

Sistemas de medición remota de energía eléctrica en la agencia Nabón CENTROSUR: factibilidad y beneficios analizados

*Remote measurement systems of electrical energy in the Nabón agency CENTROSUR: feasibility and
benefits analyzed*

Enriquez-Enriquez Christian Andrés, Cordero-Guzman Diego Marcelo, Ramon-Poma Glenda Maricela

RESUMEN

La Agencia Nabón de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. (CENTROSUR) enfrenta desafíos logísticos y climáticos al llevar a cabo lecturas presenciales de medidores de energía eléctrica en la parroquia El Progreso del cantón Nabón. Este estudio de investigación se enfoca en la viabilidad y los beneficios de implementar sistemas de medición remota de energía eléctrica en la Agencia Nabón de CENTROSUR. La gestión eficiente de la energía eléctrica es esencial tanto entornos urbanos como rurales, y la adopción de tecnologías de medición remota puede desempeñar un papel crucial en la optimización de su uso. Esta iniciativa tiene como objetivo optimizar recursos, reducir costos y mejorar la calidad del servicio eléctrico al proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre el consumo de energía. El estudio se basa en un análisis exhaustivo que combina métodos cuantitativos, descriptivos, explicativo – causal, de corte transversal y no experimental, incluyendo revisión de literatura y evaluación de datos específicos de la Agencia Nabón de CENTROSUR. Se viabiliza la aplicación de la investigación al obtener resultados positivos en los índices financieros PIR de 78.84 meses y VAN 11.115,84, además destaca la necesidad de modernizar la infraestructura de los sistemas de medición que cumplieron su vida útil. En conclusión, dentro de la parroquia El Progreso se requiere una modernización de los sistemas de medición, aunque demanda una inversión inicial considerable, promete beneficios a largo plazo como facturación precisa, gestión eficiente del consumo y mayor satisfacción del cliente, respaldada por análisis económicos positivos.

Palabras clave: Telemática; energía eléctrica; medición; zona rural; evaluación comparativa.

Enriquez-Enriquez, Christian Andrés

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. christian.enriquez.59@est.ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-1504-061X>

Cordero-Guzman, Diego Marcelo

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. dcordero@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2138-2522>

Ramon-Poma, Glenda Maricela

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. gramon@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6833-9129>

<http://doi.org/10.46652/pacha.v5i15.278>

ISSN 2697-3677

Vol. 5 No. 15 septiembre-diciembre 2024, e240278

Quito, Ecuador

Enviado: marzo 24, 2024

Aceptado: mayo 27, 2024

Publicado: junio 12, 2024

Publicación Continua

ABSTRACT

The Nabón Agency of the Regional Electricity Company Centro Sur C.A. (CENTROSUR) faces logistical and climatic challenges in conducting meter readings in situ in the parish of El Progreso in the canton of Nabón. This research study focuses on the feasibility and benefits of implementing remote power metering systems at CENTROSUR's Nabón Agency. Efficient electricity management is essential in urban and rural environments, and the adoption of remote measurement technologies can play a crucial role in optimizing their use. This initiative aims to optimize resources, reduce costs and improve the quality of electrical service by providing accurate, real-time data on energy consumption. The study is based on a comprehensive analysis that combines quantitative, descriptive, explanatory-causal, cross-sectional and non-experimental methods, including literature review and evaluation of specific data from the Nabón Agency of CENTROSUR. The application of the research is made possible by obtaining positive results in the financial indices PIR of 78.84 months and VAN 11.115,84, also highlights the need to modernize the infrastructure of the measurement systems that met their useful life. In conclusion, within the parish El Progreso a modernization of measurement systems is required, although it demands a considerable initial investment, promises long-term benefits such as accurate billing, efficient management of consumption and greater customer satisfaction, supported by positive economic analyses.

Keywords: Telematics; electrical energy; measurement; rural area; comparative evaluation.

Introducción

A nivel global, los sistemas eléctricos experimentan una evolución constante, facilitando la creación de redes eléctricas inteligentes que ofrecen niveles elevados de disponibilidad, eficiencia y confiabilidad. Además, se destacan por su sostenibilidad, promoviendo el desarrollo productivo y mejorando la calidad de vida de la población.

Uno de los aspectos fundamentales de las redes inteligentes es la implementación de sistemas de medición avanzados, mismos que se están implementando a nivel mundial en países como Estados Unidos, la Unión Europea y Asia, en varios estudios se estiman porcentajes de implementación de 70% para países desarrollados y aproximadamente un 25% en el caso de América Latina (Donato & Funes, 2021).

En Estados Unidos, se está llevando a cabo la implementación de medidores inteligentes como parte de una infraestructura de medición avanzada (AMI por sus siglas en Inglés). Según el informe “2020 Smart Grid System Report” (2022), se han instalado casi 100 millones de estos medidores en 21 estados. En datos del 2018, se constató que 21 estados tenían una implementación de medidores inteligentes que superaba el 50%. Inicialmente, estos medidores estaban destinados principalmente a la facturación al cliente. Sin embargo, en la actualidad, el enfoque se está ampliando hacia la interoperabilidad con las redes domésticas. Esto permite gestionar y analizar los datos de consumo del cliente, además de notificar directamente al propietario del medidor inteligente.

En toda la Unión Europea refleja un 34% del total de sistemas de medición que son medidores inteligentes los cuales se encuentran instalados y en funcionamiento, el porcentaje representa aproximadamente 99 millones de medidores inteligentes instalados en diferentes países de la Unión Europea. En los países como Suecia, Finlandia, Italia y entre otros, ya se completó al 100% la instalación de estos sistemas de medición inteligente; estos medidores instalados permiten tomar lecturas directamente y de manera remota, control del suministro, prevención y detección de fraude entre otras funcionalidades (European Commission. Directorate General for Energy & Tractebel Impact, 2020).

En Latinoamérica la inserción de sistemas de medición remota no se ha consolidado de manera significativa, sin embargo, en Argentina se han instalado alrededor de 70 mil medidores inteligentes en pueblos mayormente rurales, lo que ha permitido la reducción de tiempos de lectura, así como la gestión de corte y reconexión remota (Donato, 2021).

Álvarez Rey & Santana Lagos (2020), indican que en Colombia se han realizado varios proyectos piloto de instalación de sistemas de medición avanzados con diferentes funcionalidades como la instalación de 14500 medidores con sistemas de corte y reconexión remota, 9000 medidores con lectura remota y 2000 medidores AMI los cuales permiten todas las funcionalidades anteriores.

En Ecuador existen proyectos piloto de sistema de toma de lecturas remota implementada en Guayaquil por medio de la empresa Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), con un aproximado de 3614 medidores permitiendo una lectura más rápida (Ramírez, 2011). De igual manera en los últimos años CNEL ha instalado un total de 114 mil medidores inteligentes dentro de Guayaquil, los cuales permiten solucionar de manera remota las fallas internas además de la recopilación de lecturas remotas según sea la necesidad (Jara, 2022).

Este trabajo de investigación se enfocará en evaluar la factibilidad técnica, económica y operativa de implementar sistemas de medición remota de energía eléctrica en la Agencia Nabón de la CENTROSUR. Esta investigación se conecta directamente con la pregunta central: “¿Cuál es la viabilidad técnica, económica y operativa de la implementación de sistemas de medición remota de energía eléctrica en la Agencia Nabón CENTROSUR?”, considerando la implementación exitosa en diversas regiones que ha beneficiado tanto a las empresas distribuidoras como a la gestión en general.

Marco Teórico

En el marco teórico se aborda las principales teorías y estudios aplicados al sistema de medición remota de energía eléctrica, desde los conceptos y definiciones de la variable dependiente, así como de las diferentes teorías que dieron origen a su estudio.

El desarrollo de los sistemas de medición remota de energía eléctrica ha sido influenciado por diversas teorías y conceptos en el campo de la ingeniería eléctrica, la telemetría y la automatización.

Teoría de la Telemetría y la Telecontrol: La telemetría es la técnica de medir magnitudes físicas a distancia y transmitir los resultados a un lugar donde se pueden observar o analizar. Esta teoría es fundamental para el desarrollo de sistemas de medición remota, ya que proporciona los principios básicos para la transmisión de datos de manera inalámbrica o a través de redes de comunicación (Andrén et al., 2017).

Teoría de los Sistemas de Control Automático: Los sistemas de medición remota de energía eléctrica a menudo se integran en sistemas de control automático más grandes. La teoría de los sistemas de control automático proporciona los fundamentos para diseñar sistemas que puedan monitorear y controlar procesos eléctricos de manera eficiente y precisa, incluida la medición de energía eléctrica (Andrén et al., 2017).

En torno a las definiciones se puede anotar las siguientes:

Sistemas de medición

La definición de los diversos sistemas de medición incluye al medidor de energía eléctrica como elemento crucial. Un contador de energía eléctrica, ya sea electromecánico o electrónico, es una agrupación de elementos utilizados para medir el consumo eléctrico, midiendo la energía activa, reactiva y demanda (Denis Cristobal & Ronald David, 2021). Es esencial destacar los distintos tipos de equipos de medida disponibles en el mercado eléctrico y su evolución en relación con la medición inteligente para comprender a fondo este componente clave.

Contadores de energía electromecánicos ciclométricos. – También conocidos como medidores electromecánicos, emplean un convertidor electromecánico por medio de inducción, utilizan la inducción electromagnética para determinar la cantidad de energía eléctrica consumida. Su funcionamiento se basa en la relación entre la corriente eléctrica y los campos magnéticos, empleando un sistema de transmisión mecánica con un disco giratorio que registra la carga conectada y un numerador con dígitos para medir la energía consumida, este diseño, precursor de la medición del consumo eléctrico, surgió a finales del siglo XIX (Denis Cristobal & Ronald David, 2021) (Navarro Torres, 2019).

Contadores de energía electrónicos. – Inicialmente comenzó por medidores electrónicos ciclométricos conformados por una placa electrónica y la visualización del consumo por medio de un tipo contador de pasos (Denis Cristobal & Ronald David, 2021). Después de este sistema híbrido, evolucionaron a equipos completamente electrónicos teniendo algunas propiedades programables, monitoreo y capaces de medir todos los tipos de energía eléctrica y demandas, algunos más avanzados poseen puertos de comunicación (Moscoso Burgos & Valverde Pineda, 2023).

Sistemas de medición inteligente

Según lo detallado en Salazar Peralta (2022), existen varios tipos de sistemas de medición inteligente sin embargo, dados los avances tecnológicos la solución radica en el sistema de comunicación a utilizar dependiendo del área demográfica y geográfica de la zona de estudio también otro punto a considerar es la cobertura y su disponibilidad en el mercado además no se debe dejar de lado la confiabilidad y seguridad.

Téllez Gutiérrez et al. (2018), indica que los medidores inteligentes proveen a los operadores del sistema eléctrico un enlace en una relación comercial y técnica con los consumidores finales a través de un sistema inteligente, brindando a estos la información clave para que puedan tomar decisiones que generen mayores beneficios.

Definición y características de Smart Metering

De acuerdo a Plúas et al. (2020), *Advanced Metering Infrastructure* (AMI), es una infraestructura de sistemas de medición inteligente, sistemas de comunicación y sistemas de gestión de datos que admite comunicación bilateral entre servicios públicos y clientes, este sistema admite funciones más avanzadas que anteriormente no eran posibles o se efectuaban manualmente y en un tiempo más extenso, funciones como medir el uso de la electricidad de forma remota, desconectar y reconectar el sistema eléctrico y más funciones de monitoreo.

Normalmente una infraestructura de medición avanzada está integrado por medidores inteligentes que proporcionan un vínculo bidireccional entre las distribuidoras y los clientes, su funcionamiento a menudo es una comunicación entre sí y entregan la información a concentradores de datos, quien los envía al sistema de gestión de datos (normalmente ubicado dentro de la distribuidora) quienes lo utilizan para prever consumos, gestionar interrupciones identificar fallas, facturar el consumo del cliente y planificación u operaciones de consumo asociados al cliente (2020 *Smart Grid System Report*, 2022).

Smart Grid con frecuencia es conocido como “modernización de la red eléctrica”, y todo comienza a tener sentido cuando se repasa en cómo se calcula una factura mensual de energía eléctrica, normalmente el proceso inicia cuando un lector sale a la toma de lectura de un medidor y luego subtrae esa lectura actual de la lectura anterior, en ese momento se puede calcular la cantidad de energía consumida entre dos fechas; un medidor inteligente actualiza este proceso, lo que permite que los consumidores y los servicios públicos sean más conscientes de cómo se utiliza la energía, no solo por la lectura final, sino hora a hora o cuando lo necesiten (Minos, 2022).

Gracias al sistema de gestión remota, es posible llevar a cabo operaciones de manera eficiente y en la mayoría de los casos, en plazos óptimos; lo que contribuye a la facturación basada en lecturas reales con una mayor precisión en la gestión financiera (Moreno Mendieta, 2022).

Sistemas de tele medición eléctrica por medio de Radio Frecuencia.

Según lo indicado por Carpio Rivas & Narváez Cordero (2023), el sistema se fundamenta en la recopilación y transmisión de las lecturas de consumo obtenidas de un medidor de energía eléctrica con la característica de comunicación que posee CENTROSUR, todo de manera remota manejando la radio frecuencia (RF) como el medio de transmisión de datos.

Sin embargo, conforme Salazar Peralta (2022), el sistema de comunicación de radio frecuencia necesita establecer comunicación con el resto de los equipos de medición y los concentradores de datos además de una infraestructura de comunicación como las antenas repetidoras.

Diferencias entre medidores convencionales e inteligentes

Los medidores inteligentes de energía eléctrica se diferencian especialmente por la tecnología que poseen, ya que comparado con los medidores convencionales que solamente brindaban la medición local y su lectura debía realizarse por medio de personal de manera mensual o cuando lo necesite la distribuidora; los medidores inteligentes permiten varias funcionalidades como: corte y reconexión del suministro de manera remota, detecciones de fraude o hurto de energía además de la característica esencial que es la lectura remota y en tiempo real (Cahuana Yapó, 2020).

Metodología

La investigación es cuantitativa, descriptiva, explicativa – causal, de corte transversal y no experimental.

Es cuantitativa, porque se distingue por el análisis y énfasis en la medición de datos, lo que implica la recolección de datos que pueden ser cuantificados y analizados con el fin de dar respuesta a una pregunta de investigación; su fuerte reside en generar resultados los cuales permiten ser comparados entre diferentes variables de estudio, convirtiéndole en una herramienta excelente para investigaciones que necesitan ser evaluados de manera cuantitativa (Zúñiga et al., 2023).

Es descriptiva, por cuanto, según Valle et al. (2022), la investigación descriptiva proporciona un análisis detallado del entorno en el que ocurre la situación, el fenómeno o el evento en estudio.

Tiene un enfoque explicativo–causal porque permitirá responder las preguntas de investigación, ambicionando dar contestación a la forma de afectación de las variables independientes frente a la variable dependiente (Carneiro Figueroa, 2019).

Es de corte transversal porque la elección de población se realiza en un punto específico del tiempo y posibilitan la exploración de diversos resultados en los estudios (Manterola et al., 2019).

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación: Se utiliza la técnica de análisis de información documentada, mediante el uso de datos secundarios por medio de bases predeterminadas que permitirán realizar las mediciones de las variables de estudio.

Universo de estudio, tratamiento muestral y análisis de datos: Con el fin de dar una solución al problema que afronta la Agencia Nabón de la CENTROSUR en la toma de lecturas se definió analizarlo tomando en cuenta la parroquia El Progreso del cantón Nabón, la cual de los datos tabulados del Geovisor Técnico que se encuentra disponible de manera pública en la página institucional de CENTROSUR, posee un aproximado de 900 sistemas de medición dentro de la parroquia, se definió esta población ya que según señala Arias Gonzáles (2021), es necesario definir una población de estudio, con una muestra necesaria para obtener los objetivos planteados y dar solución a la problemática.

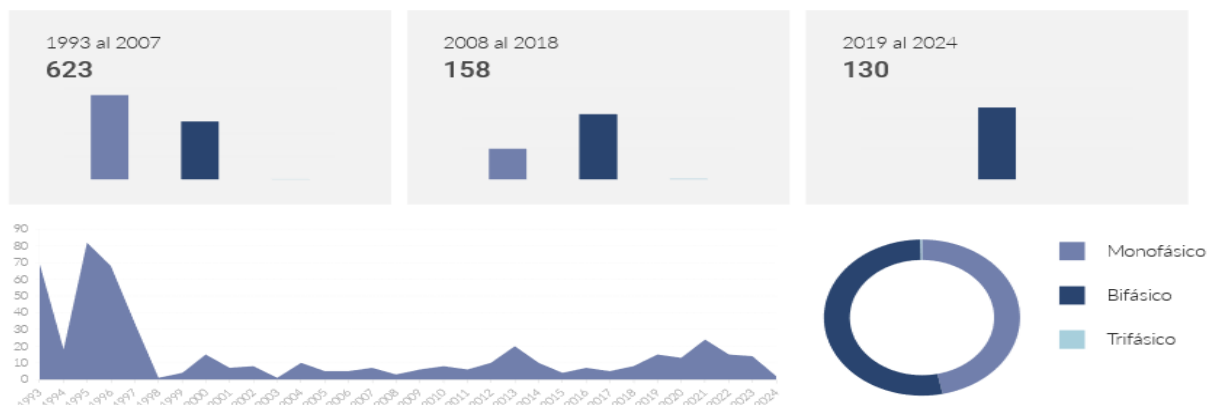
Resultados

Sistemas de medición tabulados de la parroquia El Progreso

Una vez tabulados los datos con corte a marzo de 2024, dentro de la Parroquia El Progreso del cantón Nabón existe un total de 912 sistemas de medición eléctrica. Con el fin de dividir sistemas de medición actuales, debido a que ya poseen sistemas de comunicación por medio de radio frecuencia que podrían ser utilizados para una medición remota se obtiene.

Gráfico 1. Instalación de medidores en la parroquia El Progreso.

Instalación de Medidores Parroquia El Progreso



Fuente: elaborado por los autores.

Iniciando con los sistemas de medición actuales que se han instalado partir del año 2019 se encuentran con servicio un total de 130 medidores bifásicos de los cuales 51 son medidores bifásicos marca *Hexing* sin sistema de comunicación de radio frecuencia (RF) y 79 son medidores bifásicos con marcas *Star*, *Wasion* y *Xili* que ya poseen sistema de comunicación RF.

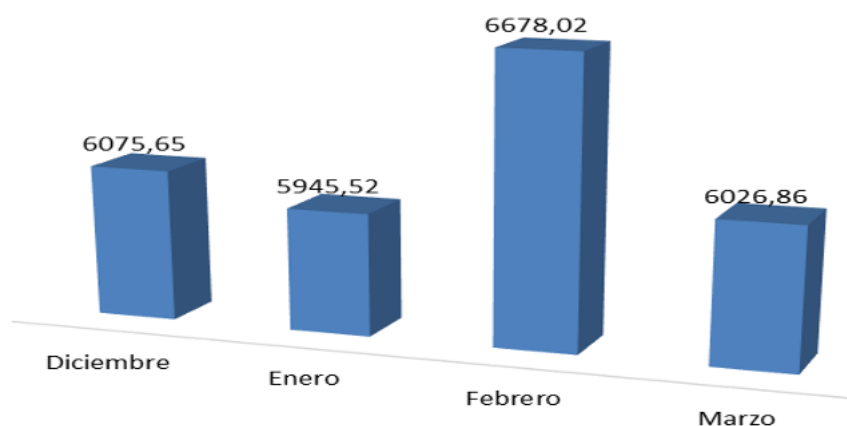
Posteriormente sistemas de medición intermedios, de los cuales se conoce que no poseen ningún tipo de sistema de comunicación se puede describir que a partir del año 2008 al 2018, por parte de la CENTROSUR se mantienen con servicio un total de 158 sistemas de medición de los cuales 107 son medidores bifásicos, de estos únicamente 3 medidores poseen comunicación RF y son de marca *XILI*; del total existen 50 sistemas de medición que son monofásicos sin ningún sistema de comunicación y 1 medidor trifásico de igual manera no posee ningún tipo de sistema de comunicación.

Finalmente, de los sistemas de medición antiguos, los cuales fueron instalados en el inicio de las redes de distribución de las diferentes comunidades de la parroquia y sus mejoras, entre los años 1993 al 2007 un total de 623 sistemas de medición de los cuales, debido a la antigüedad de instalación y creación del medidor, no poseen ningún tipo de comunicación y en algunos casos llegando a ser del tipo electromecánico. Del total se tiene 1 medidor electromecánico trifásico, 369 medidores monofásicos entre electromecánicos y ciclométricos y 253 medidores bifásicos de diferentes tipos por su antigüedad mayormente ciclométricos entre diferentes marcas como se puede apreciar en la figura a continuación.

Facturación de la Parroquia El Progreso

De todos los usuarios que pertenecen a la parroquia El Progreso del cantón Nabón, dentro del mes de marzo, se obtuvo el valor a facturar de la parroquia que asciende a 6.026,86 dólares de los Estados Unidos de América, sin embargo, para obtener una referencia mensual de un mes de consumo eléctrico se obtienen las facturaciones mensuales de los 3 meses anteriores al mes de estudio para una estimación más acercada a la realidad, una vez recopilados los datos se promedian los consumos y obtenemos una facturación promedio mensual de 6.181,51 dólares en un mes normal de consumo de la Parroquia El Progreso del cantón Nabón lo que de acuerdo al promedio del consumo de energía eléctrica del sector representa un consumo promedio de 32.985 kWh.

Gráfico 2. Facturación de la Parroquia El Progreso en los meses Diciembre – Marzo.



Fuente: elaborado por los autores.

Costos de Instalación del Sistema de Medición

Dentro del portal de compras públicas del Ecuador actualmente existen 2 procesos de contratación activos. El primero se encuentra relacionado a la “REPOSICIÓN, REUBICACIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN Y ACOMETIDAS, EN EL ÁREA DE ATENCIÓN DE LA ZONA 3–AGENCIA NABÓN” el cual se encuentra publicado mediante el código de proceso “COTO-EERCS-2023-031” dentro del cual en los análisis de precios unitarios definen los costos implicados para el reemplazo de un medidor, los cuales coinciden con los valores detallados en el segundo proceso de contratación con código “COTO-EERCS-2023-033” cuyo objeto de contratación es “OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA ADECUACIONES ELÉCTRICAS Y CIVILES PARA LA INSTALACIÓN DE MEDIDORES INTELIGENTES EN CENTRO HISTÓRICO ZONA 4”. Esto nos indica que la CENTROSUR posee un precio base para realizar adecuaciones y el reemplazo de medidores sin distinguir que tipo de medidor se instala, ya sea medidor normal, con RF o inteligente, el valor de contratación para el trabajo será el mismo y son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Cálculo de inversión para reemplazar un sistema de medición.

DESCRIPCIÓN DE RUBRO	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
Sustitución, Reubicación de sistema de medición, reporte e ingreso de información	\$ 37,36	1	\$ 37,36
Provisión, colocación de tablero empotrado o soldado para 1 medidor incluye material para sujeción y mano de obra	\$ 51,86	1	\$ 51,86
Instalación de puesta a tierra incluye material y mano de obra	\$ 40,34	1	\$ 40,34
Colocación de tubo con aislador de 2"X hasta 6 mts. soldado a cerramiento o columna incluyendo mano de obra y material	\$ 61,99	1	\$ 61,99
Provisión de conductor de Cu, aislado tipo THHN No. 8 AWG Sólido	\$ 0,97	2	\$ 1,94
Provisión de aislador de porcelana tipo ojo con tornillo de 44,5mm	\$ 4,70	1	\$ 4,70
Provisión de abrazadera de acero galv. dos pernos doble ojal espirado	\$ 9,74	1	\$ 9,74
Provisión de candado universal Master	\$ 6,07	1	\$ 6,07
Conductor tipo antifraude triplex 3x6 AWG	\$ 2,42	40	\$ 96,80
Pinza plástica para acometidas	\$ 1,27	2	\$ 2,54
Total de valores:			\$ 313,34

Fuente: elaborado por los autores.

Evaluación de gastos dentro de la Parroquia El Progreso

Actualmente la toma de lecturas se lo realiza de manera presencial con personal contratado por medio de un Ingeniero Eléctrico en libre ejercicio, de acuerdo con las bases de datos de la CENTROSUR denominado "PRECIOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA-MATRIZ AÑO 2024" existe el rubro "LECTURA DE 1 RUTA DE MEDIDORES EN AGENCIAS" que tiene el valor de 36,67 dólares y de acuerdo a los datos tabulados de la parroquia, existe un total de 24 rutas de lectura denominadas MRU's. Conociendo el total de rutas de lectura dentro de la parroquia se estima un valor de 880,08 dólares de Estados Unidos de América que deben invertirse al mes únicamente para la toma de lecturas de los equipos de medición del sector.

Considerando el análisis de sistemas de medición remota la recopilación de información estaría implicada por el técnico que estaría encargado del análisis y recopilación de datos y de acuerdo a Parra Vásquez & Quizhpe Gualán (2019), para la CENTROSUR representa un valor de 6,69 dólares, de igual manera aplicando para las 24 rutas de lecturas dentro del análisis el valor por la toma de lecturas de manera remota es de 160,56 dólares.

Debido a que los cortes y reconexiones por falta de pago dependen de manera directa de la población en estudio y que esta adopte un hábito mensual de pago se vuelve una variable muy inestable muy difícil de medir y no son un valor constante de manera mensual, por tal motivo estos valores no serán considerados dentro del valor investigado y no conformarán parte del presente estudio.

Dentro de la facturación de los 912 sistemas de medición tenemos los valores por recaudación del cuerpo de bomberos del cantón, que para el caso de usuarios residenciales el valor asciende a 2,30 dólares y aplicado por la cantidad de consumidores en análisis implica un valor total de 2.097,60 dólares recaudados para la entidad, esto dentro de toda la facturación de la parroquia.

Considerando que el promedio mensual de consumo de energía eléctrica dentro de la parroquia El Progreso del último año es de 32.985 kWh por mes. Realizando un análisis más minucioso de los consumos tenemos que un usuario residencial que tenga valores de 0-110 kWh de consumo dentro del último año entra dentro del subsidio de la tarifa de la dignidad, que de acuerdo al “TRATAMIENTO Y REPORTE DE SUBSIDIOS OTORGADOS POR EL ESTADO ECUATORIANO EN EL SECTOR ELÉCTRICO” el valor del subsidio es de 4 centavos por cada kilowatio-hora que fue consumido, con este antecedente se tiene un promedio total de consumo de 24.676 kWh que se encuentran en este rango de valores, lo que implica un valor a recaudar por subsidio de 987.04 dólares en promedio de manera mensual (INFORME N°. DRETSE-2022-011, 2022). Sin embargo, la energía total consumida se puede calcular el valor que debería ser cancelado por parte de CENTROSUR a los distintos generadores y transmisores de energía que de acuerdo a la regulación vigente una empresa distribuidora deberá cancelar el valor de 3.317 centavos por cada kWh que ha sido generado y 0.5808 centavos por cada kWh que han sido transportados por las redes de transmisión lo que representa que CENTROSUR deberá cancelar un valor total de 3.8978 centavos por cada kWh que fueron consumidos por la distribuidora (Informe N°. INF-DRETSE-2023-041, 2023). Considerando el consumo promedio de energía obtenido dentro de la parroquia tenemos un valor a cancelar de 1.285,69 dólares, considerando que los valores por concepto de subsidios pueden ser transferidos para cancelar la generación y transmisión de energía eléctrica tenemos que el desembolso por concepto de generación y transmisión de energía eléctrica asciende a un valor promedio mensual de 298.65 dólares.

Conociendo que la medición remota o toma de lecturas de forma remota se lo puede realizar de forma automática y de manera mensual, ya no es necesario contratar el servicio de toma de lecturas dentro de la Parroquia El Progreso en el caso de aplicar sistemas de medición remota.

Un resumen de todos los desembolsos que debe realizar la CENTROSUR a terceros se resumen dentro de la siguiente tabla:

Tabla 2. Desembolsos de la CENTROSUR.

Descripción	Valor Total	
	Sin Lectura Remota	Con Lectura Remota
Toma de Lecturas	880,08	160,56
Recaudación de Cuerpo de Bomberos	2.097,60	2.097,60
Compra de energía a Generadores	298,65	298,65
Total	3.276,33	2.556,81

Fuente: elaborado por los autores.

Evaluación de índices de inversión

Una vez obtenidos todos los valores económicos inherentes a la prestación del servicio de energía eléctrica medidor, la toma de lecturas y tabulados los sistemas de medición a ser intervenidos; a continuación, se procederá a calcular los valores necesarios para realizar la inversión del reemplazo de los medidores existentes y de igual manera los costos que representarán para CENTROSUR.

Primero las inversiones que tendrá que realizar la CENTROSUR, suponiendo que debe reemplazar los 912 sistemas de medición implica un costo total de 313,34 dólares por cada sistema de medición según la Tabla 1 e implica una inversión total de 285.766,08 dólares.

Considerando que actualmente los ingresos promedios mensuales son de 6.181,51 dólares y los desembolsos en caso de equipos de medición con lecturas remotas, debe realizar 2.556,81 dólares, con esto tenemos que CENTROSUR dispone de 3.624,70 dólares de ingresos netos dentro de la parroquia El Progreso.

Un índice muy importante a considerar es el periodo de recuperación de la inversión (PRI) con el que podemos conocer el tiempo necesario para que los flujos de efectivo de un proyecto igualen a la inversión inicial (Andrade Pinelo, 2011). Un PRI más corto indica una recuperación más rápida de la inversión y, por lo tanto, es deseable.

Para calcular el periodo de recuperación de la inversión (PRI), necesitamos conocer la inversión inicial y los flujos de efectivo netos esperados. En el presente caso de estudio, la inversión inicial es el costo total de reemplazar los medidores existentes, que es de 285,766.08 dólares. Los flujos de efectivo netos esperados son los ingresos mensuales netos después de considerar los desembolsos que son de \$ 3,624.70 dólares.

Ahora, para calcular el PRI, dividimos la inversión inicial por el flujo de efectivo neto mensual:

$$\text{PRI} = \text{Inversión inicial} / \text{Flujo de efectivo neto mensual}$$

$$\text{PRI} = \$285.766,08 / \$3.624,70 \approx 78.84 \text{ meses}$$

Esto significa que tomaría aproximadamente 78.84 meses, o alrededor de 6 años y 6 meses, recuperar la inversión inicial a partir de los flujos de efectivo netos generados por el proyecto.

Los sistemas de medición que fueron levantados dentro de la parroquia fueron debidamente analizados y descritos según el lapso de tiempo. Normalmente un sistema de medición tiene un tiempo de vida útil y funcionamiento recomendado de 15 años a partir de su fabricación (Parra Vásquez & Quizhpe Gualán, 2019).

Los resultados de la investigación revelan una clara necesidad de modernización en la infraestructura eléctrica de la Parroquia El Progreso, especialmente enfocada en los 623 medidores antiguos que han superado su vida útil recomendada de 15 años. Esta situación no solo representa un desafío en términos de confiabilidad y precisión en la medición del consumo eléctrico, sino que también conlleva riesgos potenciales de seguridad y eficiencia energética. Los medidores obsoletos, en su mayoría electromecánicos y ciclométricos instalados entre 1993 y 2007, presentan limitaciones significativas en términos de capacidad de comunicación y capacidad de recopilación de datos. Además, su mantenimiento y reparación se vuelven cada vez más costosos y difíciles de realizar debido a la escasez de repuestos y la obsolescencia de las tecnologías asociadas.

La inversión inicial requerida para reemplazar estos medidores antiguos, estimada en \$195,210.82 dólares, puede parecer considerable a primera vista, sin embargo, este gasto se justifica no solo por la necesidad de garantizar una medición precisa y confiable del consumo eléctrico, sino también por los beneficios a largo plazo que conlleva la modernización de la infraestructura. Los nuevos medidores inteligentes, equipados con tecnología de comunicación avanzada y capacidades de recopilación de datos en tiempo real, no solo mejorarán la precisión en la facturación y la gestión del consumo de energía, sino que también permitirán la implementación de servicios innovadores, como la monitorización remota, la detección de fraudes y la gestión de la demanda, además, al reducir la necesidad de mantenimiento manual y las interrupciones en el servicio, se mejorará la eficiencia operativa y se aumentará la satisfacción del cliente.

Con el valor que se considera para reemplazar medidores que cumplieron la vida útil, se descuenta del total de inversión inicial, lo que indica que únicamente se debería realizar una inversión de 90.555,26 dólares para reemplazar medidores que se encuentran dentro del periodo de funcionamiento, sobre este valor se calcula el nuevo PRI resultando un total de 24.98 meses o lo que es lo mismo alrededor de 2 años y 1 mes, si consideramos un periodo de vida útil de un medidor promedio de 15 años tendremos mejor rentabilidad o un tiempo bastante considerable para recuperar la inversión inicial.

El Valor Actual Neto (VAN) se emplea como una métrica para evaluar la viabilidad financiera de un proyecto en términos absolutos, al calcular la cantidad total en la que el capital se incrementa como resultado del mismo; al utilizar el VAN, se busca determinar si una inversión satisface el objetivo fundamental de maximizar el retorno financiero (Quiñonez et al., 2018). Primeramente, para esto se considera el periodo del proyecto dentro del tiempo de vida útil del equipo de medición que es de 15 años, por lo tanto, el periodo de análisis se lo realizará de manera anual.

Considerando que los ingresos netos mensuales son de 3.624,70 dólares teniendo un ingreso neto anual de 43,493.40 dólares anuales, un dato esencial para el cálculo del VAN tenemos que se lo realizará con una tasa de 11.96% utilizado para el caso de productivo empresarial de acuerdo al Banco Central del Ecuador y se calcula mediante la siguiente fórmula a continuación, donde Rt es el ingreso neto anual, r es la tasa de descuento, t es el año correspondiente, n es el periodo de análisis (15 años), e I_0 es la inversión inicial.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Rt}{(1+r)^t} - I_0$$

Se consideraron dos escenarios específicos, en el primer escenario, se realiza la inversión completa para reemplazar todos los 912 medidores con sistemas de lectura remota, lo que implica una inversión inicial de \$285,766.08. Asumiendo un ingreso neto mensual de \$3,624.70, que se traduce en \$43,493.40 anuales, y utilizando una tasa de descuento del 11.96% establecida por el Banco Central del Ecuador para proyectos productivos empresariales, Al sustituir valores:

$$VAN = \sum_{t=1}^{15} \frac{43.493,40}{(1+0,1196)^t} - 285.766,08$$

Al realizar este cálculo, el VAN resultante es \$11.115,84. Este VAN positivo indica que la inversión es financieramente viable. En el segundo escenario, se excluyen los equipos de medición que ya han cumplido su vida útil, lo cual obliga a la empresa CENTROSUR a reemplazarlos. La inversión necesaria para el reemplazo de los medidores que se encuentran en un periodo menor a 15 años es de \$90.555,26. Aplicando los mismos ingresos netos anuales de \$43,493.40 y la tasa de descuento del 11.96% sobre el mismo periodo de 15 años, el VAN se calcula de la misma manera:

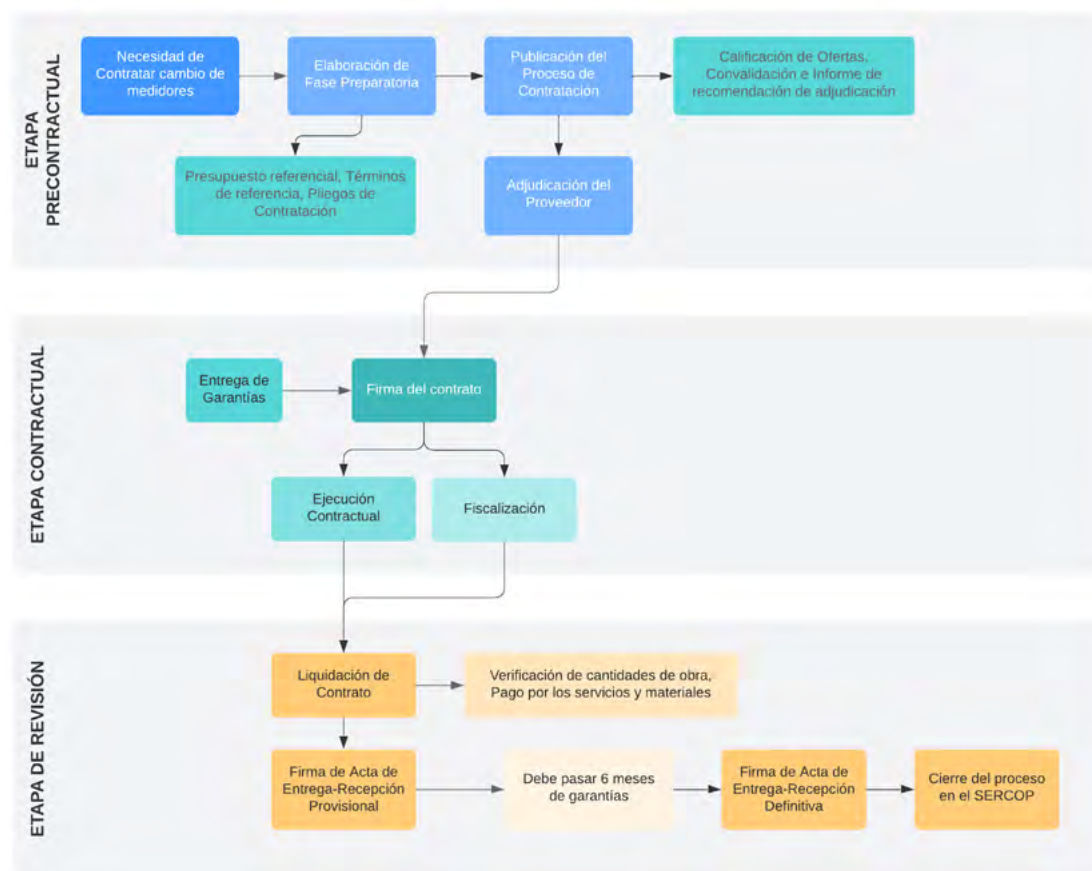
$$VAN = \sum_{t=1}^{15} \frac{43.493,40}{(1+0,1196)^t} - 90,555.26$$

Al realizar este cálculo, el VAN resultante es \$206,326.66. Este VAN significativamente positivo sugiere que este escenario es aún más rentable y asegura una mayor maximización del retorno financiero. Ambos escenarios demuestran la viabilidad financiera de las inversiones, con el segundo escenario proporcionando un retorno considerablemente mayor.

Propuesta para reemplazo de medidores de la Parroquia El Progreso

Una vez verificado la factibilidad de realizar el reemplazo de medidores dentro de la parroquia se plantea que la CENTROSUR elabore un proceso de contratación para efectuar el cambio masivo de medidores y se propone el siguiente procedimiento.

Gráfico 3. Etapas para un proceso de contratación pública.



Fuente: elaborado por los autores.

El proceso de contratación en el ámbito de la construcción se divide en tres fases principales: preparatoria, precontractual y contractual:

En la fase preparatoria, se define la necesidad de contratar el cambio de medidores y se elaboran documentos esenciales como el presupuesto referencial, los términos de referencia y los pliegos de contratación, que luego se publican en el portal de compras públicas del Sistema Nacional de Contratación Pública del Ecuador (SOCE).

La fase precontractual implica la recepción, calificación y adjudicación de las ofertas de los proveedores, basándose en criterios como precio, experiencia, calidad y capacidad técnica.

Finalmente, en la fase contractual, se ejecuta el contrato, se fiscaliza su cumplimiento, se liquida el costo final y se cierra el proceso, asegurando así la transparencia y eficiencia en los proyectos de construcción.

Discusión

La investigación sobre los sistemas de medición remota en la Parroquia El Progreso, revela resultados detallados que permiten evaluar exhaustivamente la infraestructura eléctrica actual y proyectar mejoras pertinentes. Según los datos recopilados y analizados, se constata la presencia de un total de 912 sistemas de medición eléctrica dentro de la mencionada parroquia. Estos hallazgos, detallados hasta marzo de 2024, ofrecen una visión integral de la distribución y estado de los medidores en la región. Cabe destacar que, conforme a los lineamientos establecidos por la CENTROSUR, se ha procedido a categorizar los sistemas de medición en función de su fecha de instalación, tecnología de comunicación integrada y estado operativo. Esta clasificación resulta crucial para identificar las áreas de intervención prioritarias y determinar la necesidad de modernización de los equipos existentes.

La modernización de la infraestructura eléctrica es un imperativo en el contexto actual de avances tecnológicos y demandas cambiantes de los usuarios, los sistemas de medición remota representan una solución integral para enfrentar los desafíos de la gestión energética, permitiendo una supervisión más eficiente y precisa del consumo eléctrico en tiempo real al eliminar la necesidad de lecturas presenciales, estos sistemas no solo reducen los costos operativos asociados con la toma manual de lecturas, sino que también minimizan los errores humanos y garantizan una facturación más precisa y transparente para los usuarios. Además, la implementación de sistemas de medición remota facilita la detección temprana de anomalías en el consumo eléctrico, como fugas de energía o irregularidades en el suministro, lo que permite una respuesta rápida y eficaz por parte de las autoridades pertinentes.

Al analizar los datos obtenidos en esta investigación, se concluye que es factible reemplazar los sistemas de medición actuales por sistemas de medición remota. Esta conclusión se alinea con los hallazgos de Parra Vásquez & Quizhpe Gualán (2019), quienes realizaron un estudio en una parroquia del cantón Cuenca, que utiliza las redes de distribución de CENTROSUR. En su investigación, determinaron que la intervención económica requerida era de \$6,543.00. En contraste, nuestra investigación estima una inversión inicial de \$285,766.08. Esta significativa diferencia se debe a que nuestro estudio considera no solo el reemplazo de los medidores, sino también de todo el sistema de medición, los cables de conexión y la protección adecuada, mientras que el estudio en Cuenca se enfocó únicamente en el reemplazo de los medidores, resultando en una inversión inicial considerablemente menor.

El análisis económico en ambas investigaciones, a pesar de sus diferencias en los montos de inversión inicial, concluye que un cambio masivo en las parroquias sería beneficioso para CENTROSUR. En el estudio de Cuenca, el VAN calculado es de \$285,766.08. Por otro lado, nuestra investigación presenta un VAN de \$11,115.84. Esta diferencia se debe a que nuestra investigación también incluye aquellos medidores que aún están fuera de su vida útil, al eliminarlos del análisis ajusta el VAN a \$206,326.66. Estos resultados demuestran que, aunque los costos iniciales sean altos, los beneficios económicos a largo plazo justifican la inversión.

De manera similar, la investigación coincide con el análisis de Aimacaña Quishpe (2022), que realizó un estudio sobre la implementación de sistemas de medición avanzada en el sector Patután – Cotopaxi. Este estudio reveló que la implementación de estos sistemas es factible en el área de estudio, con un VAN de \$223,355.14 en un periodo de análisis de 15 años. Un factor importante por considerar en el estudio de Patután es la mayor concentración de medidores, lo que reduce significativamente los costos asociados con su reemplazo. Este detalle, junto con los resultados de nuestra investigación, subraya que la viabilidad económica de implementar sistemas de medición avanzada no solo depende del costo de los equipos, sino también de factores logísticos como la concentración de medidores y la infraestructura existente.

En resumen, tanto la investigación como los estudios de Parra Vásquez & Quizhpe Gualán (2019) y Aimacaña Quishpe (2022), respaldan la viabilidad y los beneficios de la implementación de sistemas de medición remota. Los análisis económicos muestran que, a pesar de las variaciones en los costos iniciales y los contextos específicos de cada estudio, los beneficios a largo plazo y el aumento en la eficiencia justifican la inversión en nuevas tecnologías de medición. Estos hallazgos son cruciales para la toma de decisiones en el ámbito de la gestión de redes de distribución eléctrica, particularmente en áreas atendidas por CENTROSUR.

Considerando que es factible la implementación de equipos de medición remota dentro de la parroquia El Progreso, cabe indicar que, a pesar de los esfuerzos exhaustivos en la investigación, es importante reconocer las limitaciones inherentes al estudio. En primer lugar, se encuentran las limitaciones de datos debido a la disponibilidad de la información recopilada, aunque contamos con datos históricos de consumo eléctrico, la falta de información detallada sobre el comportamiento de pago de los usuarios podría haber afectado las proyecciones. Es importante señalar que los resultados se derivan de un estudio específico en un contexto particular, aunque se han realizado esfuerzos para garantizar la representatividad de la muestra, es posible que los resultados no sean generalizables a otras poblaciones como podría ser por ejemplo toda el área de atención de la Agencia Nabón. Aunque se intentó controlar los factores externos que podrían influir en los resultados, es posible que haya variables no consideradas que podrían haber afectado la viabilidad del proyecto, como los cambios en el entorno económico, regulaciones gubernamentales o eventos imprevistos podrían haber tenido un impacto significativo en los resultados, se reconoce que hay áreas que no pudieron ser abordadas en este estudio y que podrían beneficiarse de una investigación adicional.

Analizando la factibilidad económica positiva en cuanto al reemplazo de los sistemas de medición dentro de la parroquia, es importante señalar que se puede tomar de base para analizar su aplicación en campo con un análisis más detallado en cuanto a las factibilidades técnicas e impedimentos que puedan surgir al momento de aplicar en sitio. El presente análisis podrá ser utilizado por la empresa distribuidora CENTROSUR con el fin de realizar un análisis para la inversión en el reemplazo de los equipos de medición que ya cumplieron su vida útil dentro del área de estudio.

Conclusión

La investigación exhaustiva de los sistemas de medición en la Parroquia El Progreso destaca la urgencia de modernizar la infraestructura eléctrica, especialmente enfocada en los 623 medidores que han superado su vida útil recomendada de 15 años. La implementación de sistemas de medición remota se presenta como una solución integral para abordar los desafíos actuales en la gestión energética, permitiendo una supervisión más eficiente y precisa del consumo eléctrico en tiempo real, eliminando la necesidad de lecturas presenciales y reduciendo costos operativos.

A pesar de la inversión inicial considerable requerida para reemplazar los medidores obsoletos, los beneficios a largo plazo, como una facturación más precisa, una gestión eficiente del consumo energético y una mejor satisfacción del cliente, justifican la modernización de la infraestructura eléctrica. Los análisis económicos, como el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y el Valor Actual Neto (VAN), respaldan la viabilidad financiera del proyecto de reemplazo de los medidores, indicando un retorno positivo de la inversión en un plazo razonable., sin embargo, se sugiere realizar estudios piloto para evaluar la viabilidad práctica del proyecto.

Es importante considerar la evolución del entorno económico y las regulaciones gubernamentales, así como posibles eventos imprevistos que podrían influir en la viabilidad del proyecto a lo largo del tiempo. Se recomienda realizar análisis periódicos para adaptarse a los cambios en el contexto externo. El estudio destaca la importancia y la viabilidad de la modernización de los sistemas de medición en la Parroquia El Progreso mediante la implementación de tecnologías de medición remota, sin embargo, se reconoce la necesidad de abordar las limitaciones del estudio y llevar a cabo investigaciones adicionales para garantizar el éxito a largo plazo del proyecto.

Referencias

- Aimacaña Quishpe, S. F. (2022). *Análisis para la factibilidad de la puesta en servicio de Sistemas de Medición Avanzada para Clientes ubicados en la Comunidad de Patután de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://localhost/handle/27000/8376>
- Álvarez Rey, J. J., & Santana Lagos, M. A. (2020). *Propuesta para la implementación de la tecnología AMI en Villavicencio Colombia* [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30033>
- Andrade Pinelo, A. M. (2011). Aplicación del índice de rentabilidad (IR) y el período de recuperación de la inversión (PRI). *Contadores y Empresas*, 156. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/609207>
- Andrén, F. P., Strasser, T. I., & Kastner, W. (2017). Engineering Smart Grids: Applying Model-Driven Development from Use Case Design to Deployment. *Energies*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/en10030374>

- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting Eirl.
- Cahuana Yapo, R. D. (2020). *Implementación del sistema de tele-medición mediante la aplicación de tecnología two way automatic communication system (TWACS) en el Sistema Eléctrico Com-bapata de Electro Sur Este S.A.A* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5296>
- Carneiro Figueroa, M. Y. (2019). *Uso de estrategias metacognitivas para el desarrollo de la capacidad de redacción de textos explicativos causales en estudiantes de primer ciclo de una universidad privada peruana* [Tesis de maestría, Pontifica Universidad del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15368>
- Carpio Rivas, J. S., & Narváez Cordero, R. G. (2023). *Factibilidad para la implementación de nuevas tecnologías para medidores de flujo eléctrico en la ciudad Cuenca, provincia del Azuay* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/13979>
- Denis Cristobal, A. B., & Ronald David, G. G. (2021). *Diseño de un módulo de medición inteligente para la lectura del consumo de energía eléctrica mediante tecnología LORA en la fábrica de muebles Jessica* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8138/1/PI-001757.pdf>
- Donato, P. (2021). Las redes eléctricas inteligentes en Argentina: Una cuestión estratégica para la presente década. *Revista Electrónica De Divulgación De Metodologías Emergentes En El Desarrollo De Las STEM*, 3(2), 3–19.
- Donato, P. G., & Funes, M. A. (2021). Redes de servicios públicos inteligentes. *Asociación Civil Ciencia Hoy*, 30, 38-42. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/174372>
- European Commission. Directorate General for Energy. & Tractebel Impact. (2020). *Benchmarking smart metering deployment in the EU-28: Final report*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/492070>
- INFORME N°. DRETSE-2022-011, ARCERNNR, REGULACIÓN NRO. ARCERNNR-005/23 (2022). <https://acortar.link/skocmr>
- Informe N°. INF-DRETSE-2023-041, ARCERNNR, Resolución No. ARCERNNR-025/2023 (2023). <https://acortar.link/mV7Eae>
- Jara, F. (2022, 8 de agosto). Guayaquil tiene 114.000 medidores inteligentes de energía instalados en el norte y centro; este mes los dispositivos se implementarán en tres etapas de Samanes. *El Universo*. <https://acortar.link/DUGA5X>
- Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 36-49. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.11.005>
- Minos, S. (2022, 7 de marzo). Modern Smart Meters Offer Consumers the Power of Choice. *Energy.Gov*. <https://www.energy.gov/energysaver/articles/modern-smart-meters-offer-consumers-power-choice>

- Moreno Mendieta, V. (2022). *Turismo sostenible: Smart cities y TICS* [Tesis de licenciatura, Universitat de les Illes Balears]. <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/159351>
- Moscoso Burgos, V. H., & Valverde Pineda, A. R. (2023). *Alternativas de control en la gestión de cartera vencida mediante alarmas de medidores AMI en CNEL EP-Guayaquil* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26590>
- Navarro Torres, H. (2019). *Estado de operatividad de los medidores monofásicos electrónicos de energía eléctrica y su influencia en la calidad de servicio al cliente de la empresa Electro Oriente S.A.- Tarapoto—2018* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36972>
- Parra Vásquez, C. J., & Quizhpe Gualán, D. P. (2019). *Análisis de factibilidad de la implementación de sistemas de medición de energía eléctrica con tecnología de radio frecuencia para CENTRO-SUR* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8251>
- Plúas, A. G., Astudillo, J. A. B., Abril, O. F. P., & Coronel, A. J. M. (2020). Análisis de costos beneficios de la implementación del sistema Smart Meter Ami en CNEL–Unidad de Negocio Milagro. *Universidad y Sociedad*, 12(1).
- Quiñonez, É. P. S., Monserrate, R. A. R., & López, S. C. S. (2018). La viabilidad de un proyecto, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(17), 9-15. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss17.2018pp9-15>
- Ramírez, G. (2011). Guayaquil tendrá Medición de Energía Eléctrica Inteligente AMI -Infraestructura Avanzada de Medición. *Revista Técnica «Energía»*, 7(1). <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v7.n1.2011.208>
- Salazar Peralta, J. (2022). *Propuesta de sistema de lectura remota de medidores de energía eléctrica, para mejorar la eficiencia del Servicio Ensa – Lambayeque* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Luis Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10969>
- Téllez Gutiérrez, S. M., Rosero García, J., Céspedes Gandarillas, R., Téllez Gutiérrez, S. M., Rosero García, J., & Céspedes Gandarillas, R. (2018). Sistemas de medición avanzada en Colombia: Beneficios, retos y oportunidades. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(2), 469-488. <https://doi.org/10.14482/inde.36.2.10711>
- Valle, A., Manrique, L., & Revilla, D. (2022). *La Investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Educación. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>
- Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., & Palacios, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

Autores

Christian Andres Enriquez-Enriquez. Ingeniero Eléctrico de profesión, actualmente labora en la Empresa Eléctrica Regional Centro sur C.A.; estudiante de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

Diego Marcelo Cordero-Guzman. Docente de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

Glenda Maricela Ramon-Poma. Docente de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes ajenas a este artículo.

Notas

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.