Hash? Hash Functions and Cryptocurrency Mining. *Investopedia*. <https://www.investopedia.com/terms/h/hash.asp>
- Deloitte. (2017). *La revolución del Blockchain en la Auditoría Interna*. <https://www.deloitte.com/es/es/services/risk-advisory/perspectives/blockchain-auditoria-interna.html>
- Deloitte. (2019). Guía para la auditoría interna de blockchain [Tendencias en la auditoría interna]. Deloitte.
- Toaquiza Toaquiza, A., Tonato Calapiña, M. e Hidalgo Achig, M. (2025). Incidencia del enfoque de contratos inteligentes en blockchain en la innovación de empresas auditoras en Ecuador. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 1-17. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/164>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

<https://www2.deloitte.com/ni/es/pages/risk/articles/guia-para-la-auditoria-interna-de-blockchain.html>

Erazo, J., & De la A-Muñoz, S. (2023). Auditoría del futuro, la prospectiva y la inteligencia artificial para anticipar riesgos en las organizaciones. 6. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S2631-26542023000100105

Financial Crime Academy. (2024). *Auditoría de criptomonedas y blockchain: identificación de riesgos e implementación de controles desde la perspectiva de un auditor interno.*

<https://financialcrimeacademy.org/es/auditoria-de-criptomonedas-y-blockchain-identificacion-de-riesgos-e-implementacion-de-controles-desde-la-perspectiva-de-un-auditor-interno/>

Henry, W., & Pawczuk, L. (2021). *La revolución blockchain.* <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2022/blockchain-trends.html>

IBM. (2022). *Beneficios de blockchain [IBM].* <https://www.ibm.com/es-es/topics/benefits-of-blockchain>

Lakkis, H., & Issa, H. (2022). *Entendiendo la tecnología Blockchain: análisis de resonancia de centrado.* <https://www.igi-global.com/gateway/article/full-text-pdf/297617>

Leal, E., Valderrama, Y., & Ruza, W. (2020). Perspectiva del auditor frente a los fundamentos objetivistas que motivan fundamentos objetivistas que motivan en la auditoría. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25763378004>

Metlabs. (2024). *¿Qué es una función Hash en Blockchain?* <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-una-funci%C3%B3n-hash-en-blockchain-metlabsdesarrolloblockchain-2>

Mohammad, K. (2023). *El impacto de la tecnología blockchain en la contabilidad y la auditoría.*

<https://www.isaca.org/resources/isaca-journal/issues/2023/volume-2/the-impact-of-blockchain-technology-on-accounting-and-auditing>

Pizarro, S., Ormaza, M., & Ruiz, M. (2018). La auditoría y su control de calidad: visualización de los servicios que ofrecen las empresas auditoras de Manabí, Ecuador. http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S2073-60612018000200019

Roman, S. (2023). Auditoría Moderna: adaptándose a un mundo en evolución. <https://udv.edu.gt/auditoria-moderna-adaptandose-a-un-mundo-en-evolucion>

Tapia, C., Mendoza, S., Castillo, S., & Guevara, E. (2019). *Fundamentos de auditoría.* https://elibro.net/es/ereader/elibrocom/124948?Fs_q=fundamentos%20de%20auditoria&prev=fs

Toaquiza Toaquiza, A., Tonato Calapiña, M. e Hidalgo Achig, M. (2025). Incidencia del enfoque de contratos inteligentes en blockchain en la innovación de empresas auditoras en Ecuador. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 1-17. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/164>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL MONITOREO DE UNA TURBINA HIDRÁULICA

Vicente Paul Astudillo Cortez
paul.astudillo@ister.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4125-2349>
Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui

Pablo Cesar Catota Ocapana
pablo.catota@ister.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3179-4897>
Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui

Rommel Xavier Valencia Moya
rommel.valencia@ister.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6919-8284>
Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui

Recibido: 20/08/24
Aceptado: 15/10/24
Publicado: 01/01/25

RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el diseño e implementación de un módulo didáctico para simular y analizar el funcionamiento de una turbina Pelton, con el fin de evaluar su desempeño bajo diferentes condiciones de caudal. El módulo incluye una bomba sumergible de 1.5 HP, un reservorio de 40 litros y una cámara que alberga los álabes de la turbina. Se integran sensores para medir corriente, voltaje y caudal, cuyos datos se visualizan en tiempo real mediante una interfaz gráfica interactiva. El sistema permite ajustar el caudal de agua entre 10 y 230 l/s a través de una válvula de paso, lo que posibilita un control preciso sobre la velocidad del flujo de agua. Este ajuste es crucial para observar cómo el caudal influye en el rendimiento de la turbina Pelton, que puede generar hasta 93.60 vatios de potencia. Este módulo ofrece a los estudiantes una experiencia educativa práctica, permitiéndoles analizar y comprender los principios fundamentales de la generación de energía hidráulica renovable. Además, facilita el estudio detallado de la relación entre caudal y rendimiento, proporcionando una herramienta valiosa para el aprendizaje y la evaluación de sistemas hidroeléctricos.

PALABRAS CLAVE: generación hidroeléctrica, turbina Pelton, adquisición de datos, módulo didáctico.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MODULE FOR THE MONITORING OF A HYDRAULIC TURBINE

ABSTRACT

This project focuses on the design and implementation of a didactic module to simulate and analyze the operation of a Pelton turbine, aimed at evaluating its performance under different flow conditions. The module includes a 1.5 HP submersible pump, a 40-liter reservoir, and a chamber that houses the turbine blades. Sensors are integrated to measure current, voltage, and flow rate, with data displayed in real-time through an interactive graphical interface. The system allows the water flow to be adjusted between 10 and 230 l/s using a control valve, enabling precise regulation of the water flow velocity. This adjustment is crucial for observing how flow rate affects the performance of the Pelton turbine, which can generate up to 93.60 watts of power. This module provides students with a practical educational experience, allowing them to analyze and understand the fundamental principles of renewable hydraulic energy generation. Additionally, it facilitates the detailed study of the relationship between flow rate and performance, offering a valuable tool for learning and evaluating hydroelectric systems.

KEY WORDS: hydroelectric generation, Pelton turbine, data acquisition, didactic module.

1. INTRODUCCIÓN

Los módulos didácticos tienen un aspecto fundamental en el ámbito académico, ya que facilitan un proceso de enseñanza-aprendizaje organizado y estructurado, beneficiando tanto a docentes como a estudiantes. Estos módulos hacen más accesibles temas complejos al descomponerlos en unidades sencillas, facilitando la asimilación de información nueva y su posterior retención. Además, los docentes pueden adaptar y enriquecer los módulos para satisfacer las necesidades específicas de sus estudiantes y cumplir con los estándares educativos vigentes. Un diseño efectivo de módulos educativos incorpora elementos interactivos, como contenidos multimedia, actividades prácticas y ejemplos que simulan situaciones del mundo real, con el propósito de motivar a los estudiantes a aprender y profundizar en el tema.

La incorporación de módulos didácticos en las carreras tecnológicas es esencial para el proceso de aprendizaje, ya que permite a los estudiantes practicar y experimentar con las magnitudes físicas que afectan el funcionamiento de un generador hidráulico en situaciones reales. Estos elementos facilitan la comprensión profunda y aplicada de conceptos, lo que es crucial para la formación práctica en estas disciplinas. Es relevante mencionar que, en Ecuador, aproximadamente el 78% de la energía consumida a nivel nacional proviene de fuentes hidroeléctricas (Cenace, 2024). En este contexto, se han llevado a cabo diversos estudios, investigaciones y proyectos en el país, que contribuyen a enriquecer el aprendizaje de los estudiantes y mejorar su comprensión en el área de la energía hidroeléctrica (Guastay Cajo, 2020; Reyes Soledispa & Vélez Vera, 2022).

La energía hidráulica es una fuente renovable y sostenible que ha mostrado ser muy eficiente en la generación de energía eléctrica. Diversos estudios (Hurtado Paspuel & Castro Verdezoto, 2023; Romero et al., 2024) han evidenciado que la implementación de turbinas hidráulicas a pequeña escala permite no solo identificar posibles fallas, sino también determinar los valores máximos de caudal y presión que estas turbinas pueden soportar.

Al implementar turbinas hidroeléctricas a escala, es posible evaluar la efectividad de su diseño mecánico y constructivo, incluyendo el número de álabes necesarios para incrementar la producción de energía, así como su forma y tamaño óptimos (Cuichan-Paucar et al., 2024; Quishpe Cholango, 2021). Para lograr este objetivo, es esencial realizar estudios basados en la recolección de datos mediante sensores de magnitudes eléctricas y no eléctricas, lo que permitirá identificar el comportamiento de la turbina a diferentes caudales. Esto ayudará a determinar la tasa de generación de energía en función del caudal.

En este contexto, existen diversos tipos de turbinas hidroeléctricas, cada una diseñada para optimizar la generación de energía en diferentes condiciones hidráulicas. Las turbinas Kaplan y Francis son comúnmente utilizadas en proyectos que manejan grandes volúmenes de agua y bajas alturas de caída (Pareja et al., 2023), debido a su capacidad para operar de manera eficiente en estas circunstancias. Por otro lado, las turbinas Pelton están diseñadas específicamente

Astudillo Cortez, V., Catota Ocapana, P. y Valencia Moya, R. (2025). Diseño e implementación de un módulo para el monitoreo de una turbina hidráulica. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 18-28.
<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/155>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

para aprovechar caudales más bajos y alturas de caída elevadas (David et al., 2021), lo que las hace ideales para proyectos en terrenos montañosos. A diferencia de las turbinas de flujo axial o mixto, la turbina Pelton convierte la energía cinética del agua en energía mecánica de manera más efectiva en situaciones donde la presión es alta y el caudal es limitado (De Uso et al., 2022; Erazo López, 2022). Debido a su eficiencia y adaptabilidad en estos escenarios, la turbina Pelton se presenta como la opción más factible para proyectos hidroeléctricos que buscan maximizar la generación de energía en condiciones específicas de alta presión y bajo caudal (Ibarra et al., 2024).

Consecuentemente, una turbina hidroeléctrica a escala permite a los estudiantes desarrollar habilidades y conocimientos mediante la experimentación y la evaluación del rendimiento de la turbina bajo diferentes condiciones de caudal (Ud Din & Harmain, 2020). Los resultados han demostrado que la implementación y uso de turbinas hidroeléctricas a escala fomentó un incremento circunstancial de la motivación, y aprendizaje significativo (Auyes Khan et al., 2024). En general, la investigación muestra que la construcción de una turbina hidroeléctrica a escala puede ser una herramienta eficaz para el aprendizaje de carreras técnicas. Tomando en consideración, se propone realizar un diseño e implementar una turbina de generación hidroeléctrica con monitoreo de variables eléctricas y parámetros de caudal mediante un HMI desarrollado en LabVIEW. A través de la presente propuesta, los estudiantes podrán realizar diferentes prácticas y experimentos para la evaluación del rendimiento de la turbina hidroeléctrica mediante la manipulación del caudal de agua.

2. METODOLOGÍA

Este trabajo se estructura en tres secciones principales. La primera abarca la investigación exploratoria, que se llevó a cabo para revisar la bibliografía existente, basándose en gran medida en trabajos previos y publicaciones en revistas científicas, con el objetivo obtener el diseño de la turbina. Posteriormente se tiene una segunda etapa compuesta por una investigación experimental, en la cual se planteó el diseño y la implementación de la turbina de generación. Posteriormente, se describe cómo se llevaron a cabo varias evaluaciones para validar su funcionamiento adecuado. Finalmente, se presenta un desglose detallado de las etapas clave en el desarrollo del proyecto.

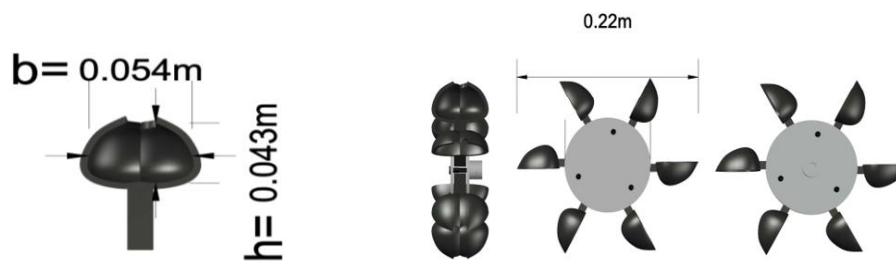
Diseño mecánico

El diseño de las partes del presente proyecto, como la turbina Pelton y la estructura, se diseñó utilizando AutoCAD 2023. La propuesta se basó en las necesidades observadas en un generador hidráulico comercial, y se elaboró con medidas a escala para asegurar un funcionamiento óptimo del proyecto. Esto facilitó la determinación precisa de las dimensiones de cada componente del módulo didáctico, especialmente el tamaño de los álabes.

Con base en el diseño planteado se pronostica producir una potencia máxima de 100 a 105 vatios. El material seleccionado para la construcción, por su resistencia mecánica es el acero, cuyas dimensiones pueden observarse en la Figura 1 y 2.

Figura 1

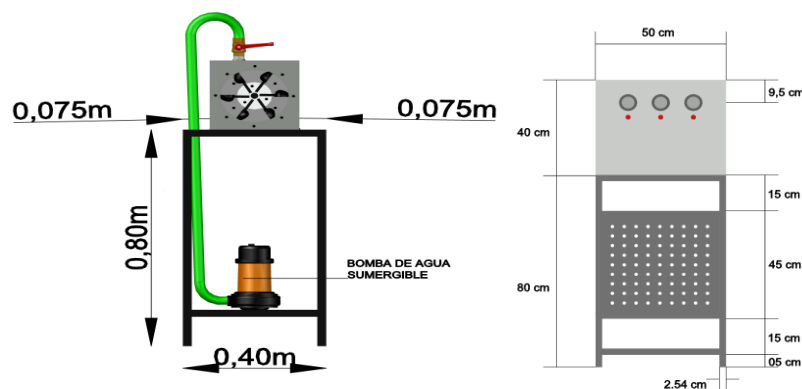
Diseño de la turbina Pelton.



Fuente: autoría propia.

Figura 2

Diseño de las estructuras.



Fuente: autoría propia.

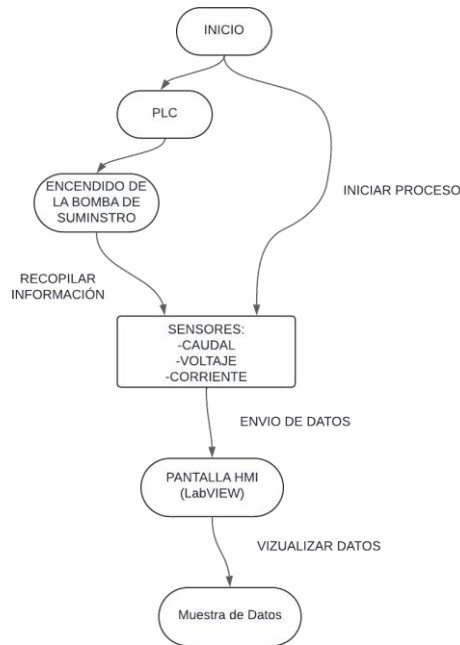
En la Figura 2 se presentan las dimensiones de las dos estructuras diseñadas para el almacenamiento de agua, que incluyen la bomba sumergible y el generador. La segunda estructura está destinada a alojar las cargas y el ordenador que ejecutará el HMI.

Adquisición de datos

La recolección de datos permite obtener la información de las magnitudes eléctricas y caudal mediante los sensores colocados estratégicamente en el módulo desarrollado. La información es enviada a un PLC S7-1200, que está programado para conectarse y transmitir los datos a LabVIEW, donde se realiza el procesamiento de los datos recibidos. La información resultante se presenta al usuario de forma clara y accesible mediante la interfaz de usuario. El diagrama de flujo de la adquisición de datos, procesamiento y visualización se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Diagrama de flujo.



Fuente: autoría propia.

Se ilustra la adquisición de datos que inicia al activar el módulo didáctico a través del HMI, iniciando la recopilación de información. El sistema cuenta con varios sensores y actuadores, incluyendo un sensor de voltaje HDDA4U (0-20V), otro sensor de voltaje HDDA4U (0-100V), un sensor de corriente HD-T10I (0-10A) y un sensor de caudal YF-DN50 (230 l/m). Durante el ciclo principal, se miden y actualizan los valores de voltaje, corriente y caudal en la interfaz gráfica creada en LabVIEW. La interacción del usuario con la válvula de control del caudal reinicia el ciclo, permitiendo nuevas lecturas y actualizaciones. Este sistema proporciona una operación eficiente y en un ambiente controlado, permitiendo la visualización de los parámetros. En la Figura 4 se muestra la turbina Pelton.

Figura 4

Turbina Pelton.



Fuente: autoría propia.

La construcción está compuesta por un gabinete metálico con clasificación IP68, que alberga el PLC, los sensores de voltaje, corriente y un contactor para el encendido de la bomba. Este diseño incluye terminales específicos para conectar directamente el sensor de caudal, lo que mejora la comprensión integral del sistema. Además, se incorporó un NI-MyDAQ NI-6900 para medir el caudal, dado que el PLC tiene un número limitado de entradas.

La segunda estructura está destinada a alojar las cargas utilizadas en el sistema. En esta estructura, se puede observar la conexión desde la salida del generador hidráulico hacia las entradas del PLC y posteriormente, hacia las cargas, permitiendo su control desde el HMI. Además, una conexión OPC facilita la transmisión de datos del PLC a un ordenador, donde se ejecuta el HMI desarrollado en LabVIEW.

Figura 5

Sistema de control.



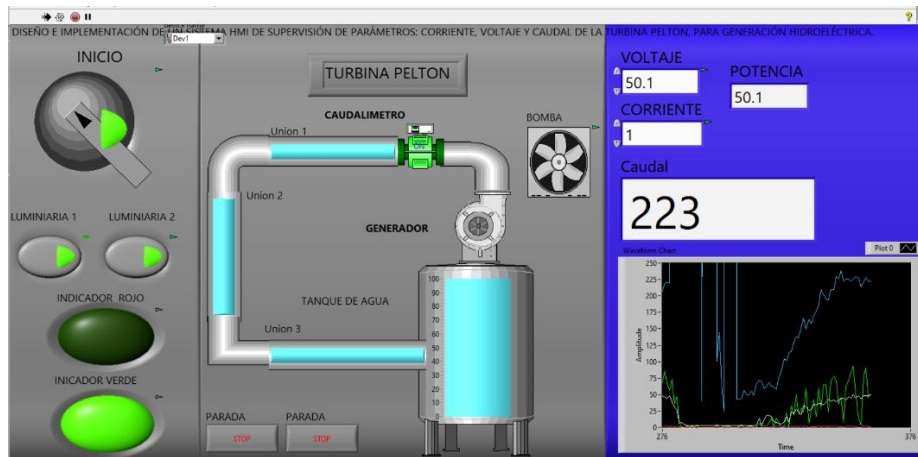
Fuente: autoría propia.

3. RESULTADOS

Mediante el HMI desarrollado, se visualizan los valores correspondientes al voltaje, corriente, potencia y caudal del flujo de agua, como se muestra en la Figura 6. El sistema implementado utiliza como cargas tres focos LED de 15 W cada uno, con un voltaje nominal de 110 V. Estos focos LED permiten evaluar el rendimiento del sistema bajo condiciones de carga específicas, facilitando el análisis y ajuste de los parámetros operativos.

Figura 6

Diseño HMI.



Fuente: autoría propia.

En la Tabla 1, se presenta los valores obtenidos de las variables eléctricas y no eléctricas y su relación en función de la variación de la cantidad de agua suministrada.

Tabla 1

Resultados.

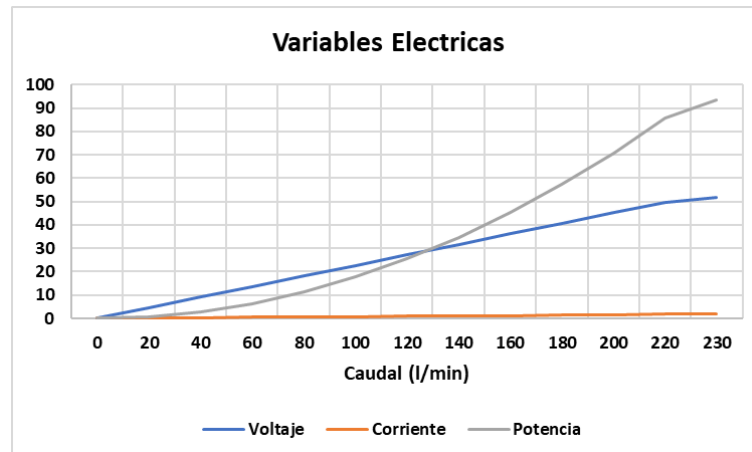
Apertura de la válvula de control de caudal	Voltaje CC	Corriente CC	Potencia	Caudal
0	0,00 V	0,00 A	0,00 W	0 l/min
20 %	10,01 V	0,30 A	3,03 W	40 l/min
40 %	20,20 V	0,67 A	13,50 W	90 l/min
50 %	24,50 V	0,78 A	19,11 W	114 l/min
60 %	31,2 V	1,08 A	33,70 W	136 l/min
70 %	36,4 V	1,26 A	45,86 W	160 l/min
100 %	52,00 V	1,80 A	93,60 W	230 l/min

Fuente: autoría propia.

En la Figura 7, se muestran las curvas obtenidas al realizar las pruebas con la turbina Pelton junto con los sensores.

Figura 7

Variables medidas.



Fuente: autoría propia.

4. DISCUSIÓN

Se observa la relación existente del voltaje, corriente, y la potencia generada por el generador hidráulico en base al caudal. Se identifica que a medida que el flujo de agua aumenta hacia la turbina Pelton, el voltaje como la corriente generada aumentan proporcionalmente, lo que conlleva un incremento notable en la potencia producida. La corriente muestra un incremento gradual, alcanzando su valor máximo al obtener una potencia máxima de 93.6 vatios.

El caudal de agua que pasa a través del sistema, controlado manualmente por una válvula de paso, tiene un impacto circunstancial en la potencia generada. Se identifica ante el incremento del caudal de agua hacia la turbina, se produce un aumento considerable en la potencia generada, debido a que un mayor flujo permite que la turbina opere con mayor eficiencia, generando más energía eléctrica. Este efecto subraya la importancia de un control preciso y constante del caudal de agua para maximizar la eficiencia energética del sistema. Mantener un flujo de agua estable optimiza la producción de energía y permite contribuir a la estabilidad operativa del generador, evitando fluctuaciones indeseadas en el voltaje y la corriente, lo cual es vital para la confiabilidad del suministro de energía.

La energía producida por el generador hidráulico no solo depende del caudal de agua y de la eficiencia de la turbina Pelton, sino también de las características de las cargas conectadas al sistema. A medida que el flujo de agua incrementa y se genera más potencia, el generador debe ser capaz de suministrar energía a las cargas conectadas, las cuales pueden variar en resistencia y demanda energética. El comportamiento del voltaje y la corriente, y por ende la potencia generada, se ve influenciado por estas cargas. Si las cargas conectadas al generador son de alta resistencia o tienen una alta demanda de energía, esto puede ocasionar una mayor corriente en el sistema, lo que exige que el generador mantenga una estabilidad operativa para evitar caídas de voltaje o sobrecargas.

En consecuencia, la capacidad del generador para adaptarse a las variaciones en las cargas es crucial para asegurar una producción de energía continua y estable.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de las pruebas de la turbina Pelton proporciona información altamente relevante para el análisis del rendimiento del generador hidráulico y permite implementar mejoras en la inclinación de los alabes. Además, al realizar la comparación entre los diseños comerciales existentes y los resultados finales de las pruebas, confirma que el módulo educativo de generación hidráulica cumple con los objetivos previstos. Los test realizados evidencian la capacidad del sistema para monitorear y analizar de manera efectiva las variables eléctricas en función de la variación del flujo de agua hacia la turbina, lo que valida la correcta implementación del módulo. Este cumplimiento no solo demuestra que el cumplimiento de los objetivos propuestos, sino que también destaca la utilidad del sistema como una herramienta educativa efectiva para el estudio de la generación hidráulica y su interacción con los parámetros eléctricos.

La adquisición de datos mediante el HMI facilita la supervisión de variables eléctricas y de caudal, apoyada por la programación desarrollada en LabVIEW y en colaboración con el PLC permite la correcta adquisición de las señales desde los sensores. Los resultados de las pruebas confirman una tasa de efectividad y precisión sumamente alta, corroborando el buen funcionamiento del módulo educativo.

El desarrollo de la turbina de generación hidráulica y el proceso de obtención de datos representa un aspecto importante para la verificación y monitoreo de sistemas de generación renovable para el ámbito educativo. Finalmente, los resultados confirman que el proyecto es aplicable, tomando en consideración que permite mejorar la comprensión y el aprendizaje sobre fuentes generación de energía renovable en ámbito de aprendizaje tecnológico.

6. REFERENCIAS

- Auyes Khan, U., Lee, T., Park, Y., Kim, D., Kim, N., Kim, C. S., & Kim, D. H. (2024). Design study for performance improvement of a hybrid pico pelton turbine and its additive manufacturing using a laser powder bed fusion method. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 18(1), 107-117. <https://doi.org/10.1007/S12008-023-01396-4/METRICS>
- Cenace. (2024). *Informe Anual 2022*. Operador Nacional de Electricidad CENACE. <https://www.cenace.gob.ec/informe-anual-2022/>
- Cuichan-Paucar, S. H., Vera-Santi, L. E., Heras-Heras, M. C., Quevedo-Amay, D. V., Cuichan-Paucar, S. H., Vera-Santi, L. E., Heras-Heras, M. C., & Quevedo-Amay, D. V. (2024). Microcentrales hidroeléctricas con tecnología turbulente para la generación de electricidad en comunidades aisladas. *Ingenium et Potentia. Revista Electrónica Multidisciplinaria de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura*, 6(10), 4-22. <https://doi.org/10.35381/I.P.V610.3586>
- Astudillo Cortez, V., Catota Ocapana, P. y Valencia Moya, R. (2025). Diseño e implementación de un módulo para el monitoreo de una turbina hidráulica. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 18-28. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/155>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

- David, E., Maya, Á., Jhonny, M., & Barzola Iza, J. (2021). *Implementación de un emulador de caudal con sistema Scada para pico generación hidroeléctrica*. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11557>
- Erazo López, J. L. (2022). *Desarrollo de un modelo paramétrico para predecir el comportamiento de turbinas hidráulicas tipo Pelton en pequeñas centrales hidroeléctricas*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/24519>
- Guastay Cajo, W. E. (2020). *El uso de la energía hidráulica para la generación de energía eléctrica como estrategia para el desarrollo industrial en el Ecuador*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/4066>
- Hurtado Paspuel, J., & Castro Verdezoto, P. L. (2023). Estudio de factibilidad de una pequeña central hidroeléctrica en un afluente del Río Guayas - Ecuador. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, ISSN-e 2550-682X, Vol. 8, No. 12, 1226-1238, 8(12), 1226-1238. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i12>
- Minda, C., & Alex, J. (2022). *Modelo tridimensional de una turbina hidroeléctrica para capacitación*. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13221>
- Pareja, G., Fabián, M., Ramos, M., & Alex, R. (2023). *Diseñar un banco de pruebas para turbinas de micro centrales hidroeléctricas constituido por una turbina Pelton de dos inyectores y una turbina Kaplan para la generación de 1 kW*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671146>
- Quishpe Cholango, L. M. (2021). *Diseño de alabes directores de turbinas tipo Francis para minimizar la erosión producida por el impacto del flujo bifásico líquido-sólido*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21960>
- Reyes Soledispa, S. L., & Vélez Vera, E. D. (2022). *Diseño de un sistema aislado de energía fotovoltaica para los módulos didácticos del LTI-ESFOT*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22064>
- Romero, J. A., Del, M., Loján, C., Basantes, E., Romero, A. Y., & Elías González, J. (2024). Factibilidad de la implementación hidroeléctrica para la Universidad Estatal Amazónica en el Puyo, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 10377-10391. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I1.10343
- Ud Din, M. Z., & Harmain, G. A. (2020). Assessment of erosive wear of Pelton turbine injector: Nozzle and spear combination - A study of Chenani hydro-power plant. *Engineering Failure Analysis*, 116, 104695. <https://doi.org/10.1016/J.ENGFAILANAL.2020.104695>
- Astudillo Cortez, V., Catota Ocapana, P. y Valencia Moya, R. (2025). Diseño e implementación de un módulo para el monitoreo de una turbina hidráulica. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 18-28. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/155>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DEL REFUERZO POSITIVO EN LA CONDUCTA VIAL DE LOS CONDUCTORES DE VEHÍCULOS LIVIANOS

Marcel Oswaldo Méndez Mantuano
marcelxc6768@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7451-8994>
Instituto Superior Tecnológico Rey David - Ecuador

Gabriela Alexandra Cuadrado Burgos
gacuadradob@istx.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3794-3032>
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Recibido: 23/09/24
Aceptado: 29/10/24
Publicado: 01/01/25

RESUMEN

El artículo analiza el impacto del refuerzo positivo en el comportamiento vial de conductores de vehículos livianos. Los objetivos son identificar las razones detrás del incumplimiento de normas de tránsito y cómo el refuerzo positivo podría promover una mejor conducta. Mediante una combinación de revisión bibliográfica y observación directa, se detectaron factores socioculturales, educativos y psicológicos, entre otros, que influyen en el incumplimiento vial. En Ecuador, las causas predominantes de accidentes incluyen imprudencia, ignorar señales de tránsito y exceso de velocidad. El estudio de campo reveló que el refuerzo positivo, como recompensas por buen comportamiento, logró un aumento promedio de 0,32 puntos en el comportamiento vial en una semana. En conclusión, para abordar eficazmente el incumplimiento de las normas de tránsito, se necesita un enfoque integrado que considere diversos factores. A pesar de la mejora modesta, el refuerzo positivo demuestra ser una herramienta prometedora para mejorar la conducta vial.

PALABRAS CLAVE: comportamiento vial, conducción, refuerzo positivo.

DETERMINATION OF THE IMPACT OF POSITIVE REINFORCEMENT ON THE ROAD BEHAVIOR OF LIGHT VEHICLE DRIVERS

ABSTRACT

The article analyzes the impact of positive reinforcement on the behavior of light vehicle drivers. The objectives are to identify the reasons behind non-compliance with traffic rules and how positive reinforcement could promote better behavior. Through a combination of bibliographic review and direct observation, social, cultural, educational and psychological factors, among others, that influence road non-compliance were detected. In Ecuador, the predominant causes of accidents include recklessness, ignoring traffic signs and excessive speed. The field study revealed that positive reinforcement, such as rewards for good behavior, achieved an average increase of 0.32 points in driving behavior in one week. In conclusion, to effectively address non-compliance with traffic rules, and integrated approach that considers various factors is needed. Despite modest improvement, positive reinforcement proves to be a promising tool for improving road behavior.

KEY WORDS: road behavior, driving, positive reinforcement.

1. INTRODUCCIÓN

El refuerzo positivo es una herramienta clave cuando se trata de cambiar comportamientos. Esta técnica se basa en la teoría del condicionamiento operante, que fue desarrollada por B.F. Skinner en 1938. En esencia, el refuerzo positivo consiste en ofrecer un estímulo agradable después de que alguien realiza una acción específica. Al hacerlo, se aumenta la probabilidad de que esa acción se repita en el futuro, ya que las personas tienden a repetir comportamientos que les traen recompensas.

El refuerzo positivo ha demostrado ser altamente efectivo en una variedad de situaciones y con diferentes poblaciones, desde el aula hasta el entorno laboral (Kazdin, 1987). Es una herramienta valiosa para enseñar nuevas habilidades y comportamientos, así como para reducir comportamientos indeseables.

El refuerzo positivo actúa en el principio de que los comportamientos que resultan en consecuencias agradables tienden a repetirse (Skinner, 1938). Esta repetición refuerza el comportamiento, solidificando la asociación entre la acción y la consecuencia positiva.

En el ámbito educativo, el refuerzo positivo puede ser utilizado para promover comportamientos deseados como la participación o la finalización de tareas (Maag, 2001). En el entorno laboral, puede manifestarse a través de bonificaciones, reconocimientos y otras recompensas que impulsan la productividad y la satisfacción laboral (Daniels & Daniels, 2004).

Aunque el refuerzo positivo tiene muchas ventajas, es fundamental usarlo de manera adecuada. Si no se aplica correctamente, puede generar una dependencia del refuerzo o incluso hacer que el comportamiento deseado desaparezca si se deja de ofrecer la recompensa (Staddon & Cerutti, 2003). Además, lo que una persona considera un refuerzo positivo puede diferir de otra, por lo que es muy importante personalizar el refuerzo según las necesidades y preferencias de cada individuo.

El comportamiento vial de los conductores es un tema crítico en la seguridad vial y la prevención de accidentes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) identifica la conducta de los conductores como uno de los principales factores de riesgo en accidentes de tráfico, con implicaciones significativas en la salud pública y la economía (OMS, 2018). Si bien existen diversas estrategias y campañas para mejorar la conducta vial, el refuerzo positivo emerge como una potencial herramienta de intervención.

El tránsito vial es un pilar esencial de las sociedades modernas, con ella, la conducta de los conductores cobra una relevancia primordial. Una conducción segura y responsable es imprescindible para garantizar el bienestar de los ciudadanos, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha resaltado la importancia de abordar el comportamiento de los conductores como una estrategia clave para reducir los accidentes de tráfico y sus consecuencias asociadas (OMS, 2018).

Sin embargo, la modificación de la conducta vial no es una tarea sencilla. Tradicionalmente, las estrategias de intervención han dependido en gran medida de la educación vial y las penalizaciones para los comportamientos no deseados. A pesar de sus méritos, estas estrategias por sí solas no han sido suficientes para generar un cambio sustancial en la conducta de todos los conductores (Johnson & Johnson, 2010).

En este contexto, el refuerzo positivo se presenta como una herramienta valiosa que complementa otras intervenciones. Esta técnica, que se basa en la teoría del condicionamiento operante de Skinner (1938), ha demostrado ser efectiva en una variedad de áreas, desde la educación hasta la gestión del comportamiento en entornos laborales (Kazdin, 1987; Daniels & Daniels, 2004). La idea principal detrás del refuerzo positivo es simple: los comportamientos que son seguidos por recompensas agradables tienden a repetirse, mientras que aquellos que no reciben ningún tipo de refuerzo suelen desaparecer con el tiempo.

Dado que la seguridad vial es una prioridad en muchas jurisdicciones, explorar enfoques innovadores, como el refuerzo positivo, es imperativo. Aunque algunos estudios preliminares han abordado su aplicación en el contexto vial, aún existen vacíos significativos en la literatura, especialmente en relación con los conductores de vehículos livianos. Estos conductores representan una amplia proporción del tráfico en muchas áreas urbanas, y sus decisiones y comportamientos tienen implicaciones directas en la seguridad vial (Smith & Thomas, 2015).

La conducción segura es una preocupación universal, y aunque las campañas de concienciación y las sanciones han sido tradicionalmente los pilares de las estrategias de prevención, el refuerzo positivo ha emergido como una herramienta adicional efectiva en diversos contextos globales. Este enfoque, derivado de la teoría del condicionamiento operante, se ha empleado para incentivar comportamientos deseables en lugar de castigar los indeseables (Skinner, 1953).

En Suecia, se desarrolló el innovador proyecto *Speed Camera Lottery*. Las cámaras de tráfico no sólo capturaban a los infractores, sino también a los conductores que respetaban los límites de velocidad. Estos últimos eran inscritos automáticamente en un sorteo en el que podían ganar una parte del dinero recaudado por las multas (The Fun Theory, 2010). Este sistema ofrecía un aliciente financiero que recompensaba el buen comportamiento, resultando en una reducción significativa en el exceso de velocidad.

Por otro lado, en Estados Unidos, algunas jurisdicciones han utilizado sistemas de recompensas que ofrecen descuentos en el seguro del vehículo a aquellos conductores que no tienen infracciones ni accidentes registrados durante ciertos periodos (Allstate Insurance, 2020). Esta estrategia financiera directa tiene el objetivo de motivar la conducción segura.

Australia ha abordado este tema desde un enfoque educativo. En Queensland, por ejemplo, se han llevado a cabo programas en escuelas en los que

se premia a los estudiantes que promueven y practican comportamientos seguros en la carretera (Queensland Government, 2018).

No obstante, las tácticas que se fundamentan en el refuerzo positivo presentan sus desafíos. El contexto cultural, las dinámicas socioeconómicas y la infraestructura local pueden influir en la efectividad de estas intervenciones. Es fundamental que las autoridades locales adapten las estrategias a su contexto particular para maximizar su impacto (World Health Organization, 2017).

El refuerzo positivo ha demostrado ser una herramienta valiosa en el ámbito de la seguridad vial en diversas partes del mundo, complementando a las estrategias tradicionales, este ofrece un enfoque que celebra y recompensa la conducción segura, creando potencialmente una cultura vial más positiva y segura.

El objetivo de este artículo es examinar tanto el efecto presente como el potencial del refuerzo positivo en la conducta de los conductores de automóviles livianos. Esto se logra mediante la identificación de los elementos que afectan el incumplimiento de las regulaciones de tránsito, así como la evaluación de cómo el refuerzo positivo puede incentivar el cumplimiento de estas normas al conducir. Mediante un examen exhaustivo de investigaciones empíricas, se busca crear una base sólida para el diseño de políticas y programas destinados a promover una conducción más segura y responsable.

2. METODOLOGÍA

Para determinar el impacto del refuerzo positivo en el presente estudio, se adoptaron dos enfoques metodológicos: la revisión bibliográfica y el estudio de campo. La estrategia de muestreo empleada fue aleatoria por conveniencia, enmarcada dentro de un diseño de investigación mixto.

La revisión bibliográfica implicó una investigación exhaustiva de múltiples fuentes: se analizaron artículos académicos, sitios web confiables y registros históricos de estadísticas nacionales e internacionales. Esta exploración proporcionó una base fundamental para comprender los elementos que influyen en la desobediencia a las señales de tránsito y su relación con los accidentes viales.

Por otro lado, el estudio de campo se centró en la observación directa del cumplimiento de las normas de tránsito por parte de los conductores. Para ello, se utilizó una ficha de observación compuesta por 6 parámetros positivos y 2 negativos evaluados mediante respuestas de "Sí" o "No". En términos de puntuación, cada "Sí" en los parámetros positivos añadía 1 punto al total, mientras que los "No" no alteraban la puntuación. En contraste, para los parámetros negativos, un "No" sumaba 1 punto, y un "Sí" no tenía impacto en el puntaje. El modelo de ficha de observación se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Ficha de observación.

Ficha de observación					
Fecha:			Placa:		
Hora:			Observador:		
Parámetros positivos	Sí (1)	No (0)	Parámetros negativos	Sí (0)	No (1)
Uso del cinturón de seguridad conductor.			Uso del teléfono celular.		
Uso del cinturón de seguridad pasajeros.			Uso excesivo del claxon.		
Uso de luces de parqueo.					
Uso de luces direccionales.					
Cede paso a peatones.					
Parqueo correcto.					
Total:			Total:		

Fuente: autoría propia.

La recopilación de datos se llevó a cabo durante dos semanas, abarcando diez días en total, en horarios de la mañana (07:45 a 08:00) y tarde (16:00 a 16:15), en el estacionamiento de un centro educativo en Daule, Ecuador. Este lugar se eligió por su relevancia en el estudio de conductas viales. Se observaron las prácticas de conducción de nueve docentes al volante de vehículos livianos, del 5 al 19 de junio de 2023, con el objetivo de obtener una perspectiva directa sobre el comportamiento vial.

Adicionalmente, se aplicaron encuestas estructuradas con preguntas cerradas para identificar las principales infracciones cometidas por los conductores de vehículos livianos. Estas encuestas no sólo ayudaron a identificar los comportamientos problemáticos, sino que también recogieron sugerencias para mejorar la conducta vial. A partir de esta información, se elaboró una propuesta concreta. En total, las encuestas fueron completadas por 94 conductores ubicados en la cabecera cantonal de Daule, Ecuador.

Además de solicitar el género y la edad, las preguntas de la encuesta realizadas son las siguientes:

1. ¿Qué tipo de contravenciones usted comete regularmente?
2. ¿Cuál de las siguientes opciones haría que mejore su conducta vial?
3. ¿Qué tipo de recompensa le gustaría tener?

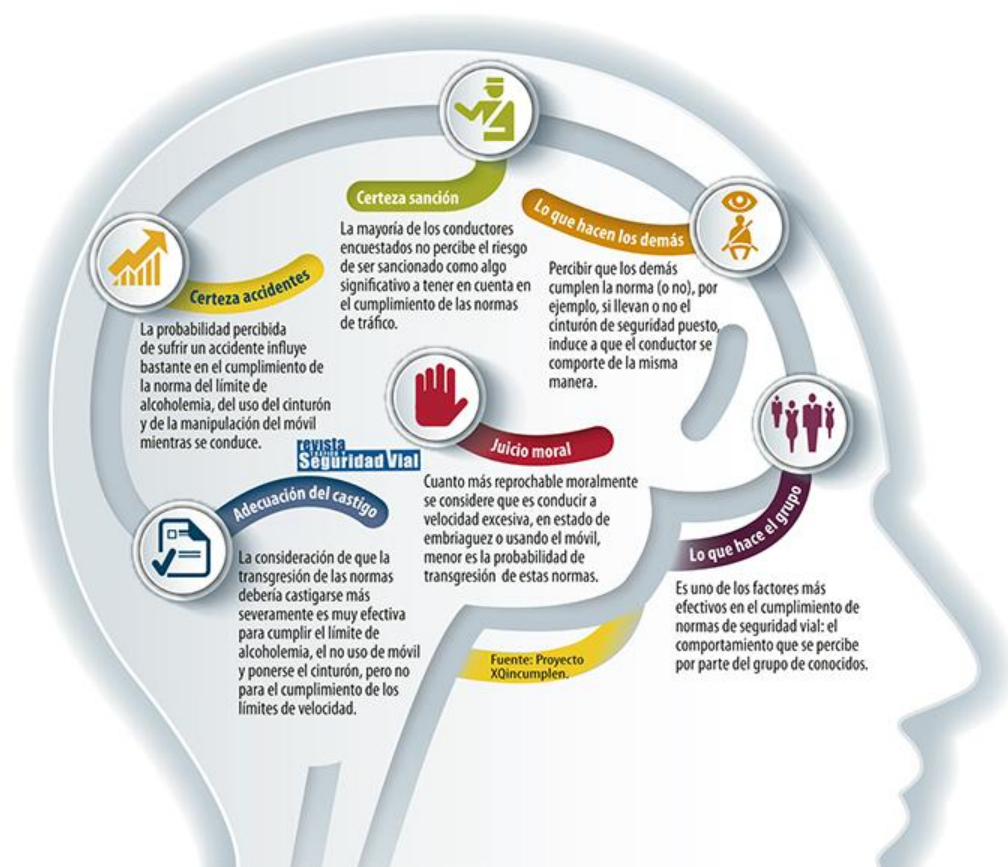
3. RESULTADOS

Los accidentes de tráfico están vinculados a un desbalance en la interacción de los tres componentes del sistema vial: el factor humano, el factor vía y el factor vehicular. En España, se llevó a cabo un estudio denominado XQincumplen, que analizó las razones por las cuales los conductores ignoran las normas de tránsito. Este estudio revela que el comportamiento imprudente de los conductores puede atribuirse a diversos factores, como la falta de experiencia, el consumo de alcohol o drogas y una percepción deficiente de situaciones peligrosas, entre otros aspectos.

Más que la gravedad de la sanción, lo que parece impactar en el comportamiento de muchos infractores es la certeza que serán penalizados y el riesgo de sufrir un accidente al incumplir las normas. Además, el comportamiento observado en otros, especialmente en nuestro círculo cercano y la percepción de justicia en relación con su incumplimiento y las sanciones correspondientes, también juegan un papel significativo. Dentro del mismo estudio, en contraste, se mencionan las principales razones del incumplimiento como son: baja certeza de sanción y accidentes, hacer lo que realizan en el entorno y percepción de bajas sanciones. Todo esto se ha resumido en la Figura 2.

Figura 2

Factores que inciden en los siniestros.



Fuente: DGT (2018).

Méndez Mantuano, M. y Cuadrado Burgos, G. (2025). Determinación del impacto del refuerzo positivo en la conducta vial de los conductores de vehículos livianos. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 29-47. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/159>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Las regulaciones de tránsito son esenciales para asegurar la seguridad vial, tanto de los conductores como de los peatones. Sin embargo, a pesar de las normativas vigentes, continúa existiendo un elevado nivel de incumplimiento. Varios elementos contribuyen a este fenómeno, comprenderlos es crucial para desarrollar estrategias efectivas de intervención. En este sentido, las causas generales que influyen en el incumplimiento de las normas de tránsito son las siguientes:

Factores socioculturales. El incumplimiento de las regulaciones de tránsito no es solo una elección personal, sino que está influenciado por la cultura y el entorno social en el que se desenvuelve el individuo. En comunidades donde se acepta o se considera normal la violación de las normas, la probabilidad que los conductores ignoren las reglas es mayor.

Educación y formación. Una educación vial inadecuada o la ausencia de capacitación apropiada pueden llevar a una falta de comprensión sobre la importancia y el propósito de ciertas regulaciones. Un conductor que no entiende completamente el motivo detrás de una norma puede estar menos motivado para seguirla.

Factores psicológicos. Comportamientos como la agresividad al volante, un exceso de confianza y la búsqueda de emociones son aspectos psicológicos que pueden llevar a algunos conductores a desatender las normas. Estas características, junto con el estrés o las distracciones, pueden aumentar el riesgo de cometer infracciones.

Falta de control y sanciones. En lugares donde la presencia policial es escasa o las sanciones no son suficientemente estrictas, es más probable que se ignoren las normas de tránsito. Las sanciones funcionan como elementos disuasorios; si los conductores perciben que es poco probable que enfrenten consecuencias, pueden sentirse más inclinados a infringir las reglas.

Diseño de infraestructura. La configuración inadecuada de las carreteras y la falta de señalización clara pueden contribuir al incumplimiento de las normas. Si las señales no son comprensibles o si las intersecciones están mal diseñadas, los conductores pueden confundirse y optar por decisiones basadas en su propio criterio en lugar de seguir las regulaciones establecidas.

A nivel nacional, de acuerdo con los datos del INEC (2022), entre 2021 y 2022, se reporta que "la falta de habilidad y la imprudencia del conductor es la causa más frecuente, representando el 38% del total de siniestros". Además, al revisar los anuarios y registros históricos de accidentes de tránsito, se puede observar que el incumplimiento de las señales de tránsito también se encuentra entre las principales causas, junto con el exceso de velocidad.

En la Tabla 1, se describen las principales causas de accidentes en el Ecuador, divididos por trimestres, entre el 2021 y la mitad del 2022.

Tabla 1

Principales causas de los siniestros de tránsito en Ecuador durante 2021 y 2022.

Causa	2021				2022	
	I	II	III	IV	I	II
Daños mecánicos	31	64	76	67	39	52
Embriaguez o droga	407	372	386	537	457	458
Exceso velocidad	757	632	807	853	852	1008
Factores climáticos	83	57	65	136	90	69
Impericia e imprudencia del conductor	2178	2069	2484	2550	2292	1980
Imprudencia del peatón	171	239	297	267	0	301
Mal estado de la vía	37	35	37	37	30	37
Mal rebasamiento/ invadir carril	226	185	249	213	179	365
No respeta las señales de tránsito	1094	986	1172	1224	1149	1138
Otras causas	47	58	92	75	50	46

Fuente: INEC (2022).

De acuerdo al detalle mostrado en la tabla anterior, las tres principales causas de siniestros de tránsito en Ecuador son:

- Impericia e imprudencia del conductor: esta causa se destaca como la más frecuente en los siniestros de tránsito, representando aproximadamente el 39% del total de incidentes. La falta de atención y la toma de decisiones inapropiadas al volante son factores que contribuyen significativamente a esta problemática, poniendo en riesgo no solo al conductor, sino también a otros usuarios de la vía.

- No respetar las señales de tráfico: ignorar las señales de pare, los semáforos o no ceder el paso adecuadamente son acciones que pueden provocar siniestros.

- Exceso de velocidad: en el país es la tercera causa de siniestros de tránsito, debido en muchas ocasiones al desconocimiento de la vía o exceso de confianza, lo que provoca siniestros de gravedad.

El análisis de los factores que llevan al incumplimiento de las normas es fundamental para la creación de estrategias que busquen una mejor conducta vial. Estos factores abarcan dimensiones socioculturales, educativas, psicológicas y de infraestructura, y cada uno requiere enfoques específicos para lograr un cambio real.

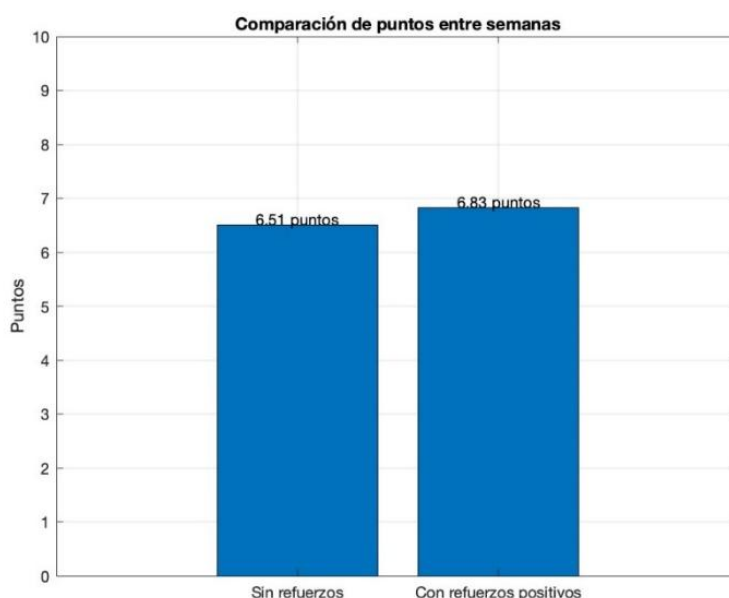
Evaluación del refuerzo positivo y conducta vial

Durante la primera semana de observación, se llevó a cabo una evaluación siguiendo los parámetros establecidos, pero sin notificar al grupo seleccionado sobre el monitoreo de su comportamiento vial. Este enfoque buscaba garantizar

una conducta auténtica, sin que los docentes alteraran su comportamiento al saber que estaban siendo observados. En cambio, en la segunda semana, se procedió a informar a los participantes sobre el propósito del análisis y se introdujo un incentivo: una recompensa para el docente que obtuviera el mejor puntaje. Este método se empleó para examinar si el análisis y un incentivo podrían influir y mejorar su conducta vial. Los puntajes registrados, basados en una escala máxima de 10 puntos, se detallan a continuación en la Figura 3.

Figura 3

Puntaje con y sin refuerzos.



Fuente: autoría propia.

Según los datos presentados, se evidencia una variación en los resultados durante las dos semanas de observación. En la primera semana, sin la implementación de ningún tipo de refuerzo, el promedio de puntos alcanzado fue de 6,51. En contraste, en la segunda semana, con la introducción de un refuerzo positivo, este promedio experimentó un ligero incremento, alcanzando 6,83 puntos. Esta diferencia, aunque puede parecer mínima, es significativa en el contexto de la investigación. Un incremento de 0,32 puntos puede no ser percibido como drástico, pero es esencial considerar la naturaleza humana y cómo pequeños estímulos pueden influir en el comportamiento.

El incremento en el puntaje promedio sugiere que el refuerzo positivo tuvo un impacto en el comportamiento de los docentes evaluados. Estos hallazgos indican que los incentivos, como una recompensa para el docente con el mejor desempeño, pueden motivar a los individuos a actuar de manera más alineada con las normas o estándares establecidos. Además, vale la pena considerar las implicaciones psicológicas detrás de estos resultados. Las teorías del comportamiento señalan que el refuerzo positivo puede ser una herramienta eficaz para fomentar comportamientos deseables. En el caso de estudio el saber que

estaban siendo evaluados y que había un incentivo involucrado aumentó en la puntuación media, reflejando una mayor adherencia o respeto a las normas viales.

Encuesta

El análisis del refuerzo positivo en conductores arrojó una distribución interesante con respecto al género, con un 65% destacan los participantes de género masculino, mientras que con un 35% fueron de género femenino. Es fundamental considerar estos resultados en el contexto del diseño general del estudio y la demografía de la población total de conductores. Sin embargo, independientemente de las razones detrás de estas cifras, está claro que ambos géneros ven el valor en la aplicación del refuerzo positivo para mejorar sus habilidades y prácticas de conducción.

El estudio sobre refuerzo positivo en conductores presentó una distribución porcentual particular según los rangos de edad. Primeramente, los conductores jóvenes, comprendido entre 18 a 25 años, abarcó el 28% de la muestra. Esta significativa proporción sugiere que los conductores más jóvenes podrían estar más abiertos a técnicas de aprendizaje basadas en refuerzos positivos o muestran un mayor interés en participar en tales investigaciones.

Por otra parte, los conductores en el rango de 26 a 33 años constituyeron cerca de una cuarta parte del estudio, con un 24%. Estos conductores, posiblemente en una etapa más establecida de su vida con hábitos de conducción más consolidados, siguen mostrando interés en técnicas de refuerzo para mejorar sus habilidades de conducción. Sorprendentemente, el rango de 34 a 41 años tuvo la mayor representación, con un 29%. Esto podría indicar que los conductores en este segmento, posiblemente con familias en crecimiento o carreras en desarrollo, buscan activamente formas de reforzar o mejorar sus prácticas de conducción.

A medida que se avanza hacia grupos de mayor edad, se observa una disminución en la representación. El rango de 42 a 49 años comprende solo el 13% de los participantes, lo que podría reflejar una menor percepción sobre los refuerzos en la conducción. Por último, el grupo de 50 años o más es el menos representado, con un 6%.

El análisis del refuerzo positivo en conductores proporciona un panorama detallado sobre las contravenciones más comunes reportadas. Estos resultados ofrecen una perspectiva valiosa sobre las áreas en las que los conductores a menudo requieren mayor atención y formación.

En primer lugar, el uso del celular mientras se conduce emerge como la contravención más frecuente, con un 21,92%. Lo cual es alarmante debido al alto riesgo de accidentes que provoca el uso del teléfono móvil al volante. Esto indica la necesidad de una mayor concienciación sobre los peligros de la distracción al conducir y podría justificar campañas educativas más intensivas en esta área.

En segundo lugar, indicaron que no usan el cinturón de seguridad en un 16,44%. Aunque la importancia del cinturón es ampliamente reconocida, aún persisten conductores que eligen no utilizarlo. Esta elección no solo pone en riesgo

Méndez Mantuano, M. y Cuadrado Burgos, G. (2025). Determinación del impacto del refuerzo positivo en la conducta vial de los conductores de vehículos livianos. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 29-47. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/159>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

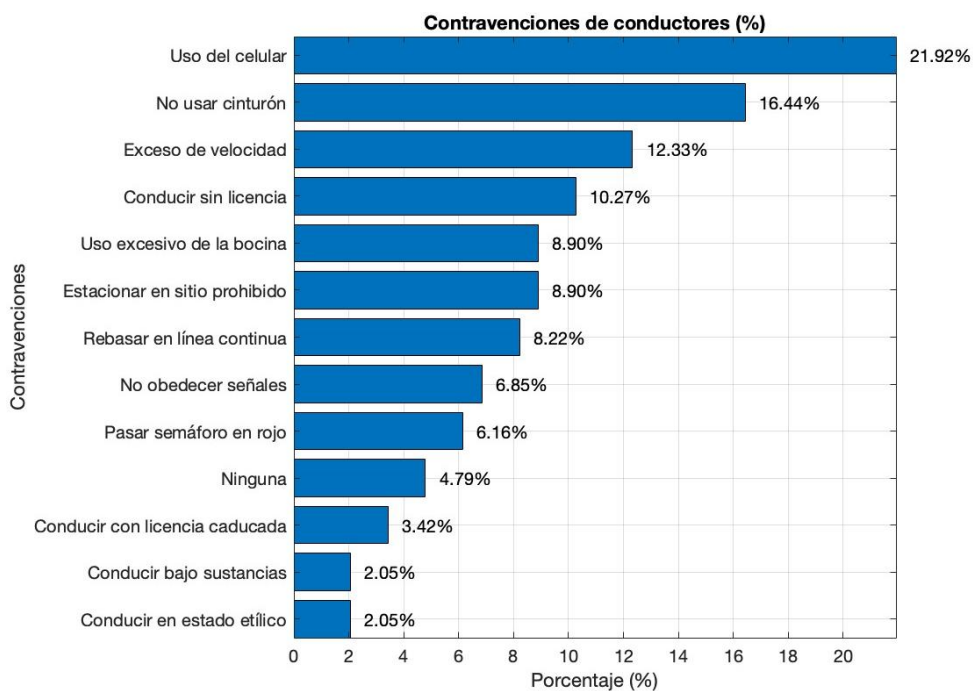
la vida del conductor, sino también la de los pasajeros en caso de sufrir un accidente.

En tercer lugar, conducir a exceso de velocidad y sin licencia son las siguientes contravenciones más comunes, con un 12,33% y 10,27% respectivamente. Ambas acciones demuestran una falta de respeto hacia las regulaciones de tránsito y, nuevamente, enfatizan la necesidad de campañas educativas y sanciones adecuadas. Las contravenciones como uso excesivo de la bocina, estacionar en sitio prohibido y rebasar en línea continua reflejan comportamientos que, además de ser infracciones, demuestran una falta de cortesía y responsabilidad en la carretera.

Cabe destacar que un 4,79% afirmó no cometer ninguna contravención, lo cual es una señal positiva. Sin embargo, la presencia de conductores que admiten conducir bajo los efectos de sustancias estupefacientes o en estado etílico, aunque en menor proporción, es gravemente preocupante, dada la magnitud de los riesgos asociados con dichos comportamientos. Este análisis revela áreas críticas de comportamiento en la conducción que deben ser abordadas con urgencia. Los datos también subrayan lo importante que es fortalecer las medidas educativas y punitivas referentes a la seguridad vial. Para una mejor comprensión, los resultados se visualizan en la Figura 4.

Figura 4

Principales contravenciones que se comenten.



Fuente: autoría propia.

Dentro de los conductores que participaron en el análisis del refuerzo positivo, es evidente que la mayoría ve las “recompensas” como la estrategia más efectiva para mejorar la conducta vial, con un abrumador 48% de preferencia. Esta elección respalda la noción del refuerzo positivo como alternativa para reforzar Méndez Mantuano, M. y Cuadrado Burgos, G. (2025). Determinación del impacto del refuerzo positivo en la conducta vial de los conductores de vehículos livianos. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 29-47. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/159> enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

comportamientos adecuados en las vías, sugiriendo que tienen mejor acogida que las sanciones en la modificación del comportamiento de conducción.

Por otro lado, con un 21% se encuentra la opción de “mayores controles por parte de los agentes de tránsito y policías”, esto podría indicar que un gran número de conductores cree que una mayor presencia y vigilancia en las carreteras podría ser un factor disuasorio efectivo contra las malas prácticas de conducción.

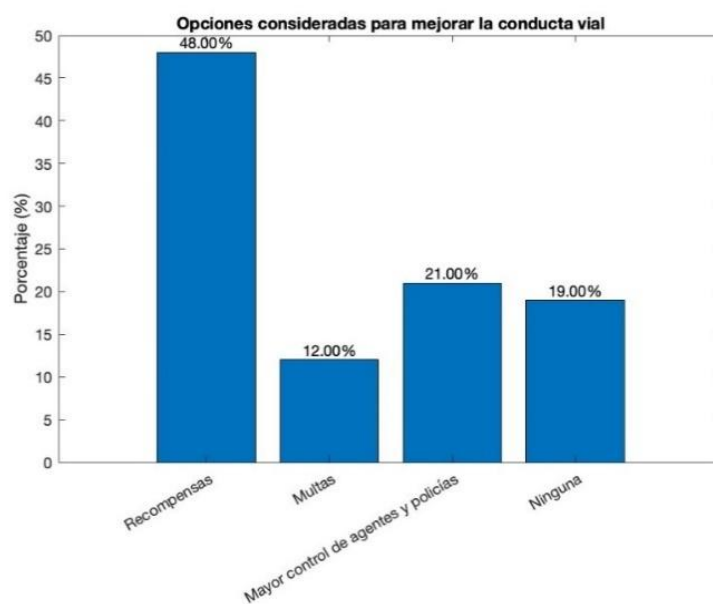
Sorprendentemente, solo el 12% de los conductores vio las “multas” como una solución efectiva para corregir su conducta vial. Esto puede sugerir que, aunque las penalizaciones económicas pueden ser vistas como una consecuencia negativa, no necesariamente motivan un cambio de comportamiento a lo largo del tiempo, como si lo es la recompensa o aumentar la vigilancia.

En último lugar, es preocupante que el 19% de los conductores haya seleccionado la opción “Ninguna”, esto podría reflejar una cierta resignación o apatía hacia el cambio en actitudes y comportamientos de conducción. Este segmento puede requerir enfoques más individualizados y específicos para abordar sus creencias y actitudes hacia la seguridad vial.

Con respecto a las principales opciones para mejorar la conducta vial (Figura 5), los resultados sugieren que se puede combinar recompensas y una mayor presencia policial en las carreteras como estrategias efectivas en el mejoramiento de la conducta vial desde la perspectiva del refuerzo positivo. Sin embargo, también es esencial reconocer y abordar las preocupaciones de aquellos que sienten que ninguna opción es efectiva.

Figura 5

Opciones consideradas para mejorar la conducta vial.



Fuente: autoría propia.

En el análisis realizado, a partir de las encuestas sobre el refuerzo positivo, se evidenció una marcada tendencia hacia incentivos económicos directos y beneficios que alivianen sus gastos relacionados con la conducción. El descuento en el pago de matrícula, con un 34,44%, surgió como la opción más popular entre los encuestados. La matrícula vehicular, al ser un gasto recurrente y obligatorio, se ve como un área donde los conductores desean alivio financiero. La oportunidad de obtener un descuento en este aspecto puede actuar como un potente estímulo.

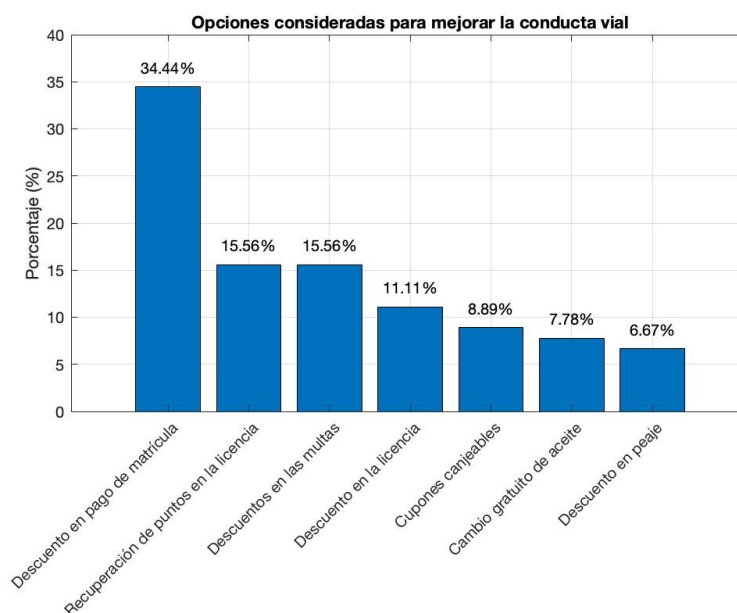
Con un 15,56% la recuperación de puntos y los descuentos en las multas son opciones relevantes, estos resultados subrayan la importancia que tiene para los conductores mantener un registro limpio de infracciones y reducir las posibles sanciones económicas relacionadas con contravenciones en el tránsito. Además, con un 11,11%, el descuento en la renovación o adquisición de la licencia se manifestó como otra medida apreciada ya que está relacionada con los costos fijos asociados a la conducción.

Menos predominantes, pero aún considerables, opciones como los cupones canjeables (8,89%) y el cambio de aceite gratuito (7,78%) reflejan la valoración de incentivos adicionales que, aunque no estén directamente vinculados a la conducción per se, aportan beneficios tangibles en la experiencia del conductor. Por último, aunque el descuento en peajes (6,67%) fue la opción menos favorecida, sugiere que, para un segmento de conductores, principalmente aquellos que utilizan regularmente rutas con peajes, este incentivo puede tener relevancia.

Estos hallazgos (Figura 6) sugieren que las autoridades si implementaran incentivos económicos y descuentos podrían beneficiarse en áreas clave para motivar una conducción más responsable y segura entre los ciudadanos.

Figura 6

Opciones consideradas para mejorar la conducta vial.



Fuente: autoría propia.

4. DISCUSIÓN

Al existir una mejora en los puntos obtenidos de 6,51 a 6,83 con la introducción de un refuerzo positivo durante la segunda semana, puede analizarse a través de la teoría de condicionamiento operante propuesta por Skinner (1938). Skinner argumentó que los efectos de una acción afectan la probabilidad de que dicha acción se repita en el futuro. En el contexto de su estudio, el refuerzo positivo –la introducción de un estímulo agradable o beneficioso después de un comportamiento deseado– debería aumentar la probabilidad de que este comportamiento se repita.

La mejora observada en el promedio de puntos refleja este principio básico del condicionamiento operante. Aunque el aumento es modesto, puede denotar que implementar un refuerzo positivo puede tener un efecto motivador en los conductores, incentivándolos a adoptar comportamientos de conducción más seguros o eficientes para obtener los refuerzos ofrecidos. Este efecto está vinculado con la observación de Skinner en sus experimentos: que los refuerzos positivos pueden ser efectivos para modificar el comportamiento.

La conexión entre el estudio sobre la mejora de la conducta de conducción mediante refuerzos positivos y la teoría emitida por Skinner resalta la aplicabilidad de los principios del condicionamiento operante en la modificación de comportamientos complejos, como la conducción, en entornos reales. Este enfoque ofrece una vía prometedora para la investigación y la intervención en seguridad vial, subrayando lo importante del diseño de las estrategias de refuerzo para maximizar su efectividad.

El estudio de Gneezy y Rustichini (2000) "Pay enough or don't pay at all" ofrece una perspectiva interesante sobre cómo el tamaño de los incentivos puede influir en el comportamiento humano. Este estudio sugiere que los incentivos deben ser lo suficientemente significativos como para motivar un cambio en la conducta caso contrario, podrían no tener el efecto deseado e incluso podrían ser contraproducentes. Relacionando este estudio con respecto a la mejora observada en el promedio de puntos de 6,51 a 6,83 implementando un refuerzo positivo en la segunda semana, podemos considerar varias interpretaciones a la luz de Gneezy y Rustichini: suficiencia del incentivo, percepción de valor, efecto de largo plazo vs corto plazo y comparación con alternativas.

El estudio de Høye (2016) sobre los efectos de seguridad de las cámaras de velocidad proporciona un análisis sobre cómo ciertas intervenciones influyen en el comportamiento de conductores y, por ende, con la seguridad vial. Si bien la perspectiva principal de Høye está en las cámaras de velocidad como una forma de control y disuasión, su investigación subyace en el principio más amplio que las medidas específicas pueden tener efectos significativos en la disminución de conductas de riesgo.

Al relacionar los hallazgos de Høye con el aumento del promedio de 6,51 a 6,83 puntos al introducir refuerzo positivo, se observa cómo diferentes tipos de intervenciones (control y refuerzo) pueden ser complementarias en sus efectos

sobre la seguridad vial. La investigación de Høye demuestra que las intervenciones centradas en el control y la disuasión (por ejemplo, cámaras de velocidad) pueden reducir eficazmente los comportamientos de alto riesgo, como el exceso de velocidad, la cual es un factor clave en la severidad y la probabilidad de los accidentes.

Al introducir un refuerzo positivo, como se describe en el aumento de puntos, se alinea con este enfoque al proporcionar un estímulo para fomentar comportamientos de conducción segura, pero desde una perspectiva más motivadora y menos punitiva. Mientras que las cámaras de velocidad pueden actuar disuadiendo comportamientos peligrosos por medio del miedo a las multas o sanciones, los refuerzos positivos buscan incentivar directamente comportamientos seguros, ofreciendo recompensas que los conductores encuentran deseables.

Este paralelismo sugiere que una estrategia efectiva para mejorar la seguridad vial podría beneficiarse de un enfoque híbrido que combine tanto intervenciones disuasorias como motivadoras. Al hacerlo, se puede abordar una gama más amplia de motivaciones y comportamientos entre los conductores, aumentando la efectividad general de las políticas y programas de seguridad vial.

El estudio de Adams (1982) sobre la eficacia de la legislación del cinturón de seguridad ofrece una visión crítica sobre cómo las medidas regulatorias y las intervenciones de seguridad pueden influir en el comportamiento de los conductores. Adams argumentó que, aunque las leyes obligatorias del uso del cinturón de seguridad pueden aumentar su uso entre los conductores y pasajeros, la percepción de estar más seguros podría llevar a algunos conductores a asumir mayores riesgos en otros aspectos de su conducción, un fenómeno conocido como "homeostasis del riesgo".

Al comparar este enfoque con el incremento observado en el promedio 6,51 a 6,83 puntos al introducir un refuerzo positivo, se puede explorar cómo diferentes estrategias de intervención –legislación versus incentivos– pueden influir en la seguridad vial. Mientras que Adams se enfoca en la legislación como parte del cambio en el comportamiento, el refuerzo positivo se basa en la psicología del comportamiento para motivar directamente cambios positivos en la conducción mediante incentivos. La interrelación entre estos dos enfoques sugiere varios puntos clave: percepción de seguridad y comportamiento de riesgo, complementariedad de estrategias, impacto a largo plazo y cambio cultural.

El estudio de Delhomme et al. (2009), centrado en el diseño, implementación y evaluación de campañas de comunicación para la seguridad en la vía, proporciona un marco útil para entender cómo los refuerzos positivos pueden ser integrados en estrategias más amplias para cambiar la forma de comportarse de los conductores. Este estudio recalca lo importante de intervenir correctamente para no solo informar a los conductores sobre prácticas seguras, sino que, además, motiven a adoptar y mantener esos comportamientos con positivos.

Al comparar este enfoque con el incremento observado en el promedio de 6,51 a 6,83 punto introduciendo un refuerzo positivo, se destaca la relevancia de aplicar principios de comunicación efectiva y psicología del comportamiento en las intervenciones de seguridad vial. Los autores sugieren que las campañas de comunicación deben ser atractivas, relevantes y personalmente significativas para los destinatarios para motivar un cambio de comportamiento. Al introducir un refuerzo positivo, se incrementa el promedio de puntos, siendo un ejemplo práctico de como los principios teóricos expuestos por Delhomme et al. pueden ser aplicados exitosamente en el contexto real.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

El estudio realizado aporta una perspectiva innovadora en la comprensión y mejora de la conducta vial, poniendo en relieve la eficacia del refuerzo positivo como herramienta para promover prácticas de conducción más seguras y responsables. La implementación de incentivos, tales como recompensas económicas y descuentos, se presenta como un complemento efectivo a las tradicionales medidas punitivas, evidenciando un cambio notable en la actitud de los conductores hacia una mayor conciencia y respeto por las normas de tráfico.

Este enfoque multidisciplinario integra elementos de la psicología conductual, la educación vial y la política pública, sugiriendo que una estrategia bien balanceada puede ser clave para abordar las complejidades inherentes a la conducta humana en el contexto vial. Al centrarse en incentivar positivamente a los conductores, se fomenta además del cumplimiento de normas y leyes sino también un cambio profundo en la cultura vial, promoviendo valores de responsabilidad, precaución y respeto mutuo entre los usuarios de la vía.

La investigación también subraya lo relevante que son las campañas educativas y de sensibilización que acompañen a los incentivos, para maximizar su efectividad. Estas campañas deben diseñarse de tal manera que destaquen los beneficios de una conducción segura, no solo para el propio conductor sino para la sociedad en su conjunto, creando así un ambiente que favorece el cambio voluntario y consciente hacia prácticas de conducción más seguras.

Finalmente, el estudio sugiere que la aplicación de estas estrategias debe ser flexible y adaptada a las diversas realidades socioculturales y económicas de los conductores, para asegurar su máxima eficacia. La colaboración entre los distintos actores sociales, incluidos gobiernos, organizaciones no gubernamentales, empresas privadas y la comunidad en general es crucial para desarrollar e implementar estas medidas de forma efectiva, creando así un entorno vial que favorezca la seguridad y el bienestar de todos.

En consecuencia, el estudio aporta evidencia sólida sobre la eficacia del refuerzo positivo en la mejora de la conducta vial, ofreciendo una referencia para futuras investigaciones y políticas públicas que aspiren a crear vías más seguras y armoniosas. La integración de incentivos positivos, educación vial, y la promoción de una cultura de seguridad son elementos fundamentales para avanzar hacia una

sociedad donde la seguridad vial sea una prioridad compartida y un compromiso colectivo.

6. REFERENCIAS

- Adams, J. (1982). The efficacy of seat belt legislation. *Societal Risk Assessment: How Safe is Safe Enough?*, 223-232.
- Allstate Insurance. (2020). *Drive safe & save*. <https://www.allstate.com/drive-wise/drive-safe-save.aspx>.
- Daniels, A. C., & Daniels, J. E. (2004). *Performance management: Changing behavior that drives organizational effectiveness*. Performance Management Publications.
- Delhomme, P., De Dobbeleer, W., Forward, S., & Simões, A. (2009). *Manual for designing, implementing, and evaluating road safety communication campaigns*. IBSR/BIVV. <http://www.bivv.be>.
- DGT. (2018). *Seguridad vial*. <https://revista.dgt.es/es/multimedia/infografia/2018/0404por-que-incumplimos-las-normas-comportamiento.shtml>
- Gneezy, U., & Rustichini, A. (2000). Pay enough or don't pay at all. *Quarterly Journal of Economics*, 115(3), 791-810. <https://doi.org/10.1162/003355300554917>.
- Høye, A. (2016). Safety effects of fixed speed cameras – An empirical Bayes evaluation. *Accident Analysis & Prevention*, 97, 170-178. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.09.010>.
- INEC. (2022). *Ecuador en cifras*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA_2021/2022_ESTRA_SINIESTROS.pdf
- Johnson, P. & Johnson, L. (2010). Traffic interventions and road safety: A review. *Journal of Traffic and Transportation Management*, 15(3), 45-56.
- Kazdin, A. E. (1987). Treatment of antisocial behavior in children: Current status and future directions. *Psychological Bulletin*, 102(2), 187-203.
- Maag, J. W. (2001). Rewarded by punishment: Reflections on the disuse of positive reinforcement in schools. *Exceptional Children*, 67(2), 173-186.
- OMS. (2018). *Seguridad vial en la región de las Américas*. Organización Mundial de la Salud.
- Queensland Government. (2018). Road Safety Education Program. <https://www.qld.gov.au/education/schools/programs/pages/road-safety.html>.

- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. Appleton-Century.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. Macmillan.
- Smith, A. & Thomas, E. (2015). Light vehicle traffic: Impacts and behaviors. *Urban Traffic Journal*, 10(1), 28-40.
- Staddon, J. E. R., & Cerutti, D. T. (2003). Operant conditioning. *Annual Review of Psychology*, 54, 115-144.
- The Fun Theory. (2010). *The Speed Camera Lottery*. <http://www.thefuntheory.com/speed-camera-lottery-0>.
- World Health Organization. (2017). Save Lives - A road safety technical package. <https://www.who.int/publications/i/item/save-lives-a-road-safety-technical-package>.

ESTRATEGIAS LÚDICAS PARA FORTALECER LOS PROCESOS DE ADAPTACIÓN EN EDUCACIÓN INICIAL

Gutiérrez Jácome Diana Beatriz

dgutierrez2844@upse.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1733-4854>

Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador

Iturralde Guanochango Fanny Elizabeth

fe.iturraldeg@uea.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1875-8513>

Universidad Estatal Amazónica - Ecuador

Molina Sailema Alexandra Elizabeth

alexandra.molinas@educacion.gob.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5247-3609>

Ministerio de Educación - Ecuador

Recibido: 29/10/24

Aceptado: 30/11/24

Publicado: 01/01/25

RESUMEN

La presente investigación analizó el impacto de las estrategias lúdicas en el proceso de adaptación de los niños en educación inicial. El objetivo principal fue determinar cómo el uso de actividades recreativas facilita la transición escolar y reduce la ansiedad en los infantes, considerando una etapa crucial de la inserción de los niños a la escuela. Se aplicó una metodología mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos, con encuestas a docentes y observaciones en aula, que permitan la recolección real de datos para posteriormente crear estrategias positivas acorde al contexto real. La muestra utilizada para el desarrollo investigativo estuvo compuesta de 34 participantes, entre niños y docentes. Los resultados evidenciaron que la implementación de estrategias lúdicas favorece la adaptación al entorno escolar, mejora la interacción social y promueve un aprendizaje más dinámico y significativo. Los análisis estadísticos, como la prueba de chi-cuadrado, revelaron una correlación entre la participación en juegos lúdicos y la adaptación infantil. Se concluye que la integración de actividades lúdicas en la educación inicial es fundamental para garantizar un ambiente de aprendizaje inclusivo y motivador.

PALABRAS CLAVE: estrategias lúdicas, adaptación escolar, educación inicial, juego, aprendizaje significativo.

PLAYFUL STRATEGIES TO STRENGTHEN ADAPTATION PROCESSES IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION

ABSTRACT

The present research analyzed the impact of playful strategies on the adaptation process of children in early childhood education. The main objective was to determine how the use of recreational activities facilitates school transition and reduces anxiety in young children, considering this a crucial stage in their integration into school. A mixed methodology was applied, combining qualitative and quantitative approaches, including teacher surveys and classroom observations, to enable the real collection of data and subsequently design positive strategies aligned with the actual context. The sample used for the research consisted of 34 participants, including both children and teachers. The results showed that the implementation of playful strategies supports adaptation to the school environment, improves social interaction, and promotes a more dynamic and meaningful learning experience. Statistical analyses, such as the Chi-square test, revealed a correlation between participation in playful activities and children's adaptation. It is concluded that the integration of playful activities in early childhood education is essential to ensure an inclusive and motivating learning environment.

KEY WORDS: playful strategies, school adaptation, early childhood education, play, meaningful learning.

1. INTRODUCCIÓN

La educación inicial enfrenta el reto constante de integrar nuevas metodologías y estrategias pedagógicas que promuevan la inclusión y la diversidad en el aula, adaptándose a las habilidades y destrezas individuales de los estudiantes. Para ello, es fundamental la aplicación de estrategias didácticas activas que fomenten el aprendizaje significativo y la participación del alumnado. Entre estas metodologías, el uso de estrategias lúdicas ha demostrado ser un recurso eficaz para fortalecer el proceso educativo, ya que permite la interacción, la motivación y la construcción de conocimientos en un ambiente distendido y estimulante (Alva, 2024).

La adaptación al entorno escolar es un proceso fundamental en el desarrollo infantil, ya que facilita la socialización, la convivencia y el aprendizaje. En este contexto, el juego se emplea como una estrategia clave para generar experiencias seguras y motivadoras que favorecen la integración de los niños y niñas en el entorno educativo.

Díaz et. al. (2022), afirma que las estrategias lúdicas aportan de manera significativa en las normas de convivencia y procesos de adaptación en la educación inicial. En su investigación mediante un enfoque cuantitativo, de tipo explicativo y aplicado, con un diseño cuasiexperimental, se evaluaron a 54 estudiantes. Los datos se recolectaron mediante una encuesta basada en las dimensiones de respeto, solidaridad y verbalización amable. Los resultados evidenciaron que las estrategias lúdicas contribuyen significativamente a la mejora de la convivencia infantil (U de Mann-Whitney, $p = .001$). Además, el estudio destaca la importancia del juego como un medio efectivo para fomentar la socialización, la comunicación y el trabajo en equipo sin imponer dinámicas forzadas.

Es necesario considerar que el juego, en su función de facilitador pedagógico, promueve que los aprendizajes se den de manera integral, incentivando el descubrimiento, la exploración, el análisis y la creatividad. Según (Guilar, 2021), el uso de estrategias lúdicas permite a los estudiantes aprender sin temor al error, consolidando lazos sociales y culturales a través de una experiencia divertida y espontánea. En este contexto, el juego no solo es un medio de enseñanza, sino un mecanismo que refuerza la motivación y la persistencia en el aprendizaje.

Otros postulados señalan que el juego es una actividad innata y universal que promueve el desarrollo físico, emocional, social e intelectual de las personas, especialmente en la infancia, al facilitar el aprendizaje de manera recreativa y significativa (Henao, 2023). En el ámbito educativo, el juego adquiere un papel fundamental, pues constituye una herramienta pedagógica clave para alcanzar los objetivos de aprendizaje, a través de actividades planificadas y estructuradas que combinan la libre expresión con el desarrollo de habilidades emocionales. En este sentido, los docentes deben reconocer su importancia, fundamentar su práctica en

teorías pertinentes y diseñar estrategias que integren el disfrute lúdico con la implementación de los aprendizajes (Fernández, 2023).

Asimismo, el juego representa para el niño un lenguaje natural que le permite expresar sus fantasías, conflictos, sentimientos y percepciones del mundo. A más de ser una actividad recreativa, constituye un medio mediante el cual puede abordar y transformar situaciones conflictivas de su entorno en experiencias significativas y manejables. Según UNICEF (2018), a través del juego los niños no solo exploran y comprenden la realidad, sino que también la modifican y adaptan a sus necesidades e intereses, aportando al desarrollo integral y fortalecimiento de su capacidad para resolver problemas de manera creativa y autónoma. Por ello, el juego no debe considerarse únicamente un medio de esparcimiento, sino un recurso esencial para los procesos de enseñanza - aprendizaje en la etapa inicial, la expresión y la formación integral del individuo.

Desde los paradigmas del desarrollo infantil en la Teoría de Piaget, se plantea que el juego evoluciona paralelamente durante las etapas de crecimiento por las que atraviesa la inteligencia del ser humano. El juego no es más que una parte de un proceso mental incluido dentro de los componentes de la propia inteligencia del ser humano donde este es parte esencial de aprendizaje y la adaptación de los individuos. Es así que las actividades lúdicas permiten mejorar la relación interpersonal entre los niños en conjunto con el entorno educativo (Gallardo, 2021).

En este mismo sentido, Vygotski plantea que el juego evoluciona en el individuo como una necesidad para lograr socializar y de esta manera conocer el entorno que lo rodea. Diversos trabajos investigativos permiten aseverar que las estrategias lúdicas contribuyen de manera efectiva en el mejoramiento académico y comportamental de los estudiantes, a la adaptación curricular de los niños y, además, mejora las relaciones de los estudiantes con su entorno (Gallardo & Gallardo, 2022).

Estas postulaciones aportan de manera significativa a la influencia que tiene el juego en los procesos de adaptación en la educación durante la primera infancia, aportando positivamente a que el niño se adecue de una manera divertida y relajante, promoviendo el desarrollo emocional y la interacción efectiva con sus pares.

Por otro lado, es fundamental comprender la adaptación escolar como un proceso clave que inicia con el ingreso del niño a su etapa de escolarización. Dado que esta transición implica un cambio significativo en su entorno, es común que genere incertidumbre, especialmente en una etapa en la que el niño busca mantener una sensación de control sobre su realidad. La exposición a nuevos contextos suele provocar ansiedad por la separación de su ambiente familiar, por lo que es esencial que los educadores brinden un acompañamiento seguro, efectivo y basado en estrategias recreativas que faciliten una adaptación progresiva y positiva (Armijos, 2021).

Castro et. al. (2023) señala que la transición durante los primeros años de vida escolar implica una reestructuración psicológica significativa, ya que los niños deben ajustarse a nuevas exigencias académicas y sociales. Por otra parte, Fernández & Pinto (2023) destacan que este proceso puede extenderse desde unos meses hasta todo un curso escolar, dependiendo de las particularidades individuales de cada niño. Esta transición gradual subraya la necesidad de estrategias pedagógicas eficaces que faciliten la adaptación, tomando en cuenta las diferencias individuales.

Además, otro aspecto relevante en los procesos de adaptación son las normas de convivencia que se deben promover en el aula de educación inicial para fomentar actitudes y hábitos positivos, promoviendo un ambiente pacífico y propicio para los niños durante la etapa preescolar. Basándose en los postulados de Vigotsky, se resalta la influencia del entorno social y cultural en el desarrollo infantil, mientras que las teorías de Piaget y Waldorf complementan el análisis sobre la evolución cognitiva y social del niño. De tal manera que la convivencia no debe percibirse únicamente como un mecanismo correctivo ante problemas de conducta, sino como una estrategia clave para guiar la interacción social desde una edad temprana, optimizando el desarrollo socioemocional y cognitivo de los niños (Cuba, 2022).

Entre otros aportes investigativos sobre la socialización escolar en educación inicial, se analizó el impacto de las técnicas de juego en el proceso de integración de los niños en el Centro Educativo Infantil "Rosa Álava Briones Viuda de Vicuña". Desde un enfoque positivista y cuantitativo, se trabajó con una muestra de 22 padres y 5 docentes, utilizando encuestas cerradas y registros de campo para la recolección de datos. A través del análisis estadístico con la prueba de chi cuadrado, se comprobó que la implementación de técnicas lúdicas facilita la adaptación escolar, reduciendo la ansiedad por separación y promoviendo un entorno seguro y acogedor. El autor determina que el uso de estrategias lúdicas en el aula es fundamental para la adaptación infantil, ya que favorece la exploración del entorno (Baquerizo et al., 2022).

De la igual manera, otra investigación analiza el uso de actividades lúdicas como estrategia para facilitar la transición de educación inicial a primer grado en la Escuela Básica "María La Riva Salas" (Barinas, Venezuela). Desde un enfoque socio-crítico y mediante investigación-acción, se trabajó con cuatro docentes, utilizando entrevistas y notas de campo para la recolección de datos. El estudio reveló que, la poca utilización de actividades recreativas, no aportan a los niños a adaptarse al aprendizaje en primaria. Como conclusión, se destaca la necesidad de incorporar estrategias lúdicas que no solo fortalezcan el desarrollo cognitivo y motor, sino que también reduzcan la ansiedad y faciliten una transición escolar más segura y efectiva (Parra, 2020).

En este contexto es necesario resaltar que este estudio busca aportar a los procesos de adaptación en la educación inicial de manera efectiva, considerando las bases legales nacionales. Es así que esta investigación se fundamenta

legalmente con base en la LOEI (Ley Orgánica de Educación Intercultural) y la Constitución del Ecuador, Currículo Educación Inicial, asimismo basada en la investigación verídica de diferentes autores que aportan al estudio.

La Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) de Ecuador proporciona directrices clave para apoyar el proceso de adaptación infantil en la educación inicial. A continuación, se detallan algunos artículos relevantes de esta ley que abordan aspectos esenciales de la adaptación escolar y su importancia.

Tabla 1

Principales aportes de la LOEI en la educación inicial.

Artículo	Título	Principales aportes a la educación inicial
Art. 11	Principios de la educación.	Establece la base ética y pedagógica de la educación: interculturalidad, equidad y respeto a la diversidad, claves para la inclusión.
Art. 12	Derechos de los niños y niñas	Garantiza una educación centrada en el desarrollo emocional y social del niño, esencial en el proceso de adaptación escolar.
Art. 20	Educación inicial.	Enfatiza el desarrollo integral en los primeros años, resaltando la importancia de una adaptación positiva al entorno escolar.
Art. 23	Participación de la familia.	Destaca la necesidad de una alianza escuela-familia para lograr una transición armónica y afectiva del niño al sistema educativo.
Art. 45	Atención a la diversidad.	Promueve la aplicación de estrategias pedagógicas personalizadas que favorezcan la inclusión y el respeto a las diferencias.

Nota. La siguiente tabla sustenta la base legal de la LOEI y como desde esta ley se aporta a los procesos de adaptación en la educación inicial. *Fuente:* LOEI (2011).

En este contexto, la implementación de estrategias lúdicas en la educación inicial se consolida como un recurso pedagógico clave para facilitar la adaptación escolar de los niños. Diversas investigaciones han demostrado que el juego no solo estimula el desarrollo cognitivo, emocional y social, sino que también mitiga la ansiedad ante la transición escolar y promueve un ambiente de aprendizaje inclusivo y motivador. La educación inicial debe garantizar un proceso de adaptación progresivo, fundamentado en marcos teóricos sólidos y respaldado por normativas legales que aseguren el derecho a una educación integral y equitativa. En este sentido, el compromiso de docentes y familias es esencial para potenciar el desarrollo infantil mediante experiencias lúdicas que favorezcan la exploración, el descubrimiento y la integración efectiva en el entorno escolar.

2. METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque mixto, combinando el enfoque cualitativo y cuantitativo. Según Eyssautier (2006), el enfoque cualitativo permite comprender fenómenos sociales. En este estudio, se utiliza para analizar las percepciones de los docentes sobre la aplicación y efectividad de estrategias lúdicas en la adaptación de los niños. Para ello, se realizaron entrevistas y grupos focales que exploraron sus motivaciones, barreras y experiencias subjetivas al implementar dichas estrategias.

Por otro lado, el enfoque cuantitativo se basa en la medición numérica y el análisis estadístico para identificar patrones y correlaciones en los fenómenos estudiados. En este caso, se aplicaron encuestas estructuradas a docentes para cuantificar variables como la frecuencia y percepción de efectividad de las estrategias lúdicas, así como fichas de observación para evaluar el comportamiento de los niños durante las actividades lúdicas.

De igual manera, según Arispe et al. (2020) se empleó una modalidad de investigación no experimental: se observó y analizó el fenómeno sin manipular deliberadamente las variables independientes. Esto permitió comprender las estrategias lúdicas en su contexto natural. Asimismo, se utilizó una modalidad descriptiva, cuyo objetivo es caracterizar y presentar fenómenos tal como ocurren. Se recopiló información detallada sobre las estrategias aplicadas por los docentes, permitiendo describir patrones y tendencias en su uso y efectividad.

El estudio empleó métodos inductivo, deductivo, analítico y sintético para comprender el impacto de los juegos en la adaptación infantil. A través del método inductivo, se identificaron patrones a partir de observaciones específicas del comportamiento infantil. Con el método deductivo se analizaron las manifestaciones prácticas de teorías sobre el desarrollo infantil. El método analítico permitió desglosar las características de las estrategias lúdicas y su impacto en los niños, mientras que el método sintético integró los hallazgos en una visión global, facilitando la formulación de recomendaciones para mejorar las prácticas educativas.

La población de este estudio, estuvo conformada por 20 docentes y 60 niños de 4 a 5 años pertenecientes del nivel de Educación Inicial II, sumando un total de 80 personas. Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo intencional, en este sentido, se eligieron 12 docentes y 22 niños, alcanzando un total de 34 participantes, con el objetivo de garantizar una representación adecuada de las características demográficas y socioemocionales de la población, asegurando la validez y relevancia de los resultados obtenidos.

Para garantizar una recolección de datos rigurosa y confiable, se utilizaron diversos instrumentos, entre ellos la encuesta, aplicada a docentes mediante *Google Forms* con una escala de Likert para evaluar la frecuencia y efectividad de las estrategias lúdicas y la ficha de observación utilizada para evaluar la adaptación de los estudiantes según una escala de Likert (Iniciada, En Proceso, Adquirida).

Asimismo, para asegurar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se realizó una validación de expertos, seleccionando especialistas en educación e investigación, quienes evaluaron su pertinencia, claridad y aplicabilidad. Además, se efectuó una prueba piloto para optimizar los instrumentos. Posteriormente, los datos fueron tabulados y analizados con herramientas estadísticas como Excel y SPSS 2024, donde se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana, moda, desviación estándar), se aplicaron pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov) y la prueba de Chi-Cuadrado para validar las hipótesis, mientras que los resultados fueron representados mediante diagramas de sectores en porcentaje para facilitar su interpretación visual.

3. RESULTADOS

La prueba de Chi-cuadrado de Pearson presentó un valor de 88,220 con un nivel de significancia (p) = 0,044, indicando que existe una relación estadísticamente significativa entre los juegos lúdicos y el proceso de adaptación. La razón de verosimilitud, con un valor de 47,998 y $p = 0,987$, respalda la existencia de una relación significativa. Por su parte, el análisis de asociación lineal ($p = 0,085$) al igual muestra una relación lineal significativa entre las variables. Mostrando la incidencia significativa de las relaciones de las variables en e estudio empleado.

Tabla 2

Prueba chi cuadrado.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Procesos de adaptación
Chi-cuadrado de Pearson	88,220a	72	0,044
Razón de verosimilitudes	47,998	72	0,987
Asociación lineal por lineal	2,973	1	0,085
N de casos válidos	22		

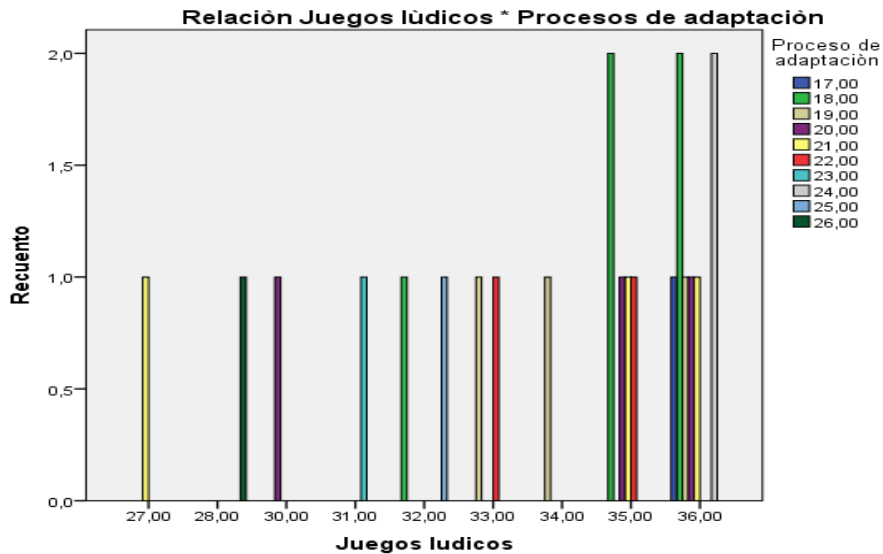
a. 90 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,05.

Nota. Resultados de la aplicación de la prueba del Chi- cuadrado. *Fuente:* autoría propia (2024).

Pruebas de normalidad

Figura 1

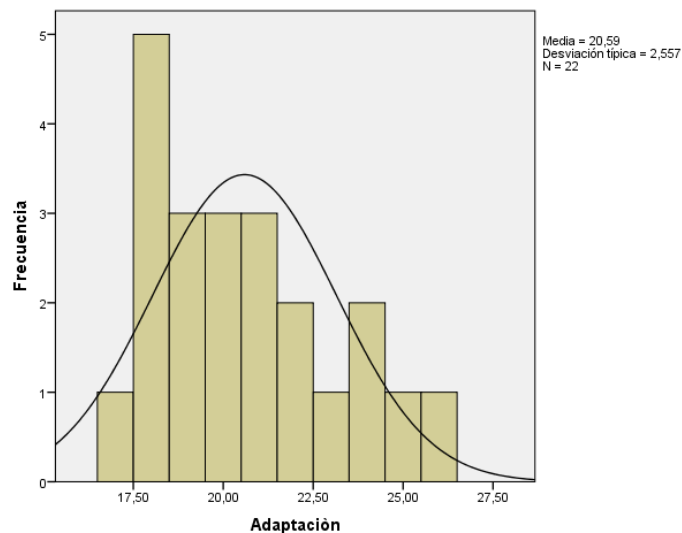
Dispersión de datos Juegos lúdicos - Proceso de adaptación.



Nota. Dispersión de resultados de los juegos lúdicos. Fuente: autoría propia (2024).

Figura 2

Prueba de Normalidad Juegos lúdicos.



Nota. Desviación típica de la prueba de normalidad procesos de adaptación. Fuente: autoría propia (2024).

Tabla 3

Análisis de las pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1	0,26	2	0,00	0,81	2	0,00
2	0,14	2	0,200*	0,93	2	0,12

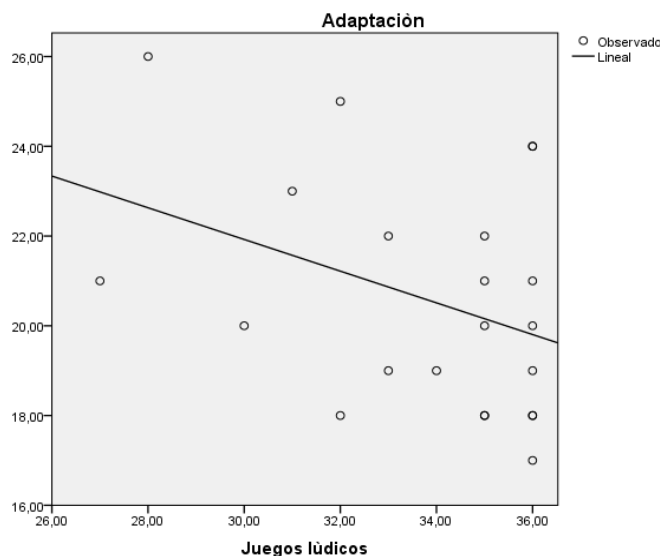
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Nota: análisis estadísticos de las pruebas de normalidad. Fuente: autoría propia (2024).

La tabla enfatiza que antes de implementar estrategias lúdicas, el nivel de adaptación era heterogéneo (V1 no normal). Luego de aplicar dichas estrategias (V2), la distribución se estabilizó, sugiriendo mejoras en la adaptación emocional y social de los niños en educación inicial. Las pruebas de normalidad mostraron diferencias entre las variables. Para los datos de juegos lúdicos (V1), tanto Kolmogorov-Smirnov como Shapiro-Wilk arrojaron $p = 0,00$, indicando que estos datos no siguen una distribución normal. Por el contrario, los datos del proceso de adaptación (V2) cumplen con la normalidad según Kolmogorov-Smirnov ($p = 0,200$) y Shapiro-Wilk ($p = 0,12$).

Figura 3

Análisis de correlación Juegos lúdicos. Prueba de Spearman para datos no paramétricos.



Nota. Correlación entre los juegos lúdicos y los procesos de adaptación. Fuente: autoría propia (2024).

El análisis de correlación de Spearman, adecuado para datos no paramétricos, arrojó un coeficiente de correlación de -0,307 con un nivel de significancia de $p = 0,165$. Esto indica una correlación moderada entre las variables, aunque no es estadísticamente significativa. Por lo tanto, hay evidencia suficiente para afirmar que los juegos lúdicos estén relacionados de manera consistente con el proceso de adaptación en los datos analizados.

Tabla 4

Gráfico de correlación.

		Correlaciones		
			V1	V2
Rho de Spearman	V1	Coeficiente de correlación	1,000	3,07
		Sig. (bilateral)		1,65
		N	22	22
	V2	Coeficiente de correlación	-,307	1,000
		Sig. (bilateral)	1,65	
		N	22	22

Nota. Resultado de los datos de correlación. Fuente: autoría propia (2024).

Los resultados muestran indicios de una posible relación entre los juegos lúdicos y el proceso de adaptación, destacada por la prueba de chi-cuadrado de Pearson. Sin embargo, las limitaciones metodológicas, como las bajas frecuencias esperadas y la falta de normalidad en una de las variables, reducen la robustez de esta conclusión.

4. DISCUSIÓN

La investigación dota de resultados sobre la efectividad de las estrategias lúdicas para fortalecer los procesos de adaptación en niños de 3 a 5 años que coinciden con las tendencias observadas en estudios recientes. En particular, el estudio del arte destaca cómo el juego contribuye al desarrollo emocional, social y el aprendizaje de los niños en edades tempranas, siendo un recurso esencial para facilitar la transición hacia contextos educativos más estructurados.

Es así que indagaciones recientes subrayan que las estrategias lúdicas tienen un impacto significativo en el manejo de las emociones y la socialización. De tal manera, que en Colombia han mostrado que la implementación de actividades lúdicas mejora las habilidades de regulación emocional y el contacto social con sus entornos, facilitando la solución de conflictos y promoviendo la independencia de los niños (Vargas, 2023). Este resultado está alineado con los presentes hallazgos, donde se mostró que los niños que participaron en actividades lúdicas mostraron una adaptación emocional más fluida en la dinámica escolar.

Por otro lado, en Ecuador investigaciones realizadas enfatizan la importancia que el juego utilizado como estrategia metodológica permitió desarrollar en los Gutiérrez Jácome, D., Iturralde Guanocho, F. y Molina Sailema, A. (2025). Estrategias lúdicas para fortalecer los procesos de adaptación en educación inicial. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 48-61. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/172>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

niños confianza y seguridad en sí mismos, estableciendo relaciones sociales entre compañeros y con la docente, superando la ansiedad que sentían al separarse de sus padres, favoreciendo de esta manera a la inclusión escolar (Armijos, 2023). Los resultados de esta investigación evidencian que los niños mejoran la participación cuando se incluyen actividades de juego, promoviendo la motivación, estado de ánimo y mejor predisposición al momento de trabajar en colaboración y entendimiento de su entorno.

Otro aspecto destacado en la revisión bibliográfica es la importancia de crear contextos lúdicos que propicien el aprendizaje y la interacción libre. La adaptación y socialización efectiva (Paredes, 2022). En este contexto, es necesario resaltar que con los resultados de las encuestas a los docentes también se enfatiza la importancia de implementar estrategias lúdicas en los entornos escolares, justificando así la necesidad de integrar estrategias lúdicas planificadas en el currículo de educación inicial, como se realizó en este estudio.

Finalmente, los hallazgos confirman que los juegos son herramientas fundamentales para fortalecer los procesos de adaptación en niños de 3 a 5 años. Sin embargo, su efectividad depende de la planificación adecuada, los recursos disponibles y el apoyo del entorno educativo y familiar. Comparativamente, estudios recientes refuerzan la relevancia del juego en el desarrollo integral, destacando la necesidad de priorizar estas estrategias en la educación inicial.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de la investigación confirman que las estrategias lúdicas desempeñan un papel crucial en la adaptación de los niños en educación inicial. La aplicación de actividades recreativas facilita la transición del hogar al entorno escolar, reduciendo la ansiedad por separación y fortaleciendo la seguridad emocional de los niños.

La efectividad de las estrategias lúdicas no depende únicamente de su aplicación en el aula, sino también de una planificación estructurada y fundamentada en enfoques pedagógicos pertinentes. Los docentes deben estar capacitados para seleccionar y diseñar actividades lúdicas que respondan a las necesidades emocionales, cognitivas y sociales de los niños.

En este contexto, se evidenció que los niños que participan en actividades lúdicas presentan una mejor integración en el aula, desarrollan habilidades de cooperación y fortalecen sus vínculos con compañeros y docentes. El juego facilita la expresión de emociones, la resolución de conflictos y el establecimiento de normas de convivencia de manera natural y comprensible para los infantes.

La adaptación escolar no es un proceso exclusivo del aula, sino que involucra la participación activa de la familia y la comunidad educativa. Los niños que reciben apoyo emocional y motivación en casa tienen una mejor predisposición para integrarse al entorno escolar y enfrentar los cambios que implica esta etapa. Por ello, es fundamental fortalecer la comunicación entre docentes y familias,

promoviendo espacios de acompañamiento y formación parental sobre la importancia del juego en el desarrollo infantil.

6. REFERENCIAS

- Alva, M. (2024). Estrategias didácticas innovadoras en educación inicial: Impacto en el aprendizaje infantil. *Revista Ecuatoriana de Psicología*, 7(19), 642-657.
- Arispe, C., Yangali, S., Guerreo, M., & Lozada, O. (2020). *La investigación científica* Universidad Internacional del Ecuador.
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA.pdf>
- Armijos, A. (2021). *El juego para favorecer el proceso de adaptación de los niños de Inicial I*. Universidad Nacional de Loja.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23799/1/Informe%20de%20tesis%20Armijos%20Alicia-signed-signed%20%281%29.pdf>
- Baquerizo, R., Ayón, R., & Folleco, L. (2022). Técnicas lúdicas en la adaptación escolar de los niños 3 a 5 años de Educación Inicial. *LATAM*, 3(2), 110-121.
- Castro, A., Argos, J., & Ezquerro, P. (2023). La mirada infantil sobre el proceso de transición escolar desde la etapa de educación infantil a la de educación primaria. *Scielo*, 37(48), 34-47.
- Cuba, R. (2022). *Normas de convivencia en el aula de niños de educación inicial*. UAP.
https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/12759/Tesis_normas_convivencia_aula_ni%C3%B1os_educaci%C3%B3n_inicial.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz, D., Chavez, P., Taber, Y., & Ruez, H. (2022). Estrategias Lúdicas y normas de convivencia en la Educación Inicial. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(26), 2078-2093.
- Eyssautier, M. (2006). *Metodología de investigación*. Thomson.
- Gallardo, J. (2021). Teorías del juego como recurso educativo. *INNOVAGOGIA*, 5(6). <https://www.fundacionvalse.org/wp-content/uploads/2022/03/TEORIAS-DEL-JUEGO-COMO-RECURSO-EDUCATIVO.pdf>
- Gallardo, J., & Gallardo, P. (2022). Teorías sobre el juego y su importancia como recurso educativo para el desarrollo integral infantil. *Dialnet*, 24, 41-51.
- Guilar, M. (2021). La idea de Bruner de la revolución cognitiva a la revolución conductual. *Redalyc*, 3(44), 235-241.
- Gutiérrez Jácome, D., Iturralde Guanocho, F. y Molina Sailema, A. (2025). Estrategias lúdicas para fortalecer los procesos de adaptación en educación inicial. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 48-61.
<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/172>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Henao, Á. (2023). El juego como actividad humana, una herramienta para la inclusión en el aula de clase de los estudiantes de básica primaria. *Dialnet*, IV(3), 1584-1585.

Paredes, E. (2022). Importancia del factor lúdico en el proceso enseñanza-aprendizaje. *UASB*, 4(5), 334-345.

Parra, M. (2020). Actividades lúdicas como estrategias de transición educativa. *INDTEC*, 5(17), 143-163.

UNICEF. (2018). *Aprendizaje a través del juego*.

<https://www.unicef.org/sites/default/files/2019-01/UNICEF-Lego-Foundation-Aprendizaje-a-traves-del-juego.pdf>

SISTEMA DE MEDICIÓN DE ENERGÍA RS-485 PARA ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL CON LABVIEW

Rodrigo Xavier Cadena Cortés
xavycadena0@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7781-128X>
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Klever Iván Toapanta Morejón
kitoapantam@istx.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0031-6045>
Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Recibido: 09/11/24

Aceptado: 20/12/24

Publicado: 01/01/25

RESUMEN

En la presente investigación se desarrolló un sistema de medición de energía mediante comunicación RS-485, en función del software LabVIEW, donde el sistema permite monitorear y analizar parámetros eléctricos por medio del medidor PoWer Lógic PM 710. Durante este proceso, la implementación de un sistema avanzado de medición de energía utilizando el protocolo RS-485 representa una innovación en la gestión energética, ya que mejora la precisión en el monitoreo. Desde un enfoque técnico, el proyecto avanza en relación a procesos referentes a la automatización de todos los procesos industriales en masa que integran tecnologías para optimizar la medición, distribución y consumo de energía de forma temprana para facilitar intervenciones. El proyecto plantea la posibilidad de elaborar un pantalla que cumple con la función en tiempo real voltajes (AB,BC,AC), corrientes (FA,FB,FC), mediante la frecuencia que posee compatibilidad con el software LabVIEW 2013 y la puerta de enlace EGX100. Mediante este enfoque es posible capacitar a los estudiantes sobre la interacción de tecnologías innovadoras, además de protocolos de comunicación para desarrollar la distribución de energía y reducir pérdidas en todos los métodos para una mejora de las infraestructuras industriales.

PALABRAS CLAVE: comunicación Rs-485, LabVIEW, medición y monitoreo eléctrico.

RS-485 ENERGY MEASUREMENT SYSTEM FOR REAL-TIME DATA ACQUISITION WITH LABVIEW

ABSTRACT

In this research, an energy measurement system was developed through RS-485 communication, based on LabVIEW software, where the system allows monitoring and analyzing electrical parameters by means of the PoWer Logic PM 710 meter. During this process, the implementation of an advanced energy measurement system using the RS-485 protocol represents an innovation in energy management, since it improves monitoring accuracy. From a technical approach, the project advances in relation to processes concerning the automation of all mass industrial processes that integrate technologies to optimize the measurement, distribution and consumption of energy early to facilitate interventions. The project raises the possibility of developing a display that fulfills the function in real time voltages (AB,BC,AC), currents (FA,FB,FC), by means of frequency that has compatibility with LabVIEW 2013 software and EGX100 gateway. Through this approach it is possible to train students on the interaction of innovative technologies, in addition to communication protocols to develop power distribution and reduce losses in all methods for an improvement of industrial infrastructures.

KEY WORDS: RS-485 communication, LabVIEW, electrical measurement and monitoring.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto se basó en el piloto o demo referente a la implementación de una pantalla, que mide parámetros eléctricos, compatible con el software LabVIEW 2013 y la puerta de enlace Schneider Electric EGX100 Series PM710MG. Dentro de la industria energética, al hablar acerca de la eficiencia en lo que corresponde a la cuantificación de energía, está siempre presenta un reto importante, pues aún dependen de métodos tradicionales, que no permiten un monitoreo continuo ni preciso de todos los modelos referentes al consumo. Además, como indican autores como Van Hoof (2018) y Matosa Pérez y Martínez Bayuelo (2008), al existir un incremento de todos los costos operativos, es importante tener en cuenta factores como la inadecuada medición impide detectar posibles fallas en el consumo energético. Esto contribuye al derroche de recursos y a la acumulación de costos innecesarios.

Según Montero (2024) y Muñoz Noroña y Tapia Cuascota (2020) la ausencia de un sistema de monitoreo adecuado, sumada a la incapacidad de obtener datos en tiempo real, provoca el escaso registro de ineficiencias en el consumo energético. Esta carencia provoca que las anomalías no sean identificadas a tiempo, lo que impide realizar ajustes adecuados de acuerdo a las tendencias del mercado. Por otro lado, la resistencia al cambio y el uso de sistemas obsoletos, particularmente referentes a la medición y sistemas, agravan aún más la situación. Además, sin una plataforma que permita la visualización y el análisis en tiempo real de los datos, las empresas no son capaces de tomar decisiones informadas para optimizar sus operaciones, lo cual genera un impacto negativo en la sostenibilidad de las operaciones.

El uso de tecnologías avanzadas como el protocolo de comunicación RS-485 y LabVIEW ofrecen una solución para abordar los problemas identificados. Como señala Castañeda (2024) los medidores digitales que emplean RS-485 permiten una medición más precisa y un monitoreo continuo del consumo energético, lo que facilita la detección temprana de ineficiencias. Esta solución mejora la captura de datos en tiempo real mientras ayuda en la interoperabilidad entre dispositivos.

Zamudio (2023), LabVIEW por su parte es una herramienta poderosa para la visualización, procesamiento y análisis de datos en tiempo real. Su capacidad de integración con dispositivos de medición y su flexibilidad permiten que las instalaciones industriales lleguen a automatizar la adquisición y el análisis de datos que se traducen en una reducción de los costos operativos, una mejora en la calidad de la energía distribuida y una mayor sostenibilidad en el sector, como lo menciona Yupa (2024).

Un sistema SCADA con la implementación de un medidor PM710 garantiza mediciones precisas de voltajes y corrientes, mide en tiempo real con una precisión del 0.5% Schneider Electric (2025). Sin embargo, carece de capacidades avanzadas como almacenamiento o análisis históricos, debido a su compatibilidad con el software Labview 2013 y la pasarela EGX10 Schneider Electric (2013). Ante

esto la implementación de un sistema avanzado de medición de energía utilizando el protocolo RS-485 representa una innovación en la gestión energética industrial, Pues permite la adquisición de datos en tiempo real, mejorando la precisión en el monitoreo y el análisis del consumo energético.

Desde un enfoque técnico, el proyecto avanza en la automatización de procesos industriales, integrando tecnologías de vanguardia para optimizar la medición, distribución y consumo de energía. La capacidad de identificar ineficiencias energéticas de forma temprana facilita intervenciones para mejorar la distribución de energía y reducir pérdidas en los procesos industriales, promoviendo un uso más eficiente de los recursos y una mejora general de la infraestructura industrial.

El presente proyecto consiste en desarrollar un sistema de medición de energía mediante comunicación RS-485, el cual permita realizar la adquisición de datos en tiempo real a través de LabVIEW, utilizando una interfaz gráfica que permita monitorear un sistema eléctrico de potencia. Para ello, se analiza de manera crítica la literatura existente y las especificaciones técnicas relacionadas con los sistemas de medición de energía, lo que proporciona una base teórica sólida para su desarrollo. Además, se desarrolla una metodología para la implementación de un sistema de medición de energía basado en comunicación RS-485, empleando un software computacional para la adquisición de datos en tiempo real. Finalmente, se implementa un sistema que permite medir parámetros eléctricos como voltajes, corrientes, potencias, frecuencia y factor de potencia estableciendo una conexión entre un medidor digital y una interfaz en la PC; esto garantiza una visualización clara y precisa de cada uno de los datos obtenidos.

2. METODOLOGÍA

El estudio se clasifica bajo un enfoque experimental y un descriptivo. En el caso del enfoque experimental, se manipularán diversas variables, como diferentes escenarios energéticos, para observar cómo afectan el comportamiento de las condiciones controladas. El análisis se centrará en detallar el funcionamiento del sistema, así como sus características clave para la cual se hará una descripción exhaustiva de los componentes y procesos implicados, proporcionando una gestión correcta de todos los recursos energéticos

La metodología desarrollada para implementar este sistema de medición de energía mediante el uso de una puerta de enlace como la PowerLogic™ Ethernet Gateway EGX10 que facilita la conversión entre Modbus RTU y Modbus TCP para simplificar la integración de los protocolos que son necesario según los equipos.

La recopilación de datos LabVIEW 2013, que ofrece las librerías necesarias para comunicar y cubrir la importancia de una configuración correcta de los parámetros de comunicación en la que la implementación ha permitido una adquisición eficiente de datos para su respectivo análisis para brindar una herramienta de monitoreo de las condiciones energéticas.

Figura 1

Medidor digital PowerLogic PM710.



Fuente: Schneider Electric (2025).

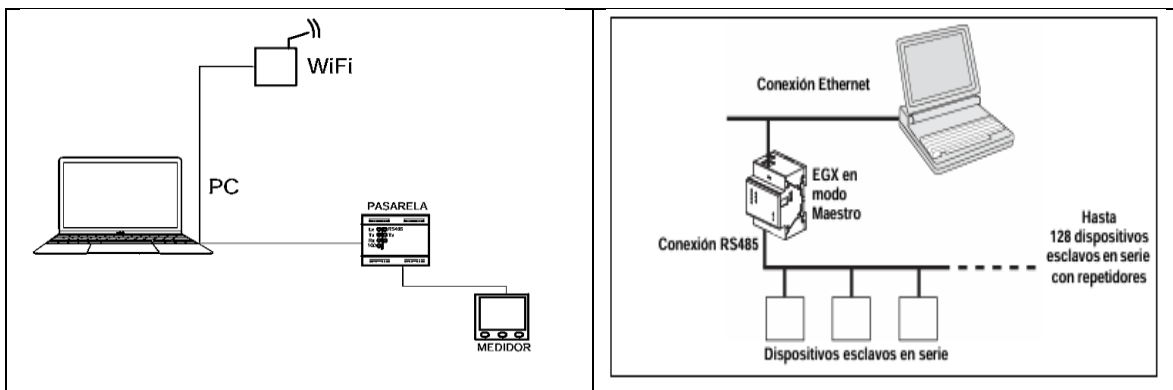
El medidor digital Schneider Electric PM710 es un dispositivo diseñado para medir con alta precisión parámetros eléctricos como potencia activa, reactiva y aparente, además de frecuencia, voltajes y corrientes contando con una precisión del 0.5% lo cual lo hace ideal para monitorear el consumo energético, su fiabilidad en mediciones lo convierte en una herramienta clave para este proyecto.

3. RESULTADOS

Diseño del sistema. Se realiza la especificación del hardware: sistema de medición y módulos RS-485.

Figura 2

Elementos y topología del maestro.



Fuente: Scheneider Electric (2013).

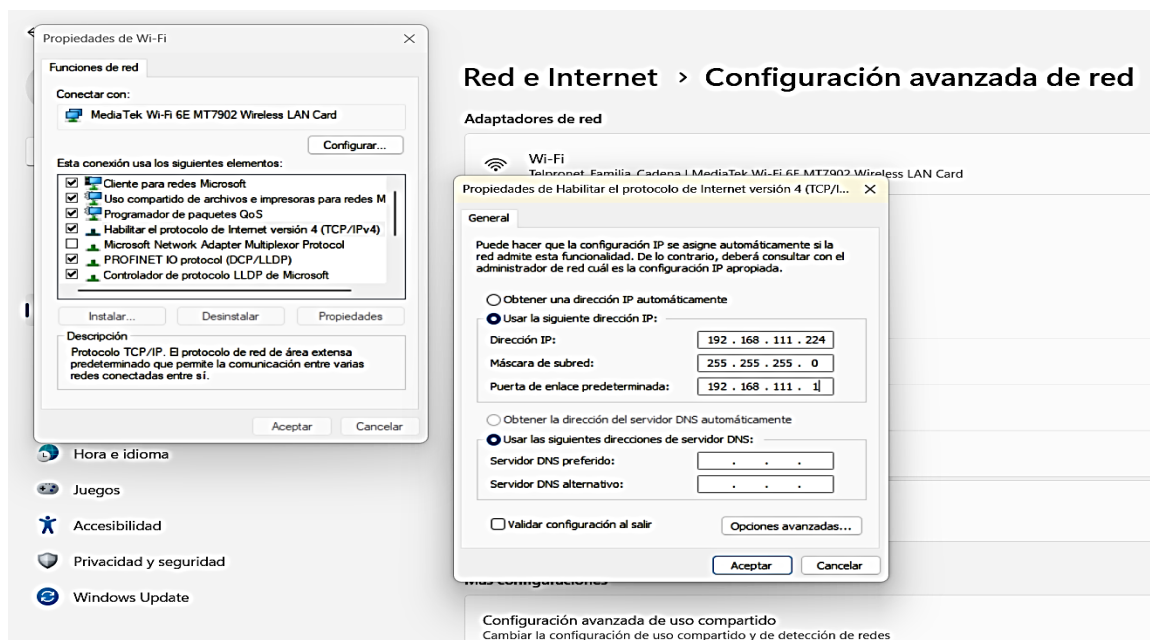
La topología en modo Maestro es una configuración en la que un dispositivo, conocido como "maestro", controla y gestiona la transmisión de datos, mientras que los dispositivos "esclavos" responden a las solicitudes del maestro. En este esquema, el maestro envía comandos o solicitudes de información a los esclavos, y estos últimos responden con los datos solicitados o realizan las acciones requeridas.

Configuraciones del equipo. Al hablar de la configuración de la puerta necesaria para generar los enlaces con una dirección IP 192.168.111.255. Por lo tanto, la comunicación entre LabVIEW 2013, la relación entre la conexión o de enlace y la puerta de Schneider PM700-Series PM710MG no se limita a una conexión directa RS-485. En realidad, se lleva a cabo mediante el protocolo Modbus TCP/IP. Además, la una puerta para generar el enlace determina como un puente que conecta Modbus TCP con Modbus RTU (RS-485), lo que implica un ligero cambio en el enfoque del procedimiento.

Configuración interna de la puerta de enlace. En primera instancia, se logró establecer una dirección de IP única que sea 192.168.111.255 que debe está dentro de los estandartes de establecidos por el ordenador, para ser ejecutado en el programa Labview. Posteriormente, se configura los parámetros y estándares de Modbus RTU en donde el puerto RS-485 es configurado con los mismos parámetros anteriores y se establece las direcciones Modbus RTU que corresponden a los dispositivos conectados en la línea RS-485. Además, se habilita el protocolo Modbus TCP que actuará de puente que empleará LabVIEW para comunicarse.

Figura 4

Ventana de configuración de la puerta de enlace.



Fuente: autoría propia.

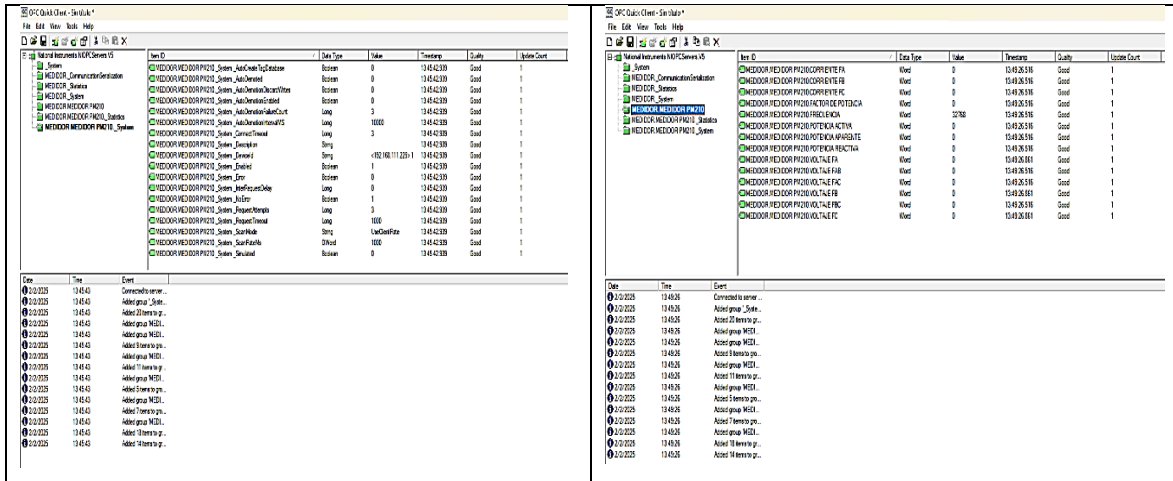
Mediante esta ventana se configura las IP del Gateway y la PC de trabajo, para este caso la dirección IP de la Gateway es 192.168.111.225, colocar esta para estar dentro de la IP 192.168.111.224; la puerta de enlace es 192.168.111.1.

Configuración en Labview 2013. Dentro de LabVIEW, como ya se mencionó, se deberá descargar la librería Modbus desde NI Tools Network si no se la tiene ya instalada, posteriormente se configura un cliente Modbus TCP en

LabVIEW en el cual se introduce la dirección de la puerta de enlace (192.168.111.255) y se usa el puerto predeterminado 502. Además, se configuran los parámetros del esclavo Modbus para luego diseñar el VI para la comunicación por medio de las operaciones de lectura/escritura utilizando las direcciones Modbus de los registros del medidor.

Figura 6

Pantallas de configuración NI OPC Server 2013.

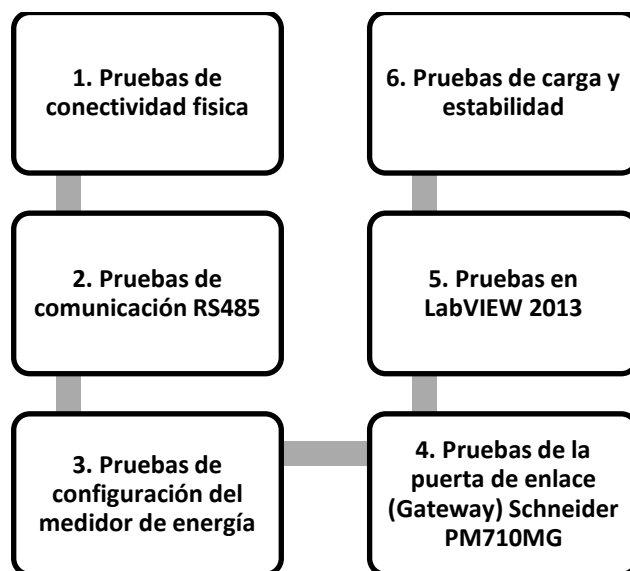


Fuente: autoría propia.

Con ayuda del NI OPC Server 2013 al ingresar se observa la comunicación que existe entre el medidor de energía, Gateway y ordenador. Se visualizan como ingresan los datos de todas las variables expuestas.

Figura 7

Diseño de las pruebas.



Fuente: autoría propia.

Pruebas de comunicación. Se crea un programa simple en LabVIEW donde se pueda leer y escribir registros *Modbus* para lo cual a Leer registros se usa funciones como *Modbus Read Input Registers* o *Modbus Read Holding Registers* junto con la específica dirección del esclavo (medidor) y el rango de registros a leer. Mientras que para escribir registros se usa funciones como *Modbus Write Single Register* o *Modbus Write Multiple Registers*. Estas son útiles si se necesita enviar configuraciones al medidor. Finalmente, se verifican los datos recibidos en LabVIEW contra los valores esperados en el medidor.

Herramientas de diagnóstico. Se usa un software de monitoreo *Modbus* para probar la comunicación entre el PC y el medidor antes de usar LabVIEW permitiendo identificar si hay problemas, verifica que los cables RS-485 estén correctamente conectados y polarizados (A+/B-), así como que los parámetros del medidor, puerta de enlace y LabVIEW coincidan.

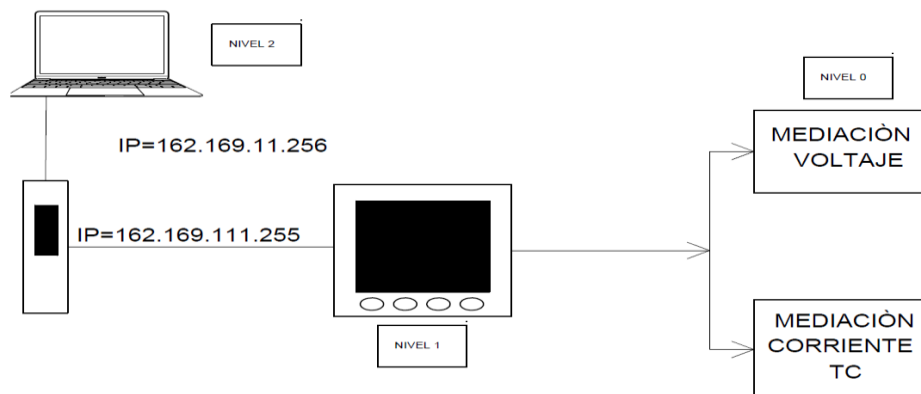
Depuración. Si no funciona se procede a verificar la dirección *Modbus* y el tipo de registro mientras que se usa herramientas como el analizador de protocolo *Modbus* para inspeccionar las tramas enviadas y recibidas, Así como se debe consultar el manual del medidor y la puerta de enlace para conocer los registros disponibles o sus direcciones.

Desarrollo del sistema

A continuación, en la Figura 8 se presenta el esquema del hardware utilizado.

Figura 8

Niveles del sistema.



Fuente: autoría propia.

El sistema de automatización de subestaciones está estructurado mediante los siguientes niveles:

- Nivel 3: SCADA es el encargado la concentración de la información de centros de control de manera que pueda coordinar, supervisar y adquirir control.

- Nivel 2: nivel de subestación se encuentra el HMI que incorpora a todos los IED para el control supervisión y adquisición de datos

Cadena Cortés, R. y Toapanta Morejón, K. (2025). Sistema de medición de energía RS-485 para adquisición de datos en tiempo real con Labview. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 62-76.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/173>

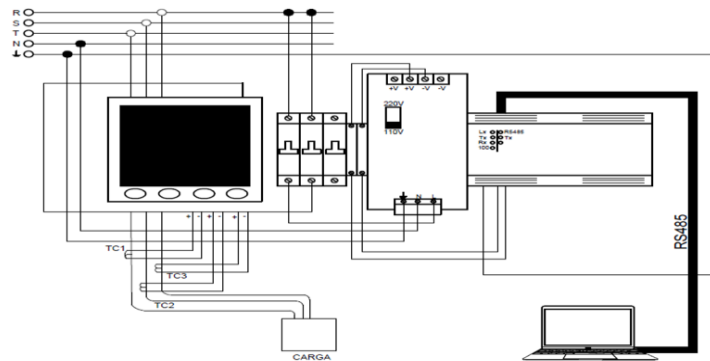
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

- Nivel 1: nivel de Relés - IED (Dispositivo Electrónico Inteligente). Protege, controla equipos instalados en campo

- Nivel 0: equipos de patio - equipos de campo son los TCs que estarán en campo a medir.

Figura 9

Conexiones físicas.

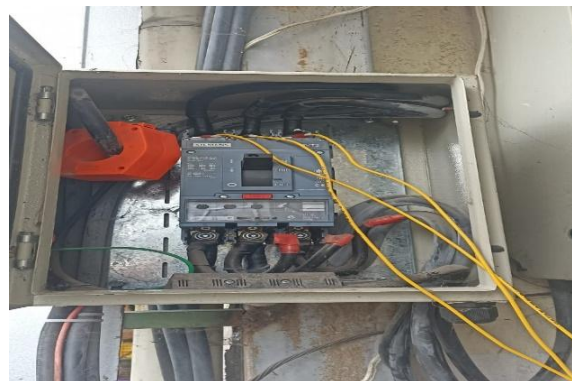


Fuente: autoría propia.

Primero se procede a conectar las sondas de voltaje en el sistema.

Figura 10

Colocación de sondas.

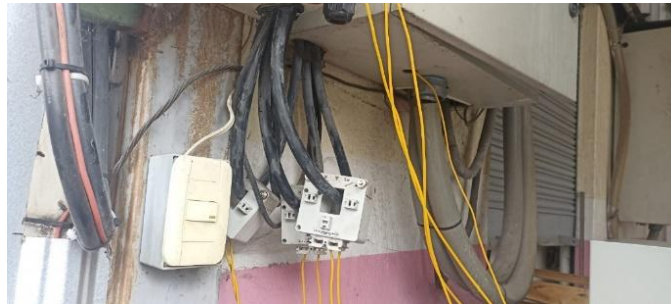


Fuente: autoría propia.

Posteriormente, se coloca de forma correcta los TC-MFO 30, de acuerdo con la dirección que presentan los equipos.

Figura 11

Colocación de los TC-MFO 30.

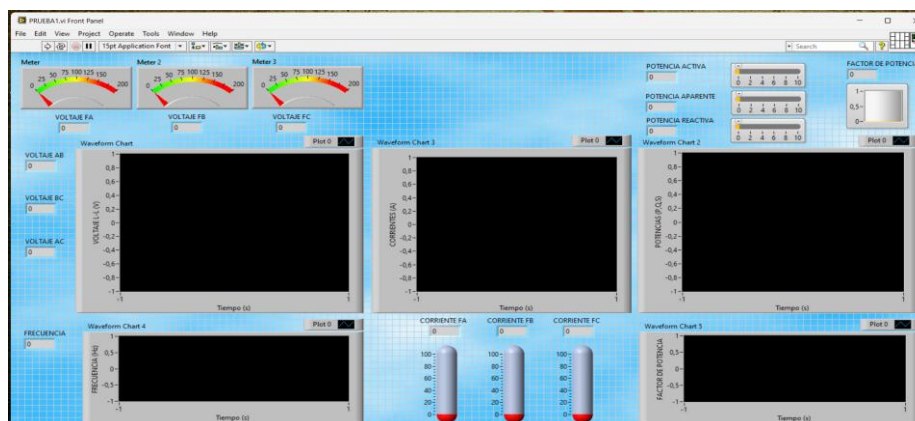


Fuente: autoría propia.

En la Figura 12 se muestra la ventana principal del sistema SCADA, para proporcionar una visualización en tiempo real y la monitorización detallada de todas las variables, permitiendo una supervisión continua de las condiciones que la identificación de posibles desviaciones o anomalías en el proceso.

Figura 12

Pantallas del software LabVIEW. SCADA.

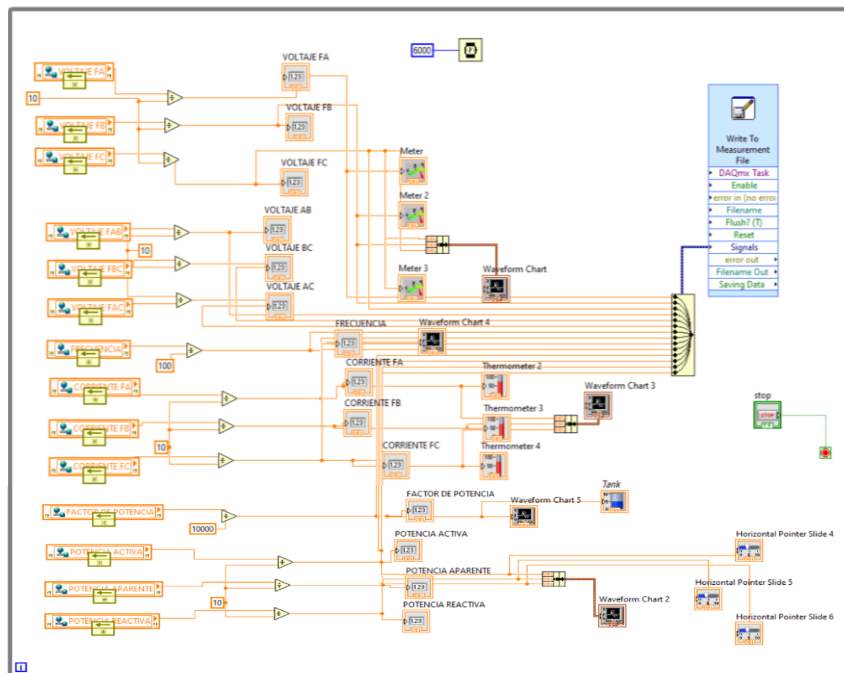


Fuente: autoría propia.

En Figura 13 se visualiza el interfaz de programación.

Figura 13

Interfaz de la programación.

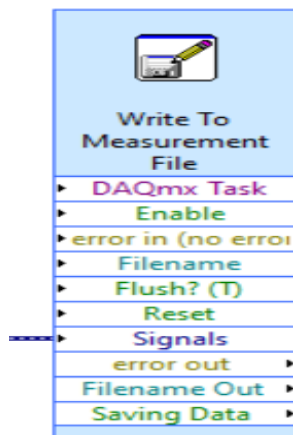


Fuente: autoría propia.

Por otra parte, la pantalla de la programación muestra el procesamiento de las señales de las variables programadas en el NI OPC server.

Figura 14

Generación de una base de datos.

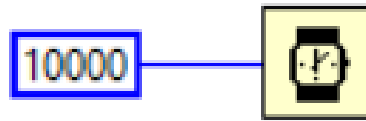


Fuente: autoría propia.

Para que el sistema SCADA cuente con una base de datos se emplea la estructura anterior. Al ser programada la dirección y tiempo de muestreo facilita la obtención de la información detallada de las variables a ser analizadas.

Figura 15

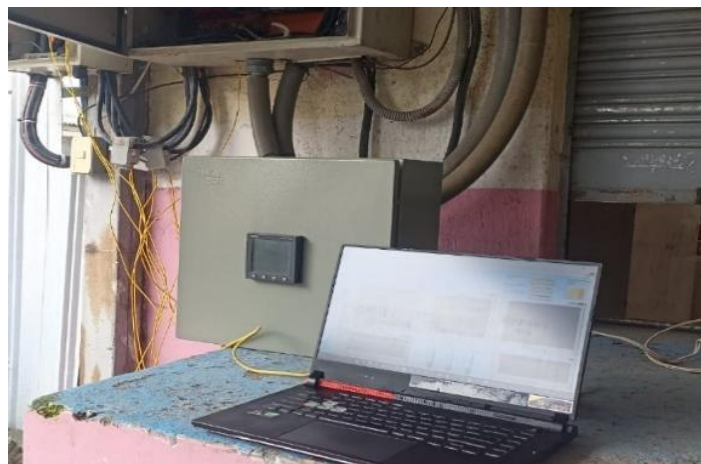
Tiempo de muestreo.



Fuente: autoría propia.

Figura 16

Validación de datos de medición en tiempo real. Conexión a la terminal de la SCADA.

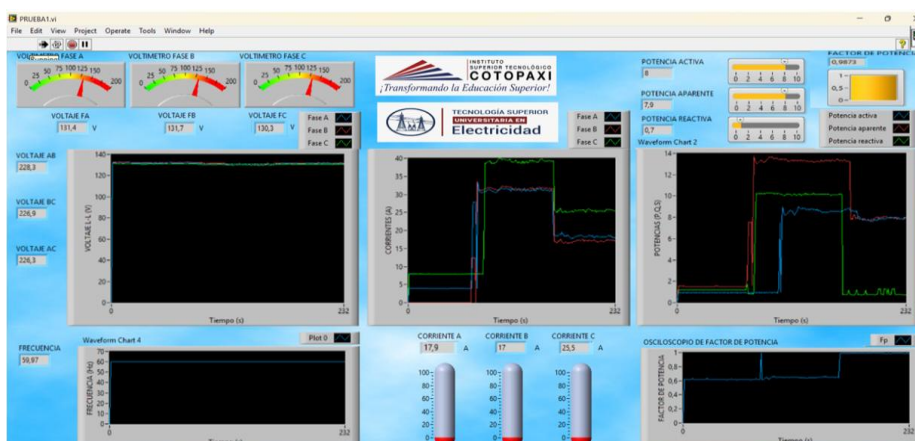


Fuente: autoría propia.

Una vez conectado el terminal se ingresa al sistema SCADA.

Figura 17

Datos del sistema



Fuente: autoría propia.

Cadena Cortés, R. y Toapanta Morejón, K. (2025). Sistema de medición de energía RS-485 para adquisición de datos en tiempo real con Labview. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 62-76. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/173> enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

El sistema está delimitado para que los resultados se muestren a través de un sistema SCADA, el cual debe considerarse adecuado para medir la validación de los resultados presentados. Esto gracias a la medición precisa y verídica de todos los datos, ya que las variables de medición son: voltaje AB, voltaje BC, voltaje AC, corriente FA, corriente FB, corriente FC, así como la generación de factores como la potencia activa, reactiva, aparente, factor de potencia y frecuencia continua. La validación permite detectar ineficiencias o problemas operativos.

4. DISCUSIÓN

Barrantes (2021), respecto al uso correcto de la interfaz de comunicación RS-485, para generar una conexión entre el medidor de energía PoWer Logic PM 710, junto con los sensores TC MFO-30, para la adquisición de datos se requiere de una puerta de enlace PowerLogic™ Ethernet Gateway EGX10. Esto reduce la complejidad de comunicación entre Modbus TCP y Modbus RTU (RS-485) pudiendo esta comunicación ser unidireccional (en un solo sentido) para este caso, la capacidad de soportar estas comunicaciones permite la visualización en el SCADA. El empleo de LabVIEW 2013 como la plataforma de desarrollo permite registrar los datos medidos con los equipos anteriormente mencionados de la adquisición de datos para destacar las librerías de Modbus, así como el NI OPC Server de este entorno de programación gráfico da Modbus que lo hace extremadamente útil para los proyectos de medición.

Según Pranowo (2021), con la integración de LabVIEW 2013 junto con los equipos de campo permite adquirir datos de manera más eficiente, con la utilización de drivers y librerías, se logró que el bus de comunicación RS-485, permita acoplar por medio de la puerta de enlace que convirtió la comunicación a Modbus TCP/IP para mostrarlos en una interfaz gráfica diseñada para monitorear y analizar los datos.

Para García (2013), la interfaz de comunicación RS-485 así como LabVIEW 2013 son tecnologías robustas y sobre todo confiables. Su implementación puede resultar compleja en un inicio, pero es esencial y altamente eficiente para la adquisición y manejos de datos, siempre que se cuente con un conocimiento adecuado sobre las configuraciones de los equipos involucrados, tanto a nivel de hardware como software.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Con base en el análisis de las tecnologías de comunicación serial, como el Modbus RS-485, estas son ampliamente adoptadas debido a su capacidad para transmitir datos a largas distancias y resistencia frente a interferencias, donde los protocolos Modbus RTU (RS-485) y Modbus TCP permiten una integración de los fabricantes. Además, las especificaciones técnicas revelan que un modelo PoWer Lógic PM 710 junto con los sensores de TC MFO-30 ofrecen una alta precisión.

En la presente investigación, se observa la integración de todos los sistemas implementados con una plataforma LabVIEW 2013 para el monitoreo de una

comprensión detallada de los protocolos y configuraciones de comunicación. Esto implica que su implementación demanda conocimientos avanzados en redes, protocolos y software de adquisición de datos.

Por otro lado, se deben considerar opciones adicionales de comunicación industrial, como BACnet o Profibus, de interoperabilidad y escalabilidad del sistema. Esto, genera una integración mucho más flexible, eficiente y controlada con diferentes equipos y plataformas, lo que mejora de gran manera la expansión del sistema. Esto a medida de la evolución de las necesidades de monitoreo energético.

Para terminar, es preciso decir que, para lograr una mejoría en la disponibilidad y la eficiencia operativa del sistema, es recomendable incorporar una opción de monitoreo remoto continuo. Dicha funcionalidad permitirá a los responsables de mantenimiento supervisar el sistema desde cualquier ubicación lo que no solo genera una respuesta óptima ante fallas, sino que también facilita el análisis continuo del rendimiento energético en el área física en el sitio. Por último, es necesario integrar un sistema que cuente con varias herramientas, relacionadas con el análisis avanzado, por ejemplo, MATLAB o Python.

6. REFERENCIAS

- Barrantes, J. (2021). *Monitoreo y gestión de una planta de recuperación de energía potencial a través de integración de sistemas*. Ingeniería Electrónica. Tecnológico de Costa Rica.
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/15120>
- Castañeda, J. S. (2024). *Aplicación de tecnologías de la información y las comunicaciones para la medición energética en la planta de producción de WEG*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstreams/6ff5ffac-52e9-4b6d-a3a4-7f267b427002/download>
- García, S. (2013). *Diseño de un sistema de comunicación maestro esclavo RS-485, con aplicación en LabVIEW*. Ingeniería Electrónica. Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000704125/3/0704125.pdf>
- Matosa, M. y Martínez, R. (2008). *Implementación de modbus sobre TCP/IP utilizando Labview*. Ingeniería Electrónica. Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena D.T.
<https://repositorio.utb.edu.co/server/api/core/bitstreams/95d0daff-11d7-44a6-aff4-af525992df22/content>
- Montero, W. E. (2024). *Estación de control y monitorización meteorológica y sísmológica autosustentable para la Universidad Técnica de Ambato*. Ingeniería Industrial. Universidad Técnica de Ambato.
- Cadena Cortés, R. y Toapanta Morejón, K. (2025). Sistema de medición de energía RS-485 para adquisición de datos en tiempo real con Labview. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 62-76.
<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/173>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

<https://repositorio.uta.edu.ec/items/83779fcf-9051-4f2b-ae10-f29ac8fec59b>

Muñoz, R. y Tapia, R. (2020). *Sistema de control y monitoreo en tiempo real para el análisis del consumo energético en el tablero de distribución principal del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Matriz, periodo 2020*. Ingeniería Eléctrica. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/76c10196-b7a2-4c6c-8062-cb89950f150b/content>

Pranowo, I. (2021). Improved control and monitor two different PLC using Labview and NI-OPC server. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. Vol. 11. p. 10.

Van Hoof, B. M. (2018). *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental*. Facultad de Administración. Universidad de los Andes. <https://acortar.link/wbleT2>

Yupa, V. &. (2024). *Implementación de un Ecosistema Digital para instalar medidores de energía tipo AMI en la ciudad e Puerto Ayora Galápagos*. Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui. <https://repositorio.ister.edu.ec/handle/68000/326>

Zamudio, M. (2023). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos para la evaluación del rendimiento energético de sistemas fotovoltaicos conectados a red*. Ingeniería Electrónica. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e56f2269-7e23-4df3-893b-327ded153744/content>

ESCOMBRERAS MINERAS DE RÉGIMEN ESPECIAL DE PEQUEÑA MINERÍA METÁLICA: UN NUEVO HORIZONTE PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICO

Jhoni Iván Bravo Aillón

inggeol@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0548-7086>

Empresa minera privada EXPAUSA - Ecuador

Miryan Elizabeth Macías Castro

lcdammc@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6125-8016>

Ministerio de Educación - Ecuador

Diana Ivone Bravo Macías

d_ibm1987@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7977-515X>

Ministerio de Educación - Ecuador

Recibido: 19/11/24

Aceptado: 16/12/24

Publicado: 01/01/25

RESUMEN

El artículo aborda el potencial de las escombreras mineras de pequeña minería metálica, específicamente en Bella Rica de Azuay, Ecuador, para ser reutilizadas en la producción de materiales de construcción ecológicos. Se exploran tres etapas metodológicas: revisión bibliográfica sobre la composición mineralógica y geoquímica de los residuos, estudios de campo y laboratorio para determinar su idoneidad y el desarrollo de estrategias para mitigar los impactos ambientales. Los residuos se caracterizan por una mineralogía diversa, que incluye silicatos, carbonatos y sulfuros metálicos, con minerales valiosos como cobre, cobalto y oro. La investigación destaca la viabilidad de aprovechar estos materiales en la fabricación de concretos reciclados y otros productos de bajo impacto ambiental, a pesar de los riesgos asociados, como la generación de drenaje ácido de mina (AMD). Para mitigar estos riesgos, se proponen procesos de estabilización de sulfuros y recuperación selectiva de metales estratégicos. Además, se resalta el impacto positivo que tendría la valorización de estos residuos para la economía circular y la minería sostenible. Este enfoque no solo promovería la reutilización de escombreras como recursos en la construcción ecológica, sino que también generaría oportunidades económicas en las comunidades locales dependientes de la minería, impulsando un modelo de desarrollo regional más sostenible.

PALABRAS CLAVE: residuos mineros, pequeña minería metálica, reutilización de escombreras, Bella Rica, sostenibilidad minera.

Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>

enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

MINE WASTE DUMPS FROM SPECIAL REGIME OF SMALL-SCALE METALLIC MINING: A NEW HORIZON FOR ECO-FRIENDLY CONSTRUCTION MATERIALS

ABSTRACT

The article addresses the potential of mine waste dumps from small-scale metallic mining, specifically in Bella Rica in Azuay, Ecuador, to be reused in the production of eco-friendly construction materials. It explores three methodological stages: a literature review on the mineralogical and geochemical composition of the waste, field and laboratory studies to determine its suitability and the development of strategies to mitigate environmental impacts. The waste is characterized by diverse mineralogy, including silicates, carbonates, and metallic sulfides, with valuable minerals such as copper, cobalt, and gold. The research highlights the feasibility of using these materials in the production of recycled concrete and other low-impact construction products, despite associated risks such as the generation of acid mine drainage (AMD). To mitigate these risks, stabilization processes for sulfides and selective recovery of strategic metals are proposed. In addition, the study emphasizes the positive impact that the valorization of this waste could have on the circular economy and sustainable mining. This approach would not only promote the reuse of mine dumps as resources for green construction, but also create economic opportunities in local communities dependent on mining, driving a more sustainable model of regional development.

KEY WORDS: mining waste, small-scale metallic mining, mine waste reuse, Bella Rica, mining sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

La minería metálica, fundamental para el abastecimiento de metales estratégicos en la industria global, genera enormes volúmenes de residuos sólidos, incluyendo escombreras y relaves, que históricamente han sido considerados como pasivos ambientales peligrosos (Guzmán et al., 2020). A nivel mundial, estos residuos sólidos representando un desafío ambiental, tanto para las autoridades reguladoras como para las comunidades cercanas a los sitios de explotación (Kulczycka et al., 2020), debido a los impactos ambientales negativos que pueden provocar, tales como la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, pérdida de biodiversidad y emisiones de gases tóxicos (Arias et al., 2021). La acumulación de residuos mineros, a menudo en forma de escombreras y relaves, conlleva riesgos relacionados con la estabilidad geotécnica de los depósitos, la generación de drenaje ácido de mina (AMD) y la liberación de metales pesados al medio ambiente, lo que provoca efectos adversos en los ecosistemas y la salud humana (Hakim et al., 2023).

En este contexto, se ha intensificado la discusión sobre cómo gestionar estos residuos de manera que puedan tener un impacto positivo, impulsando el concepto de economía circular en la minería (Olivares & Arias, 2024). Esta filosofía busca maximizar el aprovechamiento de los recursos a través de la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos, de modo que la actividad minera no solo minimice su impacto ambiental, sino que también aporte al desarrollo económico de las comunidades aledañas (Hamraoui et al., 2024). En esta línea, la reutilización de residuos mineros como insumos para la construcción sostenible ha emergido como una estrategia clave para reducir la dependencia de materias primas vírgenes y mitigar el impacto ambiental de la minería (Makhathini et al., 2023).

Dentro de este enfoque global, las escombreras generadas por la minería metálica a pequeña escala, especialmente las que operan bajo un régimen de explotación, representan un área de interés emergente para la valorización de residuos mineros (Bruguera et al., 2020). Aunque estos residuos han sido históricamente descartados como fuentes de pasivos ambientales, investigaciones recientes han demostrado que muchos de estos materiales contienen fases metaestables que pueden transformarse en agregados de alto valor, ideales para la fabricación de concretos ecológicos, bloques estructurales, y otros productos de construcción (Escobar et al., 2019). La variabilidad mineralógica de las escombreras de pequeña minería ofrece una oportunidad única para el desarrollo de materiales de construcción con propiedades específicas y de alto rendimiento. Por ejemplo, algunas escombreras ricas en sílice o en óxidos de hierro pueden ser utilizadas para crear concretos de alta resistencia o agregados ligeros, con propiedades físicas que los hacen adecuados para diversos usos constructivos (Londoño et al., 2023).

A medida que las investigaciones en geoquímica aplicada y geometalurgia avanzan, se han identificado oportunidades para recuperar elementos valiosos presentes en los residuos mineros, como tierras raras, metales preciosos o elementos traza que, al ser reintegrados en las cadenas productivas, podrían

generar un valor económico significativo (Pada, 2023; Pirraglia, 2024). Estos avances apuntan no solo a la transformación de los residuos en productos comercializables, sino también a su integración dentro de un modelo de economía circular que aprovecha los recursos contenidos en los desechos mineros, reduciendo la necesidad de extracción de recursos primarios (Díaz et al., 2019).

La reutilización de residuos mineros en la industria de la construcción sostenible tiene un gran potencial, como lo demuestran casos exitosos en países como Brasil, donde los relaves mineros se utilizan para la fabricación de adoquines y bloques de concreto y Suecia, donde los residuos ricos en pirita de la mina de cobre se convierten en ácido sulfúrico para la extracción de fosfatos y otros subproductos (Parbhakar & Baumgartner, 2023). Estos ejemplos resaltan el potencial de transformar pasivos ambientales en recursos estratégicos, siempre que se cuente con un enfoque integral que incluya la caracterización adecuada de los materiales y el desarrollo de tecnologías de procesamiento que mejoren sus propiedades. Sin embargo, para replicar estos modelos en el contexto de la pequeña minería metálica, es fundamental superar desafíos técnicos, económicos y regulatorios, que actualmente limitan la escalabilidad de estos proyectos (LLaccho et al., 2023).

La caracterización detallada de los residuos mineros es un paso crucial para determinar su idoneidad como materiales de construcción (Molahid et al., 2023). La caracterización implica un análisis exhaustivo de la composición mineralógica, geoquímica y estructural de los residuos, lo que permite identificar las fases minerales presentes, su estabilidad y su comportamiento en diferentes condiciones ambientales (Malaoui et al., 2023). Sin embargo, en muchos casos, la caracterización de estos materiales se limita a parámetros básicos como la densidad de pulpa, el tamaño de partícula y los análisis químicos limitados, lo que no proporciona información suficiente sobre su evolución post-deposición o sobre los riesgos asociados a su inestabilidad (Lemos et al., 2023).

Este artículo tiene como objetivo explorar el potencial de las escombreras de régimen especial en la pequeña minería metálica como fuente alternativa de materiales de construcción ecológicos. A través de un análisis de las propiedades fisicoquímicas, los desafíos de procesamiento y las tecnologías emergentes para la valorización de estos residuos, se pretende ofrecer un marco conceptual y técnico que permita una gestión más sostenible de estos materiales.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el potencial de las escombreras mineras de pequeña minería metálica como lo es Bella Rica, ubicado en la provincia del Azuay en Ecuador, como fuentes de materiales ecológicos para la industria de la construcción. La investigación se estructura en tres fases metodológicas interrelacionadas: revisión bibliográfica, trabajo de campo y laboratorio, y análisis técnico-ambiental de valorización.

Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Esta revisión abarcó estudios previos sobre la valorización de residuos mineros en aplicaciones constructivas, técnicas emergentes de reciclaje y estabilización de materiales con potencial contaminante, así como marcos regulatorios nacionales e internacionales aplicables a la reutilización de residuos en contextos productivos. La información recopilada permitió establecer una base conceptual para orientar los análisis de campo y definir los criterios de selección y evaluación de los residuos mineros con miras a su reutilización segura y eficiente.

Con base en los resultados obtenidos, se diseñaron estrategias de valorización ambientalmente responsables, que incluyeron técnicas de estabilización química de sulfuros (encapsulamiento con geopolímeros, neutralización con aditivos alcalinos) y métodos de recuperación selectiva de metales críticos mediante flotación y lixiviación diferencial. Estos procesos no solo buscan minimizar impactos negativos, sino también maximizar el aprovechamiento de elementos valiosos, promoviendo un enfoque de economía circular minera.

3. RESULTADOS

El análisis geológico y geoquímico de las escombreras del sector minero Bella Rica reveló una mineralogía diversa, compuesta por silicatos, carbonatos y sulfuros metálicos, así como elementos de interés económico. La composición química obtenida a partir de la pérdida por calcinación (LOI) y el análisis geoquímico de los elementos en las muestras analizadas se presentan en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1

Análisis de pérdida por calcinación (LOI).

Muestras	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (T) (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	MnO (%)	LOI (%)
M-01	14,1	12,55	0,07	0,05	2,11	0,977	49,31	10,6	7,71	0,185	2,65
M-03	12,63	12,93	0,1	0,2	2,18	1,191	50,18	11,09	6,33	0,184	3,15
M-06	13,89	10,8	0,07	0,07	4,16	0,845	51,31	8,67	6,89	0,18	2,63
M-07	16,47	6,03	0,11	0,16	4,2	0,569	60,08	6,11	3,19	0,114	2,27
M-10	14,47	11,75	0,08	0,26	2,82	1,000	50,36	9,9	7,77	0,188	1,73
M-13	14,12	11,88	0,08	0,06	1,9	0,994	51,04	5,67	7,46	0,248	6,48
M-15	12,79	14,11	0,07	0,09	1,77	0,895	48,62	11,71	8,34	0,199	2,05
M-16	12,19	15,44	0,07	0,04	0,48	0,903	48,99	3,78	10,11	0,216	8,34
M-18	13,41	12,13	0,11	0,11	3,67	1,223	51,69	9,42	6,44	0,207	2,1
M-19	12,78	13,9	0,12	0,06	1,02	1,465	48,05	7,35	5,58	0,151	10,37

Fuente: autoría propia.

Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>

enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Tabla 2
Análisis geoquímico de los elementos.

Elemento	M-01	M-03	M-06	M-07	M-10	M-13	M-15	M-16	M-18	M-19
Li	6,8	9,4	4,8	4,7	4,9	13,7	4,6	25,1	4,0	12,8
Rb	0,42	3,79	0,28	3,66	5,93	0,71	1,41	1,38	1,12	2,98
Cs	0,11	0,28	0,07	0,39	1,17	1,54	0,96	1,15	0,30	4,55
Be	0,26	0,30	0,23	0,59	0,24	0,23	0,22	0,21	0,34	0,39
Sr	84	75	126	242	81	61	80	14,5	100	94
Ba	12,7	9,7	25,8	118	21,7	16,0	8,2	2,8	21,8	31
Y	23,7	24,8	19,6	16,9	21,2	22,0	20,6	16,5	25,2	24,9
Lu	0,36	0,41	0,31	0,25	0,34	0,35	0,33	0,29	0,40	0,41
Zr	48	57	41	43	45	45	41	40	38	66
Hf	1,41	1,70	1,27	1,27	1,37	1,38	1,25	1,23	1,34	2,02
V	331	381	303	154	327	318	305	299	366	374
Nb	3,2	4,1	2,93	2,91	3,3	3,2	3,1	2,93	4,1	4,1
Ta	0,22	0,27	0,20	0,20	0,22	0,22	0,24	0,20	0,26	0,30
Cr	231	101	189	53	232	225	212	212	111	113
Mo	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6
W	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,54	0,63	0,83	<0,4	<0,4	<0,4
Co	43	41	37	28	38	40	39	27	45	40
Ni	102	77	96	15	103	102	97	89	83	84
Cu	122	147	61	122	94	116	22	191	207	151
Ag	0,26	0,31	0,20	0,31	0,40	0,46	0,19	0,65	0,22	0,32
Zn	80	91	76	40	93	1358	54	163	80	87
Cd	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,50	4,62	<0,2	0,34	<0,2	<0,2
Hg	0,014	0,011	0,004	0,003	0,0025	0,0185	0,003	0,006	0,002	0,148
Ga	14,6	14,6	15,4	15,6	14,4	14,2	15,3	13,8	15,1	14,9
Sn	0,51	0,58	0,45	0,36	0,58	0,53	0,59	0,77	0,56	0,61
Pb	<2	<2	<2	<2	<2	3,11	<2	<2	<2	<2
Sb	<1,6	3,5	1,12	<1,6	8,9	18,0	19,7	6,9	<1,6	3,7
La	2,84	3,4	2,51	6,4	2,58	3,1	2,69	1,98	3,43	3,5
Ce	7,0	9,0	6,4	13,6	6,9	8,1	6,9	5,3	9,0	9,5
Pr	1,14	1,43	1,01	1,93	1,11	1,27	1,08	0,83	1,41	1,52
Nd	5,7	7,4	5,2	8,6	5,8	6,4	5,6	4,3	7,2	7,8
Sm	1,93	2,48	1,74	2,16	1,99	2,15	1,87	1,50	2,44	2,58
Eu	0,75	0,93	0,79	0,71	0,82	0,84	0,95	0,53	0,96	0,89
Gd	2,80	3,33	2,49	2,47	2,74	2,98	2,63	2,05	3,37	3,43
Tb	0,54	0,64	0,46	0,44	0,53	0,55	0,50	0,41	0,64	0,65
Dy	3,6	4,3	3,14	2,73	3,5	3,7	3,4	2,76	4,3	4,3
Ho	0,82	0,94	0,71	0,60	0,79	0,81	0,77	0,62	0,94	0,97
Er	2,57	2,88	2,19	1,82	2,35	2,53	2,33	1,95	2,81	2,88
Tm	0,38	0,43	0,31	0,26	0,35	0,36	0,33	0,28	0,41	0,42
Yb	2,32	2,62	1,92	1,66	2,23	2,27	2,10	1,84	2,54	2,71

Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>
 enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Th	0,24	0,29	0,21	0,93	0,24	0,24	0,20	0,21	0,26	0,30
U	0,07	0,08	0,06	0,29	0,07	0,07	0,07	0,06	0,09	0,09

Fuente: autoría propia.

Los minerales identificados incluyen epidota, clorita, pirita, calcopirita, calcita, titanita, minerales del grupo de la cobaltita, pirrotita, digenita, esfalerita, cuarzo y oro. La distribución de estos minerales sugiere que los residuos provienen de un sistema mineralizado polimetálico. En particular, la presencia predominante de sulfuros metálicos, como pirita y calcopirita, indica un riesgo potencial de generación de drenaje ácido de mina (AMD) debido a la oxidación de estos minerales en contacto con el oxígeno y el agua. Sin embargo, la coexistencia de carbonatos, en especial la calcita, puede generar un efecto buffer, neutralizando la acidez y reduciendo el impacto ambiental de la oxidación de sulfuros en ciertos escenarios geoquímicos.

Los análisis geoquímicos revelaron concentraciones significativas de cobre, cobalto y oro, lo que refuerza la posibilidad de recuperar estos elementos mediante procesos de concentración selectiva. La presencia de esfalerita y digenita, aunque en menores proporciones, sugiere la existencia de zinc y sulfuros de cobre con potencial de aprovechamiento mediante tecnologías de separación y concentración. También, se realizaron pruebas de granulometría, estabilidad química y resistencia mecánica en las muestras representativas de las escombreras. Se identificó que la fracción silicatada, compuesta por cuarzo, epidota y clorita, posee propiedades adecuadas para su uso como agregado en concretos estructurales y en la fabricación de materiales para pavimentos. Los carbonatos, en particular la calcita, pueden actuar como agentes cementantes en mezclas estabilizadas, mejorando la resistencia mecánica de los materiales de construcción. Sin embargo, la presencia de sulfuros reactivos como pirita y pirrotita representa un riesgo en términos de estabilidad química, ya que su oxidación puede generar lixiviados ácidos que comprometan la durabilidad de los materiales fabricados a partir de estos residuos.

El estudio también evaluó la viabilidad de recuperar metales estratégicos a partir de las escombreras. Se determinó que la calcopirita y la digenita contienen cantidades considerables de cobre, lo que abre la posibilidad de aplicar procesos de flotación diferencial para su concentración. Además, la presencia de minerales del grupo de la cobaltita sugiere que el cobalto podría ser extraído y utilizado en aplicaciones industriales, como la fabricación de baterías y aleaciones especiales. La detección de oro en los residuos indica que una porción del metal valioso no ha sido recuperada en el proceso de beneficio primario, lo que justificaría la implementación de tecnologías de recuperación como lixiviación selectiva o concentración gravitacional.

Se identificaron riesgos ambientales derivados de la presencia de sulfuros metálicos reactivos, los cuales pueden inducir la formación de drenaje ácido de mina (AMD) en condiciones de exposición prolongada a la intemperie. Asimismo, el contenido de metales pesados en los residuos sugiere que, sin un tratamiento

Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

adecuado, podrían generarse procesos de movilización de contaminantes hacia los ecosistemas circundantes.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la caracterización de las escombreras mineras de Bella Rica sugieren que estos residuos tienen un potencial significativo para su reutilización en la industria de la construcción y la recuperación de metales estratégicos (Cordero et al., 2022). Sin embargo, la viabilidad de su aprovechamiento depende de varios factores, incluidos los riesgos ambientales asociados y la necesidad de procesos de tratamiento adecuados para asegurar que los residuos sean transformados en productos útiles sin causar daño al medio ambiente (McConnell et al., 2024).

Los residuos de las escombreras, particularmente los que contienen silicatos y carbonatos, tienen un potencial considerable para ser utilizados como agregados en la producción de concreto estructural y materiales de pavimentación (Díaz et al., 2019). Los silicatos presentes en los residuos, como el cuarzo, epidota y clorita, tienen propiedades mecánicas favorables, que los hacen aptos para la fabricación de concretos de alta resistencia y los carbonatos, especialmente la calcita, no solo pueden mejorar las propiedades mecánicas de los productos, sino que también pueden actuar como agentes cementantes, lo que los hace atractivos para la producción de materiales de construcción ecológicos (Cadena et al., 2021). Sin embargo, el reto principal radica en la presencia de sulfuros reactivos que pueden generar drenaje ácido y contaminar el medio ambiente. Para mitigar este riesgo, es necesario pretratar los residuos antes de su utilización. Algunas posibles estrategias de tratamiento incluyen la encapsulación de sulfuros mediante mezclas cementantes con alto pH, que neutralicen los ácidos generados por la oxidación de los sulfuros, mezclas estabilizadas con aditivos como cal o silicatos reactivos para neutralizar la acidez y prevenir la liberación de metales pesados y tratamientos térmicos o químicos para pasivar los sulfuros y evitar su interacción con el agua y el aire (Parviainen et al., 2025). Estos tratamientos permitirían garantizar la estabilidad química de los materiales a largo plazo, evitando que los residuos mineros se conviertan en una fuente de contaminación.

La presencia de cobre, cobalto y oro en los residuos mineros sugiere que estas escombreras podrían ser una fuente valiosa de metales estratégicos. Estos metales son cruciales para varias industrias, como la tecnología, la energía renovable y la electrónica. El cobre puede ser recuperado eficazmente mediante procesos como la flotación diferencial o la lixiviación ácida, y el cobalto mediante lixiviación selectiva, un proceso que ya se utiliza en la minería de metales preciosos (Estay & Díaz, 2019). Por otro lado, el oro, que se encuentra en menor concentración, podría ser recuperado mediante técnicas no convencionales como la concentración gravitacional o la lixiviación con cianuro de bajo impacto, que tienen un menor impacto ambiental en comparación con las prácticas tradicionales de minería (Parbhakar & Baumgartner, 2023). Por ende, el aprovechamiento de estos metales estratégicos también permitiría fomentar una minería más sostenible, Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88.

al reducir la necesidad de extraer metales de yacimientos primarios y aprovechar los recursos ya presentes en los residuos.

A pesar de las oportunidades que ofrecen las escombreras mineras, los riesgos ambientales asociados son significativos (Cisternas, 2022). El principal riesgo es la generación de drenaje ácido de mina (AMD), que puede liberar metales pesados en el ambiente y comprometer la calidad del agua en la región (Parbhakar & Baumgartner, 2023). Para mitigar estos riesgos, es fundamental implementar estrategias de tratamiento y estabilización antes de utilizar estos residuos en la construcción. Las estrategias más efectivas incluyen la clasificación selectiva de los residuos, separando las fracciones más ricas en sulfuros para su tratamiento específico, la encapsulación de sulfuros en matrices que impidan su exposición a la atmósfera, como mezclas cementantes y el monitoreo ambiental constante para evaluar la calidad del agua y el suelo circundante, asegurando que no haya contaminación derivada de la oxidación de los residuos. Estas estrategias permitirán que los residuos de las escombreras sean reutilizados de manera segura y sostenible, minimizando los impactos negativos en el medio ambiente.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

La valorización de escombreras mineras de pequeña minería metálica como fuentes de materiales de construcción ecológicos y recuperación de metales estratégicos representa una oportunidad para promover un modelo de economía circular en la minería. Mediante el uso de tecnologías avanzadas de tratamiento y recuperación, es posible reducir el impacto ambiental de estas escombreras, mientras se generan recursos valiosos para la industria de la construcción, fomentando la sostenibilidad en ambas áreas.

El éxito de la valorización de residuos mineros depende de la mejora de las tecnologías de tratamiento, especialmente en la recuperación de metales y la estabilización de residuos que contienen sulfuros y metales pesados. Invertir en la investigación y el desarrollo de procesos más eficientes permitirá transformar estos residuos en materiales de construcción seguros y rentables, contribuyendo al avance de la minería sostenible y la reducción de riesgos ambientales asociados.

La creación de marcos regulatorios adaptados a las particularidades de la pequeña minería es esencial para fomentar la valorización de residuos mineros en la construcción ecológica y la recuperación de metales. Además, la colaboración activa entre el sector público y privado es fundamental para impulsar la adopción de prácticas innovadoras, garantizando la viabilidad económica y la protección ambiental en estos proyectos. Una regulación eficiente y flexible puede potenciar el aprovechamiento de las escombreras como una fuente sostenible de recursos.

La implementación exitosa de proyectos de valorización de escombreras mineras ofrece un potencial no solo para la regeneración ambiental, sino también para la creación de oportunidades económicas en las comunidades locales. A través de la mejora de las prácticas mineras y la generación de productos

Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

ecológicos para la construcción, se puede contribuir al desarrollo económico regional, generando empleo y mejorando las condiciones de vida en áreas tradicionalmente dependientes de la minería.

6. REFERENCIAS

- Arias, S., Córdova, J., & Gómez, M. (2021). Alternativas de aprovechamiento de residuos de la industria minera de El Bajo Cauca Antioqueño en el sector de la construcción. *Revista EIA*, 18(36), 1-12. <https://doi.org/10.24050/reia>
- Bruguera, N., Gallardo, D., & Díaz, J. (2020). Los pasivos ambientales: el cambio de paradigma conceptual desde el contexto de Cuba. *Avances*, 22(3), 469-490.
- Cadena, L., Frías, M., Medina, C., & Sánchez, M. (2021). *Aprovechamiento de los residuos procedentes de la minería del carbón como puzolanas para la fabricación de nuevos eco-cementos* (Vol. 1, pp. 25-52).
- Cisternas, L. (2022). *Economía circular en procesos mineros* (Vol. 1). RIL.
- Cordero, C., Marchevsky, N., Chiacchiarini, P., & Giaveno, M. (2022). Caracterización física, química y mineralógica de un antiguo relave, en busca de alternativas de reutilización. *Minería y Geología*, 38(1), 70-82.
- Díaz, M., Ortega, F., & Martínez, G. (2019). Economía circular de los residuos mineros no estructurales: de residuo a recurso. *International Congress on Project Management and Engineering*, 1(23), 1144-1155.
- Escobar, I., Villalobos, M., Pi, T., Romero, F., & Carrillo, J. (2019). Identification of jarosite and other major mineral Fe phases in acidic environments affected by mining-metallurgy using X-ray Absorption Spectroscopy: With special emphasis on the August 2014 Cananea acid spill. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 36(2), 229-249. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57265251007>
- Estay, H., & Díaz, F. (2019). *Estudio de un proceso de recuperación de de covalto desde relaves de cobre* (Vol. 1).
- Guzmán, F., Arranz, J., Smoll, L., Collahuazo, L., Calderón, E., & Otero, O. (2020). *Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas*.
- Hakim, A., Sunjaya, D., Hawu, A., Indriati, T., & Hidayat, T. (2023). Critical raw materials associated with the lateritic bauxite and red mud in West Kalimantan, Indonesia. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 23(3). <https://doi.org/10.1144/geochem2022-064>
- Hamraoui, L., Bergani, A., Ettoumi, M., Aboulaich, A., Taha, Y., Khalil, A., Neculita, C., & Benzaazoua, M. (2024). Towards a circular economy in the mining industry: Possible solutions for water recovery through advanced mineral tailings dewatering. *Minerals*, 14(3), 319-339. <https://doi.org/10.3390/min14030319>
- Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

- Kulczycka, J., Dziobek, E., & Szmityk, A. (2020). Challenges in the management of data on extractive waste: the Polish case. *Mineral Economics*, 33, 341-347. <https://doi.org/10.1007/s13563-019-00203-5/Published>
- Lemos, M., Valente, T., Reis, P., Fonseca, R., Pantaleão, J., Guabiroba, F., Filho, J., Magalhães, M., Afonseca, B., Silva, A., & Delbem, I. (2023). Geochemistry and mineralogy of auriferous tailings deposits and their potential for reuse in Nova Lima Region, Brazil. *Scientific Reports*, 13(1), 1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31133-6>
- LLaccho, P., Rivera, X., & Marin, M. (2023). Analysis of recovery strategies for construction and demolition waste in the last 10 years: a review of the scientific literature. *International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 1, 17-21. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.530>
- Londoño, J., Parra, R., Ramirez, M., & Mujica, S. (2023). Viabilidad técnico-económica de la reutilización de residuos estériles mineros del municipio de Marmato - Caldas. *Grindda*, 3(2021), 3-22.
- Makhathini, T., Bwapwa, J., & Mtsweni, S. (2023). Various options for mining and metallurgical waste in the circular economy: A review. In *Sustainability* (Vol. 15, Issue 3, pp. 1-21). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su15032518>
- Malaoui, R., Harkati, E. H., Soltani, M., Djellali, A., Soukeur, A., & Kechiched, R. (2023). Geotechnical characterization of phosphate mining waste materials for use in pavement construction. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 13(1), 10005-10013. <https://doi.org/10.48084/etasr.5493>
- McConnell, J., Chellman, N., Wensman, S., Plach, A., Stanish, C., Santibáñez, P., Brugger, S., Eckhardt, S., Freitag, J., Kipfstuhl, S., & Stohl, A. (2024). Hemispheric-scale heavy metal pollution from South American and Australian mining and metallurgy during the Common Era. *Science of The Total Environment*, 9(12), 16-31. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169431>
- Molahid, V., Kusin, F., & Syed, S. (2023). Mineralogical and chemical characterization of mining waste and utilization for carbon sequestration through mineral carbonation. *Environmental Geochemistry and Health*, 45(7), 4439-4460. <https://doi.org/10.1007/s10653-023-01513-y>
- Olivares, C., & Arias, M. (2024). Hacia una minería sostenible en San Juan: Desafíos, prácticas y oportunidades. *Revista Del Instituto de Desarrollo Sostenible*, 1(12), 1-12. <https://orcid.org/0009-0004-7343>
- Pada, B. (2023). Valorization of Iron Ore Tailing (IOT) waste through the circular economy concept: A sustainable solution towards mitigation of resource crisis and climate change. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 5(2), 309-316.
- Bravo Aillón, J., Macías Castro, M. y Bravo Macías, D. (2025). Escombreras mineras de régimen especial de pequeña minería metálica: un nuevo horizonte para materiales de construcción ecológico. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 77-88. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/187>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

- Parbhakar, A., & Baumgartner, R. (2023). Action versus reaction: How geometallurgy can improve mine waste management across the life-of-mine. *Elements*, 19(6), 371-376. <https://doi.org/10.2138/gselements.19.6.371>
- Parviainen, A., Beisner, K., Blake, J., O'Sullivan, E. M., Miller, C., & Rosca, C. (2025). Geochemical processes related to mined, milled or natural metal deposits in a rapidly changing global environment. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 25(1), 62-68. <https://doi.org/10.1144/geochem2024-062>
- Pirraglia, L. (2024). *Reciclado de minerales y economía circular: un enfoque preliminar* (Vol. 1).

ANÁLISIS DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-SOLAR PARA ABASTECER LA DEMANDA DE LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL

Francisco Javier Jaya Saragosin

fjjayas@istx.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8238-507X>

Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Marco Antonio Caisa Yupangui

caisa601@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7143-5719>

Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Juan Carlos Basantes Tisalema

jcbasantest@istx.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3301-4954>

Instituto Superior Universitario Cotopaxi - Ecuador

Recibido: 15/11/24

Aceptado: 15/12/24

Publicado: 01/01/25

RESUMEN

La ausencia de fuentes de energía renovable en el laboratorio de control industrial del Instituto Superior Universitario Cotopaxi genera altos costos operativos por la dependencia de la red eléctrica convencional, cuyos precios son variables e inciertos. Esta situación afecta económicamente a la institución y expone al laboratorio a posibles interrupciones del suministro eléctrico, comprometiendo la continuidad de prácticas estudiantiles. Además, el uso de generadores a combustión incrementa las emisiones contaminantes, afectando negativamente al medio ambiente y debilitando el rol institucional como modelo de sostenibilidad. Con base en un estudio técnico de condiciones locales, se analizaron los recursos renovables, energía solar-eólica. Los datos registrados indican una irradiación solar de 131 y 321,47 W/m² con una frecuencia solar promedio de 6 horas diarias, frente a velocidades de viento entre 1,75 y 4,32 m/s. En función de este análisis, se seleccionó un sistema fotovoltaico por su mayor viabilidad técnica y económica. El diseño incluye un inversor de 2500W para una carga estimada de 1840 W, respaldado por 4 paneles monocristalinos de 575W en paralelo, 2 baterías de 150Ah y un controlador de carga de 80A. Este sistema será controlado manualmente, fortaleciendo la eficiencia y sostenibilidad del laboratorio de control industrial.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, operaciones energéticas, suministro eléctrico.

ANALYSIS OF A WIND-SOLAR HYBRID SYSTEM TO SUPPLY THE DEMAND OF AN INDUSTRIAL CONTROL LABORATORY ABSTRACT

The absence of renewable energy sources in the industrial control laboratory of the Cotopaxi Higher University Institute generates high operating costs due to dependence on the conventional electricity grid, whose prices are variable and uncertain. This situation affects the institution economically and exposes the laboratory to possible interruptions in the electricity supply, compromising the continuity of student internships. In addition, the use of combustion generators increases polluting emissions, negatively affecting the environment and weakening the institutional role as a model of sustainability. Based on a technical study of local conditions, renewable resources, solar-wind energy, were analyzed. The data recorded indicate a solar irradiance of 131 and 321.47 W/m² with an average solar frequency of 6 hours per day, compared to wind speeds between 1.75 and 4.32 m/s. Based on this analysis, a photovoltaic system was selected for its greater technical and economic feasibility. The design includes a 2500W inverter for an estimated load of 1840W, supported by 4 x 575W monocrystalline panels in parallel, 2 x 150Ah batteries and an 80A charge controller. This system will be controlled manually, strengthening the efficiency and sustainability of the industrial control laboratory.

KEY WORDS: sustainability, energy operations, electricity supply.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este estudio surge ante la preocupación de la sostenibilidad y la crisis energética que enfrenta el Ecuador, donde los racionamientos de electricidad han evidenciado el requerimiento de optar por fuentes de energía renovable como una solución viable. La dependencia del suministro eléctrico tradicional afecta significativamente a las actividades que se desempeña en el laboratorio de control industrial del Instituto Superior Universitario Cotopaxi, impidiendo el desarrollo de prácticas académicas, ocasionando pérdidas en el conocimiento de los estudiantes. La implementación de un sistema fotovoltaico o eólico permitirá garantizar un suministro energético estable, reduciendo las interrupciones y mejorando la eficiencia operativa del laboratorio.

Este análisis no solo busca ofrecer una solución a la problemática actual, sino también posicionar la institución como un referente en la adopción de estrategias sostenibles, promoviendo el uso de energías limpias en el ámbito educativo. La presente investigación propone la evaluación de un sistema híbrido solar-eólico y basándonos en el sistema de generación como alternativa eficiente, económica y sostenible, maximizando su rendimiento y demostrando la viabilidad de estos sistemas como una matriz a la futura implementación del sistema favorable.

2. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en el laboratorio de control industrial del Instituto Superior Universitario Cotopaxi, situado en la parroquia de Tanicuchi, Ecuador. Para el análisis, se hizo un muestreo de datos técnicos obtenidos del centro meteorológico del instituto, con la recolección de datos, tabulación y análisis de datos obtenida, complementada con datos de irradiación, viento y sus derribados para evaluar la viabilidad de un sistema eficiente.

Así se determina que el sistema fotovoltaico es más factible para abastecer la demanda; incluyendo mediciones de consumo de energía eléctrica del laboratorio de control industrial, se utilizarán los recursos más favorables como un analizador de redes, un censo de carga en el laboratorio para su respectivo dimensionamiento del sistema.

Los recursos del centro meteorológico del Instituto Superior Universitario Cotopaxi, ayudaron para este caso de estudio. Por medio del software Rainwise se obtuvo datos de velocidad del viento y sus derribados e irradiación solar. Con la recolección de datos del año 2022 se procede a migrar información del software rainwise. Esta recolección de datos considera los factores más importantes para la generación de energía eólica y energía fotovoltaica.

Tabla 1

Migración de datos generales de software Rainwise del año 2022.

Tiempo	Año	Mes	Velocidad del viento [km/h]	Irradiación solar [w/m ²]
29/1/2022 7:00	2022	Enero	5.3	93
1/2/2022 12:00	2022	Febrero	10.2	719
2/3/2022 7:00	2022	Marzo	2.4	99
2/4/2022 11:00	2022	Abril	6.3	704
1/5/2022 2:00	2022	Mayo	7.5	0
1/6/2022 15:00	2022	Junio	10.3	456
1/7/2022 7:00	2022	Julio	0.7	88
1/8/2022 7:00	2022	Agosto	2.4	90
29/9/2022 7:00	2022	Septiembre	5.4	87
30/10/2022 0:00	2022	Octubre	4.2	0
8/11/2022 14:00	2022	Noviembre	11.1	1100
1/12/2022 11:00	2022	Diciembre	5.8	906

Fuente: autoría propia.

Tabulación de datos. Para la tabulación y análisis se filtraron los datos más relevantes del año 2022 del centro meteorológico de la institución. Posteriormente, se genera una hoja de Excel general, con todos los datos a utilizar para facilitar la tabulación con los datos de irradiación solar, velocidad, del viento y sus derivados.

Tabla 2

Tabulación de datos específicos de año 2022.

Meses del 2022	Velocidad máxima del viento [km/h]	Velocidad mínima del viento [km/h]	Velocidad media del viento [km/h]	Dirección del viento [°]	Irradiancia solar máxima [w/m ²]	Irradiancia solar media [w/m ²]
Enero	5,3	0.0	3.9	157	1120	132
Febrero	5	0.0	4.8	337	1172	147
Marzo	4,8	0.0	3.7	225	1182	127
Abril	4	0.0	2.0	177	1125	124
Mayo	5,2	0.0	3.7	243	1090	132
Junio	5,2	0.0	4.4	157	970	130
Julio	4,2	0.0	5.7	222	1002	137
Agosto	5,5	0.0	4.8	350	1037	130
Septiembre	5	0.0	5.2	7	1101	134
Octubre	0,9	0.0	6.3	292	1148	131
Noviembre	2,1	0.0	6.6	45	1080	146
Diciembre	5,6	0.0	3.2	180	1049	133

Fuente: autoría propia.

De acuerdo a la Tabla 2, se determina los valores de irradiación solar y velocidad del viento con sus derivados por cada mes, obteniendo los valores máximos y medios de cada factor a medir y así determinar cuál es el sistema más favorable para el desarrollo de este estudio.

El levantamiento de datos consiste en recopilar información sobre los equipos eléctricos, horarios de uso y configuración del laboratorio. La Tabla 3 incluye nombre, cantidad, potencia de los equipos y carga instalada, necesaria para identificar las cargas eléctricas del laboratorio, permitiendo determinar la demanda a instalar.

Tabla 3

Levantamientos de cargas existentes en el laboratorio de control industrial.

Levantamiento de cargas existentes				
Item	Equipos	Cant	Pn [w]	Ci [w]
1	Motor trifásico	4	100	400
2	Motor trifásico	1	745,6	746
3	Motor trifásico	1	372,8	373
4	Motor trifásico	1	277	277
5	Motor trifásico	1	544,9	545
6	Iluminación Laboratorio	6	60	360
7	Televisión	1	450	450
8	Video vigilancia	1	7	7
9	Router	1	10	10
10	Hmi	6	6,8	41
11	Plc	6	50	300
12	As	6	32	192
13	Logo	6	38	228
14	Vdf	6	50	300

Fuente: autoría propia.

El protocolo con el analizador de redes es fundamental para la obtención de datos precisos sobre el comportamiento eléctrico del laboratorio. Este proceso abarca la selección estratégica de puntos de medición en el tablero principal, la instalación del equipo conforme a las especificaciones del fabricante y con las medidas de seguridad. Además, incluye el registro de parámetros eléctricos como voltaje, corriente y potencia, la ejecución de mediciones continuas durante un período representativo de una semana y el análisis de los datos mediante el software Metrel PowerView 3. Este análisis permite determinar la demanda máxima, el perfil de carga y posibles problemas de calidad de energía.

3. RESULTADOS

Análisis de la demanda requerida del laboratorio de control industrial

La demanda requerida para el laboratorio es importante para el dimensionamiento del sistema eléctrico del laboratorio y asegurar un suministro eficiente. Se analizan los parámetros eléctricos con un analizador de redes y se lleva a cabo un censo de carga. Con esta información, se estima la demanda total y se determina la capacidad del sistema renovable a futura implementación.

Tabla 4

Registro de medidas con el analizador de redes.

Registro de mediciones de voltaje, corriente y potencias			
U. Medición	L1	L2	L3
Tensión [V]	124,62	125,83	125,27
Corriente [A]	0,58	0,27	0,43
Potencia [P]	72,28	33,97	53,86

Fuente: autoría propia.

La corriente es mínima en el laboratorio, porque no está al 100% operable, por motivos de cortes de energía por lo cual se realiza un censo de carga. El censo de carga implica identificar y clasificar cargas eléctricas en el laboratorio, para la demanda instalada y planificar futuras expansiones como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5

Censo de carga del laboratorio de control industrial.

Censo de carga del laboratorio de control industrial.								
Item	Equipos	Cant	Pn [w]	Ci [w]	Ffun [%]	Cir [w]	Fsn [%]	Dmu [w]
1	Motor trifásico	4	100	400	100%	80	75%	28
2	Motor trifásico	1	745,6	746	20%	149	35%	52
3	Motor trifásico	1	372,8	373	20%	75	35%	26
4	Motor trifásico	1	277	277	20%	55	35%	19
5	Motor trifásico	1	544,9	545	50%	272	80%	218
6	Iluminación laboratorio	6	60	360	80%	288	100%	288
7	Televisión	1	450	450	25%	113	25%	28
8	Video vigilancia	1	7	7	100%	7	100%	7
9	Router	1	10	10	100%	10	100%	10
10	HMI	6	6,8	41	35%	14	50%	7
11	PLC	6	50	300	50%	150	50%	75
12	AS	6	32	192	50%	96	50%	48
13	LOGO	6	38	228	5%	11	50%	6
14	VDF	6	50	300	50%	150	50%	75

Jaya Saragosin, F., Caisa Yupangui, M. y Basantes Tisalema, J. (2025). Análisis de un sistema híbrido eólico-solar para abastecer la demanda de laboratorio de control industrial.

Revista Cotopaxi Tech, 5(1), 89-105. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/177>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

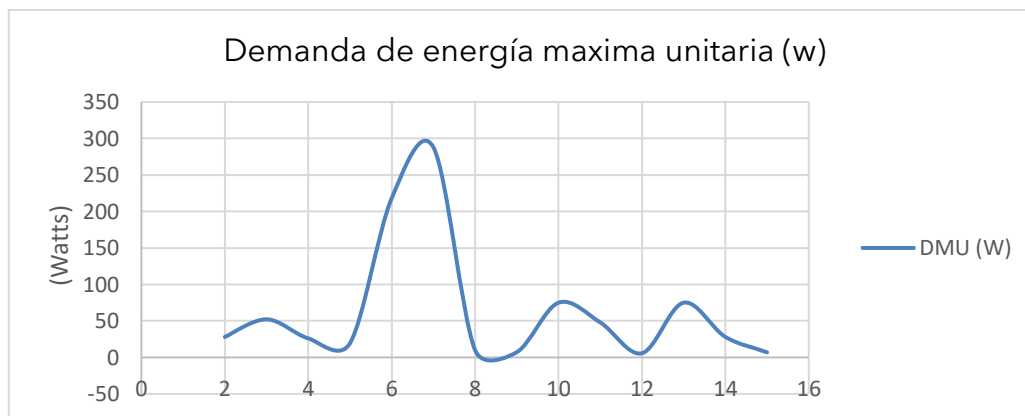
Totales			1471w	888w
Resultados: de acuerdo a lo calculado realizado se ha determinado una demanda de 0,96KVA de la demanda requerida para su funcionamiento del laboratorio y considerando a cargas futuras la demanda de 1,5KVA.				
Factor de potencia=	0,92	Factor de	= $\frac{d m u}{C I R}$ =	$\frac{888}{1471}$ 0,60
De la carga fp		Demanda fdm		
		DMU (kva)	=	0,96
N. Usuarios:	1			
Fd =	1			
DD (kva) =	0,96			
Nota: (1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.				

Fuente: autoría propia.

En la Figura 1 se observa la curva de demanda energética máxima en el laboratorio de control industrial.

Figura 1

Demanda de energía máxima unitaria.



Fuente: autoría propia.

Análisis de sistema eólico

Con la tabulación presentada se puede determinar la velocidad del viento, factor principal para la generación de energía eólica. Para ello, se determina la zona en donde está ubicada la institución (zona alta por el hecho de estar en una altura considera de 2850 msnm), pero con el gran desafío de enfrentar turbulencia de viento, factor que afecta a la generación eólica por tener corrientes de viento muy fuerte que afectará a la estructura del aerogenerador con direcciones de vientos muy variables. Esto conlleva choques de corrientes de viento que son puntos desfavorables para el sistema.

Tabla 6

Tabulario de datos del viento para análisis de aerogenerador.

Meses del año 2022	Análisis de valores máximos y mínimos de velocidad del viento extraídos de la estación meteorológica.	
	Valores media [m/s]	
Enero	2,19	
Febrero	2,44	
Marzo	1,86	
Abril	1,94	
Mayo	2,69	
Junio	2,33	
Julio	3,53	
Agosto	3	
Septiembre	2,83	
Octubre	1,75	
Noviembre	1,83	
Diciembre	2	

Fuente: autoría propia.

De acuerdo a la tabulación, con los datos se puede realizar los respectivos cálculos utilizando la regla de Sturges, para la obtención de la frecuencia absoluta de la velocidad del viento que será el valor absoluto.

Fórmula de regla de Sturges (ayuda con la cantidad de intervalos).

$$K = 1 + 3,3 * \log (N)$$

$$K = 1 + 3,3 * \log (24)$$

$$K = 5,55$$

$$K = 6 \text{ intervalo}$$

Fórmula de rango de conjuntos (se utiliza el pico más alto y el más bajo).

$$R = Vmax - Vmin$$

$$R = 57,6 - 6$$

$$R = 51,3 \text{ rango}$$

Fórmula de amplitud de cada intervalo (ayuda a saber el rango de cada intervalo).

$$A = \frac{R}{K}$$

$$A = \frac{51,3}{5,55}$$

$$A = 9,23 \text{ amplitud intervalo}$$

Una vez realizados los cálculos, se puede determinar con qué frecuencia fluctúa el viento en el sector. Bajo ese valor, se realizan los cálculos de dimensionamiento, al ser eficiente el sistema como se muestra en la tabla 7.

Jaya Saragosin, F., Caisa Yupangui, M. y Basantes Tisalema, J. (2025). Análisis de un sistema híbrido eólico-solar para abastecer la demanda de laboratorio de control industrial.

Revista Cotopaxi Tech, 5(1), 89-105. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/177>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Tabla 7

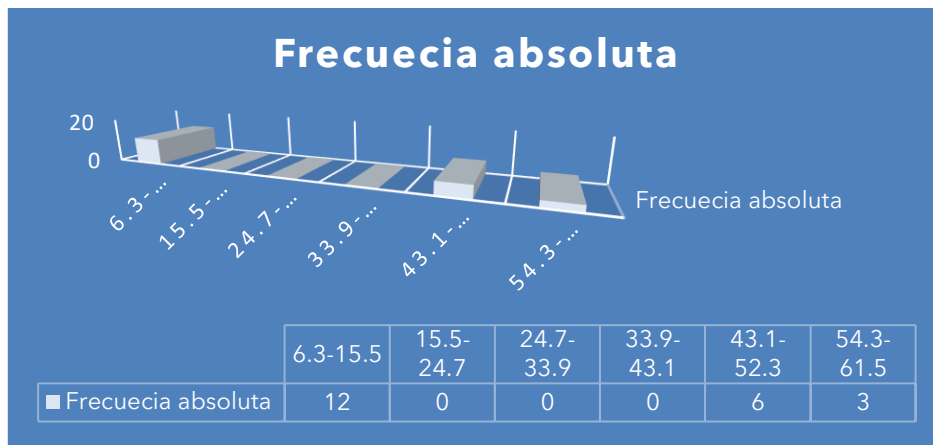
Tabulación de intervalos de la velocidad del viento con su porcentaje.

Intervalo de frecuencia		Frecuencia	Porcentaje de frecuencia
[m/s]	[m/s]		
1,75	+ 9,2	12	57%
4,31	+ 9,2	0	0%
6,89	+ 9,2	0	0%
4,44	+ 9,2	0	0%
3,00	+ 9,2	6	29%
3,58	+ 9,2	3	14%
Total		21,00	100%

Fuente: autoría propia.

Figura 2

Estadísticas de frecuencia del viento.



Fuente: autoría propia.

Análisis de sistema fotovoltaico

El análisis de la irradiación solar indica que los paneles fotovoltaicos pueden operar eficientemente durante 6 horas diarias. La institución se encuentra en la región de la cordillera, a una altitud aproximada de 2508 msnm, lo que favorece una mayor captación de radiación solar, incluso en días nublados. Según el Plan Maestro de Electricidad de CELEC, las condiciones geográficas prestan para la generación fotovoltaica sea una alternativa altamente eficiente como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Análisis de datos de irradiación solar para sistema fotovoltaico.

Meses del año 2022	Análisis de valores máximos y mínimos de irradiación del sol extraídos de la estación meteorológica	
	Valores máximos [W/m ²]	Valores mínimos [W/m ²]
Enero	1120	132
Febrero	1172	147
Marzo	1182	127
Abril	1125	124
Mayo	1090	132
Junio	970	130
Julio	1002	137
Agosto	1037	130
Septiembre	1101	134
Octubre	1148	131
Noviembre	1080	146
Diciembre	1049	133

Fuente: autoría propia.

De acuerdo a la tabulación realizada, se ejecutan cálculos utilizando la fórmula de regla de Sturges. Se obtiene la frecuencia absoluta de la irradiación que será con el valor que trabajará el sistema fotovoltaico más favorable para el abastecimiento de laboratorio.

Fórmula de regla de Sturges (ayuda con la cantidad de intervalos).

$$K = 1 + 3,3 * \log (N)$$

$$K = 1 + 3,3 * \log (24)$$

$$K = 5,55$$

$$K = 6 \text{ intervalo}$$

Fórmula de rango de conjuntos (se utiliza el pico más alto y el más bajo).

$$R = V_{\max} - V_{\min}$$

$$R = 1182 - 124$$

$$R = 1058 \text{ rango. interv}$$

Fórmula de amplitud de cada intervalo (ayuda a saber el rango de cada intervalo).

$$A = \frac{R}{K}$$

$$A = \frac{1058}{5,55}$$

$$A = 190,5 \text{ amplitud intervalos}$$

Una vez realizados los cálculos, se puede determinar qué frecuencia se tiene la irradiación en el sector. Bajo ese valor poder realizar la tabulación favorable del sistema solar.

Tabla 9

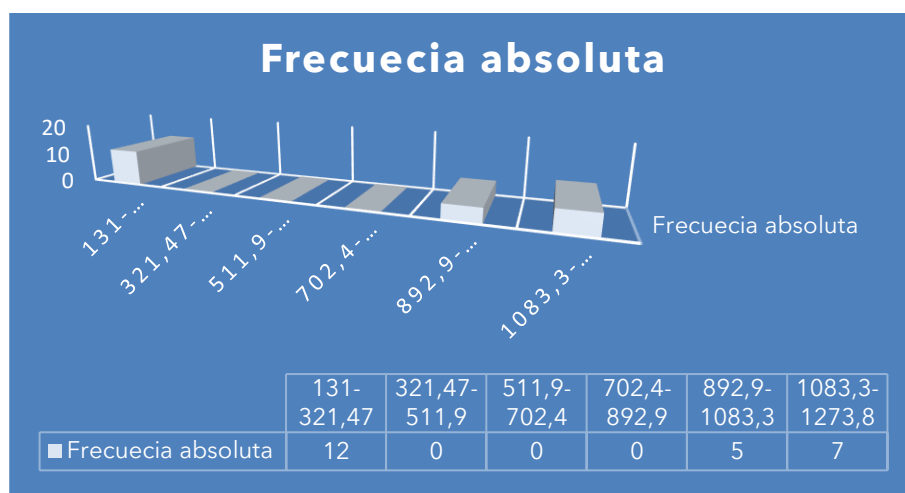
Tabulación de intervalos de irradiación solar con sus porcentajes.

[w/m ²]	Intervalo de frecuencia [w/m ²]	Frecuencia	Porcentaje de frecuencia	
131	+ 190,5	321,47	12	50%
321,5	+ 190,5	511,9	0	0%
511,9	+ 190,5	702,4	0	0%
702,4	+ 190,5	892,9	0	0%
892,9	+ 190,5	1083,3	5	21%
1083,3	+ 190,5	1273,8	7	29%
		Total	24,00	100%

Fuente: autoría propia.

Figura 3

Estadísticas de frecuencia de irradiación solar.



Fuente: autoría propia.

Selección de sistema eficiente para abastecer demanda de energía

El sistema más eficiente en esta ubicación geográfica, es el sistema fotovoltaico. De acuerdo a la eficiencia del sistema y la demanda del laboratorio se requiere generar 1.5KVA para el abastecimiento de la demanda requerida.

$$P=S(kVA)\times 1000\times FP$$

$$P=1,5\times 1000\times 0,92$$

$$P=1380W$$

El análisis del sistema fotovoltaico, basado en la tabulación de datos del año 2022, indica que la irradiación solar permite una generación efectiva durante 6 horas diarias. Se observó que en ciertos meses la radiación solar está disponible desde las 06:00 hasta las 18:00, asegurando la viabilidad del sistema para satisfacer la demanda energética del laboratorio de control industrial. Para ello, es fundamental un dimensionamiento adecuado de los paneles solares, considerando una demanda de 1380 W.

El cálculo se determina una pérdida de 25% de energía generada, debido a equipos electrónicos con un consumo de 1380W en el laboratorio, es decir, por las pérdidas se debe elevar su demanda a 1840W.

$$E. requerida = \frac{\text{Consumo diaria } W}{\text{Factor de pérdida}}$$

$$E. requerida = \frac{1380 \text{ W}}{0.75}$$

$$E. requerida = 1840 \text{ Wh}$$

Para el cálculo de baterías se trabajó con la demanda requerida por el laboratorio (1840wh) y con una autonomía estimada de baterías de 1d/h, con una eficiencia de inversor de 90% su factor de descarga de 80% y con una eficiencia de 0,8. Para el dimensionamiento, se usaron baterías de litio de 150Ah de 12AC.

Dimensionamiento de banco de baterías.

$$C = \frac{\frac{\text{Consumo AC}}{\text{Eficiencia de inversor}}}{V_{cc}}$$

$$C = \frac{1840 \left(\frac{\text{wh}}{\text{día}}\right)}{0,9}$$

$$C = \frac{12 \text{ V}}{12 \text{ V}}$$

$$C = 170,37 \left(\frac{\text{Ah}}{\text{día}}\right)$$

Corrientes pico requerido por el sistema.

$$I_{pico} = \frac{\text{Dimensionamiento de batería}}{\text{HSE} * \text{Eficiencia de batería}}$$

$$I_{pico} = \frac{170,37 \left(\frac{\text{Ah}}{\text{día}}\right)}{6 \text{ (h)} * 0,8}$$

$$I_{pico} = 35,49 \text{ A}$$

Factor de descarga de baterías.

$$\text{Factor de descarga} = \frac{\text{Autonimi. } b \text{ (Ah)}}{\text{Factor de descarga máxima}}$$

$$\text{Factor de descarga} = \frac{170,37 \text{ (Ah)}}{0.8}$$

$$\text{Factor de descarga} = 212,96 \text{ Ah}$$

Número de baterías.

$$\begin{aligned} \text{Número. } b &= \frac{\text{Factor de descarga}}{\text{Batería común en el mercado}} \\ \text{Número. } b &= \frac{212,96 \text{ Ah}}{150 \text{ Ah}} \\ \text{Número. } b &= 1,42 \\ \text{Número. } b &= 2 \end{aligned}$$

Se determinó la cantidad de baterías, aproximando a 2 con una conexión en paralelo.

El dimensionamiento de los paneles se realizó con base en la demanda energética de 1840Wh, considerando posibles incrementos de carga futuras. Para esto, se seleccionan módulos fotovoltaicos de 575W, con una corriente máxima potencia (Imp) de 14,83 A, asegurando que la generación se ajuste a la demanda.

$$\begin{aligned} \text{Número de paneles} &= \frac{I_{\text{pico}} (A)}{I_{\text{mp}} (A)} \\ \text{Número de paneles} &= \frac{35.49 \text{ A}}{14.83 \text{ A}} \\ \text{Número de paneles} &= 2,39 \\ \text{Número de paneles} &= 3 \end{aligned}$$

En el cálculo se determinó que se tomará en cuenta 4 paneles solares de 575W, con una conexión en paralelo, en el cálculo se utiliza el Ipico de la batería y la Imp del panel solar.

En cálculo de controlador de carga se tendrá un factor de seguridad de 1.25, que no ayuda a su dimensionamiento.

$$I_{\text{pico controlador. } C} = I_{\text{sc}} \times N. \text{ panls} \times \text{Factor de seguridad}$$

$$I_{\text{pico controlador. } C} = 15,90 \times 4 \times 1,25$$

$$I_{\text{pico controlador. } C} = 79.05$$

En este cálculo realizado se determinará el inversor (senoidal pura) que suministrará la potencia requerida por el laboratorio, inicialmente con los 1380w de demanda calculada, con un cálculo de sobredimensión 25% para cargas futuras.

$$P_{\text{inversor}} = P_{\text{total}} \times 1.25$$

$$P_{\text{inversor}} = 1380 \times 1.25$$

$$P_{\text{inversor}} = 1725 \text{ W.}$$

En este contexto, la consideración de protecciones es esencial para garantizar la seguridad y continuidad operativa del sistema. Para ello, se ha considerado el amperaje del controlador como referencia, cuyo valor calculado es

de 79.05 A, seleccionándose un dispositivo de protección comercial de 80 A para asegurar la estabilidad y seguridad del sistema ante posibles fallas.

En este estudio, se ha determinado todos los equipos, bajo los respectivos cálculos en donde se obtuvo características de cada elemento requerido para el sistema a implementar.

Tabla 10

Equipos requeridos para SFV.

Equipos requeridos para sistema fotovoltaico			
Ítem	Equipo	Cantidad	Características técnicas
1	Paneles solares monocristalinos	4	575 Wp-12V
2	Batería de litio	2	150Ah-12V-6000ciclos
3	Inversor senoidal	1	2000W-60Hz-12V-0,91Fp-120V/240V
4	Selector manual	1	80A-220V-60Hz
5	Controlador de carga	1	80A-220V-60Hz
6	Protecciones de sistema	1	80A-220V-60Hz

Fuente: autoría propia.

Para la planificación de la futura implementación, se debe considerar la ubicación adecuada de los paneles solares, garantizando accesibilidad para su instalación y mantenimiento. Se ha proyectado su montaje en la cubierta del laboratorio, realizando un cálculo del área requerida en función de las dimensiones comerciales de los paneles solares, aproximadamente 1,6m.*1,0m.*0,035m. por panel solar. El desarrollo del sistema fotovoltaico se requiere una superficie de 7.72M para su futura implementación.

$$\begin{aligned}
 & \text{Altura: } 1956 \text{ ancho: } 992 \times 40 \text{ mm} & \text{Factor de seguridad: } 1.25 \\
 & \qquad \qquad \qquad 1.95 \text{ cm} & \qquad 0.99 \text{ cm} \\
 & 1.95 \text{ cm} \times 1 = 1.95 \text{ cm} & \text{superficie total paneles} = 7.72 \text{ m}^2 \\
 & \qquad \qquad \qquad 0.99 \text{ cm} \times 4 = 3.96 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Para la instalación de los paneles, se debe considerar un ángulo de inclinación óptimo, considerado por la latitud del sitio de estudio. Esta inclinación adecuada maximiza captación de los rayos del sol, mejorando la eficiencia en la generación de energía fotovoltaica.

$$\begin{aligned}
 \beta &= |\phi| + 10 \\
 \beta &= |0| + 10 \\
 \beta &= 10^\circ \\
 \beta &= 10^\circ
 \end{aligned}$$

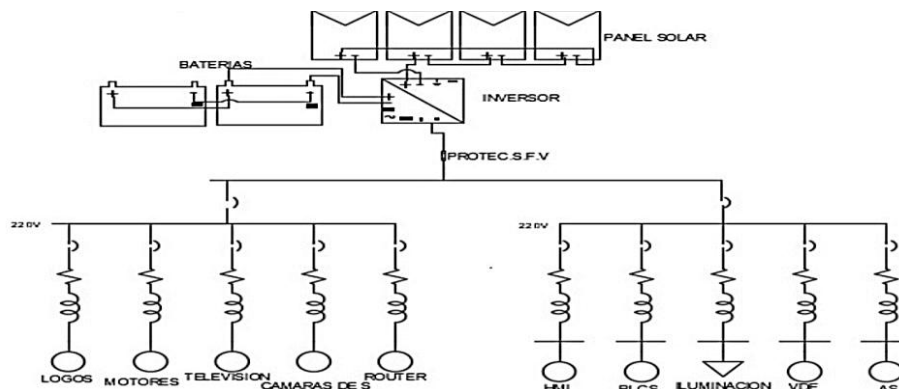
Los tipos de soportes o herrajes a utilizar deben ser anticorrosivos o de aluminio, debido a que los elementos se van a encontrar siempre a la intemperie,

en donde puede afectar el factor de oxidación corrosión y tenga un rápido deterioro de los elementos.

En este panorama, se debe conocer las condiciones de superficie a instalar. Esto se debe a los factores que pueden afectar en el transcurso del tiempo, porque los paneles deben ir todos a un mismo nivel. Lo crucial es dejar cero filtraciones de agua en la superficie instalada. La futura instalación del sistema fotovoltaico debe tener los herrajes de anclaje al techo, un aislamiento de caucho no permitiendo la filtración de agua y la evaluación de posibles sombras que impidan la penetración directa de los rayos del sol en los paneles solares. Así, se ha podido evaluar en el sitio que no existen obstáculos que puedan imponer la penetración del sol en los paneles. Estas características técnicas están basadas en un plano de conexión llamado plano unifilar, este ayuda a comprender la distribución de las cargas instaladas para el estudio.

Figura 4

Diagrama unificación de SFV.



Fuente: autoría propia.

4. DISCUSIÓN

Se investigó en medios bibliográficos, enriqueciendo el conocimiento de las diferentes fuentes de energías renovables, aportando estrategias para la selección del sistema que se adoptará para la futura implementación. Se determinó que el sistema fotovoltaico es el más óptimo para el suministro de energía, aportando al desarrollo de generación de energías limpias, contribuyendo al medio ambiente en su generación.

El sistema fotovoltaico aprovecha la luz del sol en la zona de análisis. Se obtuvo un intervalo de frecuencia de irradiación más repetitiva de 131 a 321.47W/m² en todo el transcurso del año. Un buen dimensionamiento del sistema fotovoltaico ayudará a satisfacer el abastecimiento de demanda requerida, tomando en cuenta que este dimensionamiento está proyectado para el incremento de pequeñas cargas denominadas cargas futuras.

En comparación al trabajo investigativo de Llumiquinga, se utiliza de la misma manera un centro meteorológico instalado en la extensión UTC Salache,

Jaya Saragosin, F., Caisa Yupangui, M. y Basantes Tisalema, J. (2025). Análisis de un sistema híbrido eólico-solar para abastecer la demanda de laboratorio de control industrial.

Revista Cotopaxi Tech, 5(1), 89-105. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/177>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

donde se realizó un estudio con datos de poca relevancia, como la humedad, siendo información poco favorable para la realización del análisis del viento y el sol. De acuerdo al análisis obtuvieron una frecuencia de viento y sol de 0.9 a 1.5M/s y 310W/ m² en el sector de Salache, considerando que en la zona de estudio es una zona muy baja rodeada de montañas (Llumiquina, 2023).

Adicional, se tuvo un levantamiento de datos de cargas existentes, donde se pudo obtener el resultado de 47 cargas de diferentes consumos de energía en el laboratorio, se puede obtener como resultado un consumo de 1840 Wh considerando sus pérdidas del sistema.

En contraste con Villao (2021), al momento de realizar el cálculo de los paneles solares para el abastecimiento de la demanda, no se considera la pérdida que puede haber en el sistema, tomando en cuenta que el inversor es un aparato electrónico que tiene consumos. Esto genera pérdida, puesto que el mencionado proyecto tiene una demanda total de 1360W, sin considerar las pérdidas que pueda existir en el sistema. De acuerdo al cálculo que se desarrolla de pérdidas en el sistema, se genera una demanda de 1813W.

Con relación al consumo, se determina en los cálculos la utilización de 4 paneles solares, con su potencia de 575W, conectados en paralelo, con un bajo porcentaje de arranque de motores. En estos paneles irá un inversor de 2500W, con una potencia total que arrojarán los 4 paneles solares como un grupo de respaldo de energía para 2 baterías de litio de la capacidad de 154Ah. Por otro lado, el cálculo de dimensionamiento de los paneles de Villao (2021) es diferente. De acuerdo a este cálculo, se utilizarán 2 paneles solares monocristalinos de 405W con una conexión en serie.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Se efectuó el análisis del sistema híbrido, con las tabulaciones de la velocidad del viento y la irradiación solar, con datos de la estación meteorológica del Instituto Superior Universitario Cotopaxi. La irradiación solar frecuente que incide sobre el sector es de 321.47 (Wh/m²/día), mientras que la velocidad del viento alcanza valores de 4.32(M/s). Estos datos permiten considerar un sistema favorable a realizar.

Mediante el análisis de la necesidad energética del laboratorio, se identificó un consumo de 1840Wh. Se determinó que la futura implementación de sistema fotovoltaico reducirá la dependencia de la red eléctrica, disminuyendo costos operativos. Con base en los datos, el sistema fotovoltaico es factible en este sector ya que los niveles de irradiación son los adecuados para generar energía eléctrica.

La transición hacia un sistema energético más sostenible es una necesidad urgente y proyectos como este demuestran que es posible optimizar el uso de los recursos renovables, generando beneficios económicos para el laboratorio y fomentando una formación más consiente en gestión eficiente de la energía.

6. REFERENCIAS

- Alberto, C. P. (2014) *Cálculo y diseño de sistema solar fotovoltaico para uso doméstico*.
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6924/TESINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grupo Alce, SAS. (s. f.). *Estaciones meteorológicas RainWise*.
<https://grupalcesas.com/index.php/productos/estaciones-meteorologicas-rainwise>
- Instrumentación, P. I. S. (2024, 21 noviembre). *Analizador de redes eléctricas | PCE Instruments*.
https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/analizador-de-redes-el_ctricas-kat_162757.htm
- Ladrod, J. A. L. G. (s. f.). *Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica aislada*.
https://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf
- Lluiquina, F. (2023). *Análisis de potencial solar y eólico en la estación meteorológica del sector Salache* [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repoadmin.utc.edu.ec/items/b19df6c2-20dc-4429-afd6-b0ce71426c59>
- Villao, M. O. J., & Consuegra Mite, E. R. (2021). *Dimensionamiento óptimo de un sistema fotovoltaico a través de herramientas computacionales en zonas aisladas* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21324/1/UPS-GT003492.pdf>

INFRAESTRUCTURA DEL SERVICIO DE HABITACIONES: HOTELES 4-5 ESTRELLAS VS AIRBNB EN LA MARISCAL (2024)

Esteban Javier Vera Gracia
esteban.vera@cenestur.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8584-5843>
Instituto Superior Tecnológico Cenestur - Ecuador

Recibido: 04/11/24
Aceptado: 10/12/24
Publicado: 01/01/25

RESUMEN

Este estudio compara la infraestructura y los servicios de habitación de hoteles de cuatro y cinco estrellas con alojamientos ofertados vía Airbnb en la Administración Zonal La Mariscal (Quito) durante 2024. Para ello, se implementó un diseño mixto que combinó una lista de cotejo basada en el Reglamento de Alojamiento Turístico del Ecuador (anexo HOTEL-H), aplicada a 12 hoteles y 30 propiedades de Airbnb, junto con entrevistas a anfitriones y una encuesta a 92 usuarios. En conjunto, la evidencia permite contrastar el grado de cumplimiento de estándares mínimos, las comodidades y los servicios complementarios, así como la percepción del huésped. En promedio, los hoteles cumplen 27 de 30 indicadores, mientras que las propiedades de Airbnb alcanzan 21. Las brechas más notorias se observan en insonorización, accesibilidad, frigobar y caja fuerte. Además, la encuesta muestra que el 65 % de los participantes prefiere inmuebles completos y el 55 % califica la limpieza como excelente, sin embargo, persisten debilidades percibidas en seguridad. En suma, ambos modelos exhiben ventajas diferenciadas (estandarización y mantenimiento en hoteles; personalización en Airbnb), de modo que se recomienda un marco regulatorio equilibrado que armonice estándares mínimos de calidad y competencia leal.

PALABRAS CLAVE: instalación turística, industria hotelera, Airbnb, La Mariscal.

ROOM SERVICE INFRASTRUCTURE: 4-5 STARS HOTELS VS AIRBNB IN LA MARISCAL (2024)

This study compares the infrastructure and room services of four- and five-star hotels with Airbnb accommodations in the La Mariscal Zonal Administration (Quito) during 2024. A mixed-methods design was implemented, combining a checklist based on the Ecuadorian Tourist Accommodation Regulations (HOTEL-H annex)—applied to 12 hotels and 30 Airbnb properties—with interviews conducted with hosts and a survey administered to 92 users. The findings allow for a contrast of compliance with minimum standards, amenities, complementary services, and guest perceptions. On average, hotels comply with 27 out of 30 indicators, while Airbnb properties comply with 21. The most significant gaps are observed in soundproofing, accessibility, minibars, and safes. Furthermore, the survey indicates that 65% of participants prefer entire units, and 55% rate cleanliness as excellent, though perceived weaknesses in security remain. Overall, both models display differentiated advantages (standardization and maintenance in hotels; personalization in Airbnb). Accordingly, a balanced regulatory framework is recommended to harmonize minimum quality standards and ensure fair competition.

KEY WORDS: tourist facilities, hotel industry, Airbnb, La Mariscal.

1. INTRODUCCIÓN

La evolución reciente del turismo en Ecuador ha estado marcada por una contracción significativa en diversos segmentos del sector, conforme a los datos presentados en el catastro turístico nacional (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2024). Sin embargo, se identifica una excepción notable en el ámbito gastronómico, que ha registrado un crecimiento sostenido. En 2023-2024, el número de establecimientos de alimentos y bebidas en Ecuador pasó de 14 630 a 19 788, mientras que sectores como la intermediación y la organización de eventos sufrieron descensos notables.

Este dinamismo contrasta con la disminución operativa observada en otros componentes de la actividad turística, tales como la intermediación, el transporte turístico, la organización de eventos y los parques temáticos, los cuales han sufrido un declive sustancial en cuanto a volumen de operaciones. Esta tendencia sugiere que los servicios de intermediación están siendo profundamente impactados por la progresiva digitalización del turismo, que ha empoderado a los viajeros para acceder directamente a la información y efectuar reservas a través de plataformas tecnológicas, reduciendo así la dependencia de agencias de viaje tradicionales y otros actores intermediarios (Sancho et al., 2024).

En cuanto al subsector de alojamiento, se registró un incremento moderado en el número de establecimientos, que pasó de 4.620 en 2023 a 5.376 en 2024. Sin embargo, este crecimiento debe ser interpretado dentro del contexto de una transformación estructural, impulsada en gran parte por la creciente competencia de alternativas no tradicionales, como aquellas promovidas por plataformas digitales tipo Airbnb. Estas modalidades de hospedaje no reguladas han comenzado a sustituir, en ciertos segmentos del mercado, a los hoteles convencionales, al ofrecer propuestas más flexibles y personalizadas que responden a las expectativas de turistas (Sánchez, 2018). Esta dinámica es particularmente evidente en contextos urbanos como el de la Administración Zonal La Mariscal en Quito, reconocida como zona especial turística.

Pese a la existencia de una base estadística que ofrece indicadores sobre las diversas ramas del turismo, se identifica una carencia en la literatura académica respecto a estudios específicos entre las facilidades que ofrecen estos dos modelos de alojamiento, especialmente en lo concerniente al servicio de habitaciones. En paralelo, la expansión de la economía de plataformas ha introducido atributos diferenciales (personalización, autonomía del huésped, autogestión), junto con retos de estandarización, seguridad, convivencia y cumplimiento normativo a nivel urbano. Estos elementos condicionan el desempeño observable en indicadores físicos y de servicio.

La presente investigación tiene por objetivo analizar cómo el cumplimiento de estándares mínimos de infraestructura y los servicios de habitación inciden en la experiencia del huésped, la eficiencia operativa y la competitividad de los hoteles de 4 y 5 estrellas y de los alojamientos ofertados vía Airbnb en la Administración Zonal La Mariscal (Quito) durante 2024. Para ello, se integra una lista de cotejo

Vera Gracia, E. (2025). Infraestructura del servicio de habitaciones: hoteles 4-5 estrellas vs Airbnb en La Mariscal (2024). *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 106-123.
<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/177>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

basada en el Reglamento de Alojamiento Turístico (Anexo HOTEL-H), entrevistas a anfitriones y una encuesta a usuarios, con el fin de valorar amenidades, accesibilidad, seguridad, limpieza y servicios complementarios, así como la claridad de la información al consumidor. De igual forma, se examinan las brechas de estandarización, mantenimiento y equipamiento y su relación con la satisfacción percibida.

La calidad percibida se evaluó con el modelo SERVQUAL, que mide la brecha entre expectativas y experiencia (Parasuraman et al., 1988). La satisfacción se interpretó con el modelo de expectativas-confirmación de Oliver (1980), que explica la satisfacción del cliente como función de la congruencia o incongruencia entre lo esperado y lo obtenido, aportando un marco cognitivo para analizar la valoración final del huésped (Parasuraman et al., 1988).

Para establecer referentes objetivos en la medición de la calidad de los servicios de alojamiento, se consideran también las normas técnicas internacionales ISO, ampliamente reconocidas como instrumentos de mejora organizacional en la hotelería. La Norma ISO 9001:2015 establece los requisitos de un sistema de gestión orientado a la calidad, usando aspectos puntuales como la mejora continua y alrededor de la satisfacción del cliente. Su adopción por los establecimientos hoteleros se relaciona a mayores niveles de eficiencia operativa y con la homogeneidad de los procesos de servicio (Levkulych & Momot, 2021; ISO, 2015). Dentro de los aspectos de manejo ambiental, la ISO 14001:2015 provee un marco para identificar, controlar y minimizar los impactos negativos sobre el entorno, incentivando el uso medido de recursos escasos y la adecuada gestión de residuos; atributos cada vez más valorados por los turistas sensibilizados con la sostenibilidad (Levkulych & Momot, 2021; ISO, 2015). Así mismo, la ISO 45001:2018 articula directrices para los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, garantizando condiciones laborales seguras y saludables tanto para el personal como para los huéspedes (ISO, 2018).

2. METODOLOGÍA

Fases del estudio

Esta sección presenta la secuencia metodológica del estudio, estructurada en fases articuladas que garantizan trazabilidad y rigor analítico. En primer término, la fase de diseño y planificación comprendió la delimitación del problema en La Mariscal (2024), la operacionalización de constructos y la elaboración de instrumentos. La fase de procesamiento y análisis incluyó depuración y codificación de datos, estadísticas descriptivas y comparativas, y el cálculo de tasas de cumplimiento por indicador con apoyo de visualizaciones. Posteriormente, la fase de validación y triangulación contrastó hallazgos entre fuentes y verificó coherencia interna. Finalmente, la fase de síntesis y reporte integró resultados, discutió implicaciones a la luz de la literatura y formuló recomendaciones regulatorias y operativas. Se estipulan las fases de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1*Criterios de selección y caracterización muestral.*

Fase	Descripción
1. Planificación y Revisión Teórica	Durante la fase de planificación se definieron objetivos y se construyeron instrumentos (lista de cotejo, cuestionarios y guías de entrevista) con base en la literatura y en los requisitos para hoteles de 4 y 5 estrellas (Creswell, 2014). El muestreo estratificado calculó 92 usuarios de Airbnb (IC 95 %, error 10 %) sobre una población estimada de 2 000 usuarios, y 30 propiedades Airbnb.
2. Recolección de Datos	Aplicación de la lista de cotejo en hoteles de 4 y 5 estrellas y alojamientos de Airbnb, entrevistas a anfitriones, usuarios.
3. Análisis de Datos	En esta etapa de la investigación se desarrolló un tratamiento riguroso de la información: los datos cuantitativos fueron sometidos a procedimientos estadísticos descriptivos e inferenciales, mientras que las transcripciones de entrevistas y reseñas de usuarios se examinaron mediante análisis temático de contenido. Esta aproximación mixta permitió identificar regularidades y divergencias en la provisión de servicios. Posteriormente, los resultados se contrastaron con la literatura especializada para valorar el impacto de Airbnb en la planta hotelera de La Mariscal y sustentar la pertinencia de un marco regulatorio específico para el sector.

Fuente: autoría propia.**Población y muestra**

Establecimientos hoteleros. Para la selección de la muestra, se incorporaron todos los hoteles de 4 y 5 estrellas en La Mariscal, totalizando 12 establecimientos; considerando la cantidad se aplicó una muestra censal.

Propiedades AirBnb. Según datos de Airbnb y fuentes secundarias del sector turístico, de acuerdo a la ubicación geográfica se identificaron 640 alojamientos, de los cuáles se tomaron 210 alojamientos activos, mismos que cumplen con características comparables a los hoteles en términos de ubicación y tipo de servicio ofrecido (Airbnb, 2024). Para la aplicación de las encuestas y demás instrumentos, se seleccionaron 30 propiedades de Airbnb, aplicando un muestreo

intencional estratificado. Este método se basa en el escogimiento deliberado de unidades de análisis que cumplen con ciertos criterios predefinidos, asegurando que la muestra refleje la diversidad del universo estudiado (Patton, 2015). Se establecieron cuotas de selección basadas en tres criterios principales:

1. Ubicación.
2. Rango de precios (económico, medio y alto).
3. Tipo de alojamiento (habitación privada, apartamento entero, vivienda compartida).
4. Nivel de equipamiento y servicios adicionales ofrecidos.

Es así que se utilizó un proceso de aleatorización dentro de cada estrato para garantizar la inclusión de propiedades con diversas características y evitar sesgos en la selección.

Usuarios del Servicio de Airbnb en inmuebles del sector de la Mariscal.

La muestra de la población objetivo, está conformada por los usuarios de Airbnb que han realizado reservas en la administración zonal La Mariscal en el último año. Según datos recientes, se estima que hay aproximadamente 640 propiedades disponibles en esta área (Airbnb, 2024). Si se considera que cada propiedad puede recibir un número variable de huéspedes, la población total puede incluir a miles de usuarios que han utilizado estos servicios, asumiendo una población aproximada de 2,000 usuarios (considerando múltiples reservas en las 640 propiedades). Para el presente estudio se consideró un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%, con una población de 2000 usuarios; utilizando la fórmula para poblaciones finitas, se obtuvo una muestra de 92 personas.

En la presente investigación se empleó una metodología de enfoque mixto, con predominio descriptivo-analítico, orientada a comparar la infraestructura y los servicios de habitación entre hoteles de 4 y 5 estrellas y alojamientos ofertados vía Airbnb en la Administración Zonal La Mariscal (Quito). El componente cuantitativo se sustentó en una lista de cotejo derivada del Reglamento de Alojamiento Turístico (Anexo HOTEL-H), aplicada a 12 hoteles y 30 propiedades de Airbnb, para medir el cumplimiento de estándares mínimos y registrar diferencias por indicador; el componente cualitativo se apoyó en 30 entrevistas semiestructuradas a anfitriones y en una encuesta a 92 usuarios, con el fin de recoger percepciones sobre seguridad, limpieza, accesibilidad, *amenities* y claridad de la información. Esta aproximación permite integrar conceptos y definiciones provenientes de la literatura en hospitalidad y calidad de servicio con evidencia empírica local, habilitando un análisis riguroso de brechas de estandarización, mantenimiento y equipamiento.

Con la metodología aplicada se obtienen respuestas directas de actores clave (usuarios y anfitriones), lo que brinda una comprensión fructífera del fenómeno comparado y del grado de adopción de buenas prácticas en ambos modelos de alojamiento, así como insumos para la toma de decisiones y recomendaciones regulatorias. Cada indicador de la lista de cotejo se calificó binariamente (cumple/no cumple). El puntaje de cumplimiento por unidad

Vera Gracia, E. (2025). Infraestructura del servicio de habitaciones: hoteles 4-5 estrellas vs Airbnb en La Mariscal (2024). *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 106-123.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/177>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

corresponde al total de indicadores cumplidos; el promedio por grupo se obtuvo como media aritmética.

Enfoque cuantitativo

El enfoque metodológico adoptado en esta investigación se sustenta en el paradigma cuantitativo, caracterizado por la recolección y tratamiento de datos estructurados, lo que posibilitó el establecimiento de una comparación sistemática entre los servicios ofertados por establecimientos hoteleros y aquellos proporcionados en alojamientos registrados en la plataforma Airbnb. Para tal fin, se elaboró una lista de cotejo, construida conforme a los criterios establecidos en la normativa que regula hoteles de categorías 4 y 5 estrellas, siguiendo los lineamientos propuestos por Creswell (2014).

Esta herramienta permitió la recopilación de información empírica vinculada a variables clave, definidas a partir del contenido del Reglamento de Alojamiento Turístico del Ecuador. Posteriormente, los datos se procesaron mediante técnicas de estadísticas descriptivas, a efectos de identificar patrones recurrentes y discrepancias relevantes entre ambos modelos de alojamiento. En este marco, se operacionalizaron 30 indicadores organizados en dos dimensiones analíticas, conforme a lo detallado en la Tabla 2 (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2015).

Tabla 2

Criterios de selección y caracterización muestral.

Dimensión	Indicadores
D1: Infraestructura de las habitaciones	Habitaciones para personas con discapacidad, ubicadas de preferencia en los pisos bajos de la propiedad - establecimientos.
	Habitaciones con servicio de cuarto de baño privado.
	Acondicionamiento térmico en cada habitación, Habitaciones insonorizadas, para los nuevos establecimientos.
	Servicio de Internet en la propiedad o ambientes
	Caja de seguridad en la propiedad - habitación.
	Cerraduras en habitaciones
	Almohadas extras
	Frigobar - Minibar
	Accesorios para portamaletas.
	Clóset - armario.
	Escritorio o mesa auxiliar.
	Silla, sillón o sofá en la habitación.
	Funda para servicio de lavandería.
Luz de velador o cabecera por plaza	

	Cortina completa Televisión Servicio telefónico
D2: Cuarto de Baño	Presencia de agua caliente disponible en ducha de cuartos de baño y aseo privado. Iluminación independiente sobre el lavamanos. Espejo de medio cuerpo sobre el lavamanos. Espejo flexible de aumento. Secador de cabello. Juego de toallas por huésped Toalla de piso para salida de tina y/o ducha. <i>Amenities</i> de limpieza <i>Amenities</i> de cuidado personal <i>Amenities</i> adicionales Bata de baño Zapatillas disponibles

Nota. Adaptado del Reglamento de Alojamiento Turístico (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2015). *Fuente:* autoría propia.

Enfoque cualitativo

El abordaje cualitativo de esta investigación se desarrolló a través de un formulario con entrevistas semiestructuradas dirigidas a anfitriones vinculados a la plataforma Airbnb, con el objetivo de profundizar en la comprensión de sus percepciones, así como de los desafíos inherentes a su actividad, en contraste con el sector hotelero tradicional (Denzin & Lincoln, 2018). La construcción de las entrevistas respondió a una estructura previamente definida, basada en criterios metodológicos específicos que orientaron la recolección de datos cualitativos pertinentes para el análisis comparativo:

1. Datos Generales del Anfitrión
2. Infraestructura y Servicios
3. Experiencia del Anfitrión y Competitividad
4. Regulación y Perspectivas del Sector

Además, se llevó a cabo una encuesta a 92 usuarios en el período comprendido enero a diciembre 2024 en la plataforma Airbnb, dicha encuesta se estructuró bajo los siguientes criterios, de conformidad a la información de la Tabla 3.

Tabla 3
Criterios de la encuesta a usuarios.

Criterios	Opciones
Información general del usuario	1. Edad: (Menos de 18, 18-25, 26-35, 36-45, 46-55, Más de 55) 2. Género: (Masculino, Femenino, Prefiero no decirlo) 3. Nacionalidad 4. Motivo principal de su estadía en Airbnb: (Turismo, Negocios, Visita familiar, Estudio, Otro) 5. Frecuencia con la que utiliza Airbnb: (Primera vez, Ocasionalmente, Frecuentemente)
Evaluación de la infraestructura y servicios	6. Tipo de alojamiento reservado en Airbnb: (Habitación privada, Apartamento entero, Vivienda compartida) 7. Servicios disponibles en la habitación: (Baño privado, Climatización, Internet WiFi, Caja de seguridad, Cerradura electrónica, Frigobar, TV, Limpieza diaria) 8. ¿Cómo calificaría la limpieza del alojamiento? (Excelente, Buena, Regular, Deficiente) 9. ¿Se sintió seguro en el alojamiento? (Sí completamente, Parcialmente, No) 10. ¿Qué tan importante es cada servicio en su estadía? (Escala de 1 a 5 para Baño privado, Aire acondicionado, Internet, Caja de seguridad, Cerradura electrónica, Frigobar, TV, Limpieza)
Experiencia y satisfacción	11. ¿Cómo calificaría su experiencia general en Airbnb? (Excelente, Buena, Regular, Deficiente) 12. ¿Cómo compara la calidad del servicio de hospedaje de Airbnb con una estadía en hotel? (Superior, Similar, Inferior) 13. ¿Qué aspecto le gustaría mejorar? (Infraestructura, Limpieza, Seguridad, Atención, Precio, Otro) 14. ¿Recomendaría este alojamiento a otras personas? (Sí, No)
Preferencias adicionales	15. Además de la infraestructura, ¿Qué otros aspectos influyen en la decisión de reserva en Airbnb, y cómo se clasifican estos aspectos en orden de prioridad? Siendo 1 más importante y 5 menos importante.

Fuente: autoría propia.

Dichos elementos permitieron identificar patrones emergentes en la satisfacción del cliente y las principales deficiencias reportadas en cada modalidad de hospedaje.

3. RESULTADOS

Cumplimiento estándares hoteles vs propiedades Airbnb

El análisis de 30 indicadores agrupados en dos dimensiones reveló que los hoteles cumplen, en promedio, 27 indicadores y los Airbnb 21. Las mayores brechas se observaron en insonorización, accesibilidad universal y servicios complementarios (por ejemplo, frigobar y caja de seguridad). De manera integral, y en conformidad con el reglamento hotelero, los establecimientos de Airbnb presentan un cumplimiento promedio del 53% respecto a los estándares de hoteles de 5 estrellas y del 60% frente a los de 4 estrellas, según los datos consolidados en la Tabla 4.

Tabla 4

Resumen comparativo de indicadores.

Indicador	Cumplimiento propiedades Airbnb vs 5 estrellas (en %)	Cumplimiento propiedades Airbnb vs 4 estrellas (en %)
Habitaciones para personas con discapacidad, ubicadas de preferencia en los pisos bajos de la propiedad - establecimientos.	66.67	66.67
Habitaciones con servicio de cuarto de baño privado.	83.33	83.33
Acondicionamiento térmico en cada habitación,	63.33	63.33
Habitaciones insonorizadas, para los nuevos establecimientos.	33.33	33.33
Servicio de internet en la propiedad o ambientes.	100	100
Caja de seguridad en la propiedad - habitación.	0	0
Cerraduras en habitaciones.	100	100
Almohadas extras.	80	80
Frigobar - Minibar.	30	30
Accesorios para portamaletas.	66.67	66.67
Clóset - armario.	100	100
Escritorio o mesa auxiliar.	100	100
Silla, sillón o sofá en la habitación.	100	100
Funda para servicio de lavandería.	0	0

Luz de velador o cabecera por plaza	100	100
Cortina completa	96.67	96.67
Televisión	96.67	96.67
Servicio telefónico.	3.33	3.33
Presencia de agua caliente disponible en ducha de cuartos de baño y aseo privado.	100	100
Iluminación independiente sobre el lavamanos.	53.33	53.33
Espejo de medio cuerpo sobre el lavamanos.	83.33	83.33
Espejo flexible de aumento.	33.33	33.33
Secador de cabello.	23.33	23.33
Juego de toallas por huésped	100	100
Toalla de piso para salida de tina y/o ducha.	90	90
Amenities de limpieza.	3.33	-
Amenities de cuidado personal.	93.33	93.33
Amenities adicionales.	0	0
Bata de baño.	0	0
Zapatillas disponibles.	0	0

Fuente: autoría propia.

Con base en los datos consignados en la Tabla 5, la encuesta, aplicada a 30 anfitriones de la muestra, evidencia patrones y atributos relevantes del mercado Airbnb en La Mariscal. En promedio, los anfitriones reportan una inserción moderada en la plataforma (≈ 2 años) y gestionan entre una y dos unidades de alojamiento, prevaleciendo las propiedades completas (90%). El perfil predominante de huésped corresponde a turistas, quienes concentran el 60% de las reservas.

Respecto a la infraestructura y los servicios, los establecimientos ofertan alrededor de 20 servicios; se observa cumplimiento absoluto (100%) en prestaciones básicas (baño privado e internet), mientras que se identifican brechas en elementos de seguridad, particularmente la ausencia de cajas fuertes y sistemas de monitoreo. La percepción sobre la demanda resulta mayoritariamente favorable: el 40% de los anfitriones considera que esta supera a la registrada por los hoteles circundantes, si bien enfrentan desafíos operativos significativos, sobre todo en materia de costos de mantenimiento. Finalmente, el 70% de los encuestados no percibe necesaria una regulación más estricta para Airbnb, aunque existe división de opiniones en torno a su efecto sobre los niveles de ocupación hotelera.

Tabla 5

Resultados de entrevista a propietarios Airbnb.

Sección	Pregunta	Frecuencia (%)
Datos generales del anfitrión	1. ¿Cuánto tiempo lleva ofreciendo alojamiento a través de Airbnb en años?	Promedio: 2 años
	2. ¿Cuántas propiedades tiene actualmente en la plataforma dentro del sector de La Mariscal?	1 propiedad: 40%, 2 propiedades: 30%, 3 propiedades: 20%, 4 propiedades: 10%
	3. ¿Qué tipo de alojamiento ofrece (habitación privada, propiedad completa, etc.)?	Propiedad completa: 90%, Habitación privada: 10%
	4. ¿Cuál es el perfil típico de sus huéspedes (turistas, viajeros de negocios, estudiantes, etc.)?	Turistas: 60%, Estudiantes: 20%, Viajeros de negocios: 20%
	5. ¿Cuántas personas pueden alojar en promedio su o sus propiedades?	Entre 3 a 5 personas: 50%, Entre 5 a 7 personas: 30%, Entre 1 a 2 personas: 20%
Infraestructura y servicios	6. ¿Qué servicios e instalaciones ofrece su alojamiento?	Baño privado (100%), Internet WiFi (100%), Climatización (70%), Caja fuerte (0%), Cerradura electrónica (65%)
	7. ¿Cómo asegura la limpieza y el mantenimiento de su propiedad?	Servicio incluido: 75%, Servicio adicional: 25%
	8. ¿Cuenta con algún sistema de seguridad para los huéspedes (cerraduras electrónicas, cámaras, etc.)?	Sí: 65%, No: 35%
	9. ¿Ofrece algún tipo de servicio adicional, como desayuno o transporte?	No ofrece servicios adicionales: 50%, Desayuno: 20%, Transporte: 15%, Guía

		turística u otros servicios: 15%
	10. ¿Cómo percibe la demanda de su alojamiento en comparación con los hoteles de la zona?	Alta demanda: 40%, Igual demanda que hoteles: 30%, Menor demanda que hoteles: 30%
Experiencia del anfitrión y competitividad	11. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta como anfitrión en términos de regulación, costos y gestión?	Costos de mantenimiento: 60%, Costos de seguridad: 25%, Reajuste constante de tarifas: 15%
	12. ¿Qué estrategias utiliza para atraer más reservas y mejorar la experiencia del huésped?	Promociones por temporada: 70%, Inversión en infraestructura: 30%
Regulación y perspectivas del sector	13. ¿Considera que debería existir una regulación más estricta para los alojamientos en Airbnb?	No considera necesaria una regulación más estricta: 70%, Sí considera necesaria una regulación más estricta: 30%
	14. ¿Cree que Airbnb afecta directamente la ocupación de los hoteles en la zona?	No afecta directamente a los hoteles: 60%, Sí afecta directamente a los hoteles: 40%

Fuente: autoría propia.

En cuanto a las 92 encuestas realizadas a usuarios de la plataforma Airbnb, el análisis de los datos revela que el perfil predominante de los clientes de Airbnb en La Mariscal corresponde a personas jóvenes, principalmente entre 26 y 35 años (40%), con una mayoría masculina (75%) y una alta representación de ecuatorianos (63%). Los principales motivos de estadía son el turismo (33%) y los negocios (25%), lo que sugiere que los alojamientos en esta zona atraen tanto a viajeros recreativos como a profesionales. Además, un 47% de los usuarios utiliza Airbnb con frecuencia, lo que indica una preferencia recurrente por este tipo de alojamiento.

En términos de preferencias, el 65% prefiere reservar inmuebles enteros, destacando la importancia de la privacidad y el espacio. Los clientes valoran especialmente servicios como baño privado, internet y limpieza diaria, considerados esenciales para su experiencia. La limpieza del alojamiento es calificada como excelente por el 55%, y el 72% se sintió completamente seguro durante su estancia. Sin embargo, aspectos como infraestructura, limpieza y

seguridad fueron identificados como áreas clave para mejorar, lo que refleja expectativas crecientes en la calidad del servicio.

El precio (47 %), la ubicación (27 %) y la reputación en línea (12 %) guían la decisión de reserva; sin embargo, un 45 % de los encuestados considera que la calidad del servicio en Airbnb es inferior a la hotelera, lo que evidencia una brecha entre percepción y expectativa regulatoria. Estos hallazgos sugieren que los clientes valoran una combinación de accesibilidad económica, comodidad y confianza en las opiniones de otros usuarios, lo que ofrece oportunidades para optimizar la oferta y mejorar la competitividad frente a otros tipos de hospedaje. Toda esta información se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6

Encuesta de satisfacción y perfil del viajero.

Sección	Pregunta	Respuesta (%)
Información general del usuario	1. Edad:	18-25 años: 10%, 26-35 años: 40%, 36-45 años: 25%, 46-55 años: 17%
	2. Género:	Masculino: 75%, Femenino: 17%, Prefiero no decirlo: 8%
	3. Nacionalidad:	Ecuatoriano: 63%, Estados Unidos: 16%, Varios: 13%
	4. Motivo principal de su estadía en Airbnb:	Turismo: 33%, Negocios: 25%, Estudio: 8%, Visita familiar: 12%, Otros: 14%
	5. Frecuencia con la que utiliza Airbnb:	Primera vez: 20%, Ocasionalmente: 25%, Frecuentemente: 47%
Evaluación de la infraestructura y servicios	6. Tipo de alojamiento reservado en Airbnb:	Inmueble entero: 65%, Habitación privada: 16%, Vivienda compartida: 11%
	7. Servicios disponibles en la habitación (de un total de 8):	Todos los servicios (8 de 8): 1%, 7 de 8: 25%, 6 de 8: 32%, etc.
	8. ¿Cómo calificaría la limpieza del alojamiento?	Excelente: 55%, Buena: 25%, Regular: 8%, Deficiente: 4%
	9. ¿Se sintió seguro en el alojamiento?	Sí, completamente seguro: 72%, Parcialmente seguro: 15%, No seguro: 5%
	10. Clasifique ¿Qué tan importante es cada servicio en su estadía?	Baño privado (175), Internet (160), Limpieza diaria (44), TV (30), Caja de seguridad (15), etc.

Experiencia y satisfacción	11. ¿Cómo calificaría su experiencia general en Airbnb?	Excelente: 45%, Buena: 30%, Regular: 10%, Deficiente: 7%
	12. ¿Cómo compara la calidad del servicio de hospedaje de Airbnb con una estadía en hotel?	Superior: 12%, Similar: 35%, Inferior: 45%
	13. ¿Qué aspecto le gustaría mejorar?	Infraestructura (135), Limpieza (124), Seguridad (130), Atención (71), Precio (71)
	14. ¿Recomendaría este alojamiento a otras personas?	Sí: 89%, No: 3%
Preferencias adicionales	15. Factores que influyen en la decisión de reserva en Airbnb, clasificados por importancia	Precio (217), Calidad del servicio y reseñas (56), Ubicación (126), Comodidades ofrecidas (36)

Fuente: autoría propia.

4. DISCUSIÓN

La comparación entre hoteles de categoría superior (4-5 estrellas) y unidades ofertadas vía Airbnb en la Administración Zonal La Mariscal muestra que, aun cuando ambos formatos satisfacen los requisitos mínimos del Reglamento de Alojamiento Turístico, difieren de forma sustantiva en la amplitud, estandarización y control de calidad del servicio. La hotelería evidencia mayor homogeneidad operacional, coherente con prácticas formales de mantenimiento, protocolos de seguridad y alineamientos de calidad (por ejemplo, marcos ISO), mientras que la oferta en plataformas prioriza flexibilidad y personalización, rasgos valorados por segmentos jóvenes y digitalizados, pero acompañados de una mayor heterogeneidad en la prestación.

Los hallazgos empíricos son consistentes con este patrón: el mejor desempeño hotelero en indicadores de infraestructura y servicios (por ejemplo, insonorización, accesibilidad universal, frigobar y caja fuerte), se corresponde con rutinas de mantenimiento y control centralizado; en contraste, la variabilidad observada en Airbnb explica brechas de cumplimiento en *amenities* regulados y en equipamiento de seguridad. Desde la perspectiva del usuario, la preferencia por inmuebles completos y la alta valoración de la limpieza coexisten con percepciones de debilidad en seguridad, lo que sugiere que atributos “higiénicos” (limpieza, seguridad y accesibilidad), condicionan la satisfacción global y la intención de recompra más allá del efecto de la personalización o del precio.

Estas evidencias plantean implicaciones claras de política pública y gestión sectorial. Se recomienda un marco regulatorio municipal y sectorial que armonice estándares mínimos de seguridad, accesibilidad universal e información al consumidor aplicables a la oferta en plataformas, con mecanismos de verificación graduados y de mejora continua que no inhiban la innovación ni la diversidad de la oferta urbana. En lo jurídico, resulta pertinente clarificar responsabilidades y

procedimientos (registro, inspección proporcional al riesgo, transparencia de información, canales de reclamo y resolución de controversias) para asegurar competencia leal y protección efectiva de los usuarios. La incorporación de criterios de sostenibilidad y responsabilidad social en ambos modelos contribuiría, además, a la coherencia del destino con los principios del turismo contemporáneo.

En el plano operativo, los hoteles pueden capitalizar su ventaja en estandarización reforzando la comunicación de valor (seguridad, accesibilidad, mantenimiento) e incorporando dosis de personalización que respondan a expectativas de experiencia. Los anfitriones y gestores de propiedades en plataformas, por su parte, deberían priorizar el cumplimiento de los básicos regulados (por ejemplo, caja fuerte donde aplique, equipamiento de seguridad, *amenities* esenciales), profesionalizar rutinas de mantenimiento y comunicar de forma verificable las medidas de seguridad y limpieza. Las propias plataformas pueden desempeñar un rol habilitador mediante sellos de conformidad, listados con etiquetado de accesibilidad y programas de formación para anfitriones.

Finalmente, este estudio se circunscribe a un distrito urbano y a un horizonte temporal específico, con parte de la evidencia basada en autodeclaraciones; futuras investigaciones deberían ampliar cobertura geográfica, incorporar evaluaciones técnicas independientes y explorar el impacto de intervenciones regulatorias piloto sobre la calidad percibida y la competencia entre formatos. Esta agenda permitirá afinar un esquema regulatorio balanceado que reconozca la complementariedad de ambos paradigmas: uniformidad y sujeción normativa en la hotelería, versus calidez y adaptabilidad en el alojamiento colaborativo.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

El examen comparativo evidencia que, tanto los hoteles de categoría superior (4 y 5 estrellas) como los alojamientos comercializados a través de plataformas colaborativas, exhiben ventajas y limitaciones inherentes a sus respectivos esquemas operativos. Los establecimientos hoteleros destacan por la provisión de servicios estandarizados, una infraestructura física consolidada y una experiencia de hospedaje homogénea; en contraste, las unidades ofertadas en entornos digitales sobresalen por su flexibilidad y elevado nivel de personalización, atributos que permiten al visitante acceder a experiencias ajustadas a sus preferencias individuales. Esta situación configura la convivencia de dos paradigmas de alojamiento turístico destinados a satisfacer demandas cada vez más segmentadas.

En materia de consumo, se observa una inclinación creciente (especialmente entre los usuarios de plataformas digitales) hacia vivencias más auténticas, inmersivas y personalizadas. Sin embargo, dicha modalidad es susceptible a una variabilidad considerable en la calidad del servicio, lo que puede afectar negativamente la percepción de valor. De manera paralela, el hospedaje hotelero tradicional continúa atrayendo a los usuarios que priorizan la estandarización, la predictibilidad operativa y el estricto cumplimiento de disposiciones técnicas y sanitarias.

El auge sostenido de servicios como Airbnb ha puesto de manifiesto vacíos normativos que generan asimetrías competitivas respecto de la hotelería formal, sujeta a marcos legales más rigurosos. En consecuencia, resulta apremiante diseñar una arquitectura regulatoria integral que incorpore las nuevas modalidades digitales al sistema formal de alojamiento, garantizando condiciones equitativas de competencia y protección efectiva para el consumidor.

Finalmente, se propone profundizar la investigación comparativa sobre satisfacción del cliente en diversos contextos socioculturales y territoriales, así como explorar el impacto económico y social de la expansión de las plataformas digitales sobre las dinámicas del sector hotelero convencional. Estos abordajes permitirán formular políticas más inclusivas, capaces de conciliar las oportunidades derivadas de la innovación tecnológica con la preservación de estándares de calidad, sostenibilidad y equidad en el turismo contemporáneo.

6. REFERENCIAS

- Airbnb. (2024). *Alquileres vacacionales en Mariscal Sucre* (Quito). <https://www.airbnb.com/mariscal-sucre-quito-ecuador/stays>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications. <https://study.sagepub.com/creswellrd4e>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-sage-handbook-of-qualitative-research/book242504>
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015*. Quality management systems—Requirements. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- ISO. (2015). *ISO 14001:2015*. Environmental management systems. Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- ISO. (2018). *ISO 45001:2018*. Occupational health and safety management systems—Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/63787.html>
- Levkulych, V., & Momot, A. (2021). The use of ISO standards in the hospitality industry: A comparative analysis of European clusters. *E3S Web of Conferences*, 277, 02004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127702004>
- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2015). *Reglamento de alojamiento turístico*. <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/06/REGLAMENTO-DE-ALOJAMIENTO-TURISTICO.pdf>

- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2024). *Turismo en cifras: Catastro de servicios turísticos*. <https://servicios.turismo.gob.ec/turismo-en-cifras/catastro-de-servicios-turisticos/>
- Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460-469. <https://doi.org/10.1177/002224378001700405>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice (4th ed.)*. SAGE Publications. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/qualitative-research-evaluation-methods/book232962>
- Sancho, J., Ximena, H. S. C., & Cadena, G. (2024). Uso de la inteligencia artificial en la organización y planificación de los viajes Quito - Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 228-243. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9411
- Sánchez, E. L. (2018, septiembre 30). *Evolución de la gestión del turismo en el Ecuador siglo 21*. Entorno Turístico. <https://www.entornoturistico.com/evolucion-de-la-gestion-del-turismo-en-el-ecuador-siglo-21/>

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO DESCONECTADO DE LA RED PARA LA DEMANDA ENERGÉTICA DE UN HOTEL

Johana Gabriela Chilingua Taipe
jgchilinguat@istx.edu.ec
ORCID:0009-0000-1524-6829
Instituto Superior Universitario Cotopaxi- Ecuador

Geovanny Daniel Imbaquingo Imbaquingo
danielimbaquingo1989@gmail.com
ORCID: 0009-0005-5554-224X
Instituto Superior Universitario Cotopaxi- Ecuador

Alex Fernando Sampedro Chilingua
alexisfernando12@hotmail.com
ORCID:0009-0000-7055-3741
Instituto Superior Universitario Cotopaxi- Ecuador

Recibido: 10/11/24
Aceptado: 12/12/24
Publicado: 01/01/25

RESUMEN

La investigación describe el dimensionamiento e implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red de 10 kW que permita aprovechar el potencial solar de la zona y el espacio arquitectónico de un hotel ubicado en el centro norte de la ciudad de Quito, para cubrir parte de la demanda energética. La metodología empleada abarcó un levantamiento de cargas eléctricas y su demanda energética; para ello, se utilizó fichas técnicas de recolección de datos y análisis de consumo energético para la identificación de los patrones de uso y las necesidades específicas de abastecimiento. Posteriormente, se realizó la selección y dimensionamiento de los componentes del sistema, incluyendo paneles solares, baterías selladas tipo AGM y un inversor desconectado de la red utilizado para la conversión de energía, garantizando la estabilidad del suministro eléctrico. El montaje de la instalación se ejecutó siguiendo las especificaciones técnicas para la seguridad y el rendimiento adecuado del sistema. Finalmente, se analizó la energía producida mediante un aplicativo online, permitiendo un monitoreo del desempeño del sistema. El análisis demuestra su viabilidad técnica para un suministro de electricidad de calidad, segura y confiable y su enfoque económico que promueve la sostenibilidad y sustentabilidad energética, así como la reducción del consumo energético de la red pública.

PALABRAS CLAVE: sistema fotovoltaico, energía solar, inversor, off grid.

IMPLEMENTATION OF AN OFF-GRID HYBRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR THE ENERGY DEMAND OF A HOTEL

ABSTRACT

The research describes the design and implementation of a 10 kW off-grid hybrid photovoltaic system aimed at harnessing the solar potential of the area and the architectural space of a hotel located in the north-central area of Quito city, in order to cover part of its energy demand. The methodology included a survey of electrical loads and their energy consumption. Data collection sheets and energy consumption analyses were used to identify usage patterns and specific supply needs. Subsequently, the system components were selected and sized, including solar panels, sealed AGM-type batteries, and an off-grid inverter used for energy conversion, ensuring stability of the electricity supply. The installation assembly was carried out in accordance with technical specifications to ensure safety and optimal system performance. Finally, the produced energy was analyzed through an online application, enabling performance monitoring of the system. The analysis demonstrates its technical feasibility for a high-quality, safe, and reliable electricity supply, along with an economic approach that fosters energy sustainability and efficiency while reducing consumption from the public grid.

KEY WORDS: photovoltaic system, solar energy, inverter, off grid.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energía y la necesidad de fuentes renovables impulsan la implementación de sistemas fotovoltaicos. Esta investigación tuvo como objetivo el dimensionamiento y la implementación de un sistema fotovoltaico de 10 kW, para abastecer la demanda energética de un hotel ubicado en el centro norte de la ciudad de Quito, un área con un alto potencial solar y una creciente demanda de energía.

El sistema híbrido integra energía solar con un sistema de almacenamiento o generador auxiliar, garantizando una fuente de energía estable y autónoma, sin necesidad de conexión a la red eléctrica. Además, busca mejorar la eficiencia energética del hotel, reduciendo sus costos operativos y su impacto ambiental. Este enfoque no solo favorece el desarrollo sostenible de la ciudad, sino que también posiciona a este servicio como un líder en la adopción de soluciones tecnológicas respetuosas con el medio ambiente.

El impacto principal que se evidenció es la reducción de la energía consumida por el hotel de la red pública, por ende, la disminución del costo de la planilla, puesto que los sistemas fotovoltaicos con inversor híbrido presentan una conexión a través de la red pública y banco de baterías. Por lo tanto, este presenta la opción de almacenamiento de la energía que producen los paneles solares, su condición de operación es en modo de respaldo y el nivel de autoconsumo es alto. El excedente de la energía puede ser almacenada, es decir, en el caso de una suspensión de la red pública seguirá funcionando en forma normal para abastecer la carga eléctrica conectada al hotel.

Desde el punto de vista de la ingeniería eléctrica y energética, los sistemas fotovoltaicos con inversor híbrido representan la solución apropiada cuando se busca: confiabilidad, autonomía, continuidad del servicio y máximo aprovechamiento energético, aunque impliquen una mayor inversión inicial.

Según los autores Yépez y Flores (2024), en el trabajo titulado: "Diseño de un sistema de generación solar fotovoltaico para autoconsumo considerando la regulación ecuatoriana". Este proyecto analiza y diseña un sistema de generación solar fotovoltaico para autoconsumo en la azotea del edificio E de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, siguiendo la normativa ecuatoriana ARCERNR 001/2021. El objetivo fue reducir la carga en la red eléctrica, utilizando energía renovable, aprovechando la radiación solar local y contribuyendo al cuidado ambiental. Se abordaron temas como las fuentes de energía renovable, equipos y tipos de sistemas fotovoltaicos y sus conexiones. A partir de la información técnica y el análisis del edificio, se calculó la energía anual estimada mediante el software PVSy, comparando la demanda con y sin el sistema fotovoltaico. Esto permitió evaluar el ahorro energético, el retorno de la inversión y los beneficios de la implementación del sistema.

En este mismo sentido, una investigación realizada por Peñalva (2024) fue muy valiosa porque aporta una metodología moderna de optimización (demanda + clima + dimensionamiento + minimización de costos), ideal si se planea diseñar algo robusto y adaptado a condiciones reales.

El estudio en Ecuador de Cadena Gallardo y Carrión (2024), demuestra que un sistema híbrido con baterías e inversor híbrido es viable, incluso para sistemas pequeños de demanda moderada y útil para dimensionar prototipos o sistemas residenciales y empresariales. Un ejemplo es un sistema de energía para el consumo de un hotel con una tarifa comercial de electricidad del sistema público.

Finalmente, el trabajo de Proaño (2013) ofrece una perspectiva crítica sobre este tipo de sistemas híbridos de energía: en viviendas de bajo consumo, la viabilidad económica puede ser marginal a menos que existan incentivos o subsidios, lo que te ayuda a entender los riesgos en proyectos residenciales aislados o pequeños.

2. METODOLOGÍA

La metodología incluyó el levantamiento de información sobre el consumo energético del hotel, la ubicación geográfica y la radiación solar en la zona. Se seleccionaron componentes como paneles solares marca Trinasolar, policristalinos de 575 W, baterías de plomo-ácido de gel AGM y un inversor híbrido off-grid. Se realizó el dimensionamiento del sistema, el montaje de los componentes, pruebas de funcionamiento y el análisis de la energía producida a través de una aplicación en línea. La metodología empleada en este proyecto se estructuró en una serie de etapas interconectadas, cada una estructurada para contribuir al objetivo general de implementar un sistema fotovoltaico híbrido eficiente y confiable.

Levantamiento de información. Inicialmente, se llevó a cabo un levantamiento integral del consumo energético del hotel, detallado en la Tabla 1. Este proceso incluyó la recopilación de datos sobre las cargas instaladas en el sistema eléctrico, los patrones de uso de energía a lo largo del día y las variaciones funcionales en el consumo.

Tabla 1

Carga instalada en el hotel ubicado en el centro norte de la ciudad de Quito.

Cantidad	Descripción	Potencia Unitaria [W]	Potencia Total [W]
120	focos leds	9	1080
38	Televisor	150	5700
1	Refrigeradora	350	350
2	Lavadora	600	1200
1	Bomba de agua	1500	1500
1	Computadora	400	400
5	Secadora de cabello	1000	5000
1	Secadora de ropa a gas	800	800

Chiliquinga Taipe, J. Imbaquingo Imbaquingo, G. y Sampedro Chiliquinga, A. (2025). Implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red para la demanda energética de un hotel. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 124-141. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/174>
 enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

1	Puerta eléctrica garaje	450	450
1	Varios accesorios	4000	4000
		Potencia instalada	20480

Fuente: autoría propia.

Se realizó un análisis de la ubicación geográfica del hotel (Figura 1) para determinar la radiación solar disponible, como se muestra en la Tabla 2. Este análisis consideró factores como la latitud, longitud y la altitud (Tabla 3), la orientación del edificio y las posibles obstrucciones que pudieran afectar la captación de energía solar.

Figura 1

Localización geográfica de la estructura metálica y teja española del hotel.



Fuente: autoría propia.

Tabla 2

Localización estructura metálica y teja española.

Coordenadas Grados Decimales (DD)		
Latitud	Longitud	Altitud (m)
0°11'53"S	78°29'54"W	2790

Fuente: autoría propia.

La radiación solar expresada en horas de sol pico, se encuentra documentada en el atlas solar de Ecuador y proporcionó datos mensuales y un promedio anual de irradiación de 4.52 kWh/m² en la zona de estudio, que aplicando la constante solar de 1kW/m², se obtiene 4.52hps.

Tabla 3
Datos de radiación solar, Quito.

MES	DÍAS	HPS
Enero	31	4,4
Febrero	29	4,4
Marzo	31	4,6
Abril	30	4,3
Mayo	31	4,2
Junio	30	4,1
Julio	31	4,3
Agosto	31	4,6
Septiembre	30	4,9
Octubre	31	4,8
Noviembre	30	4,9
Diciembre	31	4,8

Fuente: información tomada de Atlas solar de Ecuador Conelec (2024).

Dimensionamiento del sistema. Se llevó a cabo el dimensionamiento del sistema, utilizando los datos obtenidos en la recopilación de información (Tabla 4) y cálculos manuales para asegurar una cobertura técnica de la demanda energética del hotel. Se consideraron factores como la potencia nominal de los paneles solares, la capacidad de almacenamiento de las baterías, la eficiencia del inversor y las pérdidas de energía en el sistema. El objetivo fue diseñar un sistema que pudiera satisfacer la mayor parte de la demanda energética del hotel, minimizando la dependencia de la red eléctrica convencional, además del desabastecimiento energético durante un corte del suministro de energía programadas o no programadas.

Tabla 4
Consumo energético de cargas en el hotel.

Plantilla cálculo de consumo de un sistema fotovoltaico					
Cantidad	Descripción	Potencia Unitaria [W]	Potencia Total [W]	Horas de uso [h]	Energía consumo [Wh]/día
60	Focos leds	9	540	4	2160
15	Televisor	150	2250	4	9000
1	Computadora	400	400	4	1600
5	Secadora de cabello	1000	5000	4	20000
1	Puerta eléctrica garaje	450	450	4	1800
1	Varios accesorios	2000	2000	4	8000
			10640		42560

Fuente: autoría propia.

Chiliquinga Taipe, J. Imbaquingo Imbaquingo, G. y Sampedro Chiliquinga, A. (2025). Implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red para la demanda energética de un hotel. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 124-141. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/174>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Como se puede observar en la Tabla 4, estructurada para calcular la energía consumida, se tomó en cuenta un rango de cuatro horas de uso del sistema. Este tiempo fue el promedio de cortes energéticos en la zona en épocas de racionamiento eléctrico. De esta manera, se obtuvo una energía de consumo de 42560 Wh que equivale a 42,5kWh.

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{Energía consumida día [Wh]}}{\text{Potencia pico módulo [Wp]} * \text{Radiación [hsp]}}$$

$$\text{Número de módulos} = \frac{42560 [\text{Wh}]}{575 [\text{Wp}] * 4.52 [\text{hsp}]}$$

$$\text{Número de módulos} = 16.37$$

De acuerdo al cálculo, se necesitaron 16 paneles para sustentar el consumo. Cabe destacar que los datos obtenidos fueron del consumo de todas las cargas en estado de funcionamiento. Por esta razón y por aspectos económicos de financiamiento de los propietarios del hotel, se tomó la decisión de realizar el montaje de doce paneles que podrá cubrir al menos el 50% de la energía consumida de la red pública.

Selección e instalación de componentes específicos. La selección de los componentes del sistema se basó en un análisis de las necesidades del proyecto, la disponibilidad en el mercado ecuatoriano y las posibilidades económicas de sus propietarios. En este contexto, se eligieron paneles solares (Trinasolar, policristalinos, Modelo TSM-575DE19R (Tabla 5), debido a su alta eficiencia y rendimiento comprobado en condiciones climáticas similares a las de Quito.

Tabla 5

Características del panel fotovoltaico Trinasolar.

Panel Fotovoltaico Trinasolar	
Características Generales	Modelo TSM-575DE19R
Maximum power (Pmax)	575 W
Maximum power voltaje (Vmp)	38,8V
Maximum power current (Imp)	14,83A
Open circuit voltaje (Voc)	46,1V
Short circuit current (Isc)	15.90A
Maximum series fuse	30A
Power selection	0+-5W
Maximum system voltaje	IEC1500V
Dimensiones	2384*1303*35 mm
Peso	33.9kg

Fuente: autoría propia.

La ubicación del panel fotovoltaico estuvo condicionada por la disponibilidad de espacio. Por ello, este estudio aprovechó el área útil en la terraza del hotel. La Figura 2 ilustra el área disponible para la instalación de los paneles fotovoltaicos. La suma del área para los 12 paneles es igual a 37.27 m², para la instalación se utilizó herrajes de anclaje como rieles, separadores (midClamp), esquineros (endClamp), soportes en L y tornillos autopercutor, silicón, entre los más relevantes y también conectores de tipo MC4 para la conexión entre paneles.

Figura 2

Área disponible para la instalación de los paneles fotovoltaicos.



Fuente: autoría propia.

Estos paneles tuvieron circuitos por string o cadenas con configuración de conexión salto de rana (Leapfrog wiring) y se dividieron en grupos de 4 paneles cada cadena. Los módulos se conectaron en serie y luego se interconectaron en paralelo para obtener una potencia pico instalada de 6900 W. Las tres cadenas se unieron en la caja de protecciones o string box DC; posteriormente, salieron los conductores a la entrada DC del inversor recolectado la energía producida.

Los módulos fotovoltaicos se situaron sobre herrajes de aluminio, específicamente diseñados para la sujeción de paneles solares y se fijaron sobre el techo del hotel, justamente en la estructura metálica que cuenta con una cubierta de teja española. Los herrajes mencionados proporcionaron un nivel exacto y la inclinación correcta entre los paneles fotovoltaicos, tomando en cuenta que el techo de teja española tiene una inclinación de 20 grados; esta inclinación ayuda a que, en tiempo de lluvia, el agua no se estanque o se quede en la superficie del panel fotovoltaico. En la Tabla 6 se detallan los herrajes que se usaron en la instalación de los paneles fotovoltaicos. Además, en la Figuras 3 y 4 se observa el resultado de la instalación de los paneles con la fijación de los herrajes. Para la conexión de las cadenas de paneles solares, se utilizó cable solar AWG calibre 10, desde los paneles solares hasta el string box, donde se conectaron a los tres breakers de 2 polos 20A DC y para luego conectarse al inversor off grid (Figura 4).

El número de paneles solares conectado en serie se determinó de acuerdo al voltaje de vacío (Voc) del módulo solar y del inversor a utilizar. Para este caso, se dimensionó cuatro paneles solares, cada uno tiene un voltaje Voc de 46.1 V, con un total de Voc generado de 184.4 V que es menor que el Voc del inversor, cuyo valor es 250 V y mayor de los 60 VDC que necesita el equipo para su funcionamiento en condiciones normales. sin generar alarmas o condición de falla en el equipo.

Tabla 6

Accesorios eléctricos y herrajes.

Accesorios eléctricos y herrajes	
Descripción	Cantidad
MC4 1-1	4 unidades
Cable Solar #10 AWG	100 metros
Riel	10 unidades
MidClamp	48 unidades
EndClamp,	16 unidades
Soporte L	24 unidades
Sistema de protecciones eléctricas	3 unidades
Tornillo autoperforante	48 unidades

Fuente: autoría propia.

Figura 3

Armado de herrajes.



Fuente: autoría propia.

Figura 4

Instalación de paneles solares.



Fuente: autoría propia.

Las baterías de plomo-ácido de gel AGM tecnigreen solar de 150Ah (Tabla 7) se seleccionaron por su capacidad de almacenamiento, durabilidad y bajo mantenimiento. El inversor híbrido off grid (Tabla 8) fue elegido por su capacidad para gestionar el voltaje proveniente de los módulos solares y las baterías, así como por su compatibilidad con la red eléctrica. Tanto la marca de baterías e inversor son de gran aceptación en el mercado nacional por su costo, confiabilidad y garantía.

Figura 5

Caja de protección de paneles DC (string box).



Fuente: autoría propia.

Tabla 7

Características generales de la batería TECNIGREEN SOLAR AGM 12VDC 150AH.

Batería Tecnigreen AGM	12VDC 150AH
Voltaje	12 V
Capacidad	150Ah
Tipo	AGM
Marca	Tecnigreen
Capacidad nominal	150Ah (10hr @1.8V/celda, 25°C)
Máximo de Corriente descarga	1500A (5s)
Corriente de carga	45A
Ciclo de uso	14,4V - 15,0V
Ciclo en pausa	13,5V - 13,8V
Garantía	1 año
Peso	42 kg
Dimensiones en cm	48.4 L X 17 A X 24 H

Fuente: información tomada de CROPER (2025).

Para el montaje de los bancos de baterías se adecuó una rampa en un tragaluz del edificio donde se instalaron las 8 baterías. Estos bancos están compuestos por dos grupos de cuatro baterías cada uno; cada grupo se conecta en serie y, a su vez, los dos grupos se interconectan en paralelo. Para esto, se emplearon conductores unipolares de cobre número 4 AWG con una capacidad de almacenamiento de cada banco de 7200 Wh a 48 VDC con un total de 14400 wh o 14.4 kWh de energía acumulada como sistema de respaldo en ausencia de la energía de la red pública y solar. De esta forma, se obtuvieron dos bancos de baterías de 48 VDC que es el voltaje de operación del inversor y razón de su conexión, como se ilustra en la Figura 6. Ya conformados los bancos de baterías, se procedió a conectar las baterías a la caja de protecciones de las baterías que consta de un breaker DC de dos polos y 100 A de capacidad y de ahí a las entradas DC de baterías del Inversor.

Tabla 8

Características del inversor híbrido off-grid desconectado a la red.

Inversor must PV3600	
Características Generales - Eléctricas	Modelo PV35-10048 TLV
Operating Temperature	0° c =+45 °C
Protection class	Class I
Protection degree	IP 20
Rated power	10000 W
DC input	48 VDC.242.3 ^a
AC Output	110/220 VAC 60Hz
AC Input	220vac 60Hz 100 ^a
Dc output	48 VDC 70 ^a

Chiliquina Taipe, J. Imbaquingo Imbaquingo, G. y Sampedro Chiliquina, A. (2025). Implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red para la demanda energética de un hotel. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 124-141. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/174>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Rated Current	100 ^a
System Voltage	48 VDC
MPPT voltaje range	60-235 VDC
Max. Solar voltaje (VOC)	250 V
Max. Charger current	170 A

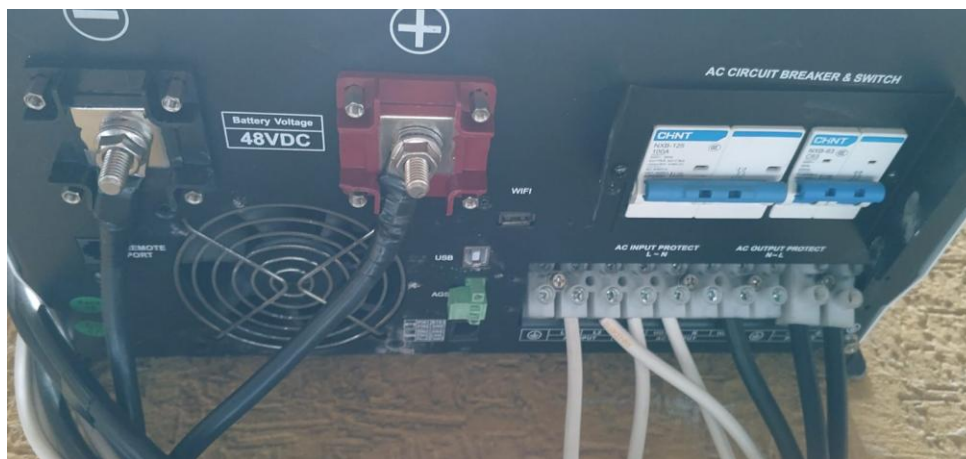
Fuente: información tomada de CROPER (2025).

El inversor híbrido off-grid desconectado de red es el dispositivo encargado de transformar la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna. Este alimenta las cargas del hotel y está anclado a la pared de hormigón. Además, todas las protecciones se encuentran ancladas en la misma pared, en cajas sobrepuestas moldeadas para las protecciones de cada uno de los tramos de cable que ingresan y salen del inversor.

El inversor seleccionado fue de 10kW, considerando que la potencia pico del sistema fotovoltaico, conformado por los 12 paneles solares es de 6900 W, permitirá cubrir picos de generación sin afectar la vida útil del inversor en condiciones de sobrecarga. La capacidad del equipo permitirá una posible expansión del sistema fotovoltaico a futuro, un string o cadena como los instalados.

Figura 6

Sección de conexión de entrada de batería.



Fuente: autoría propia.

El sistema eléctrico en corriente alterna (AC) abarcará, desde la salida monofásica de 220 V del inversor hasta el punto de conexión a la red de bajo voltaje, donde se inyectará la potencia generada por los módulos fotovoltaicos; esta ha sido convertida a corriente alterna por el inversor híbrido off-grid. Además, se incluirá un tramo de cable concéntrico de 8 AWG con 4 hilos (F+F+N+T), que servirá para alimentar el inversor desde la red de la empresa eléctrica pública. Este circuito funcionará en corriente alterna y su instalación será distinta a la de los tramos diseñados previamente, sin dejar a un lado todas las protecciones que por normativa se aplican.

Chiliquinga Taipe, J. Imbaquingo Imbaquingo, G. y Sampedro Chiliquinga, A. (2025). Implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red para la demanda energética de un hotel. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 124-141. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/174>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Con lo expuesto anteriormente, se procedió a conectar el tramo de salida de corriente alterna que provino del inversor híbrido off-grid a las protecciones breaker de 32 amperios 2 polos correspondientes a la línea 1, línea 2 y el neutro del inversor. Luego de la salida de las protecciones, se dirigió el cableado hasta la entrada de la transferencia manual de 63 amperios, instalada en la caja de distribución eléctrica (Figura 7). Luego de la salida de la transferencia manual, se llegará a los breakeres principales de la caja de distribución principal del hotel.

De igual manera, se realizará una conexión desde el medidor principal a la transferencia manual, para realizar la maniobra, en caso de ser necesario, por mantenimiento del sistema fotovoltaico o por fallas eléctricas, evitando la suspensión del suministro eléctrico hacia el hotel. Hay que recalcar que el neutro del equipo no es común con el neutro de la red eléctrica.

Figura 7

Caja de distribución eléctrica.

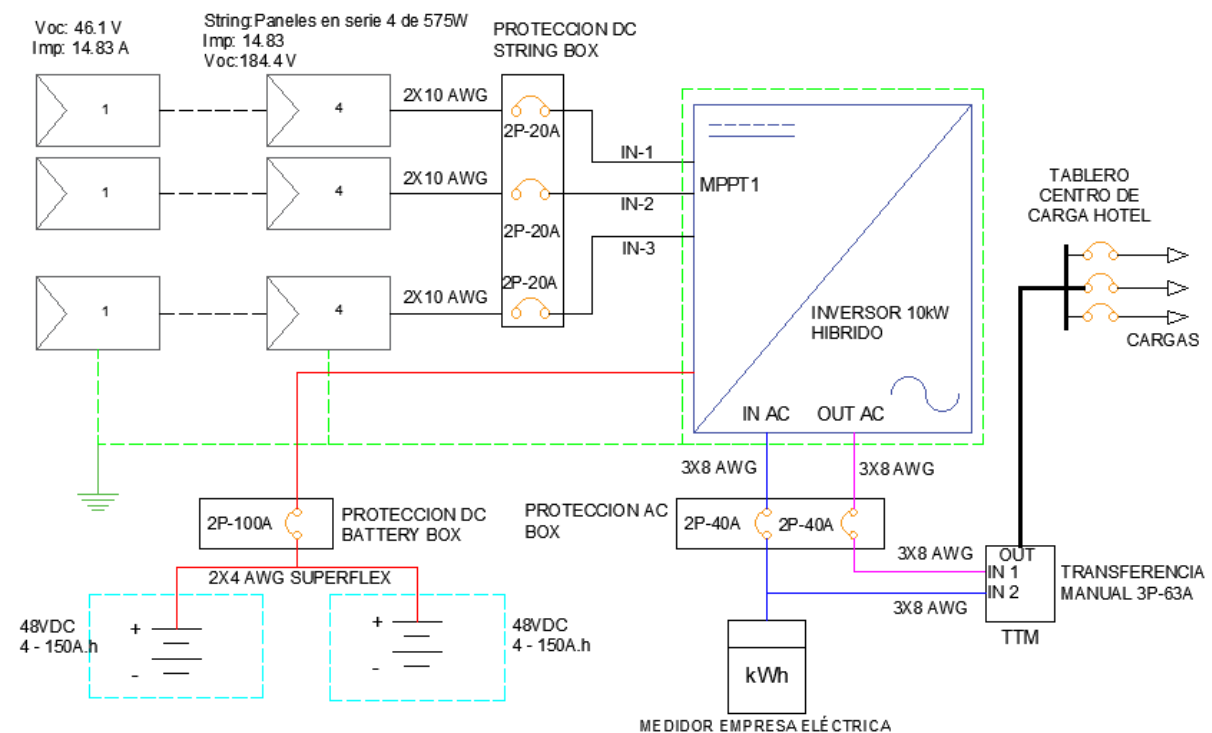


Fuente: autoría propia.

A continuación, se presenta el diagrama unifilar del sistema eléctrico en general implementado, tanto para las entradas y salidas de corriente alterna al inversor híbrido, entradas de corriente continua (DC) de los paneles solares, entradas de corriente continua del banco de baterías y conexión con la transferencia manual.

Figura 8

Imagen de diagrama unifilar.



Fuente: autoría propia.

Una vez completada la instalación, se realizaron pruebas de funcionamiento para verificar el correcto desempeño del sistema. Primero, se midieron parámetros como el voltaje, la corriente, la potencia y la eficiencia de cada componente. Luego, se simularon diferentes condiciones de carga y radiación solar para evaluar la respuesta del sistema y su capacidad; con el fin de ajustarse a los cambios en la demanda de energía y la disponibilidad solar.

3. RESULTADOS

Como resultados, se determinó que, para cubrir el 100% de la energía requerida por el hotel, se necesitaban 16 paneles solares. Sin embargo, debido a razones económicas, se instalaron 12 paneles policristalinos Trinasolar Modelo TSM-575DE19R 575W.

Los 12 paneles se instalaron en la terraza del hotel, ocupando un área de 37.27 m². La instalación se realizó sobre una estructura metálica con cubierta de teja española, con una inclinación de 20 grados. Los paneles se conectaron en tres cadenas (string) de cuatro en serie; los tres grupos se interconectaron en paralelo para obtener una potencia pico instalada total de 6900 W, con un inversor monofásico de 10 kW con sus respectivas protecciones en corriente alterna y corriente continua.

Para la instalación, se utilizaron herrajes de anclaje de aluminio, diseñados específicamente para la sujeción de paneles solares. Estos herrajes se fijaron sobre el techo del hotel, proporcionando un nivel perfecto y la inclinación correcta entre los paneles fotovoltaicos. El consumo energético del hotel, tomando en cuenta un rango de 4 horas de uso del sistema (considerando los cortes energéticos en la zona), se calculó en 42.5 kWh.

Análisis de la energía anual generada por el sistema fotovoltaico y consumida por el SE. Con la instalación de los 12 paneles, se estima cubrir al menos el 50% de la energía requerida por el hotel. La estimación de producción energética del sistema fotovoltaico híbrido se lo realizó mediante la herramienta computacional SAM (System Advisor Model) versión SAM 2025.4.16, que utiliza la versión actual de la NSRDB (The National Solar Radiation Database) y ofrece a los usuarios los últimos datos disponibles (1998-2014). La NSRDB comprende datos solares y meteorológicos SAM Downloaded Weather.

Figura 9

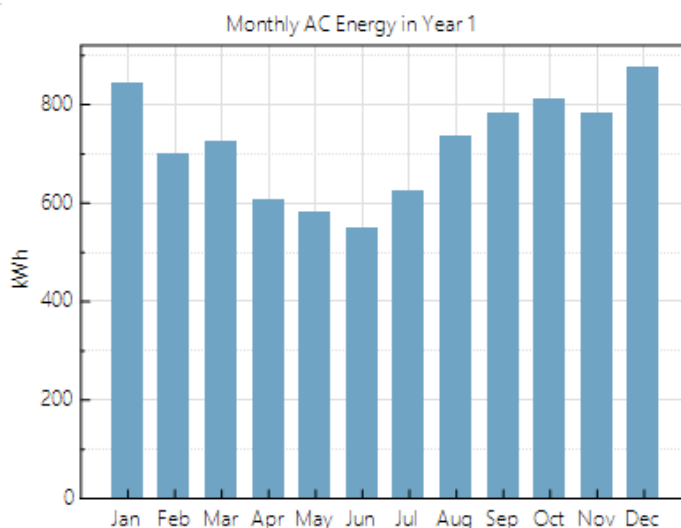
Resumen de resultados de la energía anual producida por el sistema fotovoltaico en SAM.

Metric	Value
Annual AC energy in Year 1	8,615 kWh
DC capacity factor in Year 1	14.2%
Energy yield in Year 1	1,247 kWh/kW
Performance ratio in Year 1	0.69

Fuente: autoría propia.

Figura 10

Energía mensual producida por el sistema fotovoltaico en SAM.



Fuente: autoría propia.

En la Figura 10, se puede observar la energía producida en forma mensual por el sistema fotovoltaico; se aprecia los meses de mayor producción que corresponden a diciembre y enero y los meses de menor generación en mayo y junio. Estos meses deben ser considerados para la programación de los mantenimientos.

De acuerdo a la Tabla 4, el requerimiento energético diario del sistema eléctrico del hotel es aproximadamente 42,66 kWh/día de la red pública, que significa un consumo mensual de 1276.8 kWh/mes y al año el consumo es de 15321.6 kWh/año. Este valor es parecido al que se refleja en la planilla de consumo emitido por la empresa eléctrica distribuidora.

Con la información obtenida de la proyección de la energía producida por el sistema fotovoltaico de 8615 kWh/año y la proyección de energía que demanda el hotel de la empresa eléctrica de 15321.6 kWh/año, se evidencia que el sistema propuesto permitirá autoabastecer el requerimiento energético del hotel en forma parcial. En este sentido, no es suficiente para su autonomía total de la red pública, siendo 6706.6 kWh/año que deben seguir siendo consumidos por la energía tradicional. Sin embargo, se evidencia el notable ahorro energético que experimentará el hotel por la implementación de su sistema fotovoltaico que se reflejará en la reducción del pago de la planilla, obteniendo además un sistema eléctrico confiable y con continuidad de servicio eléctrico gracias al sistema de almacenamiento de energía en baterías cuando se presente suspensión del servicio eléctrico debido a salidas programadas y no programadas de la red pública.

Análisis económico. Para el análisis económico, se consideró la inversión realizada para la implementación del sistema fotovoltaico off grid híbrido. La inversión es de aproximadamente 12000 dólares, que corresponde a su valoración en materiales y mano de obra con precios acorde al mercado ecuatoriano. Esto equivale a una relación de 1200 USD/kWp instalado. Adicional, se considera que el valor de la tarifa comercial sin demanda que está vigente en Ecuador es de 0.081 USD/kWh emitida por el Arconel para el 2025. Finalmente, se realiza la valoración de la energía proyectada que generaría el sistema fotovoltaico y la energía consumida de la red pública estimada en el año por el hotel. A continuación, se presenta el resumen del análisis económico considerando, el ahorro anual, VAN, TIR y periodo de recuperación, bajo criterios técnicos y financieros estándar.

El ahorro anual, considerando los 8.615 kWh/año que produce el sistema fotovoltaico a la tarifa establecida, se obtendría un valor de 697.82 USD/año, que representaría un abastecimiento en energía anual del 56,2% del consumo total.

Para el cálculo del VAN, se considera la vida útil promedio de los sistemas fotovoltaicos de 25 años, con una tasa de descuento del 10% anual y un rubro para operación y mantenimiento del 10% del valor de la inversión. Esto genera un flujo de caja neto anual de 577,82 USD/año, obteniéndose un VAN de negativo de 6753.7 USD, lo que demuestra que financieramente no es rentable. De esta manera, se ratifica una TIR que sale aproximadamente 1%, menor al 10% recomendado.

Para el tiempo de recuperación se considera la inversión y el ahorro anual neto. Esto se obtendrá en 17.2 años sin considerar el rubro de operación y mantenimiento, mientras que se demora 20.8 años teniendo en cuenta estos rubros.

4. DISCUSIÓN

La implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red en un hotel de Quito presenta varias ventajas y consideraciones:

- Reducción de la dependencia energética. El sistema fotovoltaico permite reducir la dependencia del hotel de la red eléctrica convencional, especialmente durante los cortes energéticos que afectan la zona. Al cubrir la mayor parte de la demanda energética, el hotel puede mantener sus operaciones básicas y reducir su vulnerabilidad ante interrupciones en el suministro eléctrico.

- Aprovechamiento de la energía solar de la ciudad de Quito que cuenta con un promedio anual de 4.52 kWh/m² de radiación solar, lo que la convierte en una ubicación favorable para la generación de energía fotovoltaica. La inclinación de 20 grados del techo de teja española facilita la captación de energía solar y evita el estancamiento de agua durante las lluvias.

- La decisión de instalar 12 paneles en lugar de los 16 inicialmente calculados se debió a razones económicas. Si bien esto reduce la cobertura de la demanda energética, sigue siendo una inversión no rentable para el hotel, pero sí una solución técnica para los problemas de abastecimiento y aprovechamiento del potencial solar de la zona, que se reflejará en una disminución de sus costos de electricidad y contribuye a la sostenibilidad ambiental.

- La conexión tradicional de los paneles en grupos de cuatro en serie y luego en paralelo, permite optimizar la producción de energía y facilita la gestión del sistema para aprovechar en forma adecuada la radiación solar. Sin embargo, es importante asegurar que esta configuración cumpla con las normativas de seguridad eléctrica y las recomendaciones del fabricante.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

El diseño e implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red en un hotel en Quito demostró ser factible y beneficioso. A pesar de las limitaciones económicas que llevaron a la instalación de 12 paneles en lugar de los 16 calculados, el sistema logra cubrir una parte significativa de la demanda energética del hotel, reduciendo su dependencia de la red eléctrica convencional y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

Bajo las condiciones económicas actuales, el proyecto fotovoltaico presenta un Valor Actual Neto (VAN) negativo y una Tasa Interna de Retorno (TIR) considerablemente inferior a la tasa mínima de aceptación. Esto evidencia que, desde un punto de vista estrictamente económico, el proyecto no resulta

financieramente viable. Su implementación únicamente se justificaría desde un enfoque ambiental, de seguridad energética o ante un incremento significativo de la tarifa eléctrica o incentivos estatales a nivel de Ecuador.

Finalmente, se recomienda realizar un seguimiento continuo del desempeño del sistema, monitoreando la producción de energía y el consumo energético del hotel, para evaluar su eficiencia y rentabilidad a largo plazo. Así mismo, se sugiere considerar la posibilidad de ampliar la capacidad del sistema en el futuro, instalando paneles adicionales para cubrir una mayor proporción de la demanda energética del hotel.

6. REFERENCIAS

CROPER. (2024). *CROPER.COM*. <https://croper.com/products/9623-bateria-solar-12v-150ah-agm-recargable-tecnigreen>.

ENERGYTEC. (2024). *Energytec*. <https://energytec.es/placas-solares/673-panel-ja-jam66d42-575mb.html>

Martínez, M. (2022). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22810/1/UPS-GT003826.pdf>

Mosquera, D. (2023). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24672/1/UPS-GT004266.pdf>

NASA. (2025). *NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources*. <https://power.larc.nasa.gov/>

Nazareno, J. (2021). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21327/1/UPS-GT003495.pdf>

PLAK, S. (2024). *SOLAR PLAK*. <https://solarplak.es/energia/que-es-un-inversor-hibrido-en-energia-solar/>

Solar, A. (2025). *AUTO SOLAR*. <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-son-las-baterias-secas-agm-y-gel>

Yépez, A., & Flores, J. (2024). *Repositorio institucional UPS*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28221/1/UPS-GT005532.pdf>

YUBOX. (2025). *YUBOX*. <https://yubox.com/yuboxcloud/>

Chiliquinga Taipe, J. Imbaquingo Imbaquingo, G. y Sampedro Chiliquinga, A. (2025). Implementación de un sistema fotovoltaico híbrido desconectado de la red para la demanda energética de un hotel. *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 124-141. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/174>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

IMPACTO DEL ASESORAMIENTO TRIBUTARIO EN LA FORMALIZACIÓN Y CUMPLIMIENTO FISCAL DE LOS COMERCIANTES DEL CENTRO COMERCIAL ARTESANAL "QUITUS"

Cristian Luis Valles Zumárraga
cristianvallesz@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4323-8708>
Instituto Superior Tecnológico CENESTUR - Ecuador

Daysi Grace Sinaluiza Vichisela
daysigrace1302@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4355-3293>
Instituto Superior Tecnológico CENESTUR - Ecuador

Recibido: 15/11/24

Aceptado: 17/12/24

Publicado: 01/01/25

RESUMEN

La informalidad tributaria incide de manera directa en la sostenibilidad económica y financiera de los pequeños emprendedores, al restringir su acceso a fuentes de financiamiento formal, limitar su capacidad de expansión y generar vulnerabilidad frente a las obligaciones fiscales. En respuesta a esta problemática estructural, el presente estudio, analiza el impacto del asesoramiento tributario brindado a través del programa Clínica Tributaria del Instituto CENESTUR, sobre la formalización y el cumplimiento fiscal de los comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitús", durante el segundo semestre de 2024. Para el efecto, se aplicó una metodología mixta con diseño no experimental, transversal y correlacional a través de encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas antes y después del proceso de asesoría a una muestra de 183 locales. Los resultados luego de la implementación de la asesoría revelan un aumento del 34 % en el cumplimiento tributario efectivo y una disminución del 18 % en errores en declaraciones de impuestos, evidenciando un fortalecimiento de las competencias técnicas de los comerciantes en el manejo de trámites electrónicos ante el SRI y el Municipio de Quito. Se concluye que el asesoramiento tributario especializado constituye una estrategia eficiente para reducir la informalidad, consolidar la formalización económica y optimizar la cultura fiscal en el sector empresarial.

PALABRAS CLAVE: tributos, contribuyentes, asesoría, conocimiento, tecnología.

IMPACT OF TAX ADVICE ON THE FORMALIZATION AND TAX COMPLIANCE OF MERCHANTS AT THE "QUITUS" CRAFT SHOPPING CENTER

ABSTRACT

Tax informality exerts a direct impact on the economic and financial sustainability of small entrepreneurs by restricting their access to formal financing mechanisms, limiting their capacity for growth, and increasing their vulnerability to fiscal obligations. In response to this structural challenge, the present study analyzes the impact of the tax advisory services provided through the Clínica Tributaria program of the CENESTUR Institute on the formalization and tax compliance of merchants operating in the Centro Comercial Artesanal "Quitus" during the second semester of 2024. A mixed-methods approach was employed, using a non-experimental, cross-sectional, and correlational design supported by structured surveys and semi-structured interviews administered before and after the intervention, applied to a sample of 183 commercial establishments. The post-intervention results indicate a 34% increase in effective tax compliance and an 18% reduction in errors in tax declarations, demonstrating a significant strengthening of the merchants' technical competencies in managing electronic procedures required by the SRI and the Municipality of Quito. The findings suggest that specialized tax advisory constitutes an effective strategy for reducing informality, promoting economic formalization, and enhancing tax culture within the small-business sector.

KEY WORDS: taxes, taxpayers, consultancy, knowledge, technology.

1. INTRODUCCIÓN

La informalidad tributaria constituye un fenómeno estructural que afecta de manera directa la sostenibilidad económica de los microemprendimientos en Ecuador. Su persistencia limita el acceso de los pequeños comerciantes a fuentes formales de financiamiento, reduce su capacidad de expansión y compromete la estabilidad de sus actividades económicas. Este escenario repercute particularmente en los actores de la economía popular y solidaria, quienes, pese a su contribución al empleo y al dinamismo local, mantienen una débil inserción en el sistema fiscal formal (SRI, 2024).

Diversos estudios coinciden en que la baja cultura tributaria y la escasa alfabetización digital son los principales determinantes del incumplimiento en este segmento (Becerra Molina et al., 2023; Pillasagua & Veloz, 2024). A nivel regional, experiencias en Perú, Colombia y Bolivia han demostrado que la informalidad tributaria genera pérdidas financieras para los emprendedores y obstaculiza su sostenibilidad (Salazar & Soto, 2022; Rojas & Quispe, 2023; Ledezma, 2023). En estos contextos, el asesoramiento técnico personalizado ha surgido como una herramienta eficaz para promover la formalización, mejorar la capacidad administrativa y fortalecer la confianza de los contribuyentes frente a la Administración Tributaria.

En Ecuador, el Régimen Simplificado para Emprendedores y Negocios Populares (RIMPE) fue diseñado para simplificar obligaciones y fomentar la inclusión fiscal. Sin embargo, su eficacia ha sido limitada por la falta de acompañamiento directo a los contribuyentes. Investigaciones recientes evidencian que la mayoría de los microempresarios desconocen los procedimientos básicos de declaración o actualización de información tributaria (Flores Morán, 2022; Chávez Alarcón, 2025). Este déficit de orientación técnica incide negativamente en su desempeño financiero y en la continuidad de sus negocios.

En este contexto, el programa de la Clínica Tributaria del Instituto Superior Tecnológico CENESTUR se implementó como una estrategia de vinculación social y educativa, orientada a brindar asesoramiento gratuito y personalizado a los comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitús", un espacio donde más del 80 % de los negocios pertenece al régimen RIMPE. La intervención buscó atender problemáticas como la falta de actualización del RUC, el bajo uso de facturación electrónica y el incumplimiento de obligaciones municipales.

En consecuencia, el presente estudio tiene como objetivo general analizar el impacto del asesoramiento tributario de la Clínica Tributaria en la formalización y cumplimiento fiscal de los comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitús" durante el segundo semestre de 2024. Este enfoque permitirá comprender el alcance real de la intervención, establecer correlaciones entre la orientación recibida y los cambios observados en el comportamiento tributario y aportar

evidencias empíricas que contribuyan al diseño de estrategias replicables en otros contextos comerciales del país.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio utilizó un diseño no experimental, transversal y correlacional, adecuado para analizar los cambios en el cumplimiento tributario sin manipulación de variables y midiendo las condiciones antes y después del asesoramiento tributario proporcionado por la Clínica Tributaria en el Centro Comercial Artesanal "Quitús".

Se adoptó un enfoque mixto, combinando: métodos cuantitativos, para medir variaciones en indicadores de cumplimiento tributario; métodos cualitativos, para comprender percepciones, barreras y experiencias asociadas a la formalización. Esta integración permitió obtener una visión completa del impacto de la intervención.

Las fuentes primarias correspondieron a comerciantes del centro comercial, a quienes se aplicaron dos instrumentos: encuestas estructuradas, para recopilar datos cuantificables sobre obligaciones tributarias, uso de plataformas electrónicas y cumplimiento municipal; entrevistas semiestructuradas, destinadas a profundizar en percepciones y dificultades relacionadas con el cumplimiento fiscal. Como fuentes secundarias se revisaron normativa tributaria vigente y literatura académica sobre cumplimiento fiscal y microempresas.

El procesamiento de datos se realizó mediante estadística descriptiva con apoyo de Excel para el análisis cuantitativo, y análisis de contenido para la información cualitativa, permitiendo integrar ambos resultados en una interpretación coherente del fenómeno.

Muestra y cálculo de la muestra

La población del estudio estuvo conformada por 350 locales comerciales activos del Centro Comercial Artesanal "Quitús". Para seleccionar una muestra representativa de esta población, se aplicó la fórmula de muestreo para poblaciones finitas:

$$N = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1-p)}{(e^2 \times (N-1)) + (Z^2 \times p \times (1-p))}$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra,
- N es la población total (350 locales),
- Z es el valor de la distribución normal (1.96 para un nivel de confianza del 95%)
- p es la probabilidad de éxito (0.5, para maximizar el tamaño de la muestra),
- E es el margen de error (0.05).

Valles Zumárraga, C. y Sinaluiza Vichisela, D. (2025). Impacto del asesoramiento tributario en la formalización y cumplimiento fiscal de los comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitús". *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 142-153.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/191>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

Aplicando la fórmula, se obtuvo un tamaño de muestra de 183 locales. Este tamaño de muestra fue suficiente para garantizar que los resultados fueran representativos de la población total, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Esto asegura que las conclusiones obtenidas de los datos sean robustas y generalizables al conjunto de comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitús".

3. RESULTADOS

Diagnóstico inicial del nivel de cumplimiento tributario

El diagnóstico preliminar permitió identificar el perfil tributario de los comerciantes y su grado de cumplimiento de las obligaciones fiscales y municipales.

Tabla 1

Tipos de contribuyentes del Centro Comercial Artesanal "Quitús".

Tipo de contribuyentes	% comerciantes
Régimen General	7,80%
Régimen RIMPE Emprendedores	38,07%
Régimen RIMPE Negocio Popular	54,13%
Total	100%

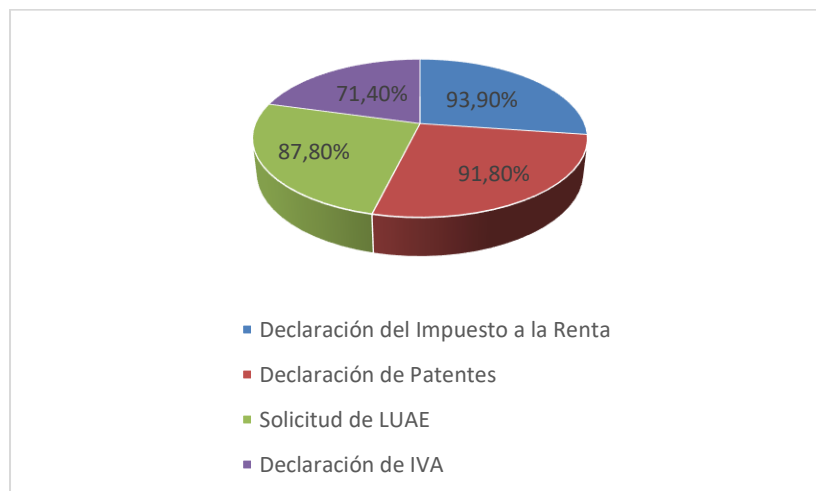
Fuente: autoría propia.

La Tabla 1 evidencia que el 54,13 % de los locales pertenece al RIMPE Negocio Popular, seguido del 38,07 % en RIMPE Emprendedores, mientras que únicamente el 7,80 % tributa bajo el Régimen General. Esta distribución confirma que la mayoría de los negocios opera bajo esquemas simplificados y su cumplimiento depende en gran medida del conocimiento normativo y del acceso a acompañamiento técnico.

Los resultados sugieren que la prevalencia del régimen RIMPE condiciona los patrones de cumplimiento, debido a que las obligaciones son menos frecuentes, pero requieren procesos digitales, como la actualización del RUC y el uso de facturación electrónica.

Figura 1

Obligaciones tributarias locales y municipales a cumplir.



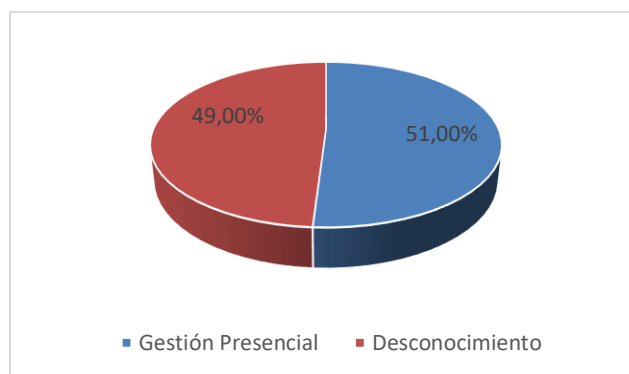
Fuente: autoría propia.

La Figura 1 muestra el nivel de comprensión y cumplimiento de las obligaciones tributarias y municipales. La declaración del Impuesto a la Renta (93,9 %) y la declaración de patentes (91,8 %) constituyen las obligaciones más reconocidas, mientras que la Licencia Metropolitana Única para el Ejercicio de Actividades Económicas (LUAE) (87,80%) y la declaración del IVA (71,4 %) presenta menor frecuencia de cumplimiento. Esta diferencia se relaciona con la naturaleza del régimen RIMPE Negocio Popular, cuyos contribuyentes no realizan declaraciones mensuales de IVA. La interpretación de estos resultados evidencia que los comerciantes poseen una comprensión parcial de sus deberes formales, lo cual refleja la necesidad de fortalecer sus conocimientos tributarios.

Gestión fiscal y uso de plataformas electrónicas

Figura 2

Gestión del RUC: apertura, actualización o suspensión.

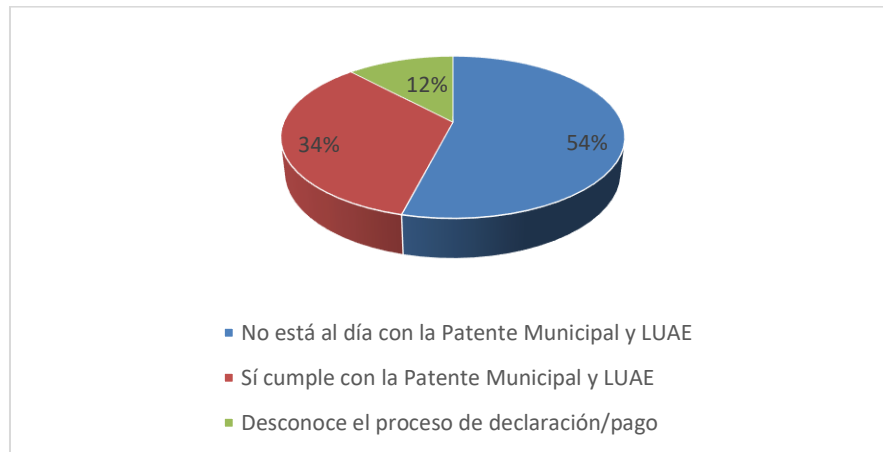


Fuente: autoría propia.

La Figura 2 muestra que el 51 % de los comerciantes ha gestionado la apertura, actualización o suspensión del RUC, mientras que el 49 % manifiesta no haber realizado estos procesos. Esta proporción revela una escasa cultura actualizadora, necesaria para mantener la validez de la actividad económica registrada, lo que puede derivar en sanciones o inconsistencias tributarias.

Figura 3

Estado de cumplimiento en el pago de la Patente municipal y actualización de la LUAE.

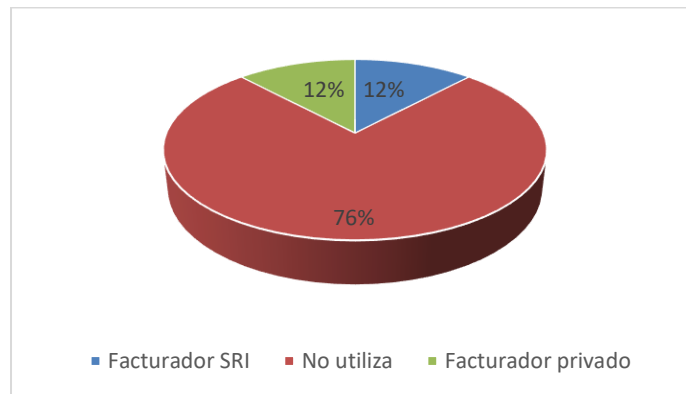


Fuente: autoría propia.

En cuanto a obligaciones municipales (Figura 3), el 54 % de los encuestados no se encuentra al día en la declaración y pago de la patente ni en la actualización de la Licencia Metropolitana Única para el Ejercicio de Actividades Económicas (LUAE). Apenas el 34 % cumple con ambas obligaciones, mientras que el 12 % desconoce completamente los procedimientos. Estos datos ratifican que la falta de acompañamiento y la dificultad del proceso son factores determinantes del incumplimiento.

Figura 4

Uso del Sistema de Facturación Electrónica en la Emisión de Comprobantes de Venta Régimen RIMPE Negocio Popular.



Fuente: autoría propia.

Respecto al uso de herramientas tecnológicas, la Figura 4 evidencia que solo el 12 % emplea la facturación electrónica del SRI, mientras que el 76 % no utiliza este sistema. Esta baja adopción refleja un problema recurrente en los pequeños comerciantes: la resistencia o dificultad para incorporar tecnologías tributarias, a pesar de que estas constituyen un requisito para garantizar trazabilidad y cumplimiento. Los resultados de esta etapa muestran que, previo al asesoramiento, el nivel de cumplimiento tributario y municipal era limitado, con brechas evidentes en el uso de plataformas electrónicas, actualización registral y gestión de trámites.

Trámites y gestiones realizadas durante el asesoramiento tributario

Durante la ejecución de la Clínica Tributaria, se gestionaron 157 trámites destinados a comerciantes y beneficiarios externos. De estos, 107 trámites (68 %) pertenecen directamente al Centro Comercial Artesanal “Quitús”, mientras que 50 (32 %) corresponden a usuarios externos.

Tabla 2

Gestiones tributarias realizadas a comerciantes del Centro Comercial Artesanal “Quitús”.

Trámite general	Trámite específico	% de gestión
Declaración de Impuestos	Impuesto a la Renta	45%
	Impuesto al valor agregado IVA	38%
	Manejo de Plataforma SRI	62%
Trámites RUC	Actualización de actividades económicas	79%
	Actualización domicilio tributario	17%
	Impresión certificado RUC	3%

Impuestos municipales	Declaración de la Patente	72%
	Obtención de la LUAE	87%

Fuente: autoría propia.

En términos globales, el 72 % de las gestiones se relacionó con obligaciones ante el SRI y el 28 % con el Municipio de Quito, evidenciando que la mayor necesidad de apoyo se concentra en procesos tributarios electrónicos. Estos resultados demuestran que el asesoramiento permitió reducir las brechas de manejo tecnológico y normativo, facilitando la regularización de obligaciones que los comerciantes no habían podido completar previamente.

Evidencia del impacto del asesoramiento tributario

La comparación entre el diagnóstico inicial y la evaluación posterior al acompañamiento técnico evidencia una mejora sustancial en el comportamiento tributario de los comerciantes.

Los resultados globales muestran:

- Incremento del 34 % en el cumplimiento efectivo de obligaciones tributarias.
- Reducción del 18 % en errores declarativos y procedimentales.

Esta variación refleja un impacto directo de la intervención, atribuible al acompañamiento personalizado y a la transferencia de conocimientos prácticos sobre el sistema tributario.

En coherencia con estos hallazgos, el análisis cualitativo mostró que los comerciantes reconocen mayor seguridad al realizar trámites electrónicos y perciben el asesoramiento como un mecanismo que reduce su nivel de riesgo ante sanciones y fiscalizaciones.

4. DISCUSIÓN

Los resultados permiten comprender, con mayor profundidad, las necesidades tributarias de los comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitús" y el impacto generado por la implementación del programa de asesoramiento de la Clínica Tributaria. La evidencia empírica confirma que las principales limitaciones de los pequeños contribuyentes se relacionan con el desconocimiento normativo, el escaso dominio de herramientas digitales tributarias y la falta de acompañamiento técnico, factores ampliamente documentados en la investigación tributaria latinoamericana.

En concordancia con Veloz Vera (2024), quien señala que los pequeños emprendedores enfrentan barreras normativas y dificultades operativas al interactuar con las plataformas tributarias, este estudio confirmó que antes de la intervención existían brechas significativas: solo el 12 % utilizaba facturación electrónica y más del 49 % desconocía procedimientos básicos del RUC. Estos hallazgos evidencian una limitada competencia digital tributaria, coherente con lo

Valles Zumárraga, C. y Sinaluiza Vichisela, D. (2025). Impacto del asesoramiento tributario en la formalización y cumplimiento fiscal de los comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitús". *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 142-153.

<http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/191>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

planteado por Becerra Molina et al. (2023), quienes destacan que la digitalización implementada por las administraciones tributarias no siempre está acompañada de procesos formativos suficientes para los contribuyentes.

Sin embargo, a diferencia de estudios como el de Viteri (2016), que atribuyen el incumplimiento tributario principalmente a intencionalidad evasiva, los resultados de esta investigación muestran que la problemática del "Quitús" responde mayoritariamente a factores estructurales, como desconocimiento, dificultades de interpretación normativa (identificada en el 65,3 % de los encuestados) y ausencia de orientación profesional. Esto concuerda con la perspectiva de Alm y Torgler (2011), quienes sostienen que el cumplimiento depende tanto de factores coercitivos como del apoyo institucional y la percepción de capacidad para cumplir.

El análisis del proceso de intervención permite afirmar que el asesoramiento personalizado constituye un mecanismo eficaz para mejorar el desempeño tributario. La gestión de 157 trámites, de los cuales 72 % correspondieron a obligaciones ante el SRI, demuestra la pertinencia del acompañamiento directo frente a modalidades de capacitación general. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Asqui Valladares (2022), quien concluye que la asistencia individualizada genera mejoras sustanciales en el cumplimiento fiscal de microempresas al reducir barreras cognitivas y operativas.

La evidencia cuantitativa posterior a la intervención refuerza esta afirmación. Se observó un incremento del 34 % en el cumplimiento efectivo de obligaciones tributarias y una reducción del 18 % en errores declarativos, lo que demuestra que los comerciantes internalizaron procedimientos esenciales y mejoraron su desempeño en el uso de plataformas electrónicas. Este patrón también se ha reportado en estudios de intervención aplicada en Perú, Colombia y Bolivia, donde programas de asesoramiento fiscal han incrementado la formalización de contribuyentes al facilitar el acceso a trámites e información técnica.

Además, tanto la revisión documental como los hallazgos de esta investigación permiten deducir que el acompañamiento tributario influye no solo en la mejora del cumplimiento, sino también en la percepción de seguridad y confianza en la interacción con la administración tributaria. El análisis cualitativo reveló que los comerciantes experimentaron una disminución del temor a cometer errores y una mayor autonomía en trámites electrónicos, lo que coincide con lo planteado por Urquiza Armas et al. (2024) respecto a la importancia de la orientación fiscal como herramienta de fortalecimiento ciudadano.

Finalmente, esta investigación aporta al campo académico al demostrar empíricamente que las iniciativas de asesoramiento tributario no solo corrigen incumplimientos existentes, sino que tienen el potencial de transformar el comportamiento fiscal de los pequeños contribuyentes en el mediano plazo. Asimismo, se evidencia el valor del modelo de Clínica Tributaria como estrategia de vinculación social y formación profesional, ya que permite a los estudiantes

aplicar conocimientos teóricos en contextos reales, fortaleciendo sus competencias en materia fiscal y contribuyendo al desarrollo económico local.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados evidencian que los comerciantes del Centro Comercial Artesanal Quitus presentan limitaciones significativas en cultura tributaria y competencia digital, lo que afecta su capacidad de cumplir oportunamente con sus obligaciones fiscales. Estas deficiencias responden principalmente al desconocimiento normativo, más que a conductas de evasión deliberada.

La intervención de la Clínica Tributaria demostró ser una estrategia efectiva para mejorar el comportamiento fiscal, reflejado en un incremento del 34 % en el cumplimiento de obligaciones y una reducción del 18 % en errores declarativos. El acompañamiento personalizado permitió resolver brechas informativas y operativas, fortaleciendo la autonomía de los comerciantes en la gestión de trámites tributarios y municipales.

Los hallazgos confirman la pertinencia del asesoramiento tributario individualizado como modelo replicable en zonas con alta concentración de contribuyentes RIMPE, especialmente Negocio Popular. Su aplicación contribuirá significativamente a la formalización fiscal, a la disminución del incumplimiento y al fortalecimiento de la sostenibilidad económica de los pequeños negocios.

Finalmente, se evidencia la necesidad de reforzar programas de formación tributaria orientados a comerciantes RIMPE, dado que el desconocimiento de las obligaciones del régimen constituye un factor crítico de incumplimiento. La experiencia de la Clínica Tributaria demuestra que las intervenciones prácticas y contextualizadas pueden generar mejoras sostenibles en el comportamiento fiscal de los pequeños contribuyentes.

6. REFERENCIAS

Alm, J., & Torgler, B. (2011). *Do ethics matter? Tax compliance and morality*. *Journal of Business Ethics*, 101(4), 635-651. <https://doi.org/10.1007/s10551-011-0761-9>

Asqui Valladares, M. (2022). Regímenes tributarios en Latinoamérica y su relación con el RISE, RIM y RIMPE de Ecuador. *Revista Enfoques*, 6(24), 363-380. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v6i24.148>

Becerra Molina, E., Ojeda Orellana, R., Calle Masache, O., Ramírez Valarezo, F., & Becerra Cabrera, C. (2023). Análisis del Régimen Simplificado para Emprendedores y Negocios Populares- RIMPE 2023- 2024. *Conciencia Digital*, 6(4.3), 55-73. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i4.3.2849>

Valles Zumárraga, C. y Sinaluiza Vichisela, D. (2025). Impacto del asesoramiento tributario en la formalización y cumplimiento fiscal de los comerciantes del Centro Comercial Artesanal "Quitus". *Revista Cotopaxi Tech*, 5(1), 142-153. <http://ojs.isuc.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/191>
enero - junio (2025) ISSN 2806-5573

- Chávez Alarcón, K. D. (2025). *Incidencia del régimen RIMPE y su impacto tributario en los emprendedores del Distrito Metropolitano de Quito durante el periodo 2022 - 2024* [bachelorThesis].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29831>
- Flores Moran, J. F. (2022). Vinculación con la Sociedad: Impacto del Núcleo de Apoyo Fiscal en la Generación de Cultura Tributaria. *Revista de investigación, formación y desarrollo: Generando productividad institucional*, 10(1), 8.
<https://doi.org/10.34070/rif.v10i1.325>
- Pillasagua, A. del J. L., & Vera, G. V. V. (2024). Régimen RIMPE emprendedor y el cumplimiento de deberes formales. *Ciencia y Desarrollo*, 27(3), Article 3.
<https://doi.org/10.21503/cyd.v27i3.2668>
- SRI. (2024). *Reglamento de comprobantes de venta, retención y documentos complementarios*.
- Urquizo Armas, J. V., Narváez Zurita, C. I., Jaramillo Calle, C. Y., Urquizo Armas, J. V., Narváez Zurita, C. I., & Jaramillo Calle, C. Y. (2024). Cultivando conciencia tributaria: Estrategias educativas y colaborativas en América Latina. *Revista Universidad y Sociedad*, 16(2), 282-292.
- Veloz Vera, G. V. (2024). *"Régimen RIMPE emprendedor y su incidencia en el cumplimiento de obligaciones tributarias en pinturas el socio del cantón El Carmen"*. [bachelorThesis, Jipijapa - Unesum].
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7006>
- Viteri, M. (2016). *Evasión Fiscal En El Contexto Social Contemporáneo*.



INSTITUTO SUPERIOR
UNIVERSITARIO
COTOPAXI

¡Transformando la Educación Superior!

w w w . w e b . i s t x . e d u . e c