



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

Factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua, 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Mamani Mamani, Virgelio Gregorio (orcid.org/0009-0002-8960-5075)

Sardon Limache, Ronny Felix (orcid.org/0000-0002-0996-934X)

ASESOR:

Mgr. Cuadros Camposano, Edwin Huber (orcid.org/0000-0001-6478-8130)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Dios por brindarme los cimientos éticos y morales que me permitieron la realización de la tesis.

A mis padres, que fueron mi soporte anímico para salir adelante en momentos difíciles que se presentan en el trayecto.

VIRGELIO GREGORIO MAMANI
MAMANI

Este proyecto de tesis está dedicado con profundo afecto y cariño a mi madre y a mi padre, cuyo sacrificio y dedicación han sido fundamentales para todos mis logros. A ambos les agradezco por darme la vida, por estar siempre presentes en mi formación y por su comprensión y apoyo incondicional a lo largo de todas mis etapas académicas.

RONNY FELIX SARDON LIMACHE

AGRADECIMIENTO

Aprovechamos este espacio para expresar nuestro más sincero agradecimiento al asesor Mgr. Cuadros Camposano Edwin Huber, por su orientación y apoyo incondicional durante la realización de la tesis. Su valiosa guía ha sido fundamental en este proceso y ha contribuido enormemente a nuestro desarrollo académico.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua, 2024", cuyos autores son MAMANI MAMANI VIRGELIO GREGORIO, SARDON LIMACHE RONNY FELIX, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 03 de Abril del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER DNI: 09699387 ORCID: 0000-0001-8478-8130 | Firmado electrónicamente por: EHCUADROS el 16- 05-2024 17:21:58 |

Código documento Trilce: TRI - 0741643



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MAMANI MAMANI VIRGELIO GREGORIO, SARDON LIMACHE RONNY FELIX estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua, 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| RONNY FELIX SARDON LIMACHE DNI: 47335358 ORCID: 0000-0002-0996-934X | Firmado electrónicamente por: RFSARDON el 03-04-2024 13:02:51 |
| VIRGELIO GREGORIO MAMANI MAMANI DNI: 47462867 ORCID: 0009-0002-8960-5075 | Firmado electrónicamente por: VGMAMANIM el 03-04-2024 12:51:46 |

Código documento Trice: TRI - 0741642

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR..... | iv |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES..... | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| Resumen..... | ix |
| Abstract..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 20 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación | 20 |
| 3.2 Variables y operacionalización | 20 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo..... | 20 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 22 |
| 3.5 Procedimientos | 22 |
| 3.6 Método de análisis de datos | 23 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 23 |
| V. DISCUSIÓN | 55 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 59 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 60 |
| REFERENCIAS..... | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1 | Principales diferencias entre medidores inteligentes y convencionales ... | 8 |
| Tabla 2 | Características principales del sistema de distribución de energía eléctrica | 25 |
| Tabla 3 | Características técnicas del medidor digital. | 25 |
| Tabla 4 | Plan tarifario para clientes finales..... | 26 |
| Tabla 5 | Costo de Equipos para el sistema de medición inteligente | 38 |
| Tabla 6 | Costo de instalación del medidor inteligente y concentrador de datos ... | 39 |
| Tabla 7 | Resumen del costo total de un sistema de medición inteligente | 39 |
| Tabla 8 | Costos de administración y gestión de datos. | 40 |
| Tabla 9 | Costos de operación y mantenimiento. | 40 |
| Tabla 10 | Costos operativos en la toma lectura y reparto de recibos..... | 41 |
| Tabla 11 | Costo de Corte y reconexión del servicio eléctrico | 43 |
| Tabla 12 | Costos de calibración de medidores | 44 |
| Tabla 13 | Resumen de costos con el sistema de medición actual | 45 |
| Tabla 14 | Sensibilidad de la tasa de descuento | 47 |
| Tabla 15 | Evaluación por escala de Likert..... | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Avance cronológico de los medidores de energía eléctrica..... | 5 |
| Figura 2. Triángulo de potencia | 6 |
| Figura 3 Medidor inteligente de la marca “TWACS” – telemedición | 8 |
| Figura 4 Tecnología general sistema AMI..... | 12 |
| Figura 5 Infraestructura de la comunicación PLC..... | 14 |
| Figura 6 Arquitectura de la tecnología celular | 15 |
| Figura 7 Sistema de gestión de la medición..... | 16 |
| Figura 8 Ubicación y localización geográfica..... | 24 |
| Figura 9 Ubicación del Despliegue de medidores inteligentes y concentrador de datos | 27 |
| Figura 10 Diagrama unifilar de la red eléctrica del sistema actual y el sistema inteligente..... | 28 |
| Figura 11 Listado de conductores de aleación de aluminio AAAC..... | 30 |
| Figura 12 Listado de cables NYY Unipolar..... | 31 |
| Figura 13 Selección del diámetro de conductor..... | 32 |
| Figura 14 Características físicas del medidor convencional e inteligente..... | 36 |
| Figura 15 Tiempo de recuperación del capital | 48 |
| Figura 16 Pregunta 1..... | 49 |
| Figura 17 Pregunta 2..... | 49 |
| Figura 18 Pregunta 3..... | 50 |
| Figura 19 Pregunta 4..... | 50 |
| Figura 20 Pregunta 5..... | 51 |
| Figura 21 Pregunta 6..... | 51 |
| Figura 22 Pregunta 7 | 52 |
| Figura 23 Pregunta 8..... | 52 |
| Figura 24 Pregunta 9..... | 53 |
| Figura 25 Pregunta 10..... | 53 |

RESUMEN

La tesis se enfoca en los desafíos asociados con la medición del consumo de energía eléctrica, siendo el objetivo principal, evaluar la factibilidad técnica, económica y social en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua, el tipo de investigación fue aplicada, con enfoque cuantitativo, y diseño no experimental. Los resultados revelan en la factibilidad técnica se determinó que los medidores inteligentes y convencionales comparten características generales cuando están en funcionamiento, sin embargo, los medidores inteligentes ofrecen una gama más amplia de funciones gracias a su sistema de comunicación avanzado, por otra parte la factibilidad económica, los análisis financieros indican una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 15.3%, superior a la tasa de descuento del 12%, y un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$3632.92 USD, y por último en la factibilidad social, los datos de la escala de Likert revelan que la aceptación social de los medidores inteligentes en la Asociación Villa Francia es incierta, con un valor de 29.18 que se encuentra en el rango de “Ni en desacuerdo, ni de acuerdo”, en comparación con un valor de 30.36 en otra asociación que está en el rango de “De acuerdo”.

Palabras clave: medidores inteligentes, sistema de medición inteligente, lectura remota

ABSTRACT

The thesis focuses on the challenges associated with the measurement of electricity consumption, being the main objective, to evaluate the technical, economic and social feasibility in electricity supply with smart metering in the association Villa Francia, Moquegua, the type of research was applied, with quantitative approach, and non-experimental design. The results reveal in the technical feasibility it was determined that smart and conventional meters share general characteristics when in operation, however, smart meters offer a wider range of functions thanks to their advanced communication system, on the other hand the economic feasibility, the financial analyses indicate an Internal Rate of Return (IRR) of 15.3%, higher than the discount rate of 12%, and a positive Net Present Value (NPV) of \$3632.92 USD, and finally in the social feasibility, the Likert scale data reveals that the social acceptance of smart meters in the Villa Francia Association is uncertain, with a value of 29.18 which is in the range of "Neither disagree, nor agree", compared to a value of 30.36 in another association which is in the range of "Agree".

Keywords: smart meters, smart metering system, remote reading.

I. INTRODUCCIÓN

La situación descrita se centra en el uso de medidores convencionales por parte de la empresa distribuidora de energía eléctrica, que emplea la medición manual para tomar las lecturas del consumo eléctrico en la asociación Villa Francia y otras áreas de Moquegua, Perú. Esta situación se agravó durante la crisis epidemiológica de 2020, lo que generó una serie de desafíos y limitaciones que han afectado la exactitud y eficiencia en la medición del consumo eléctrico en esta región.

Este proceso manual ha demostrado ser propenso a errores, lo que incluye la posibilidad de fallos en digitalización de las lecturas. Además, los técnicos pueden encontrarse con obstáculos temporales, como objetos o animales, que dificultan la obtención de lecturas precisas. En ocasiones, incluso se han encontrado medidores colgados en postes, lo que complica aún más el proceso de medición.

Durante la pandemia COVID-19, surgió un problema adicional; la medición del consumo de energía eléctrica no pudo realizarse durante varios meses, debido al confinamiento. Para abordar esta situación, la empresa optó por calcular promedios de lecturas, lo que generó mediciones inexactas y un desconcierto considerable entre los usuarios de energía eléctrica en la asociación Villa Francia y la población en general.

Es importante destacar que los medidores convencionales utilizados en este contexto no permiten una supervisión continua y detallada del consumo de energía, que a su vez dificulta la gestión eficiente y la respuesta oportuna en situaciones de alta demanda o problemas en el suministro eléctrico. Esta serie de problemas han generado una insatisfacción y preocupación en la comunidad y pone en manifiesto la necesidad de explorar soluciones más precisas y eficientes.

En el contexto de la Asociación Villa Francia, se pretende utilizar medidores inteligentes en lugar de medidores convencionales como alternativa de solución. Esta implementación representa una evolución significativa en la gestión y monitoreo del consumo eléctrico, ofreciendo beneficios tanto para los clientes como para la entidad distribuidora del servicio.

Además, es crucial realizar un análisis de factibilidad que abarque tres áreas: la factibilidad técnica, que determine las ventajas y desventajas de estos equipos; la factibilidad económica, que evalúe los costos iniciales y los gastos operativos a lo largo del tiempo, y la factibilidad social, que analice si está de acuerdo o no en la implementación de los medidores inteligentes. Este análisis integral es esencial para tomar decisiones informadas sobre la viabilidad del proyecto.

En consecuencia, se plantea la formulación del problema general por medio de la siguiente pregunta: ¿Cuál es la factibilidad técnica, económica y social en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia Moquegua, 2024?

Siendo los problemas específicos:

- ¿Cuál es la factibilidad técnica en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua?
- ¿Cuál es la factibilidad económica en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua?
- ¿Cuál es la factibilidad social en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua?

Como objetivo general tenemos: Evaluar la factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia. Moquegua, 2024.

Siendo los objetivos específicos:

- Evaluar la factibilidad técnica en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua.
- Evaluar la factibilidad económica en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua.
- Evaluar la factibilidad social en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua.

Como Hipótesis general tenemos: Es factible técnica, económica y socialmente en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua, 2024.

Siendo las hipótesis específicas:

- Es factible técnicamente en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua
- Es factible económicamente en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua
- Es factible socialmente en suministros de energía eléctrica con medición inteligente en la asociación Villa Francia, Moquegua

II. MARCO TEÓRICO

Se presentan antecedentes a nivel internacional provenientes de la tesis de Barreto, Villanueva y Cruz (2015), la cual aborda la temática de "Smart Grid" y su implicación en el ahorro de energía eléctrica en la provincia de Carabobo, Colombia, durante el año 2015. El enfoque de la investigación es descriptivo, utilizando un diseño no experimental. Los métodos de recolección de datos incluyen instrumentos de medición basados en análisis documental y cuestionarios. La población de estudio constó de 435 familias, de las cuales se seleccionaron 123 como muestra. La conclusión principal es que la implementación de la Smart Grid tiene un impacto significativo en la reducción de los costos asociados con el consumo de energía eléctrica.

Un proyecto piloto de medidores inteligentes para clientes residenciales se llevó a cabo en Cali, Colombia, como solución a la necesidad de disponer con un sistema de comunicación automática bidireccional. Echeverri R., Echeverry D. y Lozano C. (2017), a cargo de esta investigación, concluyeron que, desde una perspectiva social, los usuarios experimentaron beneficios positivos como consecuencia del despliegue de medidores inteligentes en el proyecto piloto en Cali.

En el ámbito nacional, Zegarra M. (2017), llevó a cabo una investigación con un enfoque descriptivo con un diseño experimental, empleando medidores inteligentes como instrumentos de medición. Para la implementación del proyecto se invirtió una inicial de \$ 78751, y se desarrolló para un periodo de 15 años con una tasa de interés del $i=12\%$, obteniendo un VAN del \$ 5549 y una TIR de 12.5% . La conclusión principal fue que los medidores inteligentes ofrecen una confiabilidad positiva para abordar los problemas asociados con la toma de lectura.

En otra investigación, Mamani, C. (2019) en su investigación realiza un estudio utilizando un enfoque descriptivo con un diseño no experimental, empleó medidores de energía eléctrica remota como instrumentos de medición. La conclusión principal de su investigación fue que la implementación de telemedición y telegestión condujo un aumento significativo en la calidad del servicio eléctrico.

El sistema de medición de energía constituye el subsistema principal en la clasificación del sistema eléctrico. Este sistema, compuesto por diversos componentes, tanto hardware como software, se encarga de medir, acumular y mostrar la energía en contadores y transformadores de medida.

Los medidores de energía son dispositivos instalados en nuestros hogares que registran el consumo total de energía en un periodo específico (kWh). Actualmente, en la mayoría de las ciudades de nuestro país, se siguen utilizando contadores electromecánicos y electrónicos. Aunque estos equipos han sido útiles, son equipos que emplean una tecnología antigua. Por lo tanto, es necesario reemplazarlos para satisfacer las demandas tecnológicas del futuro, como se muestra en la figura 1.

Figura 1.

Avance cronológico de los medidores de energía eléctrica



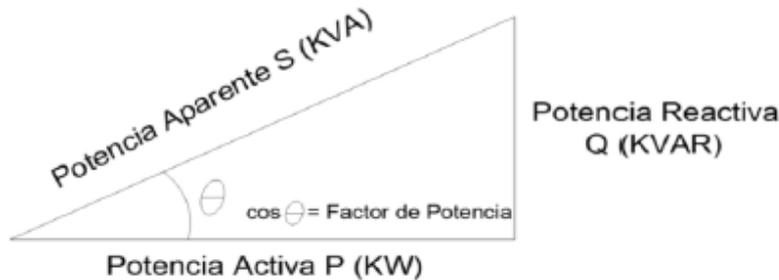
Fuente: Mamani, (2019)

Existen dos tipos de circuitos en el dominio de la electricidad: corriente continua (CC) y corriente alterna (CA). La potencia que se presenta en un sistema puede ser

de tres tipos. A continuación, en la figura 2, se observa el triángulo de potencia que existe en un consumo de energía eléctrica.

Figura 2.

Triángulo de potencia



Fuente: Delgado E., Isoteco P., Romero J. (2018)

En su investigación Muñoz C., Pérez F., Murrieta M. y Vela S. (2019), indica que, un sistema de medición tradicional, el proceso es el siguiente:

- La empresa de distribución eléctrica establece las zonas, sectores y rutas para la lectura de consumo.
- La empresa distribución eléctrica elabora un cronograma mensual para la lectura y facturación.
- EL personal designado por la empresa toma la lectura en el lugar de instalación, mediante una plataforma móvil llamado SIELSE lecturas.
- La empresa consolida la información, registro y observaciones (como predios no ubicados, sin acceso, elementos extraños, mediciones ilegibles, entre otros).
- La empresa revisa las lecturas de campo, considerando las observaciones del lector y comparándolas con el consumo promedio.
- Según el resultado de la revisión, la empresa puede definir verificaciones adicionales en algunos medidores, emitiendo nuevas órdenes de trabajo.
- Una vez finalizada la revisión y considerada conforme, la información se ingresa al sistema informático de la empresa para la emisión de la factura.
- Emitida la factura, la empresa genera los recibos físicos y los distribuye a los clientes, siguiendo un cronograma y rutas establecidas.

El medidor inteligente, o Smart Meter, es un equipo diseñado para medir y registrar la cantidad de energía que consume el cliente, transmitiendo esta información a través de una red de comunicación hacia el sistema de gestión de datos (Zegarra, 2017, p.19). Según Fresneda y Gómez (2021), los medidores inteligentes son capaces de registrar el consumo en intervalos cortos, permitiendo la interacción en tiempo real para que los usuarios monitoreen su consumo simultáneamente. Además, los distribuidores pueden detectar fallas y gestionar información para obtener beneficios económicos (p. 6-7).

Los medidores inteligentes ofrecen servicios y funciones personalizadas para diversos participantes del mercado energético, incluyendo clientes, servicios públicos y reguladores. Estos beneficios no se limitan al ámbito doméstico; la industria también ha experimentado mejoras significativas mediante la aplicación de medidores inteligentes, como se evidencia en el caso de Alcayde A., Baños R., Montoya F. y Arrabal F. (2022), quienes lograron optimizar las horas de trabajo en la industria de la Alzamora.

Según Zegarra (2017), el medidor inteligente realiza diversas funciones, entre ellas:

- Medición y registro de la energía consumida en periodos cortos de tiempo.
- Acceso del cliente y la empresa distribuidora a la data de uso del servicio eléctrico.
- Operaciones de corte y reconexión remota del servicio eléctrico por parte del suministrador (p.18).
- La detección de robo de energía es posible gracias a los medidores inteligentes, que pueden registrar tanto la cantidad de energía suministrada al usuario como la energía consumida en su instalación. Esto permite identificar cualquier discrepancia en el consumo de energía que pueda indicar un robo.

La Figura 3 presenta un modelo del medidor inteligente de la marca "TWACS" para telemedición.

Figura 3

Medidor inteligente de la marca “TWACS” – telemedición



Fuente: Mamani, (2019)

Mamani C. (2019), resalta las notables diferencias entre medidores convencionales y medidores inteligentes, subrayando que estos últimos permiten operaciones remotas, como corte y reposición, lectura y facturación a distancia, otorgando a los clientes un control en tiempo real sobre su consumo de energía.

Tabla 1

Principales diferencias entre medidores inteligentes y convencionales

| Medidores Convencionales | Medidores Inteligentes |
|--|--|
| Corte y reposición local (se necesita personal Capacitado) | Corte y reposición en modo remoto (no requiere personal) |
| Lectura y facturación (se necesita entidades encargadas) | Lectura y facturación de manera remota |
| El cliente desconoce el consumo de energía utilizado | El cliente tiene el control de energía en tiempo real |
| Lectura y consumo mensual | Lectura y consumo momentáneo |

Fuente: Mamani, 2019

Un sistema de medición inteligente, como los medidores de energía eléctrica presenta diversas ventajas y desventajas desde diferentes perspectivas técnicas, comerciales y sociales.

Dentro de las ventajas técnicas tenemos:

- **Medición precisa:** los medidores inteligentes proporcionan mediciones más precisas del consumo de energía a comparación de los medidores tradicionales, lo que minimiza errores de lectura y asegura una facturación más exacta.
- **Monitoreo en tiempo real:** Permiten el monitoreo continuo del consumo de energía, permitiendo a los usuarios y a las empresas distribuidoras identificar patrones de consumo, picos de demanda y posibles problemas de eficiencia energética.
- **Detección de fraudes ya anomalías:** Puede detectar de manera efectiva el uso no autorizado de la electricidad, como conexiones ilegales o manipulaciones en la instalación del medidor.
- **Automatización de procesos:** Automatizan la recolección y envío de datos, reduciendo la necesidad de lecturas manuales y posibles errores humanos.

A pesar de las ventajas significativas, los sistemas de medición inteligente de energía eléctrica también presentan algunas desventajas técnicas que vale la pena considerar.

Dentro de las desventajas técnicas tenemos:

- **Dependencia de la conectividad:** La operación efectiva de los medidores inteligentes depende de una conectividad robusta y estable, lo que podría ser un desafío en áreas remotas o con infraestructura de telecomunicaciones limitada.
- **Privacidad y seguridad de datos:** Existe riesgos potenciales sobre la privacidad de los datos de consumo energético que se recogen de manera más detallada y frecuente, así como la seguridad cibernética de los sistemas que manejan esta información sensible.

- Actualización y mantenimiento: La gestión continua y la actualización de software del SMI pueden ser complejas y costosas, especialmente para integrar las funcionalidades o enfrentar vulnerabilidades de seguridad.

Según Muñoz C., Pérez F., Murrieta M. y Vela S. (2019). Los beneficios comerciales de la entidad distribuidora pueden darse por lo siguiente:

- Disminución de costos en el procedimiento de lectura, ya que este se realizará de forma automática, logrando una alta tasa de éxito que minimizará la necesidad de realizar lecturas en el campo.
- Disminución de costos en el procedimiento de corte y reposición, ya que estas operaciones se llevarán a cabo de manera remota y automática.
- Reducción de pérdidas no técnicas: ayuda a evitar el robo de energía, al mejorar la detección de irregularidades en el consumo (p. 83).

Por otra parte, tenemos las siguientes desventajas comerciales:

- Altos costos de implementación inicial: la instalación de infraestructura avanzada y la adquisición de medidores inteligentes pueden implicar inversiones significativas, lo que puede generar un obstáculo para algunas compañías.
- Resistencia al cambio: algunos consumidores pueden resistirse al cambio hacia sistemas de medición inteligente debido a preocupaciones sobre privacidad, seguridad, o simplemente a la familiaridad con los sistemas tradicionales.
- Necesidad de educación: Requiere educar a los consumidores sobre cómo utilizar y beneficiarse de los medidores inteligentes, lo cual pueden llevar tiempo y recursos adicionales.

Según Muñoz C., Pérez F., Murrieta M. y Vela S. (2019) indica que, los ahorros y beneficios para la sociedad consideran los siguientes conceptos:

- Mediante el uso de tarifas horarias, se puede lograr un menor consumo de energía. Un nuevo sistema de tarifas permite a los clientes gestionar su demanda y obtener ahorros significativos simplemente reduciendo al menos un 1.5% de su consumo anual.

- Mejora en la calidad de servicio eléctrico: la monitorización continua y la detección rápida de problemas en la red eléctrica pueden llevar a una mejora general de la fiabilidad y la calidad del servicio eléctrico para todos los usuarios.

En las desventajas podemos incluir:

- Posibles efectos en el empleo: la automatización de los procesos a través de la implementación de sistemas inteligentes podría llevar a una reducción en la demanda de trabajadores que realizan tareas relacionadas con la lectura manual de medidores, así como el corte y reconexión.
- Costos adicionales para los consumidores: aunque a largo plazo los sistemas de medición inteligente pueden reducir costos operativos, los costos iniciales de implementación podrían trasladarse a los consumidores a través de tarifas o cargos adicionales.

Según Knayer T. y Kryvinska N. (2023), la Unión Europea tiene como objetivo lograr un 80% de implementación de medidores inteligentes. Alemania, en particular, está tomando medidas gubernamentales para alcanzar el 100% para el año 2032. Un aspecto crucial en la puesta en marcha de medidores inteligentes es la aceptación por parte de los usuarios. Aunque existen investigaciones, como las de Berger S., Ebeling F., Feldhaus C., Loschel A. y Wyss A. (2021), que indican una aceptación positiva por parte de los usuarios, también existen contradicciones, ya que otras investigaciones señalan que algunos usuarios no están familiarizados con el tema. Gumz J. y Fettermann D (2023) concluyen en la existencia de una necesidad apremiante de realizar más estudios sobre la aceptación de los medidores inteligentes.

OSINERGMIN ha autorizado la implementación de la tarifa eléctrica BT5-I, la cual presenta precios variables según el horario de consumo de electricidad. Inicialmente dirigida a 100,000 participantes en el Plan Piloto de Medición Inteligente, esta tarifa busca generar ahorros estimados entre el 5% y el 19% en las facturas eléctricas. La modalidad divide el día en bloques horarios (base, medio y punta), y el uso eficiente de la electricidad durante los bloques más económicos puede resultar en reducciones de hasta el 19%, mientras que el consumo en el

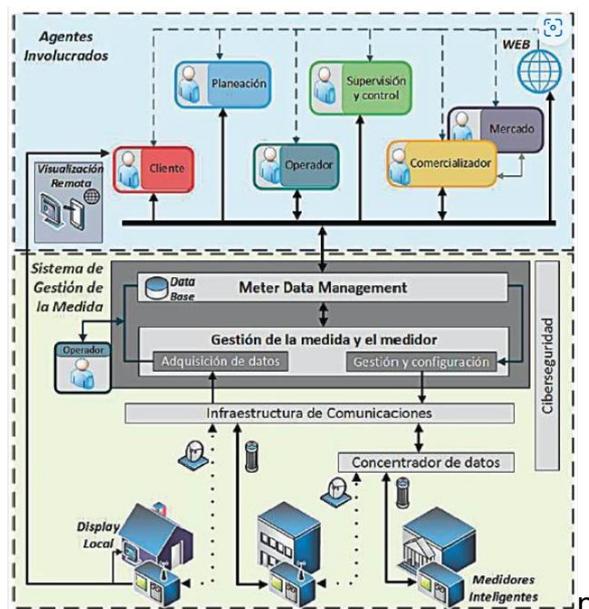
bloque punta podría incrementar la tarifa en un 8%. Esta medida, que estará vigente a partir del 1 de septiembre de 2023, se integra con la migración a medidores inteligentes, lo que permitirá a los usuarios gestionar sus consumos, eliminar errores de lectura y contribuir a la sostenibilidad al reducir la huella de carbono.

Téllez, Rosero y Céspedes (2018) indicaron que, un sistema de Infraestructura Avanzada de Medición (AMI) combina componentes tanto de hardware como de software para establecer una estructura de comunicación integrada, utilizando como base un medidor inteligente. Los sistemas AMI se componen principalmente de cuatro componentes esenciales:

- 1) Medidor inteligente
- 2) Concentrador de datos
- 3) Una red de comunicaciones
- 4) Un sistema de gestión de la información. La figura 4, ilustra este esquema general.

Figura 4

Tecnología general sistema AMI



Fuente: T. Sandra, R. Javier, C. Renato. (2018)

La transferencia de datos desde el contador hasta el sistema de gestión puede llevarse a cabo mediante dos métodos distintos: a) Una conexión directa desde el

medidor hasta el centro de gestión. b) Mediante un concentrador de datos que recopila información de un grupo de medidores y la envía al centro gestión.

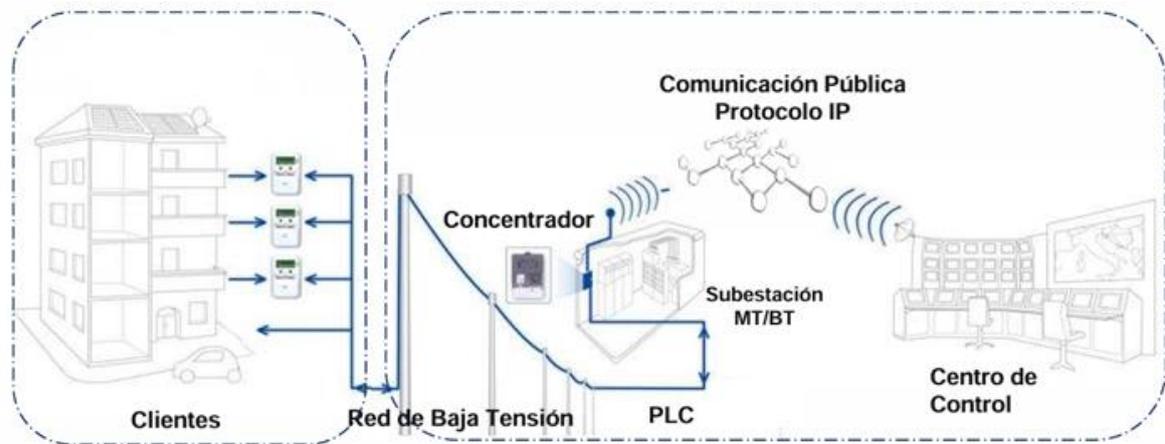
En ambos casos, se emplean tanto medios de comunicación cableados como inalámbricos. Además, la infraestructura de comunicaciones comprende herramientas, recursos y procedimientos esenciales para garantizar la seguridad de la información en el sistema.

Según Muñoz C., Pérez F., Murrieta M. y Vela S. (2019), la conexión del medidor inteligente y el concentrador utiliza Power Line Carrier (PLC), que es un método de comunicación a través de la red eléctrica. Se introduce una señal de alta frecuencia, que oscila entre 50 kHz, la cual se transmite a través del cable eléctrico y es posteriormente decodificada por un receptor. Esta tecnología es aplicable tanto en cables de baja tensión (220/380 v) como en cables de media tensión (hasta 33 kV). (p. 10).

Mamani E. (2022), en su estudio nos indica que, La comunicación mediante Power Line Communications (PLC), es una tecnología que aprovecha la red eléctrica existente para transmitir datos basados en el protocolo IPv4. Los sistemas PLC son accesibles al público y emplean técnicas de encriptación para proteger cualquier información o comunicación de control sensible. La operación de una red PLC se basa principalmente en un módem de cabecera, ubicado en la subestación de distribución. Este módem actúa como el equipo principal que autentica y coordina la frecuencia y la actividad del resto de los dispositivos en la red PLC, asegurando un flujo constante de datos a través de la red eléctrica en todo momento. Además, permite la conexión del sistema con una red externa (WAN, Internet, etc.), sirviendo como la interfaz adecuada entre la red de datos y la red eléctrica. (p. 64)

Figura 5

Infraestructura de la comunicación PLC



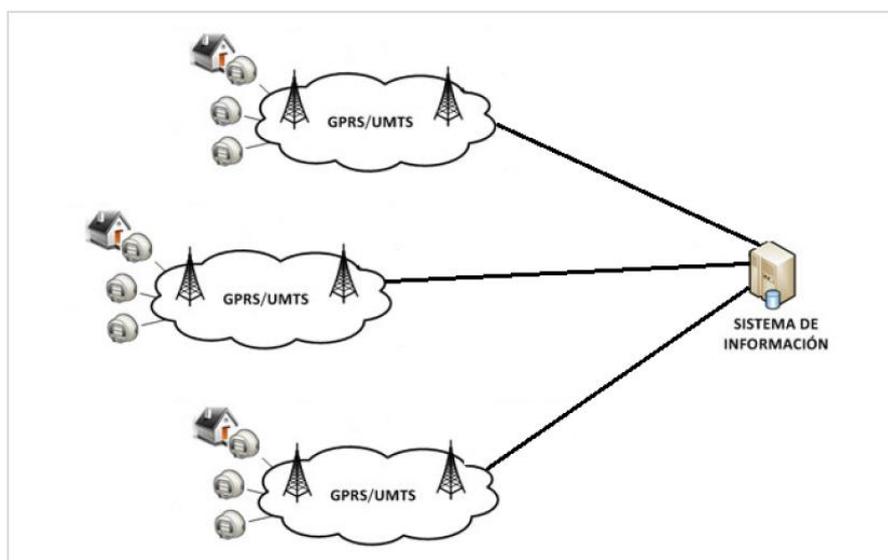
Fuente: Mamani E. (2022).

La comunicación del concentrador a la entidad de gestión de datos se utiliza una interfaz celular de la tecnología GPRS (General Packet Radio Service). El modem celular puede estar integrado de forma permanente o ser extraíble, permitiendo la posibilidad de incluir un módulo de comunicación desmontable dentro del medidor.

Los sistemas AMI que utilizan comunicaciones a través de redes celulares eliminan la necesidad de que la empresa distribuidora instale su propia infraestructura de comunicaciones, lo que resulta en un costo de implementación y mantenimiento relativamente bajo.

Figura 6

Arquitectura de la tecnología celular



Fuente: ELECTROSUR S.A, proyecto piloto – 2023

Por otra parte, los medios de enlace por radio se refieren a la corriente alterna que alimenta una antena, generando un campo electromagnético adecuado para transmitir datos de manera inalámbrica. El espectro de radiación electromagnética abarca desde los 9 Hz hasta un rango de GHz. Las redes de comunicación inalámbrica son cruciales para mejorar la eficiencia en la transmisión de datos desde las subestaciones hasta el centro de control. Este medio de comunicación se utiliza comúnmente en áreas rurales o remotas, donde la red de distribución está alejada.

También tenemos los sistemas de transmisión por fibra óptica que operan dentro del ámbito de los sistemas de comunicación óptica, los cuales emplean la luz como medio para transportar información. Para transmitir señales luminosas, se usan fibras de vidrio o plástico que confinan y dirigen las ondas de luz a través de ellas. Una de las principales ventajas de los cables de fibra óptica es su inmunidad al electromagnetismo, lo que facilita la transmisión de grandes volúmenes de datos a velocidades de gigabytes por segundo (GB/s).

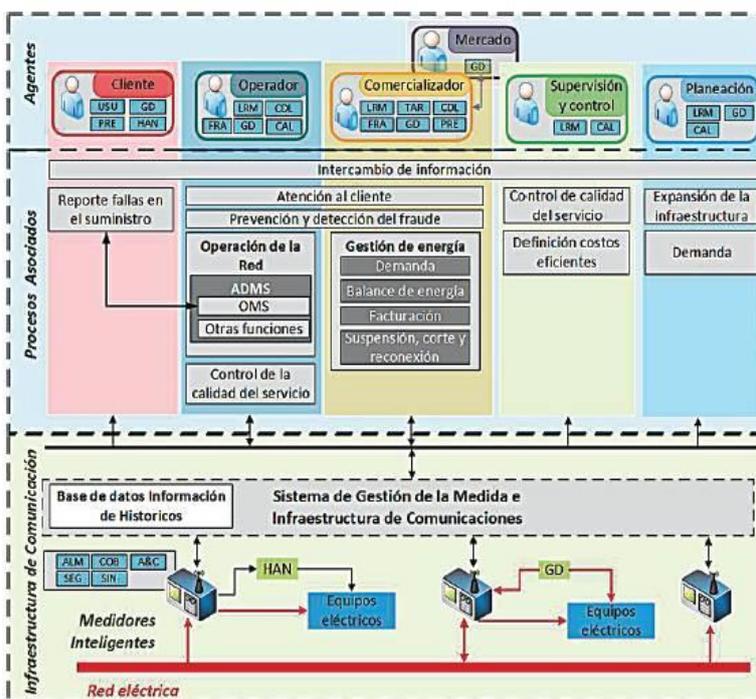
Los sistemas AMI facilitan la coordinación entre distintos actores en el suministro y comercialización de energía, lo que permite mejorar la atención al cliente,

considerando como el objetivo principal de estos sistemas. La figura 5 proporciona un esquema detallado de los agentes y procesos involucrados en este sistema. Incluye al operador, responsable del funcionamiento y gestión de la red, y al comercializador, encargado de la compra y venta de la energía al cliente.

La figura 7 presenta los principales procesos asociados a cada agente, organizados en columnas de colores. Cada bloque gris representa un proceso complejo que se relaciona con otros procesos realizados por el mismo agente o con procesos de otros agentes. Por ejemplo, si el usuario reporta una falla en el suministro (columna roja) al comercializador, este último, al ser responsable de la operación de la red, debe gestionar la solución a través de procesos como el Sistema de Gestión Automatizada de Distribución (ADMS) o el Sistema de Gestión de Fallas del Suministro (OMS), ubicados en la columna azul.

Figura 7

Sistema de gestión de la medición



Fuente: T. Sandra, R. Javier, C. Renato. (2018)

La administración de datos de los usuarios representa un aspecto crucial en la introducción de los Medidores Inteligentes. Estos dispositivos posibilitan el seguimiento del consumo eléctrico de los clientes, lo que implica la obtención

indirecta de información sobre sus rutinas y comportamientos, como sus horarios de actividad en el hogar o sus hábitos de sueño. Esta situación puede suscitar inquietudes significativas en ciertos segmentos de la población que prefieren no compartir dicha información con las empresas distribuidoras de energía. Además, la presencia de una capacidad de gestión del sistema que implica un intercambio constante de información en tiempo real, tanto por parte del distribuidor como por parte del cliente, plantea el riesgo potencial de vulnerabilidad del sistema. Esto podría afectar la fiabilidad del sistema y la confianza que los clientes tienen en la empresa distribuidora, ya que existe la posibilidad de que se manipule el consumo de energía facturado o se realicen acciones remotas en los equipos de la red eléctrica. Por lo tanto, además de un marco regulatorio que defina políticas de privacidad de los datos de los clientes, es esencial establecer características mínimas relacionadas principalmente con los sistemas de comunicación empleados para garantizar la seguridad del sistema. (Muñoz., Pérez F., Murrieta M., y Vela S., 2019, p. 49).

En un sistema de medición inteligente de energía eléctrica, la tecnología de comunicación entre el medidor y el operador (compañía eléctrica) para la operación eficiente y la recopilación de datos precisos.

En la búsqueda de modernizar los servicios energéticos con tecnología actual, Belhocine et al. (2021) proponen la implementación de Smart Grids o redes inteligentes. Estos sistemas permiten gestionar flujos bidireccionales de electricidad e información, como destacan León, Reyes, Gutiérrez, Méndez y Chávez (2019), brindando datos en tiempo real al proveedor de servicios eléctricos.

La Unión Europea se ha propuesto lograr un 80% de implementación de medidores inteligentes como parte de sus objetivos. Según la Asociación GSMA (Global System for Mobile Communications), se proyecta que para el 2025 alrededor de 1.400 millones de edificios inteligentes y 700 millones de hogares inteligentes estarán en América del Norte, principalmente en Estados Unidos y Canadá. Este aumento previsto en la cantidad de edificios y hogares inteligentes también se traducirá en un incremento de la demanda de medidores de electricidad inteligentes. Alemania destaca al establecer metas gubernamentales ambiciosas para alcanzar el 100% de implementación para el año 2032.

En el año 2017, Enel Distribución Perú llevó a cabo la instalación de más de 8700 medidores inteligentes en siete distritos de Lima y Callao como parte de un proyecto piloto. Este proyecto tiene como objetivo principal la creación de una red eléctrica más eficiente y digitalizada para mejorar la calidad del servicio.

ADINELSA, empresa distribuidora de energía eléctrica en zonas rurales alejadas de nuestro país, implementó a finales del 2022 más de 680 medidores inteligentes en las localidades de Yauyos y Huantán, ubicadas en Lima Provincia.

La creciente demanda de energía eléctrica, impulsada por el aumento del uso de dispositivos eléctricos y el crecimiento poblacional, presenta desafíos significativos para la infraestructura eléctrica actual. De Sousa E., Aquino L., Felix I., Neves A., Noqueira E., Kreutz M. y Jose A. (2023) han resaltado la complejidad creciente en el monitoreo y control de la red eléctrica. Ante esta realidad, se plantea la necesidad urgente de realizar la transición de una red convencional a una red inteligente.

En este contexto, la implementación de un sistema de medición inteligente emerge como un componente esencial en la transformación hacia redes eléctricas más inteligentes. Grigoras G. y Constantin B. (2019) subrayan su importancia al destacar su papel crucial en el control y supervisión de la distribución, especialmente en baja tensión. Estos medidores inteligentes proporcionan datos en tiempo real, incluyendo información vital como tensión, potencia activa, potencia reactiva, armónicos y corriente, permitiendo una gestión más eficiente y adaptativa de la red.

La implementación de medidores inteligentes en el sector eléctrico está fuertemente regulada por la legislación nacional. A continuación, se describen los elementos clave de la regulación y legislación:

1. **Resolución Ministerial N° 392-2021-MINEM/DM:** Publicada el 29 de octubre de 2021, esta resolución aprueba y autoriza las disposiciones modificatorias relacionadas con la implementación de los SMI. *Las Empresa de Distribución Eléctrica podrán instalar suministros con sistemas de medición inteligente, calificados como tal por OSINERGMIN,*
2. **Decreto Supremo N° 028-2021-MINEM/DM:** Emitido el 24 de noviembre de 2021, este decreto establece disposiciones adicionales para la implementación de los SMI. Regulación de costos de inversión, operación y

mantenimiento de la conexión eléctrica formaran parte del sistema eléctrico de distribución considerados en el VAD.

3. **Resolución de Consejo Directivo N° 238-2022-OS/CD.** Aprobada el 16 de diciembre de 2022, esta resolución define los lineamientos, indicadores y metodología para la fiscalización de los proyectos piloto de SMI. Osinergmin fiscalizará los resultados y avances de los proyectos piloto (ejecución y cumplimiento de las características operativas y de funcionalidad).
4. **Lineamientos para la selección de medidores inteligentes:** Estos lineamientos incluyen requisitos generales de fabricación, precisión metrológica y comunicación, basados en normativas nacionales e internacionales como la IEC 62053-21.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Este estudio se clasifica como una investigación comparativa y aplicada. Es comparativa porque tiene como objetivo evaluar los beneficios y desventajas de los medidores convencionales en comparación con los medidores inteligentes. Es aplicada porque busca analizar el impacto económico de adoptar medidores inteligentes en lugar de mantener los convencionales. Estos enfoques permiten examinar la situación actual de la medición del consumo de energía en la asociación Villa Francia, identificando los problemas existentes con la medición del consumo de energía eléctrica.

3.1.2 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación tiene un enfoque cuantitativo, y se clasifica como no experimental, esta elección se fundamenta en la utilización de datos existentes, los cuales se recopilan mediante métodos de observación. Además, se incorpora un análisis teórico basado en la revisión de literatura y formulación de modelos hipotéticos. Este diseño no experimental permite la exploración detallada de la situación actual, identificando patrones y relaciones, así como proponiendo soluciones basadas en la evidencia recopilada.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Factibilidad técnica.

Variable Independiente: Factibilidad económica.

Variable Independiente: Factibilidad social

Variable Dependiente: Medidores inteligentes

La operacionalización de variables se describe en la tabla del anexo 1, donde se indica las variables, definición conceptual, definición operacional, dimensiones, indicadores y la escala de medición que se utilizará en el presente proyecto.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población de la presente tesis está representada por los 134 usuarios suministrados de energía eléctrica con medidor convencional situado en la asociación Villa Francia.

Cabe indicar que se tomó también a los 130 usuarios suministrados de energía eléctrica con medidor inteligente perteneciente a la subestación 6386 del Distrito de San Antonio, con el fin de realizar el tercer objetivo específico.

- Criterios de inclusión: Los usuarios con suministro monofásico y trifásico, que pertenecen a la asociación Villa Francia y de la subestación 6386 del Distrito de San Antonio.
- Criterios de exclusión: Los usuarios que no se encuentran dentro de la asociación Villa Francia y de la subestación 6386 del Distrito de San Antonio no serán tomadas en cuenta para este estudio.

3.3.2 Muestra

Los 134 usuarios del servicio eléctrico de la asociación Villa Francia, Moquegua.

Los 130 usuarios perteneciente a la subestación 6386 del Distrito de San Antonio.

Para calcular el tamaño de muestra según la proporción poblaciones utilizamos el criterio de proyecto piloto que se realizará en un suministro, es decir que, antes de llevar a cabo la encuesta o estudio en toda la población, se realizará un estudio de prueba en un suministro o muestra más pequeña de la población.

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

Siendo los parámetros:

| | | |
|-----------|---|---|
| n | = | Tamaño de la muestra |
| N | = | Tamaño de la población |
| Z | = | Nivel de confianza |
| e | = | Error de estimación máximo aceptado |
| P | = | Probabilidad de que ocurra el evento estudiado |
| q = (1-P) | = | Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado |

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 (1 - 0.5)134}{0.05^2(134 - 1) + 1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)}$$

$$n = 100$$

Por otra parte, la muestra de usuarios para los usuarios de la Subestación 6386 perteneciente al distrito de San Antonio tenemos una muestra de:

$$\frac{1.96^2 * 0.5 (1 - 0.5)130}{0.05^2(130 - 1) + 1.96^2 * 0.5(1 - 0.5)}$$
$$n = 97$$

3.3.3 Muestreo

Se considera un muestreo probabilístico en aleatorio simple, ya que toda la población tiene la posibilidad de formar parte de la muestra.

3.3.4 Unidad de análisis

Un usuario de la asociación Villa Francia que tengan características similares se hará estudio para la recolección de datos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se empleó métodos de observación y análisis bibliográfico, tales como: tesis de grado, artículos científicos, libros entre otros.

Para las variables, se utilizó como instrumento la ficha técnica de los medidores convencional e inteligentes existentes en campo. También se utilizó la encuesta para medir el grado de satisfacción de la población y de los indicadores económicos tanto el VAN como el TIR para medir la viabilidad del proyecto ante una posible implementación.

3.5 Procedimientos

En este proyecto de investigación, comenzó con el estudio y obtención de información bibliográfica de varias fuentes confiables, se filtró la información relativa a nuestro proyecto para que sea compatible con nuestros objetivos. Posteriormente se realizó con los siguientes pasos:

- a) Tener información sobre el método de medición actual
- b) Tener la data de la población en estudio.
- c) Establecer características mínimas que debe tener un medidor inteligente.

Posteriormente se realizó la encuesta entre estas dos zonas de estudio, la asociación Villa Francia y los usuarios de la subestación 6386 del Distrito de San Antonio con el fin de evaluarlo mediante una escala de Likert su grado de satisfacción. Para finalmente realizar una evaluación económica por medio de sus indicadores tales como el VAN y el TIR para medir la viabilidad del proyecto ante una posible implementación.

3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis es de manera descriptiva, mediante la elaboración de tablas y figuras se obtiene una percepción sobre la recolección de datos para presentar los resultados obtenidos.

3.7 Aspectos éticos

Los investigadores estarán implicados fielmente a la veracidad de información adquiridos y analizados en el proceso del presente proyecto de investigación. Se consideró los enlaces de referencias empleados para el proceso investigación y estudio, teniendo presente normas, valores y principios éticos establecidos en el código de ética de la universidad cesar vallejo.

IV. RESULTADOS

En el presente proyecto de investigación, nos adentramos en un análisis detallado de la factibilidad técnica, económica y social en suministros de energía eléctrica con medición inteligente para una población de 134 usuarios de la Asociación Villa Francia, Moquegua.

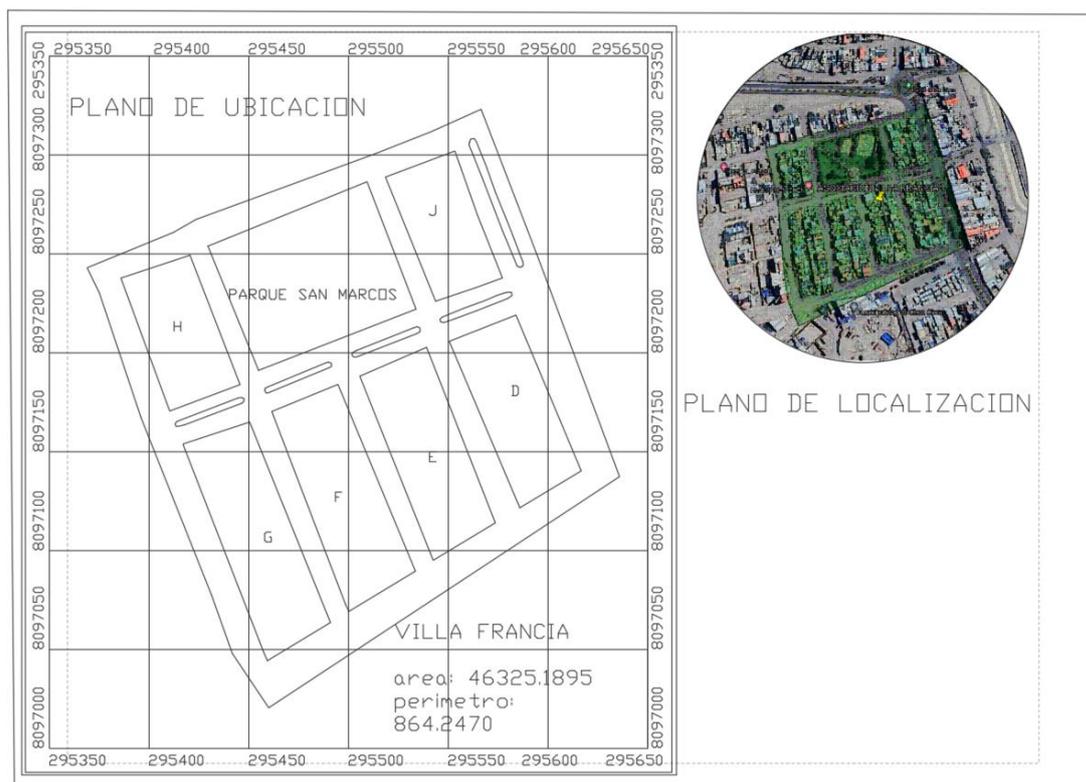
4.1 Evaluación de la factibilidad técnica.

4.1.1 Ubicación de la zona de estudio

La asociación villa Francia fue inaugurada el 8 de mayo del 2003, ubicada en el Centro poblado de Chen Chen, distrito de Moquegua, departamento de Moquegua. El servicio de distribución de energía eléctrica la realiza empresa Electrosur S.A., quien suministra energía eléctrica en las regiones de Tacna y Moquegua.

Figura 8

Ubicación y localización geográfica



Fuente: Elaboración Propia.

La asociación Villa Francia viene siendo suministrado por el sistema eléctrico Moquegua, teniendo las siguientes características que se visualizan en la tabla 2.

Tabla 2*Características principales del sistema de distribución de energía eléctrica*

| Características del sistema de medición Villa Francia | |
|--|--------------------------|
| Concesionario | Electrosur S.A. |
| Sector típico | 2 |
| Tipo de Red | Baja tensión |
| Tipo de conexión | Estrella |
| Nivel de tensión | 3x380 y monofásica 220 V |
| Configuración | 3 ϕ – fases RST |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Longitud de Red | 1.57 km |
| Estructuras | 61 |
| Medidores | 134 |
| Tipo de medidor | Digital |

Fuente: Electrosur S.A, estudios de costos del VAD 2019 – 2023

A continuación, tenemos las características de los medidores digitales que actualmente son parte de la medición que ocupa Electrosur S.A.

Tabla 3*Características técnicas del medidor digital.*

| Características técnicas del medidor digital | |
|---|----------------|
| Tensión | 220 V |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Medición | energía activa |
| Hilos | 2 |
| Corriente | 5 – 60 A |
| Clase de precisión | 1 |
| Norma de fabricación | IEC 62053-21 |
| Clase de aislamiento | II |

Fuente: Electrosur S.A.

OSINERGMIN, la Organización Supervisor de la Inversión en Energía y Minería en Perú, establece pliegos de tarifas para el usuario final en diversos sectores regulados como electricidad, gas natural, y combustibles. Estas tarifas son reguladas para garantizar la eficiencia y equidad en los precios de servicios públicos. El plan tarifario para los usuarios de Villa Francia se a continuación:

Tabla 4

Plan tarifario para clientes finales

| TARIFAS PARA SUMINISTRO EN BAJA TENSION | UNIDAD | MOQUEGUA |
|--|---------------|----------|
| BT5B: MEDICION SIMPLE DE ENERGIA ACTIVA | | |
| a) Residencial con consumo menor o igual a 30 kWh por mes | | |
| Cargo fijo mensual | S/. Cliente | 3.94 |
| Cargo por energía activa | Cen S/. kWh | 49.23 |
| b) Residencial con consumo mayor a 30 y menor o igual a 140 kWh por mes | | |
| Cargo fijo mensual | S/. Cliente | 3.94 |
| Cargo por energía activa – Primeros 30 kWh | S/. Cliente | 14.77 |
| Cargo por energía activa – Exceso de 30 kWh | Cént. S/. kWh | 70.33 |
| c) Residencial con consumo mayor 140 kWh por mes y d) No Residencial | | |
| Cargo Fijo mensual | S/. Cliente | 4.04 |
| Cargo por energía activa | Cént. S/. kWh | 72.16 |

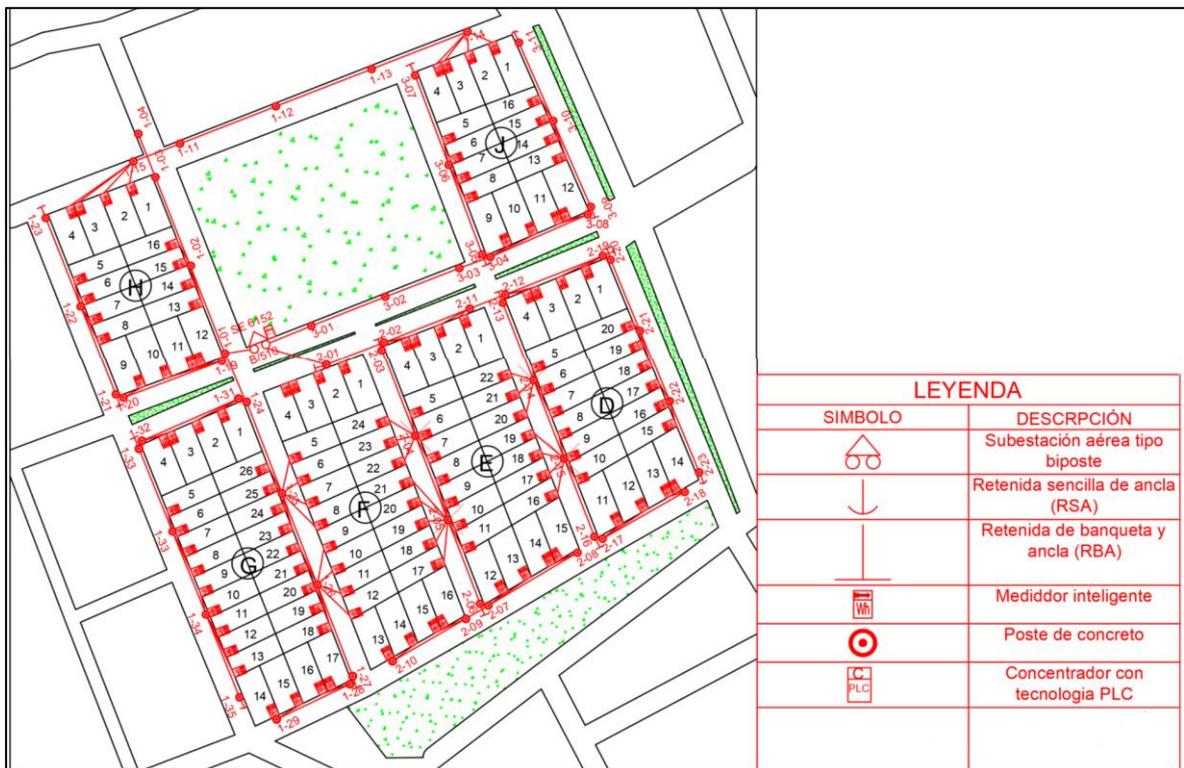
Fuente: ELECTROSUR S.A.

4.1.2 Propuesta de ubicación de componentes del sistema de medición inteligente.

En la siguiente figura se propone el plano de ubicación de los medidores inteligentes en cada predio, y el concentrador de datos ubicado en la subestación de la asociación Villa Francia.

Figura 9

Ubicación del Despliegue de medidores inteligentes y concentrador de datos

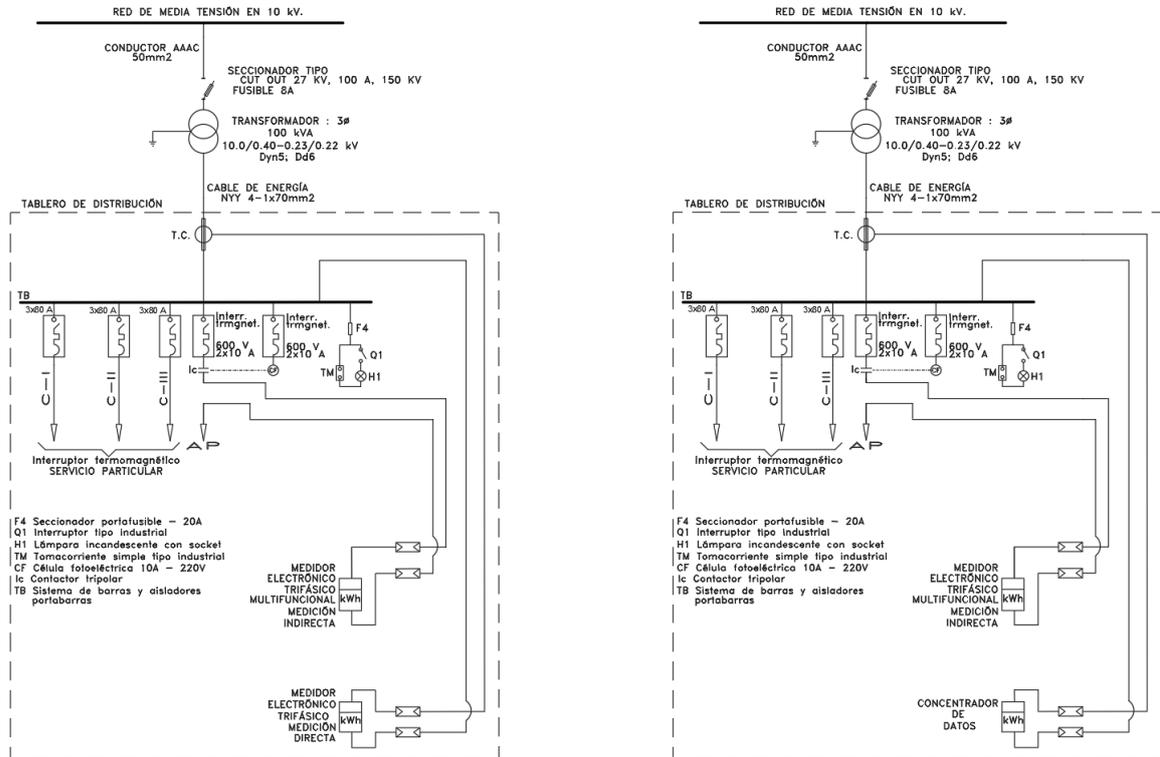


Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, tenemos dos esquemas unifilares, en donde primero se visualiza el diagrama unifilar actual de la red de distribución, y en el lado derecho el diagrama unifilar con un sistema de medición inteligente propuesto.

Figura 10

Diagrama unifilar del a red eléctrica del sistema actual y el sistema inteligente



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 Cálculos eléctricos para red de distribución

A. Selección del conductor desde la red de media tensión hacia el transformador

Datos:

- Potencia aparente del transformador (S) : 100 kVA
- Voltaje en el lado de alta (V) : 10 kV

a. Cálculo de la corriente nominal

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

$$I_n = 5.77 A$$

b. Cálculo de la corriente de sobrecarga:

$$I_x = 1.25 * I_n$$

$$I_x = 7.21 A$$

c. Cálculo de la corriente de corto circuito

$$I_{cc} = \frac{100}{V_{cc}} * I_n$$

$$I_{cc} = 191.06 A$$

d. Cálculo de corriente de inrush o magnetización

$$I_{inrush} = 12 * I_n$$

$$I_{inrush} = 69.24 A$$

e. Cálculo de la caída de tensión

Datos:

$$\text{➤ } R = 0,719$$

$$\text{➤ } \cos \theta = 0,9$$

$$\text{➤ } X = 0,44$$

$$\text{➤ } \sin \theta = 0,436$$

$$\text{➤ } K = \sqrt{3}$$

$$V = K(L)(I)(R \cos \theta + X \sin \theta)$$

$$V = \sqrt{3}(0,045)(5,7)[(0,719 * 0,9) + (0,44 * 0,436)]$$

$$V = 0,373 kV$$

$$V = 3,73\%$$

Por lo tanto, con la siguiente figura elegimos la sección del conductor a través de la corriente de corto circuito que puede soportar el cable.

Figura 11

Listado de conductores de aleación de aluminio AAAC

| Sección Nominal mm ² | Formación Hilos x Diám. Nº x mm | Diámetro Exterior mm | Carga de Rotura KN | Resistencia Máxima | | Capacidad de Corriente(*) Amp | Peso Total Kg/Km |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|----------|----------------------------------|---------------------|
| | | | | 20°C c.c | 75°C c.a | | |
| 25 | 7 x 2,13 | 6,4 | 7,90 | 1,370 | 1,640 | 134 | 68 |
| 35 | 7 x 2,52 | 7,6 | 11,06 | 0,979 | 1,173 | 166 | 95 |
| 50 | 7 x 3,02 | 9,1 | 15,89 | 0,681 | 0,816 | 208 | 136 |
| 70 | 7 x 3,57 | 10,7 | 21,19 | 0,488 | 0,585 | 257 | 190 |
| 70 | 19 x 2,17 | 10,9 | 21,57 | 0,486 | 0,582 | 259 | 192 |
| 95 | 19 x 2,52 | 12,6 | 29,08 | 0,361 | 0,432 | 312 | 259 |
| 120 | 19 x 2,84 | 14,2 | 36,9 | 0,284 | 0,340 | 363 | 329 |

Fuente: Ceper Cables

De este modo se elige el cable con una sección de 50mm² del tipo AAAC, con una capacidad de corriente de 208 A.

B. Selección del conductor desde el transformador hacia el tablero de distribución

a. Cálculo de la corriente máxima

Datos:

- S = 100 kVA
- V = 0.38kV

$$I_{max} = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

$$I_{max} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 0.38 \text{ kV}}$$

$$I_{max} = 151.93 \text{ A}$$

b. Cálculo de la corriente de disparo

$$I_{dis} = I_{max} * 1.25$$

$$I_{dis} = 151.93 * 1.25$$

$$I_{dis} = 189.92 \text{ A}$$

Por lo tanto, según la corriente de disparo elegimos la sección del cable, mediante la siguiente figura.

Figura 12

Listado de cables NYY Unipolar

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY UNIPOLAR

| SECCION | N° HILOS | ESPEORES | | DIAMETRO PREVISTO | PESO PREVISTO | CAPACIDAD DE CORRIENTE (*) | | |
|----------------------|----------|-------------|----------|-------------------|---------------|----------------------------|------|-------|
| | | AISLAMIENTO | CUBIERTA | | | ENTERRADO | AIRE | DUCTO |
| N° x mm ² | | mm | mm | mm | (Kg/Km) | A | A | A |
| 1 x 6 | 7 | 1 | 1.4 | 7.9 | 112 | 72 | 54 | 58 |
| 1 x 10 | 1 | 1 | 1.4 | 8.5 | 150 | 95 | 74 | 77 |
| 1 x 16 | 7 | 1 | 1.4 | 9.7 | 222 | 127 | 100 | 102 |
| 1 x 25 | 7 | 1.2 | 1.4 | 11.3 | 330 | 163 | 131 | 132 |
| 1 x 35 | 7 | 1.2 | 1.4 | 12.3 | 431 | 195 | 161 | 157 |
| 1 x 50 | 19 | 1.4 | 1.4 | 13.9 | 568 | 230 | 196 | 186 |
| 1 x 70 | 19 | 1.4 | 1.4 | 15.6 | 778 | 282 | 250 | 222 |
| 1 x 95 | 19 | 1.6 | 1.5 | 18.1 | 1068 | 336 | 306 | 265 |
| 1 x 120 | 37 | 1.6 | 1.6 | 19.8 | 1323 | 382 | 356 | 301 |
| 1 x 150 | 37 | 1.8 | 1.6 | 21.6 | 1610 | 428 | 408 | 338 |
| 1 x 185 | 37 | 2 | 1.7 | 23.9 | 2007 | 483 | 470 | 367 |
| 1 x 240 | 37 | 2.2 | 1.8 | 26.9 | 2606 | 561 | 565 | 426 |
| 1 x 300 | 37 | 2.4 | 1.9 | 29.7 | 3243 | 636 | 646 | 480 |
| 1 x 400 | 61 | 2.6 | 2 | 33.1 | 4110 | 730 | 790 | 555 |
| 1 x 500 | 61 | 2.8 | 2.1 | 36.7 | 5118 | 823 | 895 | 567 |

Fuente: INDECO

Se selecciona el cable del tipo NYY Unipolar, con una sección de 70 mm², para una instalación aérea y con una capacidad de 250 A.

C. Selección del conductor desde el tablero de distribución hacia la red secundaria de baja tensión.

Datos:

- Voltaje baja tensión (V): 0.380 kV
- Potencia activa (P): 67.68 kW
- Factor de potencia: 1
- Factor de simultaneidad: 0.8

a. Cálculo de corriente nominal

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$I_n = 102.83 \text{ A}$$

b. Cálculo de la corriente de sobrecarga

$$I_x = 1.25 * I_n$$

$$I_x = 128.54 \text{ A}$$

Obteniendo la corriente de sobrecarga, podemos seleccionar la sección del conductor que se utiliza en la red de distribución. A continuación, en la siguiente figura podemos visualizar los distintos diámetros del conductor.

Figura 13

selección del diámetro de conductor

TABLA DE DATOS TECNICOS CAAI

| FORMACION | CONDUCTOR DE FASE | | | CONDUCTOR ADICIONAL (ALUMBRADO) | | |
|------------------------|---|---------------------|---------------------|---|---------------------|---------------------|
| | RESISTENCIA OHMICA R _{cc} 20°C | ESPESOR AISLAMIENTO | CAPACIDAD CORRIENTE | RESISTENCIA OHMICA R _{cc} 20°C | ESPESOR AISLAMIENTO | CAPACIDAD CORRIENTE |
| Nº x mm ² | Ohm/Km | mm | A* | Ohm/Km | mm | A* |
| 1 x 16 + N25 | 1.91 | 1.15 | 85 | | | |
| 1 x 25 + N25 | 1.2 | 1.15 | 114 | | | |
| 2 x 16 + N25 | 1.91 | 1.15 | 85 | | | |
| 2 x 25 + N25 | 1.2 | 1.15 | 114 | | | |
| 2 x 35 + N25 | 0.868 | 1.15 | 141 | | | |
| 2 x 50 + N35 | 0.641 | 1.53 | 171 | | | |
| 2 x 70 + N50 | 0.443 | 1.53 | 215 | | | |
| 2 x 95 + N70 | 0.32 | 1.53 | 265 | | | |
| 3 x 16 + N25 | 1.91 | 1.15 | 85 | | | |
| 3 x 25 + N25 | 1.2 | 1.15 | 114 | | | |
| 3 x 35 + N25 | 0.868 | 1.15 | 141 | | | |
| 3 x 50 + N35 | 0.641 | 1.53 | 171 | | | |
| 3 x 70 + N50 | 0.443 | 1.53 | 215 | | | |
| 3 x 95 + N70 | 0.32 | 1.53 | 265 | | | |
| 2 x 16 + 1 x 16 + N25 | 1.91 | 1.15 | 85 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 2 x 25 + 1 x 16 + N25 | 1.2 | 1.15 | 114 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 2 x 35 + 1 x 16 + N25 | 0.868 | 1.15 | 141 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 2 x 50 + 1 x 16 + N35 | 0.641 | 1.53 | 171 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 2 x 70 + 1 x 16 + N50 | 0.443 | 1.53 | 215 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 2 x 95 + 1 x 16 + N70 | 0.32 | 1.53 | 265 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 3 x 16 + 1 x 16 + N25 | 1.91 | 1.15 | 85 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 3 x 25 + 1 x 16 + N25 | 1.2 | 1.15 | 114 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 3 x 35 + 1 x 16 + N25 | 0.868 | 1.15 | 141 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 3 x 50 + 1 x 16 + N35 | 0.641 | 1.53 | 171 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 3 x 70 + 1 x 16 + N50 | 0.443 | 1.53 | 215 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 3 x 95 + 1 x 16 + N70 | 0.32 | 1.53 | 265 | 1.91 | 1.15 | 85 |
| 3 x 120 + 1 x 16 + N70 | 0.253 | 2.04 | 305 | 1.91 | 1.15 | 85 |

Fuente: INDECO

Por lo tanto, se selecciona un cable del tipo CAAI de 3x35+1x16+N25 mm², con una capacidad de corriente de 141 A.

c. Cálculo de la Caída de tensión

$$\Delta V = K * I * L * 10^{-3}$$

Donde:

I = Corriente que recorre el circuito, en A

L = Longitud del conductor, en m

K = factor de caída de tensión

$$\Delta V = 1.647 * 39.4 * 258 * 10^{-3}$$

$$\Delta V = 16.7$$

$$V = 4.4 \% \text{ (caída de tensión en porcentaje)}$$

Según la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (NTCSE), la caída de tensión máxima permitida entre la subestación de distribución y el punto más distante de la red no debe superar el 7,5% de la tensión nominal.

D. Selección del interruptor termomagnético por cada circuito

a. Circuito 1

Datos:

- N° de usuarios = 54
- Potencia activa = 600W
- Voltaje = 380V
- Factor de potencia = 1
- Factor de simultaneidad = 0.8

Calculamos la potencia total del circuito

$$P_{total} = P_{c1} * N^{\circ} \text{ usuario} * FS$$

$$P_{total} = 600 * 54 * 0.8$$

$$P_{total} = 25920 \text{ W}$$

Calculamos la Corriente nominal

$$I = \frac{P_{total}}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$I = \frac{25920}{\sqrt{3} * 380 * 1}$$

$$I = 39.38 A$$

Calculamos la corriente de sobrecarga

$$I_x = 1.25 * I_n$$

$$I_x = 1.25 * 39.38$$

$$I_x = 49.22 A$$

b. Circuito 2

Datos:

- N° de usuarios = 58
- Potencia activa = 600W
- Voltaje = 380V
- Factor de potencia = 1
- Factor de simultaneidad = 0.8

Calculamos la potencia total del circuito

$$P_{total} = P_{c1} * N^{\circ} usuario * FS$$

$$P_{total} = 600 * 55 * 0.8$$

$$P_{total} = 27840 W$$

Calculamos la Corriente nominal

$$I = \frac{P_{total}}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$I = \frac{27840}{\sqrt{3} * 380 * 1}$$

$$I = 42.30 A$$

Calculamos la corriente de sobrecarga

$$I_x = 1.25 * I_n$$

$$I_x = 1.25 * 39.38$$

$$I_x = 52.88 A$$

c. Circuito 3

Datos:

- N° de usuarios = 22
- Potencia activa = 600W
- Voltaje = 380V
- Factor de potencia = 1
- Factor de simultaneidad = 0.8

Calculamos la potencia total del circuito

$$P_{total} = P_{c1} * N^{\circ} \text{ usuario} * FS$$

$$P_{total} = 600 * 22 * 0.8$$

$$P_{total} = 10560 W$$

Calculamos la Corriente nominal

$$I = \frac{P_{total}}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$I = \frac{10560}{\sqrt{3} * 380 * 1}$$

$$I = 16.04 A$$

Calculamos la corriente de sobrecarga

$$I_x = 1.25 * I_n$$

$$I_x = 1.25 * 39.38$$

$$I_x = 20.05 A$$

4.1.4 Comparación de un medidor convencional frente a uno inteligente

La asociación Villa Francia viene utilizando los medidores electrónicos, estos dispositivos son vulnerables a errores humanos debido a que dependen de procesos manuales para tomar la lectura del medidor o también realizar cortes y reconexiones del servicio eléctrico. En la siguiente figura visualizamos las características físicas y técnicas de los medidores convencionales e inteligentes instalados en campo.

Figura 14

Características físicas del medidor convencional e inteligente

Medidor convencional



Medidor inteligente



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se realizó una comparación de especificaciones técnicas de los medidores de energía, con la ficha técnica que se encuentra en el ANEXO 2,

FICHA PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDOR DE ENERGIA

| N° | CARACTERISTICAS TÉCNICAS | MEDIDOR CONVENCIONAL (ELECTRONICO) | MEDIDOR INTELIGENTE | | |
|----|---|------------------------------------|---------------------|-------|----------|
| | | | ADDAX | WISUN | CIRCUTOR |
| 1 | Registro de energía (activa, reactiva) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | Display LCD | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | tensión de trabajo 220 v monofásico | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4 | Frecuencia nominal 60 Hz | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5 | Corriente nominal 5A o 10A | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 6 | Grado de protección IP54 | IP 54 | IP54 | IP 53 | IP51 |
| 7 | Temperatura de operación -25° a +70° | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | FUNCIONALIDADES | | | | |
| 8 | Lectura remota | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 9 | Corte/reconexión remota | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 10 | Monitoreo en tiempo real | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 11 | registro de eventos y alarmas | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 12 | Medición bidireccional de energía | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 13 | Tecnología de comunicación PLC, GPRS | | ✓ | | ✓ |
| 14 | tecnología de comunicación RF | | | ✓ | |
| 15 | Medición bidireccional de energía | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 16 | Actualizaciones de firmware | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 17 | Autenticación e encriptación de datos | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 18 | Puertos de comunicación | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 19 | Acceso a la información (empresa y cliente) | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 20 | Costo unitario (\$) | | 79 | 96 | 110 |
| 21 | Vida útil (años) | | 20 | 15 | 15 |

Con las características técnicas de cada medidor, podemos llegar a la conclusión que ambos medidores comparten las mismas características generales cuando son suministrados con energía eléctrica, por otra parte, en su sistema de comunicación existe gran diferencia, entre un medidor convencional con uno inteligente, en donde este último tiene mayor número de funciones.

4.2 Evaluación de la factibilidad económica

4.2.1 Costos de adquisición de equipos y software de comunicación

Los costos de los medidores inteligentes de tipo monofásico para instalaciones BT5B se recopila del proyecto piloto propuesto por SEAL (Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.) y aprobado por Osinergmin. En la siguiente tabla 5 veremos los costos asociados a la adquisición de medidores inteligentes y sus concentradores.

Tabla 5

Costo de Equipos para el sistema de medición inteligente

| EQUIPOS | CANTIDAD (UND) | COSTO UNITARIO US\$ | SUBTOTAL |
|--|-------------------|------------------------|-----------|
| Medidor Inteligente PLC Prime | 134 | 79 | 10 586.00 |
| Concentrador PLC Prime | 1 | 447.93 | 447.93 |
| Sistema de gestión MDC (Meter Data Collector) | 1 | 2 434.14 | 2 434.14 |
| Interfaces y sistemas locales | 1 | 3 573.40 | 3 573.40 |
| | | TOTAL | 17 041.47 |

Fuente: Elaboración propia

Cada concentrador PLC Prime tendrá que recopilar datos de 300 medidores, se proyectan 01 concentrador PLC Prime para satisfacer las futuras nuevas instalaciones de servicio eléctrico. La inversión asciende a un monto de \$ 13 468.07 dólares.

4.2.2 Costo por instalación de medidores inteligentes y concentrador PLC Prime

La siguiente tabla 6 muestra los costos por instalación tanto para los medidores inteligentes como para los concentradores

Tabla 6*Costo de instalación del medidor inteligente y concentrador de datos*

| Descripción | Cantidad (UND) | Costo instalación US\$ | Subtotal |
|----------------------------------|----------------|---------------------------|----------------|
| Medidor Inteligente PLC Prime | 134 | 7.29 | 976.86 |
| Concentrador PLC Prime | 1 | 2042.07 | 2042.07 |
| Total | | | 3018.93 |

Fuente: Elaboración propia

Los costos de instalación se recopilan de la investigación análisis costo y beneficio para el despliegue de un sistema de medición inteligente en Lima metropolitana. La inversión de instalación para 134 medidores inteligentes y 01 concentradores PLC Prime es de aproximadamente \$ 3 018.93 dólares.

En la tabla 7 se muestra es costo de inversión del proyecto medición inteligente en Villa Francia, el costo incluye adquisición de equipos, instalación, tráfico de datos, operación y mantenimiento; con un costo total de \$ 16 487.00

Tabla 7*Resumen del costo total de un sistema de medición inteligente*

| Inversión (capex) | | |
|-------------------|-----------|------------------|
| ITEM | Equipos | Instalación |
| 1 | 17 041.47 | 3 018.93 |
| TOTAL | | 20 060.40 |

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Costos de plataforma para el sistema de gestión

La plataforma es un software con una adquisición anual por la licencia, el costo se recopila de la propuesta de proyecto piloto presentado por SEAL y aprobado por Osinergmin. Veamos la tabla 7.

Tabla 8*Costos de administración y gestión de datos.*

| Descripción | Cantidad (UND) | Costo US\$ | Subtotal |
|---|-------------------|------------|---------------|
| Licencia de plataforma | 1 | 600.00 | 600.00 |
| Comunicaciones (chip, planes de datos) | 1 | 120 | 120 |
| Total | | | 720.00 |

Fuente: Elaboración propia

Para 134 usuarios hay una suma de \$ 720.00 dólares, esta plataforma permite: recopilar todos los datos recopilados por los concentradores, procesar los datos, gestionar datos, programación de facturación, organizar cronograma de cortes y reconexiones, entre otros.

4.2.4 Costos de operación y mantenimiento

Los datos de costo unitario en tráfico de datos, operación y mantenimiento son recopilados de Chuyes C. (2022) a base del VAD en su investigación uso de infraestructura de medición avanzada en sistemas de distribución eléctrica en el Perú: un estudio de caso.

Tabla 9*Costos de operación y mantenimiento.*

| Descripción | Cantidad (UND) | Costo US\$ | Subtotal |
|------------------------------|-------------------|------------|-----------------|
| operación y mantenimiento | 134 | 18 | 2 412.00 |
| Total | | | 2 412.00 |

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Evaluación de costos para determinar la rentabilidad

4.2.5.1 Costos por toma de lectura, facturación y reparto de recibos

Actualmente para proporcionar el servicio de electricidad, Electrosur tiene gastos operativos con la intervención de personal técnico en campo para realizar la toma de lectura y gestión de corte y reconexión. La toma de lecturas lo realiza la empresa contratista ubicándose en el mismo suministro recopilando la lectura manualmente que visualiza en el display del medidor convencional a la vez tomarle una foto para posteriormente contrastar en caso un mínimo o exceso en consumo que sea fuera del promedio en el historial del suministro.

En la presente investigación tomamos desde enero el gasto que hizo la empresa Electrosur en gastos operativos para realizar los servicios de energía, dichos gastos la empresa los incluye en los recibos mensuales como cargo fijo, como la lectura manual, reparto de recibos y facturación.

Los datos de la tabla 10, son extraídos del contrato entre Electrosur y su contratista encargada de realizar la toma de lecturas y reparto de recibos, los precios por parte de la empresa concesionaria varían según el tipo de sistema eléctrico existentes en las regiones de Tacna y Moquegua.

Tabla 10

Costos operativos en la toma lectura y reparto de recibos

| Actividad | Costo unitario mensual | Costo Anual |
|---------------------------|------------------------|---------------|
| Lectura | 0.16 | 264.9 |
| Reparto de recibos | 0.17 | 281.52 |
| Reparto de notificaciones | 0.03 | 49.68 |
| Facturación | 0.20 | 331.2 |
| Total | | 927.36 |

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.2 Costo por cortes y reconexión del servicio eléctrico

Para hallar los costos que generan el corte y la reconexión necesitamos conocer el costo de la media de morosidad, este costo viene siendo de 24% según el último informe de morosidad perteneciente a Moquegua. La media de morosidad esta dado por el informe que brinda Equifax en colaboración con la Universidad del Pacífico, para esta investigación se toma el último informe que es el sexto informe, en el cual se detallan la media de morosidad según distintas variables como, variables bancarias, genero, edad, ubicación geográfica entre otros.

La empresa prestadora de servicios ELECTROSUR necesita de personal técnico especialista para realizar corte y reconexión de servicio en cada suministro que haya dejado de pagar dentro de las fechas indicadas por parte de la empresa y posteriormente hayan realizado los pagos. Para el costo de corte y reconexión dependen del tipo de corte. Existen 3 tipos de corte:

- el corte tipo I se interviene en la salida del interruptor termomagnético
- el corte tipo II se interviene entra la entrada del medidor de energía eléctrica
- el corte de tipo III se interviene en el empalme aéreo que se ubica en las líneas aéreas de distribución.

En la tabla 11, detallamos costos por corte y reconexión según tipo de corte de servicio de energía eléctrica.

Tabla 11*Costo de Corte y reconexión del servicio eléctrico*

| Descripción | | Costo (\$) | | |
|--------------|-----------------------|----------------------|------------|----------------|
| Tipo | Modalidad | N° medidores por año | Electrosur | Total |
| Corte | Fusible o interruptor | 397 | 1.82 | 722.54 |
| | Caja de medidor | 95 | 2.37 | 225.15 |
| | Línea aérea | 23 | 6.90 | 158.70 |
| Reconexión | Fusible o interruptor | 397 | 2.80 | 1111.60 |
| | Caja de medidor | 95 | 3.18 | 302.10 |
| | Línea aérea | 23 | 8.87 | 204.01 |
| Total | | | | 2724.10 |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el gasto que se genera al realizar cortes y reconexiones físicas, para el cual es un monto aproximado de \$ 2724 dólares, este monto es un ahorro una vez implementado la medición inteligente; ya que el sistema de medición inteligente permite gestionar cortes y reconexiones de modo remoto.

4.2.5.3 Costos de calibración de medidores

Al implementar los medidores inteligentes, no sería necesario contrastar anualmente; como se hacen con los medidores ahora instalados. En la tabla 12 se muestra el monto de \$ 2 716 dólares, el monto promedio de \$ 194 por medidor fue recopilado del informe de fijación de VAD presentado por Electrosur a Osinergmin. Según el procedimiento para la supervisión de la contrastación de medidores en energía eléctrica RCD N 227-2013-OS/CD, indica que el programa semestral no debe ser inferior al 5% del total de medidores.

Tabla 12*Costos de calibración de medidores*

| 5 % mínimo del total de medidores semestralmente | Costo por calibrar medidor (unitario) \$ | Monto anual total \$ |
|--|--|----------------------|
| 7 | 194 | 2 716 |

Fuente: Elaboración propia

Los medidores inteligentes han sido evaluados y se ha determinado que satisfacen completamente todos los requisitos establecidos. Esto implica que los medidores inteligentes son adecuados y eficientes para su propósito, y que no hay deficiencias identificadas en su capacidad para cumplir con los estándares o criterios específicos establecidos previamente.

Los medidores inteligentes han sido validados por el Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

El medidor ION 8650 es el primer medidor inteligente homologado en Perú por parte del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), máxima autoridad en materia de calidad, normalización técnica, acreditación y metrología. Al obtener esta homologación este equipo cumple con los más altos estándares nacionales tales como, las normas técnicas Peruanas NTP 014:2012 y NMP 022:2016.

Para esta investigación hemos recurrido a los medidores inteligentes del modelo AD11A.1 de la marca ADDAX, quienes según su ficha técnica son los que se asemejan y están al alcance de compras porque las compras se pueden realizar dentro del país.

Tabla 13

Resumen de costos con el sistema de medición actual

| RESUMEN DE COSTOS EN EL SISTEMA DE MEDICIÓN ACTUAL | |
|---|-------------------|
| ITEM | SUBTOTAL |
| Lectura y facturación | \$ 927.36 |
| Corte y reconexión | \$ 2724.10 |
| Calibración de medidores | \$ 2716.00 |
| TOTAL | \$ 6367.46 |

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.4 Evaluación de rentabilidad

a) Inversión Inicial:

Costo de Inversión: \$20,060.40 USD

b) Beneficios Directos:

Ahorro en Operaciones y Mantenimiento: despliegue de contadores inteligentes permite la lectura remota y la detección de fallas, reduciendo los costos asociados con la operación y mantenimiento del sistema de medición tradicional.

c) Beneficios Indirectos:

Eficiencia Energética: La capacidad de medición en tiempo real y la retroalimentación para los usuarios pueden llevar a una reducción adicional en el consumo de energía, generando beneficios indirectos en términos de operatividad y sostenibilidad.

d) Análisis de Costos:

Inversión Inicial: \$20,060.40 USD (según Tabla 7)

Flujo de efectivos anuales: \$3235.46 USD (según tabla 8 y 9)

e) Cálculo del VAN y el TIR

Para una Tasa de Descuento (TD): 12% y un período de Análisis (PA): 15 años.

Tenemos:

$$VAN = -II + \frac{FEA}{(1+TD)^1} + \frac{FEA}{(1+TD)^2} + \dots + \frac{FEA}{(1+TD)^{PA}} \quad (1)$$

Donde:

- II es la Inversión Inicial.
- FEA son los Flujos de Efectivo Anuales.
- TD es la Tasa de Descuento.
- PA es el Período de Análisis.

Resultados del análisis Costo-Beneficio:

$$VAN = -20060.40 + \frac{3235.46}{(1 + 0.12)^1} + \frac{3235.46}{(1 + 0.12)^2} + \dots + \frac{3235.46}{(1 + 0.12)^{15}}$$

$$VAN = 3632.92$$

El Valor Actual Neto es positivo, lo que sugiere que el proyecto generará un valor adicional después de considerar la inversión inicial y los flujos de efectivo futuros.

Ahora calculamos la TIR con la siguiente fórmula:

$$0 = -II + \frac{FEA}{(1+TIR)^1} + \frac{FEA}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FEA}{(1+TIR)^{PA}} \quad (2)$$

$$0 = -20060.40 + \frac{3235.46}{(1 + TIR)^1} + \frac{3235.46}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{3235.46}{(1 + TIR)^{15}}$$

$$TIR = 15.3\%$$

La TIR del proyecto es del 15.3%, lo cual indica que el proyecto es rentable, ya que supera la tasa de descuento del 12%.

Según estos cálculos, el proyecto de implementación de medidores inteligentes parece ser financiera y económicamente viable, generando beneficios y siendo rentable a lo largo del tiempo.

El análisis de sensibilidad evalúa cómo cambian o se mantiene la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) ante variaciones en los parámetros clave

del proyecto. En este caso, examinaremos cómo responden estos indicadores a cambios en la tasa de descuento.

Tabla 14

Sensibilidad de la tasa de descuento

| Tasa de descuento (%) | VAN (\$) | TIR (%) | Índice C/B |
|-----------------------|----------------|-------------|-------------|
| 10% | 6423.92 | 15.3 | 1.32 |
| 11% | 4966.56 | 15.3 | 1.25 |
| 12% | 3632.92 | 15.3 | 1.18 |
| 13% | 2410.05 | 15.3 | 1.12 |
| 14% | 1286.53 | 15.3 | 1.06 |
| 15.3% | 0 | 15.3 | 1.00 |

Fuente: Elaboración propia

El VAN es sensible a cambios en la tasa de descuento. Esto es esperado, ya que estos indicadores están influenciados por la rentabilidad de la inversión y la preferencia temporal del dinero.

Si la tasa de descuento aumenta, la rentabilidad del proyecto disminuye, y viceversa. A pesar de variaciones en la tasa de descuento, el proyecto sigue siendo rentable, ya que la TIR se mantiene significativamente por encima de la tasa de descuento en todos los casos y el VAN sigue siendo positivo.

A continuación, en la siguiente figura se visualiza el tiempo de recuperación de la inversión en la implementación del sistema de medición inteligente.

Figura 15

Tiempo de recuperación del capital



Fuente: Elaboración propia

4.3 Evaluación de la factibilidad social

En la asociación Villa Francia se realizó un cuestionario utilizando la muestra de 134 usuarios para detectar el grado de satisfacción en la implementación de medidores inteligentes. Por otro lado, se realiza el mismo cuestionario en las asociaciones de San Antonio de la subestación 6386 con una muestra de 130 usuarios, en la cual realizamos una comparativa entre ambos resultados:

Figura 16

Pregunta 1



Fuente: Elaboración propia

En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 60% de los usuarios están de acuerdo con el tipo de medidor instalado, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 50% de los usuarios manifiestan su conformidad.

Figura 17

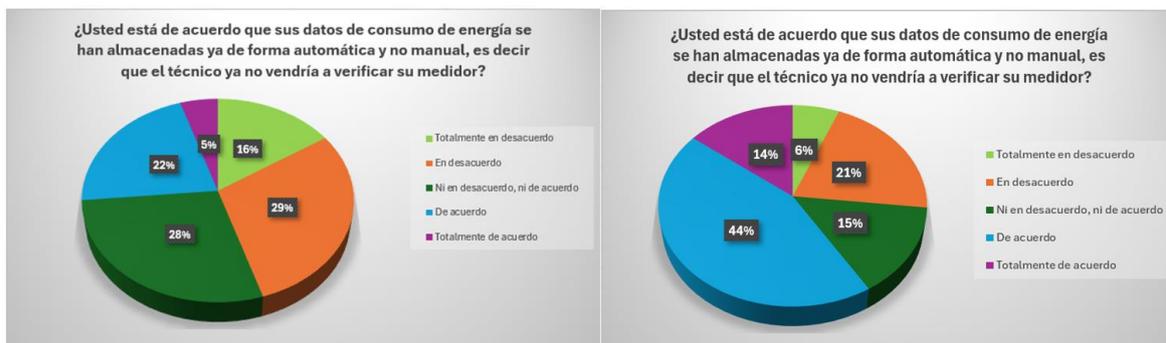
Pregunta 2



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 41% de los usuarios están de acuerdo con la estabilidad del suministro de energía eléctrica, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 49% de los usuarios manifiestan su conformidad.

Figura 18

Pregunta 3



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 29% de los usuarios están en desacuerdo que sus datos de consumo de energía se han almacenadas ya de forma automática y no manual, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 44% de los usuarios manifiestan que están de acuerdo.

Figura 19

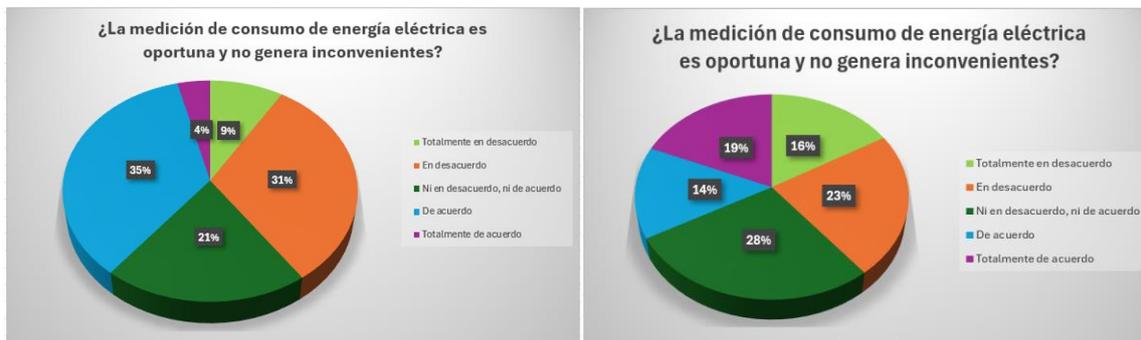
Pregunta 4



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 39% de los usuarios están de acuerdo con la lectura de facturación de su consumo energético, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 41% de los usuarios manifiestan su conformidad.

Figura 20

Pregunta 5



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 35% de los usuarios están de acuerdo que la medición realizada es de manera oportuna y no genera inconvenientes, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 28% de los usuarios manifiestan que no están en desacuerdo ni de acuerdo.

Figura 21

Pregunta 6



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 33% de los usuarios no están en desacuerdo ni de acuerdo que sus recibos de luz se han entregados de manera digital, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 28% de los usuarios manifiestan que no están en desacuerdo y otros 28% están de acuerdo.

Figura 22

Pregunta 7



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 45% de los usuarios no están en desacuerdo ni de acuerdo que la implementación de un medidor inteligente mejoraría su experiencia con el control y monitoreo de su consumo energético, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 31% de los usuarios manifiestan que están en acuerdo.

Figura 23

Pregunta 8



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 45% de los usuarios están en desacuerdo en pagar un adicional por la instalación de un medidor inteligente, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 43% de los usuarios manifiestan su desacuerdo.

Figura 24

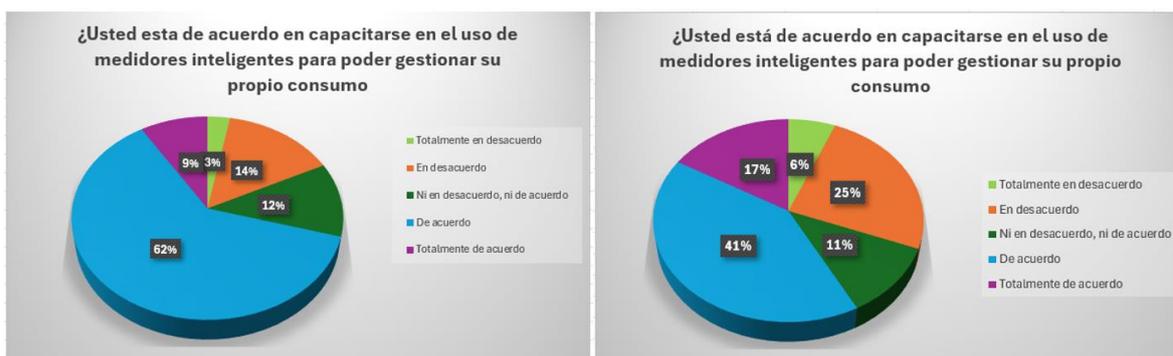
Pregunta 9



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 43% de los usuarios están en desacuerdo que los medidores inteligentes son o fue una buena idea, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 28% de los usuarios manifiestan su desacuerdo.

Figura 25

Pregunta 10



En la asociación Villa Francia, que utiliza medidores convencionales, el 62% de los usuarios están de acuerdo en capacitarse en el uso de medidores inteligentes, mientras que en la subestación 6386, que emplea medidores inteligentes, el 41% de los usuarios manifiestan su conformidad.

La escala de Likert abarca los siguientes rangos:

=10: Totalmente desacuerdo

10 < x <= 20: En desacuerdo

20 < x <= 30: Ni en desacuerdo, ni de acuerdo

30 < x <= 40: De acuerdo

40 < x <= 50: Totalmente de acuerdo

Finalmente, se realiza la evaluación de la escala de Likert en ambas encuestas, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 15

Evaluación por escala de Likert

| Promedio de valor por escala de Likert | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| Preguntas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total |
| A.V.F. | 3.62 | 3.41 | 2.71 | 2.94 | 2.94 | 2.97 | 2.64 | 1.96 | 2.41 | 3.59 | 29.18 |
| SE 6386 | 3.07 | 3.25 | 3.40 | 3.15 | 2.96 | 3.14 | 3.09 | 2.06 | 2.86 | 3.37 | 30.36 |

En la asociación Villa Francia tiene un valor total del 29.18 que está en el rango de “Ni en desacuerdo, ni de acuerdo” mientras que en la asociación tiene un valor del 30.36 que esta en el rango “de acuerdo”. Estos resultados indican que la factibilidad social de implementar medidores inteligentes en la asociación Villa Francia es incierta, ya que no reflejan una postura clara a favor o en contra de su instalación.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, que incluyen una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 15.3% y un Valor Actual Neto (VAN) de \$3632.92USD, destacan la solidez financiera del proyecto de implementación de medidores inteligentes. Estos resultados son respaldados y ampliados por la base teórica proporcionada, que ha sido clave para entender los beneficios asociados con esta tecnología. En detalle, la TIR del 15.3% indica que el proyecto es financieramente robusto, superando la tasa de descuento del 12%, lo que sugiere que el rendimiento financiero es significativamente superior a la tasa de costo de oportunidad. Por otro lado, el VAN positivo de \$3632.92USD refleja el valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por el proyecto, lo que indica la creación de valor económico a lo largo del tiempo. La investigación actual, con una inversión inicial de \$16487.00, resalta su eficiencia financiera al lograr un ahorro estimado de \$5774.31 para la distribuidora. En contraste, el estudio de Zegarra M. (2017) implicó una inversión inicial más elevada, alcanzando los \$78,751. Esta diferencia substancial en los costos iniciales sugiere que el proyecto actual requiere un capital inicial considerablemente menor, lo que podría ser un factor decisivo en términos de viabilidad financiera. Al examinar la Valor Actual Neto (VAN), la tesis actual exhibe un rendimiento financiero más sólido. Comparativamente, el estudio anterior de Zegarra M. (2017) reportó una VAN de \$5,549. Este contraste indica que el proyecto actual tiene un mayor valor presente neto, interpretado como una generación de valor económico más sustancial a lo largo del tiempo. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es otro indicador crítico donde la tesis actual supera significativamente al estudio previo. La TIR del proyecto actual es del 15.3%, mientras que Zegarra M. (2017) obtuvo una TIR del 12.5%. Esta diferencia sugiere una mayor rentabilidad y un rendimiento porcentual más sólido para la investigación actual. Esta investigación demuestra una eficacia financiera superior con una inversión inicial más baja y resultados financieros más favorables en términos de VAN y TIR en comparación con el estudio anterior de Zegarra M. (2017). Estos hallazgos sugieren que el proyecto propuesto en la tesis actual no solo es más eficiente económicamente, sino que también tiene el potencial de generar mayores beneficios financieros y, por ende, una mayor rentabilidad en el tiempo.

La elección de la metodología para evaluar la viabilidad financiera de la implementación de medidores inteligentes fue estratégica y se centró en la aplicación de indicadores financieros sólidos como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). Estos indicadores han sido reconocidos por su capacidad para proporcionar una evaluación cuantitativa clara y directa de la rentabilidad de un proyecto a lo largo del tiempo. La TIR, al mostrar el rendimiento porcentual del proyecto, y el VAN, al cuantificar el valor presente de los flujos de efectivo futuros, ofrecen perspectivas valiosas sobre la eficacia financiera del proyecto. Sin embargo, es esencial reconocer que, a pesar de la solidez de estos indicadores, la metodología presenta ciertas limitaciones. Una de las limitaciones críticas es la falta de abordaje de aspectos cualitativos que pueden ser fundamentales para el éxito de la implementación. Por ejemplo, la aceptación del cliente es un factor clave que puede influir en la adopción y eficacia de la tecnología de medidores inteligentes. Aunque los indicadores financieros son indicativos de la rentabilidad, no proporcionan información detallada sobre la disposición y actitud de los usuarios finales hacia la nueva tecnología.

La investigación se sitúa en el contexto más amplio de la evolución del sector eléctrico en un mundo que experimenta cambios significativos en la demanda de energía y en la conciencia ambiental. La importancia de adoptar tecnologías innovadoras no solo se refiere a la búsqueda de eficiencia financiera, sino también a la necesidad de abordar desafíos complejos y cambiantes en la infraestructura eléctrica. En el contexto científico-social actual, la implementación de medidores inteligentes se destaca como una estrategia clave que va más allá de la mera modernización tecnológica. La adopción de estas tecnologías se presenta como una respuesta directa a la creciente demanda de energía, impulsada por el aumento en el uso de dispositivos eléctricos y el crecimiento poblacional. Además, se alinea con las tendencias globales que buscan transformar las redes eléctricas convencionales en sistemas más inteligentes y eficientes. La transición hacia redes eléctricas más inteligentes no solo representa una mejora en la capacidad de medición y gestión de la energía, sino que también se vincula estrechamente con la sostenibilidad y la mitigación de impactos ambientales. La implementación de medidores inteligentes se convierte así en un componente esencial para la transición hacia un modelo energético más sostenible y amigable con el medio

ambiente. Desde una perspectiva social, la adopción de medidores inteligentes también implica una mayor interacción y conciencia por parte de los consumidores. La posibilidad de monitorear y gestionar el consumo en tiempo real empodera a los usuarios, promoviendo prácticas más conscientes y eficientes. Esta participación de los consumidores contribuye a la construcción de una cultura energética más informada y responsable. Esta investigación no solo se inserta en el ámbito de la eficiencia financiera, sino que también se posiciona en la vanguardia de los cambios necesarios para abordar los desafíos contemporáneos del sector eléctrico. La adopción de medidores inteligentes se percibe como una respuesta relevante y oportuna que contribuye no solo a la eficiencia operativa, sino también a la construcción de un futuro energético más sostenible y centrado en las necesidades cambiantes de la sociedad y el medio ambiente.

Aunque los resultados obtenidos en la investigación sugieren un escenario favorable para la implementación de medidores inteligentes, es fundamental reconocer las limitaciones inherentes al estudio. La falta de consideración detallada de ciertos factores externos puede afectar la generalización de los resultados, especialmente en un entorno dinámico y sujeto a cambios imprevistos. En primer lugar, la investigación podría haber pasado por alto cambios regulatorios futuros que podrían impactar significativamente la implementación de medidores inteligentes. Las dinámicas normativas en el sector eléctrico son susceptibles de evolucionar, y la falta de un análisis detallado de estos posibles cambios podría limitar la aplicabilidad de los resultados a largo plazo. Un marco regulatorio en constante cambio podría introducir variables no consideradas en la investigación, alterando las condiciones bajo las cuales se implementaría el proyecto. Asimismo, las fluctuaciones económicas y las condiciones del mercado podrían tener un impacto significativo en la viabilidad financiera del proyecto. La investigación se basa en proyecciones financieras que, si bien son robustas según las condiciones actuales, podrían no anticipar completamente los cambios en la economía o en las tendencias del mercado. Los eventos imprevistos, como crisis económicas o cambios en la demanda de energía, podrían influir en la eficacia financiera del proyecto de una manera que no se contempla completamente en el estudio. Otra limitación crucial es la dependencia de proyecciones futuras y la asunción de ciertas condiciones estables a lo largo del tiempo. Las predicciones financieras están

sujetas a variaciones, y la investigación reconoce que estas estimaciones podrían cambiar en función de la dinámica del mercado y de avances tecnológicos imprevistos. La velocidad a la que evolucionan las tecnologías puede introducir cambios significativos en el panorama de los medidores inteligentes, lo que podría afectar las suposiciones subyacentes en el estudio. Estas limitaciones subrayan la importancia de interpretar los resultados con cautela y considerarlos como un escenario potencial más que como una certeza inmutable. La implementación práctica del proyecto debe llevarse a cabo con la flexibilidad necesaria para adaptarse a cambios externos no contemplados en la investigación inicial.

VI. CONCLUSIONES

1. Como conclusión general, se determinó que la implementación de medidores inteligentes en la Asociación Villa Francia es factible, ya que la factibilidad técnica y económica resultaron favorables. No obstante, en el aspecto social, la aceptación es incierta. Sin embargo, existe una ligera inclinación hacia la percepción de que los medidores inteligentes son más eficientes que los convencionales.
2. En la factibilidad técnica se determinó que ambos medidores comparten las mismas características generales cuando son suministrados con energía eléctrica, por otra parte, en su sistema de comunicación existe gran diferencia, entre un medidor convencional con uno inteligente, en donde este último tiene mayor número de funciones. Por otra parte, la red de distribución actual cumple con los requisitos para el despliegue de un sistema de medición inteligente.
3. En la factibilidad económica se obtuvo una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 15.3%, que supera considerablemente la tasa de descuento del 12%, y un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$3632.92 se evidencia una atractiva rentabilidad financiera. Estos indicadores sugieren un rendimiento sólido y una generación de valor económico a lo largo del tiempo, respaldando la decisión de inversión en la implementación de medidores inteligentes.
4. En la factibilidad social se determinó que en la asociación Villa Francia tiene un valor total del 29.18 que en la escala de Likert está en el rango de “Ni en desacuerdo, ni de acuerdo” mientras que en la asociación tiene un valor del 30.36 que está en el rango “de acuerdo”. Estos resultados indican que la factibilidad social de implementar medidores inteligentes en la asociación Villa Francia es incierta, ya que no reflejan una postura clara a favor o en contra de su instalación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de calidad de energía en la red de distribución, para futuros proyectos piloto de implementación de medidores inteligentes.
2. Diseñar modelos de instalación de medidores inteligentes en futuros proyectos de electrificación, con el objetivo de optimizar los sistemas de control y monitoreo del consumo energético de los usuarios.
3. Se recomienda investigar la posibilidad de implementar la tecnología de comunicación de banda ancha de las diferentes tecnologías de comunicación y sea por radio frecuencia o fibra optica en áreas específicas, basándose en un análisis detallado de la demanda y las necesidades de servicios de conectividad a internet.
4. Tomar información de otras zonas que tengan estos medidores convencionales o inteligentes como también profundizar en las encuestas con mayor grado de preguntas y estas estén sujetas a otros criterios como la edad y la profesión.
5. Realizar campañas de información y concientización a la población sobre los beneficios que presenta un sistema de medición inteligente en el consumo de energía eléctrica.

REFERENCIAS

- Abdullah A., El-den B. Abo-Ez K. y Hassan T. (2023). Security Management for an Advanced Metering Infrastructure (AMI) System of Smart Electrical Grids. *Applied Sciences*. 13 (15), 8990. <https://doi.org/10.3390/app13158990>
- Alcayde A., Baños R., Montoya F. y Arrabal F. (2022). Evaluation of energy consumption and power quality in oil mills using advanced smart meters. *Renewable Energy and Power Quality Journal*. 12, 778 - 782. <https://doi.org/10.24084/repqj20.431>
- Aldas A. (2015). *Interoperabilidad entre medidores inteligentes de energía eléctrica residencial para el DMQ bajo las normas ANSI*. (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.
- Arteaga A. (2022). *Integración de un sistema de gestión de medición avanzada (AMI) basado en la tecnología PLC (Power Line Communication), con la subestación eléctrica parque industrial de la ciudad de Tacna*. (Tesis de postgrado). Universidad Privada de Tacna. Tacna, Perú.
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/3004>
- Bayer D. y Pruckner M. (2023). A digital twin of a local energy system based on real smart meter data. *Energy Inform.* 6 (8), 2023. <https://doi.org/10.1186/s42162-023-00263-6>
- Belhocine O., Djar K. y Benaouicha w. (2021). Évaluation de la coherence du processus de mise en œuvre du projet pilote de smart meters dans le secteur résidentiel à Diar El Bahri (Blida) en Algérie. *Boletín de ciencias de la tierra*, 50, 19-28. <http://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct>
- Berger S., Ebeling F., Feldhaus C., Loschel A. y Wyss A. (2021). What motivates smart meter adoption? Evidence from an experimental advertising campaign in germany. *Energy Research y Social Science*. 85 (102357), 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102357>

Chuyes C. (2022). Uso de infraestructura de medición avanzada en sistemas de distribución eléctrica en el Perú: Un estudio de caso. (Tesis de Posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24322/CHUYES_GUTIERREZ_C%C3%89SAR_AUGUSTO_MG.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Coronel M. (2011). Estudio para la implementación del sistema de infraestructura de medición avanzada (AMI) en la empresa eléctrica regional centro sur C.A. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1104/14/UPS-CT002098.pdf>

Da Silva M., Frances C., Costa J. y Cardoso D. (2014). Qos Management in Smart Grids: a Markovian Approach. *Journal of Microwaves, Optoelectronics and electromagnetic applications*. 13 (2). <https://doi.org/10.1590/S2179-10742014000200002>

Dai T., Radhakrishnan P., Nweye K., Estrada R., Niyogi D. y Nagy Z (2023). Analyzing the impact of COVID-19 on the electricity demand in Austin, TX using an ensemble-model based counterfactual and 400,000 smart meters. *Computational Urban Science*. 3 (20), 1 - 16.

<https://doi.org/10.1007/s43762-023-00095-w>

Delgado E., Izoteco P., Romero J. (2018). *Medición y corrección electrónica del factor de potencia en un sistema eléctrico monofásico*. (Tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México.

<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/27836/1/Tesis%20Empastado%20Factor%20de%20potencia.pdf>

De Sousa E., Aquino L., Felix I., Neves A., Noqueira E., Kreutz M. y Jose A. (2023). Development a Low-Cost Wireless Smart Meter with Power Quality Measurement for Smart Grid Applications. *Sensors*. 23 (16), 7210. <https://doi.org/10.3390/s23167210>

- Echeverri R., Echeverry D. y Lozano C. (2017). Cost benefits methodology for Smart Grid projects and its application in a Smart Metering Pilot Project. *Ingeniería y competitividad*, 19 (1)
[.http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332017000100195&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332017000100195&lng=en&tlng=en).
- Echeverría J. y García J. (2022). Medición avanzada inteligente, retos al consumo responsable del servicio público domiciliario de energía en Colombia. *Revista chilena de derecho y tecnología*, 11 (2), 47-62.
<https://dx.doi.org/10.5354/0719-2584.2021.64167>
- ENERGY5 for way. (2023). Por qué los medidores inteligentes son vitales para una respuesta eficaz a la demanda. <https://energy5.com/es/por-que-los-medidores-inteligentes-son-vitales-para-una-respuesta-eficaz-a-la-demanda>.
- Ferrando M., Banfi A. y Causone F. (2023). Changes in energy use profiles derived from electricity smart meter readings of residential buildings in Milan before, during and after the COVID-19 main lockdown. *Sustainable Cities and Society*. 99 (2023), 104876.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104876>
- Fresneda B. y Gómez J. (2022). Sistema de monitoreo y detección de fallos en una microrred eléctrica utilizando medidores inteligentes. (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
<http://hdl.handle.net/11349/30349>
- Global Electricity (2023) Diferencias entre Smart Grids y Redes Eléctricas Convencionales.
<https://globalelectricity.wordpress.com/2013/12/19/diferencias-entre-smart-grids-y-redes-electricas-convencionales/>
<https://globalelectricity.wordpress.com/2013/12/19/diferencias-entre-smart-grids-y-redes-electricas-convencionales/>

- Grigoras G. y Constantin B (2019). Smart Meter Data-Based Three-Stage Algorithm to Calculate Power and Energy Losses in Low Voltage Distribution Networks. *Energies*. 12 (15), 3008. <https://doi.org/10.3390/en12153008>
- Gucyetmez M. y Sakeen H. (2023). Enhancing smart grids with a new IOT and cloud-based smart meter to predict the energy consumption with time series. *Alexandria Engineering Journal*. 79 (2023), 44 - 55. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.07.071>
- Gumz J. y Fettermann D (2023). Como planejar a implementacao de medidores inteligentes residenciais? Uma meta-análise de resultados internacionais. *El Reventón Energético*. 21 (1), 19 - 37. <https://doi.org/10.18273/revfue.v21n1-2023002>
- Han D., Bai H., Wang Y., Bu F. y Zhang J. (2023). Day-ahead aggregated load forecasting based on household smart meter data. *Energy Reports*. 9 (8), 149 - 158. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.04.317>
- IEA (2022). *IEA Global Smart Grid Inventory*. Agencia Internacional de Energía (IEA) <https://www.iea.org/reports/iea-global-smart-grid-inventory>
- INACAL <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/medidores-inteligentes-de-energia-nueva-tecnologia-mayor-control.html>
- Kim H., Park S. y Kim S. (2023). Time-series clustering and forecasting household electricity demand using smart meter data. *Energy Reports*. 9, 4111-4121. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.03.042>
- Knayer T. y Kryvinska N. (2022). An analysis of smart meter technologies for efficient energy management in households and organizations. *Energy reports*. 8 (2022), 4022 - 4040. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.041>
- Knayer T. y Kryvinska N. (2023). How smart are our companies really? a case study of the current rollout of smart meters in Germany. *Frontiers in Energy Research*. 11. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1223608>
- León L., Reyes E., Gutiérrez J., Méndez P. y Chávez G. (2019). Smart Grids en México: Situación actual, retos y propuesta de implementación. *Ingeniería*

Investigación y Tecnología, 20 (2), 1-12.
<https://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/v20n2-03.php>

Malagón N., Chala Z. (2017). *Análisis costo beneficio para la implementación de 100.000 medidores inteligentes de energía eléctrica en edificios multifamiliares de Bogotá*. (Tesis de Pregrado). Universidad Distrital Francisco de Caldas, Bogotá.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5941/MalagonSaezNestorJavier2017.pdf;jsessionid=72143195981715D059FE61AA3DF9BB A1?sequence=>.

Mamani C. (2019). *Gestión mediante telemedición y telegestión para optimizar la distribución y comercialización de la energía eléctrica para clientes residenciales e industriales en la región de Puno*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11967>.

Manrique R., Gómez E. y Ramos C. (2018). Smart grid analysis and management in Colombia towards ETAP Real Time solution. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26 (4). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000400599>

Marrero L., Carrizo D., García L. y Ulloa F. (2021). Uso de algoritmo K-means para clasificar perfiles de clientes con datos de medidores inteligentes de consumo eléctrico: Uso de estudio. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29 (4), 778-787. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000400778>

Mordor Intelligence. (2023). Análisis de tamaño y participación del mercado de medidores inteligentes tendencias y pronósticos de crecimiento (2023 - 2028). <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-smart-meters-market-industry>.

Muñoz C., Pérez F., Murrieta M. y Vela S. (2019). Análisis de costos y beneficios de un sistema de medición inteligente en Lima Metropolitana. (Tesis de Postgrado). Universidad ESAN, Lima, Perú.

- Oliveira E., Alfaia R., Souto A., Silva M. y Frances C. (2017). SmartCom: Smart consumption management architecture for providing a user-friendly Smart home base don metering and computational intelligence. *Journal of microwaves, optoelectronics and electromagnetic applicattions*, 16 (3). <https://doi.org/10.1590/2179-10742017v16i3965>
- OFGEM (2019). Oficina de Regulación de Gas y Electricidad. Energy Efficiency Schemes: Impact Evaluation 2019
<https://www.ofgem.gov.uk/publications-and-updates/energy-efficiency-schemes-impact-evaluation-2019>
- OSINERMIN <https://proactivo.com.pe/osinergmin-avanza-en-la-implementacion-de-la-tarifa-electrica-inteligente/>
- PG&E. Pacific Gas and Electric (PG&E). PG&E SmartMeter™ Program and Customer Benefits.
- Radovanovic D., Unterweger A., Eibl G., Engel D. y Reichl J. (2022). How unique is weekly smart meter data? *Energy Informatics*. 5 (1), 13. <https://doi.org/10.1186/s42162-022-00205-8>
- Sun A., Liu C., Zhu Y., Xiao S. y Wen J. (2022). Deep Reinforcement Learning for the Detection of Abnormal Data in Smart Meters. *Sensors*. 22 (21), 8543. <https://doi.org/10.3390/s22218543>
- Téllez S. y Rosero J. (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>
- TS2 (2023) IoT para medición inteligente: cómo ayuda a mejorar el uso de energía y el ahorro de costos. <https://ts2.space/es/iot-para-medicion-inteligente-como-ayuda-a-mejorar-el-uso-de-energia-y-el-ahorro-de-costos/>
- Urgiles P., Ortega J., Peralta A. y Ortega A. (2021). Prediction of Electricity Consumption Profiles Using Potential Polynomials of Degree One and Artificial Neural Networks in Smart Metering Infrastructure. *Revista Facultad*

de *Ingeniería*. 30

(56).<https://doi.org/10.19053/01211129.v30.n56.2021.12772>

Zegarra M. (2017). *Análisis de nuevo sistema de medición centralizada de energía eléctrica con medidores inteligentes en área de la región Arequipa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5097>.

ANEXO 1: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|--|--|-----------------------------|--------------------|
| Variable Independiente: Factibilidad técnica | Es un Conjunto de componentes avanzados que registra y monitoriza de manera precisa y en tiempo real el consumo de energía por parte de los usuarios de energía eléctrica. | Permite el control de las salidas del medidor, como en conexión y desconexión de cargas y registro de la lectura de forma remota mediante un sistema de comunicación PLC, RF o red telefónica. | CARACTERÍSTICAS TECNICAS | En razón |
| Variable Independiente: Factibilidad Económica | Es un proceso sistemático que se utiliza para analizar y comparar los costos y beneficios asociados con un proyecto, programa o política. . | Implica establecer cómo se llevará a cabo el proceso de evaluación, y qué medidas específicas se utilizarán para cuantificar y comparar los costos y beneficios. | VAR TIR | En razón |

| | | | | |
|--|---|---|--|----------|
| Variable Independiente: Factibilidad Social | Es la viabilidad de un proyecto en términos de su aceptación y sostenibilidad dentro de una comunidad o sociedad | Determinar el grado de satisfacción en el uso de medidores convencionales e inteligentes | Encuesta | Nominal |
| Variable independiente: Medidor inteligente | Dispositivo avanzado que registra y monitoriza de manera precisa y en tiempo real el consumo de energía por parte de los usuarios de energía eléctrica. | Permite el control de las salidas del medidor, como en conexión y desconexión de cargas y registro de la lectura de forma remota. | Potencia Corriente Tensión Consumo de energía Medición inteligente | En razón |

ANEXO 2: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

FICHA PARA LA SELECCION DEL MEDIDOR DE ENERGIA

| N° | CARACTERISTICAS TÉCNICAS | MEDIDOR CONVENCIONAL (ELECTRONICO) | MEDIDOR INTELIGENTE | | |
|----|---|------------------------------------|---------------------|-------|----------|
| | | | ADDAX | WISUN | CIRCUTOR |
| 1 | Registro de energía (activa, reactiva) | | | | |
| 2 | Display LCD | | | | |
| 3 | tensión de trabajo 220 v monofásico | | | | |
| 4 | Frecuencia nominal 60 Hz | | | | |
| 5 | Corriente nominal 5A o 10A | | | | |
| 6 | Grado de protección IP54 | | | | |
| 7 | Temperatura de operación -25° a +70° | | | | |
| | FUNCIONALIDADES | | | | |
| 8 | Lectura remota | | | | |
| 9 | Corte/reconexión remota | | | | |
| 10 | Monitoreo en tiempo real | | | | |
| 11 | registro de eventos y alarmas | | | | |
| 12 | Medición bidireccional de energía | | | | |
| 13 | Tecnología de comunicación PLC, GPRS | | | | |
| 14 | tecnología de comunicación RF | | | | |
| 15 | Medición bidireccional de energía | | | | |
| 16 | Actualizaciones de firmware | | | | |
| 17 | Autenticación e encriptación de datos | | | | |
| 18 | Puertos de comunicación | | | | |
| 19 | Acceso a la información (empresa y cliente) | | | | |
| 20 | Costo unitario | | | | |
| 21 | Vida útil | | | | |

CUESTIONARIO DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES INTELIGENTES

Información Demográfica

- a. Género: [] Masculino [] Femenino [] Prefiero no responder
- b. Nivel de Educación: _____
- c. Tiempo de residencia en la asociación: _____

Instrucciones:

Por favor, responda las siguientes preguntas de acuerdo con su percepción y expectativas con respecto a la implementación de medidores inteligentes. Utilice la escala de Likert, donde:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Ni en desacuerdo, ni de acuerdo | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |

| N° | PREGUNTAS | NIVEL DE SATISFACCION | | | | |
|---------|---|-----------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ITEM 1 | ¿Qué tan satisfecho está con el tipo de medidor de energía eléctrica instalado en su hogar? | | | | | |
| ITEM 2 | ¿Está de acuerdo con la estabilidad del suministro de energía eléctrica en su hogar? | | | | | |
| ITEM 3 | ¿Usted está de acuerdo que sus datos de consumo de energía se han almacenados ya de forma automática y no manual, es decir que el técnico ya no vendría a verificar su medidor? | | | | | |
| ITEM 4 | ¿Está de satisfecho con la lectura de facturación del consumo de energía eléctrica de su hogar? | | | | | |
| ITEM 5 | ¿La medición de consumo de energía eléctrica es oportuna y no genera inconvenientes? | | | | | |
| ITEM 6 | ¿Usted está de acuerdo en recibir su recibo de luz de forma digital mediante una aplicación o correo, y ya no de forma física? | | | | | |
| ITEM 7 | ¿Esta de acuerdo que el medidor inteligente mejoraría/mejóro su experiencia con el control y monitoreo de su consumo energético? | | | | | |
| ITEM 8 | ¿Estaría de acuerdo en pagar un costo adicional para la instalación un medidor inteligente? | | | | | |
| ITEM 9 | ¿Cree usted que la implementación de medidores inteligentes es o fue una buena idea para la asociación? | | | | | |
| ITEM 10 | ¿Usted está de acuerdo en capacitarse en el uso de medidores inteligentes para poder gestionar su propio consumo | | | | | |

ANEXO 3: MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación: “Evaluación de costo-beneficio de la implementación de medidores inteligentes en la asociación Villa Francia, Moquegua”.

Investigador (a) (es): Sardon Limache Ronny Felix, Mamani Mamani Virgelio Gregorio

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada “**Factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía con medición inteligente en la Asociación Villa Francia Moquegua, 2024.**”, cuyo objetivo es evaluar el costo-beneficio de la implementación de medidores inteligentes de energía. Esta investigación es desarrollada por lo estudiantes de posgrado de la carrera profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la universidad César Vallejo del campus Ate Vitarte, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad.

Describir el impacto del problema de la investigación

El principal problema de esta investigación, se han identificado una serie de desafíos y limitaciones de los medidores convencionales que están afectado la exactitud y eficiencia de la medición del consumo eléctrico, el servicio de corte y reconexiones en esta región, en donde este problema se agravó durante la crisis epidemiológica que tuvo lugar en el año 2020.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente:

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: “Evaluación de costo-beneficio de la implementación de medidores inteligentes en la asociación Villa Francia, Moquegua”.
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de minutos y se realizará en el ambiente dede la institución Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán

codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el investigador (a) (es) Sardon Limache Ronny Felix, Mamani Mamani Virgelio Gregorio email: rfsardon@ucvvirtual.edu.pe vgmamanim@ucvvirtual.edu.pe y Docente asesor Cuadros Camposano Edwin Huber email: ehcuadros@ucvvirtual.edu.pe

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombres y apellidos:

Fecha y hora:

ANEXO 4: MATRIZ DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** con DNI N° 09599387, **MAGISTER** en ... **ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS...** CIP N° 208704 de profesión **INGENIERO MECÁNICO** desempeñándome como **DOCENTE UNIVERSITARIO** ... en **LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA PARA LA SELECCIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA**
- **CUESTIONARIO DE IMPLEMENTACION DE MEDIDORES DE ENERGÍA**

Del trabajo de TESIS titulado: "**Factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía con medición inteligente en la Asociación Villa Francia Moquegua, 2024.**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MAMANI MAMANI VIRGELIO GREGORIO
- SARDON LIMACHE RONNY FELIX

| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | X | | |
| 2. Objetividad | | | X | | |
| 3. Actualidad | | | X | | |
| 4. Organización | | | X | | |
| 5. Suficiencia | | | X | | |
| 6. Intencionalidad | | | X | | |
| 7. Consistencia | | | X | | |
| 8. Coherencia | | | X | | |
| 9. Metodología | | | X | | |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **06** ... del mes de ... **Diciembre** ... del año ... **2023** ...

ING : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**
DNI : **09599387**
Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**
E-mail : ecuadros@puvp.pe |

Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo LUIS ANGEL CHICALLA CHAMBILLA con DNI N° 40965089, INGENIERO ... EN ... **MECANICA ELECTRICA** ... CIP N° 157857 desempeñándome como SUPERVISOR DE CAMPO ... en EL AREA DE ENERGIA, GENERACION Y DISTRIBUCION ELECTRICA

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA PARA LA SELECCIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA**
- **CUESTIONARIO DE IMPLEMENTACION DE MEDIDORES DE ENERGÍA**

Del trabajo de TESIS titulado: "**Factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía con medición inteligente en la Asociación Villa Francia Moquegua, 2024.**". Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MAMANI MAMANI VIRGELIO GREGORIO
- SARDON LIMACHE RONNY FELIX

| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | X | | |
| 2. Objetividad | | | X | | |
| 3. Actualidad | | | X | | |
| 4. Organización | | | X | | |
| 5. Suficiencia | | | X | | |
| 6. Intencionalidad | | | X | | |
| 7. Consistencia | | | X | | |
| 8. Coherencia | | | X | | |
| 9. Metodología | | | X | | |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **25** ... del mes de ... **Diciembre** ... del año ... **2023** ...

ING : **LUIS ANGEL CHICALLA CHAMBILLA**
DNI : **40965089**
Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA**
E-mail : luis_angel81@hotmail.com



Luis Angel Chicalla Chambilla
ING. MECÁNICO ELÉCTRICO
CIP. 157857

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **GRABIELA LIZBETH HIDALGO MEDINA** ... con DNI 72038440... de profesión en INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA CIP N.º 250641 ... desempeñándome en el área de SUPERVISION en PROYECTO QUELLAVECO PRESA.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA PARA LA SELECCIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA**
- **CUESTIONARIO DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES INTELIGENTES**

Del trabajo de TESIS titulado: "**Factibilidad técnica, económica y social de suministros de energía con medición inteligente en la Asociación Villa Francia Moquegua, 2024.**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SARDON LIMACHE RONNY FELIX
- MAMANI MAMANI VIRGELIO GREGORIO

| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | X | | |
| 2. Objetividad | | | | X | |
| 3. Actualidad | | | | X | |
| 4. Organización | | | X | | |
| 5. Suficiencia | | | X | | |
| 6. Intencionalidad | | | | X | |
| 7. Consistencia | | | X | | |
| 8. Coherencia | | | X | | |
| 9. Metodología | | | X | | |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ...**Moquegua** ... el día ... **26** ... del mes de **Diciembre** ... del año ... **2023** ...

Ing.. : **GRABIELA LIZBETH HIDALGO MEDINA**
 DNI : 72038440:
 Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**



GRABIELA LIZBETH
 HIDALGO MEDINA
 Ingeniera Mecánica Eléctrica
 CIP N° 250641

ANEXO 6: EVIDENCIA DE ENVÍO PARA LA PUBLICACIÓN DEL ARTÍCULO CINÉTICO

1019 / RONNY / Análisis costo beneficio en la implementación de medidores inteligentes Biblioteca de envío

Flujo de trabajo **Publicación**

Envío **Revisión** Editorial Producción

Archivos de envío Q Buscar

| | | | |
|--|--|---------------|--------------------|
| ▶  5799-1 | 227_23, ARTICULO CIENTIFICO_SARDON_MAMANI.docx | enero 2, 2024 | Texto del artículo |
|--|--|---------------|--------------------|

[Descargar todos los archivos](#)

Discusiones prerrevisión Añadir discusión

| Nombre | De | Última respuesta | Respuestas | Cerrado |
|------------------|----|------------------|------------|---------|
| No hay artículos | | | | |

ANEXO 7: AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DONDE SE REALIZA LA TESIS

AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, TEODORO LOPEZ CHIPANA, identificado con DNI N° 04431105 en mi calidad de presidente de la Asociación VILLA FRANCIA ubicada en el centro poblado de Chen Chen - Moquegua.

OTORGO LA PRESENTE AUTORIZACIÓN

Al señor **RONNY FELIX SARDON LIMACHE**, identificado con DNI N.º 47335358, bachiller de la carrera profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA con la finalidad de recabar datos de su interés a fin de desarrollar su Trabajo de Investigación y poder realizar su tesis para optar el Título Profesional.

Por lo expuesto, se extiende el presente documento.

Moquegua, 19 marzo del 2024.



Teodoro López Chipana
DNI. 04431105
PRESIDENTE
ASOC. VILLA FRANCIA

Nombre: _____

DNI: _____

ANEXO 8: LISTADO DE CERTIFICADOS DE HOMOLOGACIÓN DE MEDIDORES INTELIGENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

| N° | Empresa | Marca | Modelo | N° de fases | Tensión | Corri. Base (lb) | Corri. Máx. (lm) | Frec. Ref. | N° Homologación | ESTADO |
|----|---|-----------------|--------------------------|-------------|---------|------------------|------------------|------------|---|---------|
| 1 | CIRCUTOR ANDINA S.A.C. | CIRCUTOR | CIRWATT 212- CS4B-BFB-13 | MONO | 220 V | 10 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-015-2017 | VIGENTE |
| 2 | | | | | | | | | Suplemento DM/HLE-014-2017 | |
| 3 | CAM SERVICIOS DEL PERU S.A. | CONSTANT | DDS112AEM | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-016-2017 | VIGENTE |
| 4 | CAM SERVICIOS DEL PERU S.A. | CLOU | CL710K22 | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-003-2018 | VIGENTE |
| 5 | CAM SERVICIOS DEL PERU S.A. | CLOU | CL710K22 | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-004-2018 | VIGENTE |
| 6 | HEXING ELECTRICAL COMPANY S.A.C. | HEXING | HXE110-3H | MONO | 220 V | 5 A | 100 A | 60 Hz | DM/HLE-010-2018 Suplemento DM/HLE-010-2018 | VIGENTE |
| 7 | HEXING ELECTRICAL COMPANY S.A.C. | HEXING | HXE110-2H | MONO | 220 V | 5 A | 100 A | 60 Hz | DM/HLE-011-2018 Suplemento DM/HLE-011-2018 | VIGENTE |
| 8 | HEXING ELECTRICAL COMPANY S.A.C. | HEXING | HXE13SX | MONO | 220 V | 5 A | 100 A | 60 Hz | DM/HLE-011-2019 Suplemento DM/HLE-011-2019 | VIGENTE |
| 9 | SINELCON IMPORT E.I.R.L. | JIANAN | DDZY149-Z | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-014-2019 | VIGENTE |
| 10 | CONSULTING AND WORKING INTERNATIONAL S.A.C. | SAGEMCOM | S210 253800566 | MONO | 220 V | 5 A | 65 A | 60 Hz | DM/HLE-019-2019 | VIGENTE |
| 11 | TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L. | ZIV | 5CTME2C | MONO | 220 V | 5 A | 80 A | 60 Hz | DM/HLE-001-2020 | VIGENTE |
| 12 | ITECHENE PERÚ S.A.C. | iTechene | DA74 | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-004-2020 Suplemento DM/HLE-004-2020 | VIGENTE |
| 13 | PROCETRADI S.A.C. | ACLARA | SGM 1411-B | MONO | 220 V | 10 A | 100 A | 60 Hz | DM/HLE-005-2020 | VIGENTE |
| 14 | ITECHENE PERÚ S.A.C. | iTechene | TA35W3 | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-006-2020 | VIGENTE |
| 15 | Panelek Contratistas Generales S.A.C. | STAR | DDS26D | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-008-2020 | VIGENTE |
| 16 | ENEL DISTRIBUCIÓN PERÚ S.A.A. | E-Distribuzione | CERM3-I | MONO | 220 V | 5 A | 100 A | 60 Hz | DM/HLE-010-2020 Suplemento DM/HLE-010-2020 | VIGENTE |
| 17 | ITECHENE PERÚ S.A.C. | iTechene | TA35W3 | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-004-2021 | VIGENTE |
| 18 | ITECHENE PERÚ S.A.C. | iTechene | TA35R | MONO | 220 V | 5 A | 100 A | 60 Hz | DM/HLE-009-2021 | VIGENTE |
| 19 | SKAITEKS INTERNATIONAL S.A.C. | NANSEN | NSX 113i | MONO | 220 V | 5 A | 60 A | 60 Hz | DM/HLE-002-2022 | VIGENTE |
| 20 | TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L. | ADD GRUP | AD11A | MONO | 220 V | 5 A | 80 A | 60 Hz | DM/HLE-003-2022 | VIGENTE |
| 21 | HONEYWELL PERÚ S.A. | HONEYWELL | HS340D1BH2 | MONO | 220 V | 5 A | 100 A | 60 Hz | DM/HLE-001-2023 | VIGENTE |

ANEXO 9: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MEDIDOR INTELIGENTE

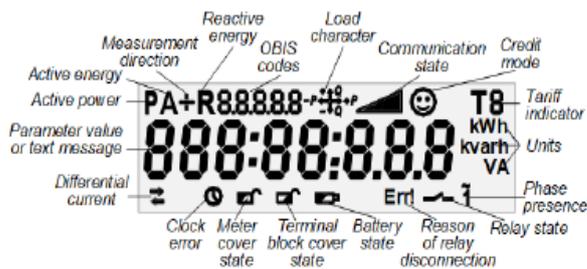
AD11A.1/AD11A.2/AD11A.8

**DIRECT CONNECTED
MULTI-FUNCTION & MULTI-TARIFF
SINGLE-PHASE ELECTRONIC METER
DESIGNED
FOR USE IN AMI/AMR SYSTEM**

OVERALL VIEW

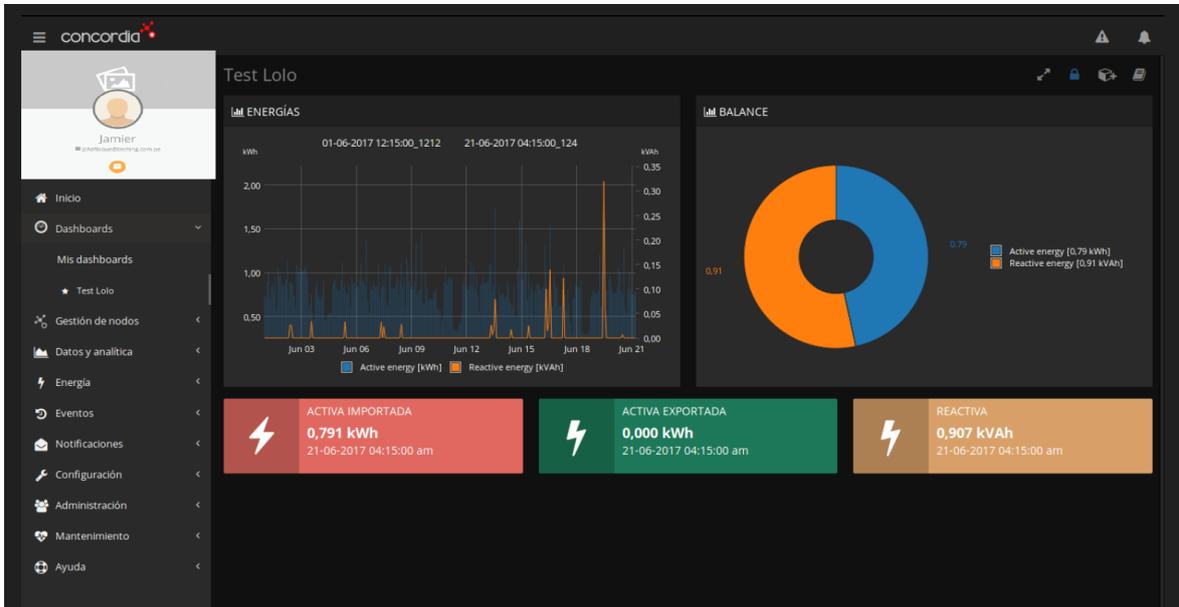


DISPLAY INDICATIONS

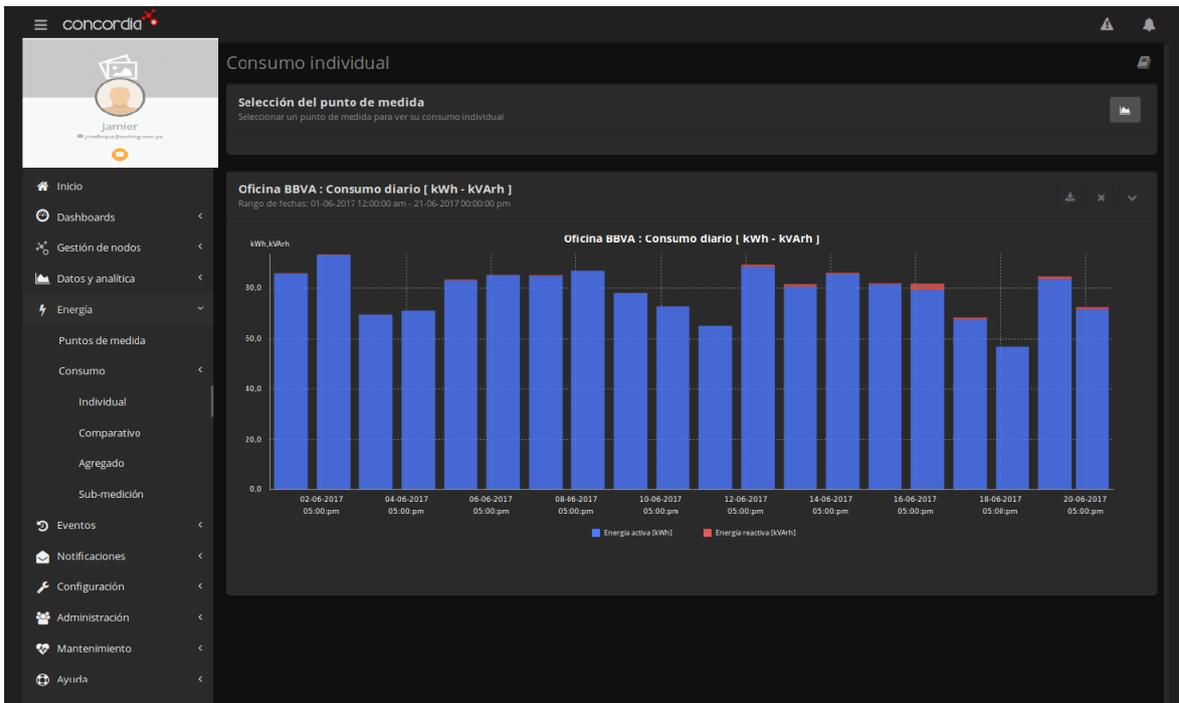


| | |
|------------------------------|---|
| KWh Kvarh VAh | Active energy (<i>export/import</i>) Reactive energy (<i>4 quadrants</i>) Apparent energy |
| V A | True RMS voltage True RMS current |
| | Power quality indices |
| | Built-in real time clock |
| | Event Log |
| | Profiles |
| IP54 | Protection level |
| | Backup power supply |
| | Standard data model, open protocols |
| | Optical port |
| | Basic and extra relay |
| | Sensor of meter cover opening |
| | Sensor of terminal block cover opening |
| | Magnetic field sensor |
| | Interfaces for local and remote communications |
| | Authentication & Encryption |

ANEXO 10: INTERFAZ DE LA PLATAFORMA DE GESTION DE DATOS



ANEXO 11: VISUALIZACION DEL CONSUMO DIARIO



ANEXO 12: INTERFAZ DE ANOMALÍAS EN EL SUMINISTRO ELECTRICO

Alertas: Anomalías del suministro eléctrico

Alertas de control a nivel de consumos e instrumentación

ALERTAS DE CONTROL

| | | |
|----------------------------------|---|---------------------|
| ● CORTE DE ENERGIA | 0 | 2021-03-04 20:15:00 |
| ● CORRIENTE NULA | 1 | 2021-03-04 20:15:00 |
| ● EXCESO DE REACTIVA | 1 | 2021-04-01 00:00:00 |
| ● INYECCIÓN REACTIVA CAPACITI... | 0 | 2021-03-04 20:00:00 |
| ● EXCESO DE POTENCIA | 0 | 2021-03-04 19:30:00 |
| ● SOBRETENSION ATÍPICA | 0 | 2021-03-04 20:15:00 |
| ● SUBTENSION ATÍPICA | 0 | 2021-03-04 20:15:00 |

00000
VArh

Mes en curso

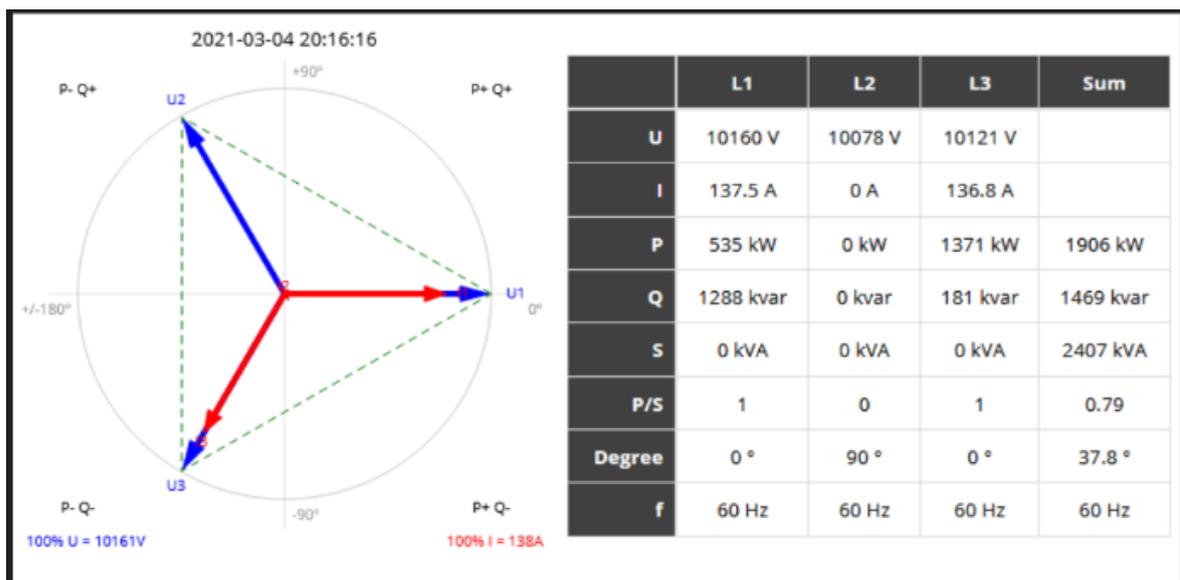
71354.82 kvarh

EXCESO DE REACTIVA

⌆

advanticsys

ANEXO 13: DIAGRAMA FASORIAL



ANEXO 13: DESPLIEGUE DE MEDIDORES INTELIGENTE EN LA SUBESTACION 6386 SAN ANTONIO

