



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño de un sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un operador de telecomunicaciones Lima 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Chamorro Llancahagua, Fritz Yuri (orcid.org/0000-0003-0084-218X)

Chavez Lopez, Jose Augusto (orcid.org/0000-0002-0971-9594)

ASESOR:

Mg. Añazco Escobar, Dixon Groky (orcid.org/0000-0002-2729-1202)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestra familia, fuente inagotable de amor y apoyo. A nuestras compañeras de vida durante estos años de estudio, y a nuestros hijos e hijas, nuestros mayores tesoros. Nos dieron una gran dosis de paciencia durante todos estos años de estudio en el campo de la Ingeniería. Este logro también fue posible gracias a nuestras empresas, por brindarnos oportunidades para crecer y en general a todos los que han sido parte de esta experiencia increíble. Esta tesis es el resultado de la dedicación, el esfuerzo y el amor que nos rodea.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a todos los docentes que nos acompañaron, cuyo compromiso y experiencia en la enseñanza de la Ingeniería han sido fundamentales. Agradecemos al cuerpo administrativo por su apoyo constante, a nuestros compañeros de clase por el empuje cuando rondaba el cansancio y a la Institución en general por ofrecernos una educación ética y a su vez actualizada con las tecnológicas actuales. Su contribución ha sido esencial en nuestra formación académica.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AÑAZCO ESCOBAR DIXON GROKY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un Sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023", cuyos autores son CHAVEZ LOPEZ JOSE AUGUSTO, CHAMORRO LLANCACHAGUA FRITZ YURI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, 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.

LIMA, 30 de Noviembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| DIXON GROKY AÑAZCO ESCOBAR DNI: 08124462 ORCID: 0000-0002-2729-1202 | Firmado electrónicamente por: DGAESCOBAR el 18- 12-2023 17:44:56 |

Código documento Trilce: TRI - 0675254





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CHAVEZ LOPEZ JOSE AUGUSTO, CHAMORRO LLANCACHAGUA FRITZ YURI estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de un Sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023", 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 |
|---|---|
| JOSE AUGUSTO CHAVEZ LOPEZ DNI: 09388421 ORCID: 0000-0002-0971-9594 | Firmado electrónicamente por: JCHAVEZLOP el 30-11- 2023 22:44:57 |
| FRITZ YURI CHAMORRO LLANCACHAGUA DNI: 45759707 ORCID: 0000-0003-0084-2180 | Firmado electrónicamente por: FCHAMORROLL el 30- 11-2023 23:31:03 |

Código documento Trilce: TRI - 0675253



Índice de Contenidos

| | |
|---|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de autenticidad del autor | iv |
| Declaratoria de autnticidad 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..... | 9 |
| III.Metodología..... | 13 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación cuantitativo: | 13 |
| 3.2. Variables y Operacionalización | 14 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 16 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:..... | 18 |
| 3.5. Procedimientos: | 18 |
| 3.6. Método de análisis de datos:..... | 21 |
| 3.7. Aspectos éticos: | 21 |
| IV. Resultados | 22 |
| V. Discusión | 25 |
| VI. Conclusiones | 27 |
| VII. Recomendaciones | 28 |
| VIII. Referencias | 44 |
| IX Anexos | 30 |
| Anexo 1 Matriz de Consistencia y Cuadros Estadísticos | 30 |
| Anexo 2 Documentos de validación..... | 34 |
| Anexo 3: Plan de implementación y Matriz de Operacionalización..... | 42 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 TOP 10 Tipificación | 6 |
| Tabla 2 Comparación de desplazamientos | 22 |
| Tabla 3 Estadísticas Descriptivas..... | 23 |
| Tabla 4 Prueba Inferencial | 23 |
| Tabla 5 Prueba de Wilcoxon | 24 |
| Tabla 7 Matriz de Consistencia | 30 |
| Tabla 8 Matriz de Dimensiones | 40 |
| Tabla 9 Matriz de Operacionalización | 43 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Imagen de diagrama de Ishikawa | 4 |
| Figura 2 Imagen de diagrama red eléctrica | 19 |
| Figura 3 Imagen de diagrama de funcionamiento | 20 |
| Figura 4 Imagen de diagrama de programación..... | 20 |
| Figura 5 Mediciones antes y después de dispositivos IoT | 25 |
| Figura 6 Imagen de diagrama de dispersión | 31 |
| Figura 7 Imagen de medición por cuartos de comunicación | 32 |
| Figura 8 Imagen de medición por tipo de cableado..... | 33 |
| Figura 9 Imagen del plan de Implementación..... | 42 |

Resumen

La presente TESIS tiene como objetivo la investigación de dispositivos IoT con sensores de energía eléctrica instalados en los cuartos de comunicación para lograr la identificación del tramo eléctrico sobre la incidencia del corte de energía y optimizar la asignación de recursos de soporte técnico. Se tienen estadísticas que respaldan la confiabilidad del resultado entregado sobre el origen de la falla del suministro eléctrico, destacando mejoras de hasta 50% en efectividad.

Se menciona que no se llegó a validar la hipótesis de la disminución del tiempo de solución en los cuartos afectados, es decir que los tiempos de disponibilidad no mostraron mejoras estadísticamente significativas.

Se verificó como hallazgo que las incidencias presentadas en los cuartos, se debe al corte de energía, esto se ha diagnosticado y se ha medido empleando las herramientas de calidad como son el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto. Los datos fueron obtenidos a través del sistema de registros de incidencias, validando la efectividad del método de detección, brindando una mayor confiabilidad en los resultados.

Los sensores IoT instalados en los tramos eléctricos de la red de energía en los cuartos de comunicación, brindaron información sobre el origen de la falla (interna o externa), permitiendo mejorar el proceso de desplazamiento, reduciendo el Tiempo de Respuesta de los incidentes de corte de energía por POWER ON.

Palabras Clave: Dispositivos IoT, energía eléctrica, Procesos, Sensores, Sistemas.

Abstract

The objective of this THESIS is to investigate IoT devices with electrical energy sensors installed in communication rooms to achieve the identification of the electrical section on the incidence of power outage and optimize the allocation of technical support resources. There are statistics that support the reliability of the result delivered on the origin of the power supply failure, highlighting improvements of up to 50% in effectiveness.

It is mentioned that the hypothesis of the reduction in solution time in the affected rooms was not validated, that is, availability times did not show statistically significant improvements.

It was verified as a finding that the incidents presented in the rooms are due to the power outage, this has been diagnosed and measured using quality tools such as the Ishikawa diagram and the Pareto analysis. The data was obtained through the incident registration system, validating the effectiveness of the detection method, providing greater reliability in the results.

The IoT sensors installed in the electrical sections of the power network in the communication rooms provided information about the origin of the failure (internal or external), allowing the displacement process to be improved, reducing the Response Time for outage incidents power by POWER ON

Keywords: IoT devices, electrical energy, Processes, Sensors, Systems.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de las telecomunicaciones, es crucial garantizar la estabilidad y confiabilidad del suministro eléctrico para el correcto funcionamiento de sistemas y equipos. Las caídas de tensión en los centros de comunicación representan un desafío significativo, interrumpiendo los servicios y generando pérdidas económicas para los operadores de telecomunicaciones. Por ello, se destaca la imperante necesidad de diseñar un sistema de identificación de caídas de tensión, basado en el empleo de dispositivos IoT para la monitorización de la infraestructura eléctrica, que facilita la detección temprana de situaciones desafiantes, permitiendo decisiones más eficientes. Eventos extremos como el episodio de “El Niño” en Colombia (2015-2016) y el ciclón YAKU en la Región Norte del Perú (2023) ejemplifican la vulnerabilidad del suministro eléctrico ante condiciones climáticas adversas. Estos eventos llevaron a declaraciones de emergencia y cortes de energía prolongados, subrayando la importancia de abordar estos desafíos. A pesar de las dificultades en el suministro eléctrico, los proyectos tecnológicos no pueden esperar condiciones ideales, ya que existe una demanda real de mejorar la infraestructura para aumentar la eficiencia operativa y obtener mayores beneficios para los inversionistas.

Las empresas de telecomunicaciones exigen un suministro eléctrico 24x7 para el cumplimiento del servicio, principalmente por las exigencias regulatorias de OSIPTEL. Se analizó el riesgo y la afectación de incumplimiento y se determinó que era importante mejorar el monitoreo del servicio eléctrico, para lo cual se presentó la alternativa de la implementación de los Dispositivos IOT (Internet de las Cosas) en los cuartos de comunicación para identificar el tramo eléctrico afectado, así como la correcta asignación de recursos para atender las incidencias que efectivamente fueron la causa de errores tipificados dentro del Servicio. Por otro lado, permitió sustentar con información estadística, la calidad, estabilidad y confiabilidad del suministro eléctrico en los equipos de comunicación y cómo el uso de estos dispositivos IoT pudo ayudar a abordar problemas que afectaban el servicio de una empresa de telecomunicaciones.

La justificación de esta investigación se basa en la identificación del problema de suministro eléctrico en los cuartos de comunicación, que impide obtener

información precisa de la ubicación del corte de energía, por lo que se aborda este problema con el objetivo de mejorar la eficiencia en los procesos de atención de los Operadores de Soporte y dando como resultado el ahorro de costos y la mejora en la calidad del servicio.

La importancia del texto anterior sobre la propuesta de tesis radica en proporcionar una base estructurada y lógica que justifica la necesidad y relevancia de la investigación. Se inició con la identificación de Problemas Existentes y se establece la relevancia práctica y la necesidad de abordar este problema. La propuesta sitúa la investigación en un contexto tecnológico más amplio, vinculándola con avances como el 5G y la proliferación de IoT. Esto demuestra la relevancia actual y futura de la investigación en el contexto de la evolución tecnológica. Al revisar investigaciones previas y soluciones propuestas, se muestra que la problemática no es única y que hay una base de conocimientos sobre la cual construir. Esto valida la necesidad de una nueva investigación. La propuesta describe en detalle el diseño de los sensores IoT y los resultados obtenidos. Esto no solo ofrece transparencia sobre la metodología, sino que también establece la credibilidad y aplicabilidad de la investigación. Existe un impacto económico y de servicio, se destaca la relevancia económica y la mejora potencial en la calidad del servicio, lo que puede ser atractivo para la empresa y sus clientes.

Con respecto a la Relevancia Social y Ambiental se describe el posible impacto ambiental positivo. Esto amplía la importancia de la investigación más allá de la empresa en sí, abordando preocupaciones sociales y ambientales más amplias, logrando una comprensión a largo plazo y un compromiso con la mejora continua. Sobre los dispositivos propuestos, el menor número de componentes internos del sensor le permite usar un tamaño pequeño (80mmx60mm), que se puede insertar en una caja de plástico y conectar directamente a la toma de corriente [1] José María Guerrero Rodríguez, 2019, p5.

Con ello, se determinó la necesidad urgente de diseñar un sistema de identificación de caídas de tensión mediante dispositivos IoT para controlar la calidad del suministro eléctrico y reducir interrupciones en los servicios de telecomunicaciones, implementando la instalación de sensores de energía a través de las líneas de tensión eléctrica que alimentan los cuartos de comunicación que albergan los distintos dispositivos de conexión que usan las Empresas de Telecomunicaciones.

Los problemas comunes en el suministro eléctrico, como las sobrecargas y la falta de infraestructura eléctrica, pueden afectar a empresas que dependen de la tecnología y la comunicación para operar. Este aumento de la demanda de energía eléctrica debido al avance tecnológico, como la tecnología 5G y la proliferación de sensores IoT, elevaron el riesgo de las empresas a detener sus operaciones, cada vez más dependientes de la Tecnología. La tecnología 5G puede expandir significativamente el ámbito de las aplicaciones de IoT y permitirá dispositivos para interactuar entre sí en un nuevo entorno. Se anticipa que el 5G cubrirá las necesidades de alta velocidades de datos, baja latencia, consumo de energía rentable, alta escalabilidad, conectividad mejorada y seguridad [2] Bus Horiz, 2019. Se tomaron en cuenta diferentes soluciones propuestas, como la recolección de datos sensoriales para prever problemas eléctricos, la comunicación a través de redes celulares y la automatización de procesos de monitoreo. [3] Xinxin Du y Zhangbing Zhou, 2020.

Para ello, se implementó un diseño de sensores IoT para identificar el origen de las interrupciones eléctricas y tomar decisiones eficientes sobre el desplazamiento del personal técnico. Se lograron los objetivos específicos propuestos en el anterior Proyecto de Investigación, tales como la comunicación en tiempo real de datos desde dispositivos de monitoreo, la reducción de costos de traslado y la optimización de procesos de soporte del servicio.

Asimismo, la información recolectada sobre los eventos identificadores de energía, han validado las hipótesis de investigación relacionadas con la efectividad del sistema de sensores IoT en la detección de problemas eléctricos, logrando subir de cero (0%) a una efectividad mayor al 50%, tan sólo con la implementación inicial por cada Centro de Comunicación.

Por otro lado, se está proponiendo que el ahorro de costos asociados a los traslados y la capacidad de los especialistas para identificar mejoras en los procesos de soporte se traslade al Cliente, con una disminución en el precio del Servicio, calculado a partir del ahorro en los costos de traslado de personal técnico a los centros de comunicación, ya que ahora se puede identificar que el origen de la falla no es un motivo imputable al Proveedor de Comunicaciones.

Para la identificación de la raíz del problema se tomaron las estadísticas obtenidas

de la base de datos, la cual identificó un conjunto de posibles causas que se presentaban con mayor frecuencia, siendo el corte de energía, la causa que más se presenta. La falta de precisión en la medición del incidente junto con los procedimientos obligatorios inadecuados, presentaron los motivos de mayor impacto del incidente. Cuando se mostró las posibles causas del problema utilizado el diagrama de Ishikawa se identificó a la falta de precisión en la medición de fluido eléctrico, como uno de los principales sistemas que debían mejorar sustancialmente. El diagrama de Ishikawa se realizó con el acompañamiento de los Gestores del Servicio, se utilizó las 06 categorías principales y se aplicaron 02 causas comunes de Problemas presentados por cada rama. Con esta división, se recopiló la información a partir de los datos del sistema de Averías para finalmente concluir que la falta de identificación real de la caída de tensión produjo falsos positivos de atenciones presenciales cuando el motivo se encontraba fuera del alcance del Servicio.

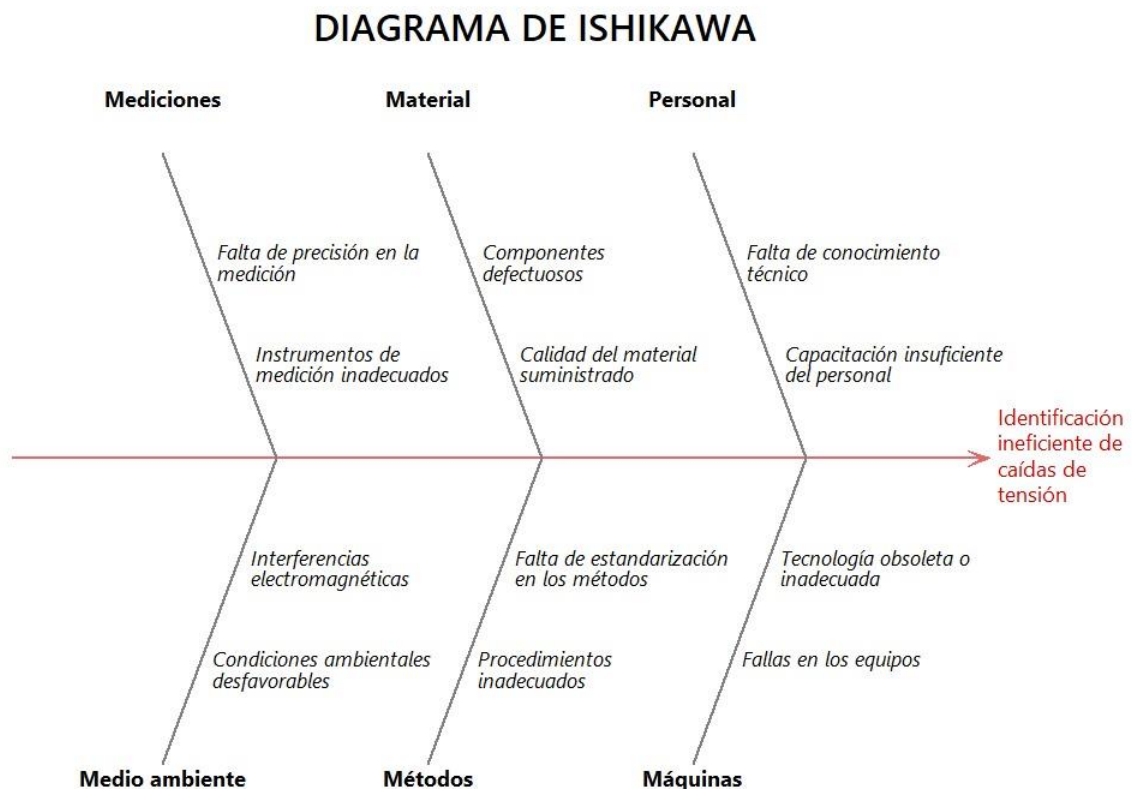


Figura 1: Imagen de diagrama de Ishikawa

En el Diagrama, la categoría “Mediciones” tiene una cantidad mayor de estudios realizados o datos proporcionados. Dentro de esta, la subcategoría “Falta de precisión en la medición” es la que contiene la mayor afectación a la Tipificación del Problema: “Falla de Energía por POWER ON”.

La tipificación antes mencionada, obtuvo una cantidad mayor a 5,100 veces en 02 años de medición (2021-2022), seguida por la tipificación “Configuración del Firewall” que tomó el segundo lugar con más de 2,850 veces, el 55% menos que la primera. Asimismo, esta primera tipificación, fue dividida entre las primeras 10 ubicaciones donde se produjo el incidente, con un total mayor a 100 cuartos de comunicaciones. Finalmente, se tomó un objetivo de 10 cuartos de comunicación como alcance de la implementación de la presente tesis.

Luego de la implementación de los sensores IOT, los datos proporcionados en la nube fueron sistematizados en una simulación de aplicación que muestra el tablero de control con la ubicación del tramo de la falla. Este tablero proporcionó la información precisa del tramo eléctrico donde se produjo el corte de energía.

Con esta herramienta de apoyo, se determinó la causa del problema para aplicar una decisión correcta. Asimismo, se logró disminuir la decisión no informada que tomaba el Operador para asignar recursos a solucionar problemas que no estaban dentro de su alcance. Estos recursos no eran pocos, puesto que exigían la asignación de personal técnico, movilidad, combustible, viáticos y cuadrillas que pudieron estar atendiendo otras incidencias.

Estos datos que se obtuvieron a través de los dispositivos IoT en línea, permitió identificar la ubicación precisa del corte de energía y brindó la confiabilidad de que la energía estaba presente. Posteriormente, los datos históricos fueron almacenados en una base estructurada, que luego de un análisis de selección de datos, se propuso iniciar un nuevo proyecto para mejorar la Calidad de la Energía eléctrica en aquellas zonas donde se presentaron una mayor cantidad de afectaciones.

La implementación en los 10 centros de comunicación con mayor presencia de corte de energía mostró que no disminuyó la cantidad de caídas de tensión, por lo que se propuso a la Gerencia, solicitar a las empresas correspondientes a mejorar los sistemas de protección de energía justamente donde hay mayor presencia de situaciones de riesgo o reformular el diseño de carga eléctrica por parte de

empresas del Servicio de Energía.

La siguiente tabla, muestra los motivos más comunes, a los cuales se denominó el TOP 10 de las Categorías de energía más relevantes. Según el Diagrama de Pareto, la suma del Total de estas 10 categorías, representan el 70% del Total de tipificaciones. (13,204 eventos por energía vs 40,069 eventos en total).

Existe un total de 280 tipificaciones distintas que incluye a más de 4,435 eventos relacionados a temas de incidencias de energía en general entre los años 2021 a 2023. Se tomó las 10 tipificaciones que más se repiten y se eligió los 10 cuartos de comunicación donde más se presenta el corte de energía.

Tabla 1: TOP 10 Tipificación

| ID | Tipificación del Problema | Cantidad | Cantidad de Centros de Comunicación |
|-------|--|----------|-------------------------------------|
| 1 | FALLA ENERGIA RESTABLECIDO POWER ON | 5101 | 109 |
| 2 | CONFIGURACION DEL FIREWALL | 2871 | 84 |
| 3 | ENERGIA COMERCIAL EN SITE/POP B | 1663 | 171 |
| 4 | ENERGIA (CLIENTE) - FALLA ELECTRICA | 1139 | 204 |
| 5 | ENERGIA COMERCIAL EN SITE/POP C | 986 | 73 |
| 6 | ENERGIA COMERCIAL EN SITE/POP E | 655 | 49 |
| 7 | PROBLEMA DE ENERGIA DE SITE/POP TIPO A | 342 | 55 |
| 8 | PROBLEMA DE ENERGIA DE SITE/POP TIPO C | 188 | 18 |
| 9 | PROBLEMA DE ENERGIA DE SITE/POP TIPO B | 160 | 62 |
| 10 | PROBLEMA DE BLOQUEO DEL PUERTO DE CONEXION | 99 | 10 |
| Sub | | | |
| Total | Suma de las TOP 10 tipificaciones de Energía | 13,204 | |
| Total | Sumatoria de casos en General de caídas | 40,069 | |

La información ha sido tomada del sistema integrado de fallas de un Operador de telecomunicaciones entre los años 2021 (enero) hasta el 2023 (junio). Las Categorías que se han tipificado, han sido en base a los problemas más comunes registrados en dicho periodo.

La primera categoría: FALLA ENERGÍA RESTABLECIDO POWER ON, representa el 39% de las 10 causas más comunes y está indicada como una variable independiente.

La variable dependiente: Atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023, se aplicó al 10% de las averías por Falla de Energía restablecido por POWER ON. La implementación abarca la instalación de

los sensores IoT en los 10 cuartos de comunicación con mayor presencia de fallas de energía.

Se abordó el problema general respondiendo la siguiente interrogante: ¿De qué manera el sistema de monitoreo de interrupciones de energía eléctrica contribuyó a optimizar la asignación de recursos para la atención de los cuartos de comunicación?

Este diseño de sensores IOT avisó sobre el corte de energía en el tramo interno de la red eléctrica, sin afectación del suministro eléctrico exterior de energía. El Proveedor encargado de soporte no realizó el desplazamiento debido a que las afectaciones internas se producen por apagado del tablero de llaves eléctricos interno.

El primer problema específico es ¿La detección de la falla eléctrica contribuye a mejorar la asignación de personal de planta en los cuartos de comunicación? El primer objetivo específico resolvió esta primera interrogante, cuando el sensor indicó que el corte de energía no se dio en el interior y el proveedor procedió a enviar personal y equipos para reponer la energía de respaldo hasta que regrese el servicio de energía convencional,

El segundo problema específico trata de contestar la siguiente interrogante: ¿En qué medida, el sistema de identificación permite agilizar los tiempos de respuesta hacia el cliente? El segundo objetivo específico fue resuelto para el proveedor, ahorrando en el desplazamiento y liberando los recursos involucrados, gracias a que el diseño informó con precisión el origen de la falta del corte eléctrico. El sistema se basa en la información que envía el dispositivo IOT a través del Chip de servicio celular, los equipos IOT avisaron a través de la Red Celular y el conjunto de dispositivos IOT enviaron alarmas visuales y auditivas a los analistas de monitoreo, quienes coordinaron con el personal de desplazamiento.

La hipótesis general establece que la detección efectiva del tramo de red eléctrica permite disminuir el tiempo de respuesta del proveedor de servicio, logrando mejorar la experiencia del Cliente por la alta disponibilidad del servicio ofrecido. Esta hipótesis estuvo basada en los datos obtenidos de las consultas dirigidas a los clientes del servicio, dando la mayor importancia a la continuidad y disponibilidad, como indicadores de mayor relevancia para el Cliente. Por otro lado, la energía

eléctrica en los cuartos de comunicación del proveedor de Internet mantiene una alta tasa de fallas en el suministro, afectando constantemente el servicio y sin una respuesta clara cuando se consulta con las empresas de suministro de energía, obteniendo una respuesta de falta de eficiencia energética en toda la red eléctrica. La primera hipótesis específica, está basada en la efectividad comprobada del sistema de red de sensores IoT, que permite la transferencia de información desde los dispositivos de monitoreo al sistema central en tiempo real. Con esta información, se puede identificar con seguridad y con alta probabilidad de certeza, el origen de la falla, tomando una decisión bien informada para iniciar o no con el traslado del personal al cuarto de comunicaciones. La primera hipótesis cumplió el propósito principal, asegurando la continuidad de los servicios a través de la implementación de la aplicación de dispositivos IoT y el sistema de identificación eficaz, identificando con claridad el tramo eléctrico donde se ubicó el corte eléctrico. La segunda hipótesis específica está basada en el ahorro de los costos asociados a los traslados de las cuadrillas de soporte que se desplazaron en vano porque encontraron la llave eléctrica abajo, por acción del personal de seguridad o colaboradores del Cliente. Las capacitaciones ayudaron a evitar este comportamiento, pero el personal de seguridad tiene alta rotación. Aquí se logró reducir el costo de traslado de la cuadrilla de Soporte para los casos de Corte de Energía, desde los centros de concentración de las cuadrillas hacia los cuartos de comunicación, principalmente a las ubicaciones reiterativas.

II. MARCO TEÓRICO

Una de las cuestiones que deben considerarse en los sistemas de comunicación modernos es el consumo de energía. El consumo óptimo de energía puede generar una notable disminución de la contaminación atmosférica. Según los datos publicados en 2014, los centros de datos estadounidenses consumieron 70 mil millones de KW / h de energía eléctrica. Por lo tanto, hay mucha investigación centrada en el consumo de energía. [4] Varghese B. Buyya 2018, p79.

Como antecedentes internacionales, se identificó el caso de ocho (08) fabricantes de microcomputadoras de Estados Unidos y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) que se unieron en 2023 para ahorrar energía eléctrica. Las empresas, miembros del Programa Informático Energy Star voluntario, introdujeron sistemas de ahorro de energía durante el año. Las técnicas avanzadas de administración de energía en computadoras de escritorio podrían ahorrar \$1 mil millones en electricidad anualmente.

Los sistemas de ahorro de energía redujeron las facturas eléctricas corporativas, pero no fueron la única consideración. Las corporaciones también estaban preocupadas por los apagones y la explosión del poder de cómputo estaba agravando la infraestructura de los edificios que no fueron diseñados para manejarlo. [5] Quinlan, Tom y Ed Scannell 1992, p25.

El suministro de electricidad es una de las variables esenciales para el funcionamiento de la infraestructura de telecomunicaciones. La interrupción o degradación de este servicio puede tener un impacto considerable en la calidad del sistema de red y, en última instancia, en la experiencia del usuario final.

Un inconveniente frecuente en los sistemas eléctricos es la disminución de voltaje, que ocurre cuando la tensión desciende por debajo de los niveles previamente establecidos. Este problema puede ser causado por diversos factores, como la sobrecarga, la desconexión de algún equipo o la ausencia de cuidado y mantenimiento sobre las instalaciones.

Para detectar y solucionar las caídas de tensión, es esencial disponer de un sistema de supervisión y seguimiento en tiempo real de la infraestructura eléctrica. En el

pasado, este tipo de sistemas se basaban en sensores y equipos de medición que debían ser instalados y mantenidos por personal especializado. Sin embargo, con el desarrollo de la red de dispositivos interconectados (IoT), es posible monitorizar las condiciones eléctricas de la red de telecomunicaciones de forma constante y automática.

Como parte de los antecedentes nacionales, podemos citar que la IoT ha permitido una detección temprana de las caídas de tensión, lo que ha facilitado su resolución y ha contribuido a mejorar la calidad del servicio de telecomunicaciones. [6] OSINERMINING - Alfredo Dammert, Fiorella Molinelli y Max Carbajal, 2011. Esta entidad Estatal ha sentado las bases para la investigación y desarrollo (I&D) por parte de las empresas que decidieron invertir en productos disruptivos.

El Libro “Administración y gestión de la energía: casos y experiencias de éxito”. [7]. Víctor Manuel Molina Morejón y Víctor Pedro Molina Rome, 2022, presenta en cuatro secciones, los resultados obtenidos al implementar prácticas eficientes de gestión de energía. Estas prácticas se implementaron después de agotar algunos de los procesos de optimización administrativa discutidos en la primera parte del libro.

En el capítulo cuatro, se destaca que, una vez que la energía eléctrica es consumida y suministrada correctamente, es el momento de avanzar hacia un enfoque de gestión de tecnologías más sostenibles. La implementación de soluciones disruptivas puede contribuir al bienestar de los ciudadanos y promover la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente en la administración y gestión de la energía. El libro también destaca que las redes celulares son una forma prometedora para conectar numerosas cosas físicas (como sensores) a Internet. Asimismo, tomamos como referencia el concepto de que las redes celulares pueden proporcionar una cobertura perfecta de dispositivos móviles, servicios de multidifusión y radiodifusión de bajo costo, citado por [8] William Stallings, Wireless 2005.

La Evolución a Largo Plazo para Máquinas (LTE-M) es un estándar de red que permite a los dispositivos IoT aprovechar las redes celulares existentes. Los dispositivos IoT celulares pueden comunicarse con la nube sobre estaciones base celulares (BS) con una actualización de software adecuada.

Los dispositivos IoT celulares son particularmente adecuados para aplicaciones de

misión crítica en las que la transferencia de datos en tiempo real es esencial. Por ejemplo, los vehículos autónomos o los dispositivos de emergencia en ciudades inteligentes pueden beneficiarse de esta tecnología. [9] B. Ciubotaru, G.M 2013.

Las redes celulares para IoT ofrecen una serie de ventajas, como la cobertura global, la capacidad de transmisión de datos de alta velocidad y la baja latencia. Además, el despliegue denso de diferentes tipos de estaciones base en una red celular heterogénea reduce significativamente el presupuesto de enlace entre los dispositivos y sus estaciones base de servicio, lo que permite a los dispositivos usar baja potencia de transmisión para la transmisión de enlace ascendente.

Sin embargo, las redes celulares se enfrentan a un desafío importante al prestar servicio a dispositivos IoT masivos que funcionan con baterías de capacidad limitada. Para prolongar la vida útil de estos dispositivos, es fundamental que funcionen de manera energéticamente eficiente. Existen dos métodos principales para extender la vida útil de los dispositivos IoT. Un método consiste en diseñar dispositivos de bajo consumo de energía y/o circuitos de recolección de energía. El otro método consiste en optimizar el uso de la energía, por ejemplo, mediante la reducción de la frecuencia de transmisión o la duración del tiempo de actividad. [10] K. Sharma, N. Dhir 2014 p7810.

Los dispositivos IoT celulares están limitados por la capacidad de sus baterías. Para prolongar su vida útil, se han propuesto dos métodos principales: el diseño de dispositivos de bajo consumo de energía y el cambio de modo.

El diseño de dispositivos de bajo consumo de energía puede reducir significativamente el consumo de energía, pero requiere un alto costo de diseño de hardware. El cambio de modo, por otro lado, es de baja complejidad y bajo costo, y puede ahorrar mucha más potencia que el diseño de circuitos.

En el método de cambio de modo, los dispositivos IoT cambian entre el modo activo y el modo inactivo según los patrones de tráfico. Las estaciones base celulares transmiten señales de activación para indicar a los dispositivos que cambien al modo activo. Una vez que los dispositivos terminan la transmisión de datos, vuelven al modo inactivo. El método de cambio de modo plantea dos desafíos: cómo transmitir las señales de activación de manera eficiente y cómo los dispositivos activos pueden mejorar su rendimiento de transmisión. La mayoría de los trabajos

previos sobre comunicaciones energéticamente eficientes en las redes IoT no abordan estos desafíos. [11] K. Pothuganti, A. Chitneni 2014, p655.

En 2021, las Fuerzas Armadas de Ecuador (Quito) propuso implementar un dispositivo de monitoreo de energía eléctrica para abordar el problema existente de las caídas de tensión. El objetivo era utilizar la tecnología Lora para el Internet de las Cosas (IoT). Se empleó un enfoque no invasivo para medir la corriente y un enfoque invasivo para medir el voltaje. Se definieron las variables a monitorear, que incluyen corriente, voltaje, potencia, energía y costo. Se creó un prototipo de monitoreo que utilizaba la tecnología Lora para enviar la información recolectada. El prototipo se instaló en una residencia y los datos obtenidos se presentaron en una aplicación web a través de widgets y gráficas en tiempo real. El prototipo benefició a los usuarios de la empresa eléctrica al permitirles visualizar los datos de consumo energético residencial e identificar los períodos de mayor consumo. Además, la empresa proveedora del servicio se benefició al agilizarse el proceso de recopilación de información y facturación, y se redujeron los errores humanos en la medición convencional. Como resultado principal, se logró un prototipo con un margen de error del 0,71% al monitorear el consumo de energía durante un mes, clasificándolo como un medidor de clase 1 debido a su precisión inferior al 1%. [12] Balseca Quisaguano, Jefferson Wladimir 2021.

En 2022, el ingeniero Jean Freddy Huarcaya Cazorla presentó su propuesta de un sistema de respaldo de energía solar con monitoreo de sensores e IoT para solucionar problemas de vacunación en zonas rurales con inestabilidad eléctrica. El sistema propuesto consistía en un panel solar, una batería de almacenamiento, un controlador de carga, un inversor, sensores de temperatura y humedad, y una plataforma IoT. El panel solar generaba energía eléctrica, que se almacenaba en la batería. El controlador de carga gestionaba la carga y descarga de la batería. El inversor convertía la energía de la batería en energía alterna, que podía ser utilizada por los equipos de refrigeración de las vacunas. Los sensores de temperatura y humedad monitoreaban las condiciones ambientales de la cámara de refrigeración. La plataforma IoT recopilaba y transmitía los datos de los sensores a una nube.

La propuesta de Huarcaya Cazorla abordaba los problemas de inestabilidad eléctrica y acceso a internet que dificultaban la vacunación en zonas rurales. El

sistema de respaldo de energía solar proporcionaba una fuente de energía confiable, incluso en caso de cortes de energía. La plataforma IoT permitía visualizar los datos de los sensores en tiempo real, lo que facilitaba el diseño del proyecto y las pruebas. La propuesta de Huarcaya Cazorla fue aceptada por las autoridades locales de Chilata. El sistema fue instalado en un puesto de vacunación de la zona y se puso en marcha en 2023. El sistema ha sido efectivo en garantizar la conservación de las vacunas en el puesto de vacunación, lo que ha contribuido a mejorar la cobertura de vacunación en la zona. [13] Huarcaya, J. 2023.

La implementación de dispositivos IoT en los cuartos de comunicación permitió una detección temprana y precisa de las caídas de tensión en el tramo eléctrico. Al aprovechar la información recopilada por el sistema de identificación, se implementaron medidas tanto preventivas como correctivas con el propósito de elevar la excelencia del servicio de energía eléctrica en las salas de comunicación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación cuantitativo:

La presente Tesis menciona el uso de dispositivos IoT para recopilar datos estadísticos sobre la calidad, estabilidad y confiabilidad del suministro eléctrico. Se utiliza la implementación de sensores y la recopilación de datos para medir la efectividad, por lo que se alinean con un enfoque cuantitativo.

3.1.1. Tipo de Investigación: Se está utilizando el Tipo de investigación Aplicada, siguiendo una orientación práctica con la descripción del proyecto que tiene aplicaciones prácticas y directas en la mejora de la gestión y la eficiencia en la detección de problemas eléctricos en cuartos de comunicación de una empresa de telecomunicaciones.

Se pretende brindar una solución a problemas prácticos; la investigación está enfocada en abordar problemas prácticos en la operación de una empresa, como las caídas de tensión y la eficiencia en la asignación de recursos. Asimismo, se describe el uso de Tecnología para solucionar problemas prácticos: La implementación de sensores IoT se realiza con

el propósito de resolver problemas concretos en la calidad y estabilidad del suministro eléctrico.

Finalmente, se presentan mejoras de procesos empresariales en la toma de decisiones, la asignación de recursos y, en última instancia, la calidad del servicio de una empresa.

3.1.2. Diseño de Investigación: Se está utilizando el diseño de investigación experimental, se describe la instalación de sensores en 10 cuartos de comunicación con una comparación de los valores obtenidos antes y después de la implementación. Este enfoque experimental, contiene una condición de control (antes de la implementación) y una condición experimental (después de la implementación).

El Análisis Estadístico contiene la extracción y comparación de datos, así como la identificación de mejoras en la detección de caídas de tensión, los que indican un análisis estadístico de los resultados obtenidos. El uso de Herramientas de Monitoreo y Dashboard contiene la configuración de herramientas de monitoreo y permite identificar el tramo eléctrico afectado sugiriendo un enfoque técnico que involucra la recopilación y visualización de datos en tiempo real. Siempre enfocados en la Mejora Continua, para la detección de nuevas caídas de tensión después de la implementación y la propuesta de una mayor expansión para abordar esos casos que promueven una mentalidad de mejora continua y ajuste del sistema.

Se realiza una referencia a Datos Históricos y la comparación con datos actuales que son características comunes de los estudios cuantitativos, donde se busca medir y cuantificar cambios a lo largo del tiempo.

3.2. Variables y Operacionalización

Entre las variables de la investigación, se identificaron la variable independiente Detección de caídas de tensión en el tramo eléctrico, que se pretendió solucionar con la instalación de los Dispositivos IoT.

Los dispositivos IoT utilizados para el monitoreo del tramo eléctrico fueron de tipo variado, incluyendo sensores de voltaje, corriente y

potencia. Los algoritmos y modelos de detección se programaron a partir de técnicas y métodos utilizados para identificar las caídas de tensión. La tecnología de Comunicación y transmisión de datos se basó en protocolos digitales empleados para transmitir información entre los dispositivos IoT y el sistema central. Finalmente, se utilizó una amplia variedad de Arquitecturas de red IoT, con diseños y estructura que permitieron la interconexión de los dispositivos de monitoreo.

Las variables dependientes fueron las atenciones en Cuartos de comunicación en Lima, con las características físicas de los cuartos y su infraestructura eléctrica y tecnológica. El Operador de telecomunicaciones, identificó el origen de la falla, para luego coordinar con los recursos disponibles y políticas de gestión eléctrica para tomar la decisión de iniciar el proceso de trasladar al personal de campo hacia los cuartos de comunicación o hacia el Cliente en las ubicaciones con presencia en Lima. La ubicación geográfica de Lima representó el escenario contextual y contenía sus normativas específicas relacionadas con el suministro eléctrico.

Estas variables permitieron analizar y comprender los diferentes elementos involucrados en el diseño del sistema de identificación de caídas de tensión. La variable dependiente representó el resultado principal a medir, mientras que las variables independientes y contextuales influyeron en la forma en que se diseñó y se implementó el sistema. Es importante considerar estas variables en el diseño para asegurar un enfoque integral y adaptado a las necesidades específicas del operador de telecomunicaciones en Lima. En agosto del año 2011, la Ing. Ambiental María del Rosario Quiroz Ramírez expuso el caso de las energías renovables con políticas estatales, marco normativo y colaboración internacional. La exposición se centró en las serias consecuencias ambientales identificadas y en la falta de consideraciones legales en el marco normativo peruano. Por este motivo, los sensores IoT se propusieron como una solución para reducir el alto inventario energético, logrando mejorar el balance entre la proyección energética y su impacto ambiental. [14] Quiroz, M. 2011.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

El Servicio de Internet y Red Privada Virtual contiene varios puntos de presencia del proveedor de servicios que agrupan y concentran los equipos de comunicación que se interconectan entre ellos para la creación de una ruta que inicia con múltiples orígenes y se desarrolla hacia múltiples destinos. Esta estructura compleja y dispersa por todo el territorio nacional, brinda la infraestructura de los servicios de Internet y conexiones punto a punto. Todos los cuartos de comunicación representan a la población total de la investigación que contienen características similares en materiales, estructuras, equipamiento y dimensiones. Se estima una Población aproximada compuesta por cinco mil (5,000) cuartos de comunicación. Esta estimación es propia, debido a que el dato real es confidencial y la Empresa no lo ha proporcionado.

3.3.2. Muestra

Para obtener un subconjunto representativo de la población en general, se ha considerado la muestra de aquellos cuartos de comunicación que presentaban las mayores cantidades de incidencias de corte de energía por POWER ON. Esta agrupación tenía como común denominador esta característica de que los equipos de comunicación instalados en dichos cuartos restituían su servicio bajo el escenario de POWER ON, es decir que el servicio regresaba nuevamente cuando los equipos se encendían al restituir su alimentación de energía eléctrica.

Se agrupó un total de 119 cuartos de comunicación a nivel nacional, sin embargo, debido al alcance inicial del proyecto de Tesis, se optó por una instalación de dispositivos IoT en los 10 cuartos que tenían la mayor cantidad de incidentes, es decir que presentaban una mayor frecuencia de eventos. Estos cuartos se denominaron los TOP 10 y figuran en la base de datos proporcionada por la empresa como los de mayor afectación, modelando dicha base para identificar mejor los resultados.

3.3.3. Muestreo

El proceso de muestreo inicia con la aplicación del criterio que presenta una mayor indisponibilidad del servicio, debido a una repetida falta de energía eléctrica que interrumpe el Servicio ofrecido por la empresa de telecomunicaciones. Para ello, se identificaron los patrones comunes según la información obtenida por el sistema de gestión de eventos, que identificaba a los cuartos de comunicación con cortes de energía y restablecimiento por POWER ON. Estos cuartos de comunicación fueron agrupados por las ubicaciones a las que se brinda el servicio, ubicados geográficamente en lugares de fácil acceso para disminuir el riesgo de una implementación con mayores demoras.

El muestreo determinó las ubicaciones de los cuartos de comunicación en Lima y Lima Provincias, con acceso de transporte cercano a las ubicaciones de las ciudades.

Se ha considerado el muestreo no probabilístico por conveniencia.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis está conformada por los cuartos de comunicación que contienen los equipos de comunicación que brindan el servicio de Internet y Red Privada Virtual. Cada uno contiene dimensiones muy similares entre sí, con aire acondicionado para evitar el recalentamiento de los equipos, así como una distribución de equipos en Armarios de comunicaciones y un cableado según las normas ISO. Los cuartos pueden tener una entrada independiente o compartida si está dispuesta dentro de un espacio que el Cliente o la Empresa dueña del Local, ha proporcionado.

Cada cuarto de comunicación se consideraría una unidad de análisis separada, ya que el diseño del sistema de identificación de caídas de tensión se implementó y evaluó de forma individual en cada uno de ellos. El análisis se llevó a cabo considerando las características específicas de cada cuarto de comunicación, como su infraestructura eléctrica, la disposición de los equipos, la capacidad de gestión y monitoreo existente,

entre otros factores relevantes.

Al enfocarse en unidades de análisis individuales, es posible detectar pautas, características y aspectos específicos que pueden afectar el diseño y la implementación del sistema de caídas compartidas de identificaciones de voltaje.

Es importante destacar que el análisis de cada unidad individual permitió comprender mejor las necesidades y desafíos específicos en cada cuarto de comunicación, lo que ayudó a diseñar nuevas soluciones para cada caso y teniendo en cuenta un nuevo valor agregado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Los datos se extrajeron a través del software SGA, mediante la conexión a la base de datos y se obtuvo un libro de Excel con toda la información necesaria para poder modelar nuestro diseño estadístico.

Se realizó una homologación y comparación de varios productos compatibles con la red eléctrica y que cumplan con la NTP (Norma Técnica Peruana)

Luego de tener el DATASHEET específico y la calidad del producto, procedimos a replicar los datos obtenidos para cada uno de los 10 cuartos de comunicación.

Se realizó las gestiones necesarias y se solicitó la ventana de tiempo para poder realizar la instalación del sensor en el cuarto de comunicación. Teniendo como propósito la instalación de un sensor en los 10 cuartos de comunicaciones con la central en Lima y que atienden a provincias, para la comparación de los valores de la base de datos existentes.

3.5. Procedimientos:

Para elaborar este diseño, se consideró la base de datos proporcionada por la empresa con los datos recopilados durante los años 2021, 2022 y 2023 midiendo el servicio sin el uso de sensores IoT.

Procedimos a configurar la herramienta de monitoreo para tener el control de las notificaciones en caso se tenga una caída de tensión en el cuarto específico.

Este DASHBOARD permitió identificar el tramo eléctrico que presentó la caída de tensión. Esto nos permitió actuar con el conocimiento del origen de la falla el proceso definido para su correspondiente atención.

Luego de la implementación se detectaron las caídas de tensión que no se tenían monitoreados anteriormente, teniendo que presentar una propuesta de mayor alcance para dichos cuartos de comunicación. Se realizó la extracción de información de los meses de agosto y setiembre con los sensores IoT implementados

A continuación se presentan los diagramas del diseño de identificación del tramo eléctrico con Dispositivos IoT

Figura 2 Imagen de diagrama red eléctrica

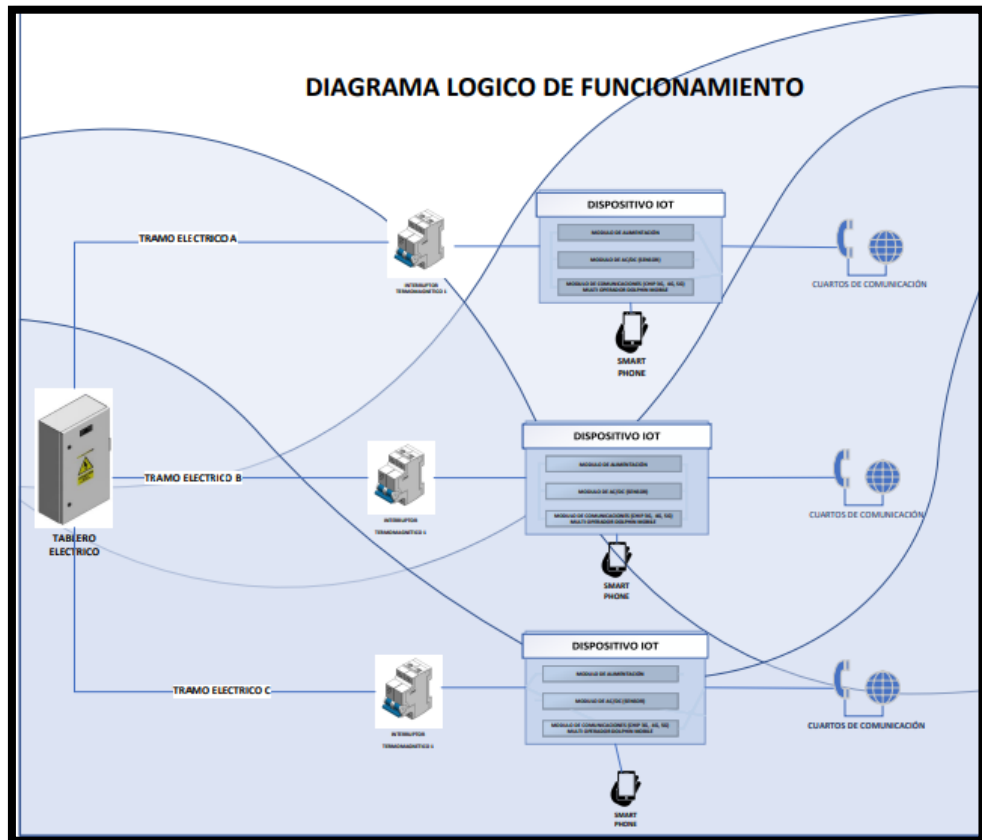


Figura 3 Imagen de diagrama de funcionamiento

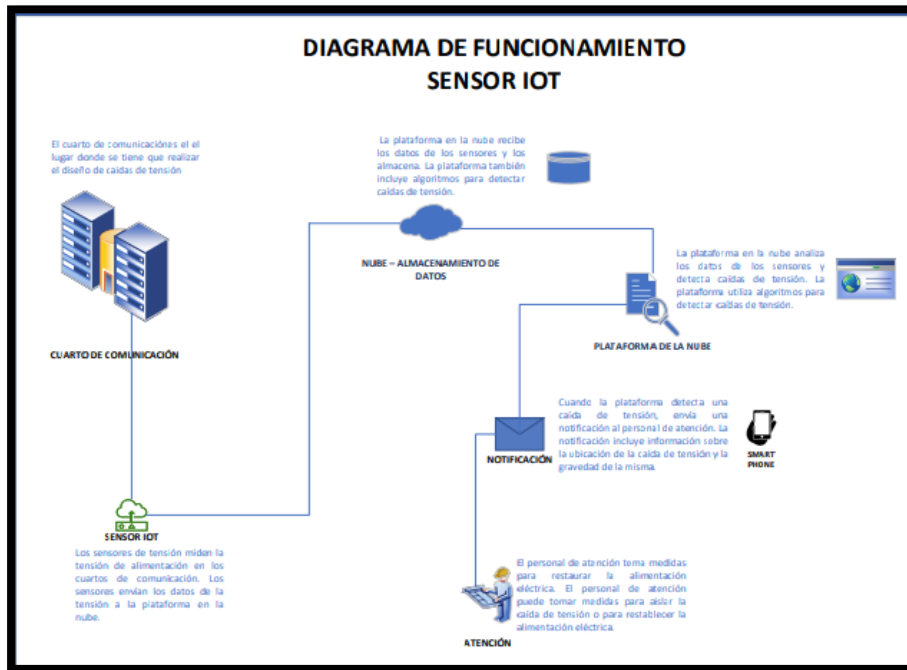
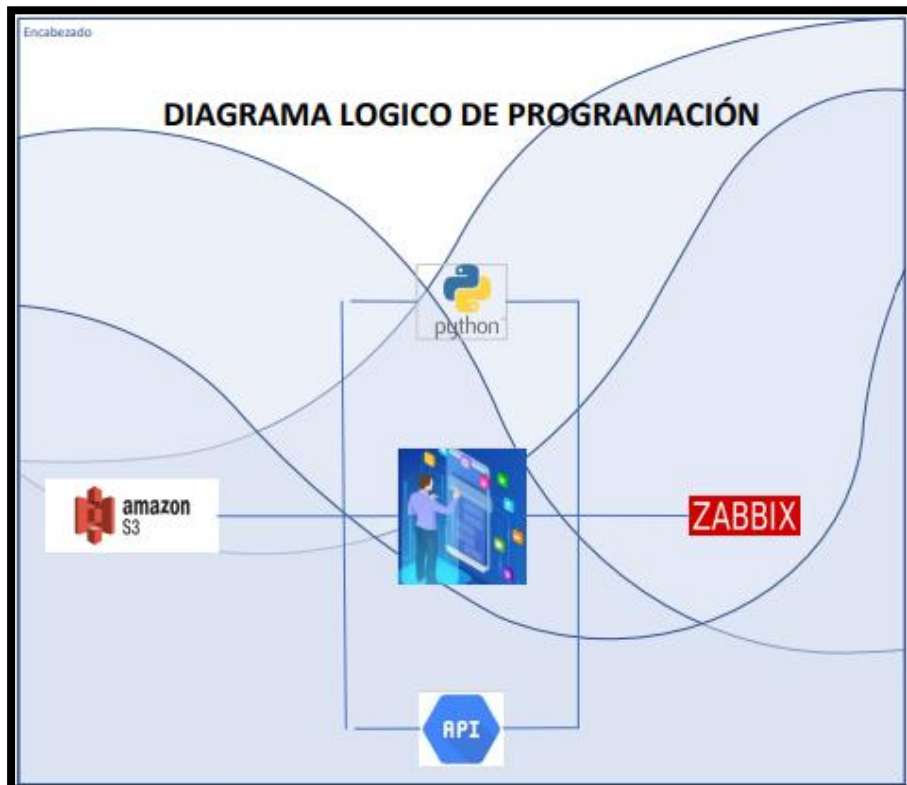


Figura 4 Imagen de diagrama de programación



3.6. Método de análisis de datos:

El método de procesamiento fue a través de la exportación de las Tablas de la Base de Datos estructurada. Los campos de dicha Base fueron extraídos del Sistema de Gestión de Incidentes del propio cliente, garantizando la confiabilidad de los resultados de la investigación.

Asimismo, el Proveedor de comunicación brindó las herramientas de extracción de datos, indicando que se puede utilizar dicha información para el estudio estadístico considerando el tipo de servicio; además el software de Base de Datos también fue proporcionado por el Proveedor, así como las herramientas de procesamiento de Datos.

Mediciones y monitoreo en tiempo real: Utilizando dispositivos de medición eléctrica y sensores IoT, se pudo realizar mediciones y monitoreo en tiempo real de la tensión eléctrica en los cuartos de comunicación. Estos datos en tiempo real identificaron patrones, detectaron caídas de tensión y dieron como resultado una mejora en la eficiencia del modelo propuesto.

3.7. Aspectos éticos:

La confidencialidad de la información fue siempre nuestra mayor preocupación para el cumplimiento hacia el cliente. El desarrollo de la implementación de los dispositivos IoT guarda como información confidencial la dirección de los cuartos de comunicación, requisito indispensable solicitado por el Proveedor, ya que los equipos instalados son sensibles a ataques de hacker o personas mal intencionadas. Por otro lado, las estadísticas de falla también son consideradas información confidencial, puesto que guarda en forma implícita, la calidad del servicio.

IV. RESULTADOS

La hipótesis general indica que la efectividad en el diagnóstico reduce el tiempo de respuesta para la atención de las averías, liberando recursos para asignarlos a otras atenciones. Para comprobarlo, se extrajo información sobre los tiempos de indisponibilidad ANTES y DESPUÉS de la implementación de los sensores IoT. El resultado de la prueba de 02 variables de rangos con signo de Wilcoxon indicó que no hubo mejora en los tiempos de disponibilidad entre ambas variables.

La primera hipótesis afirma que la confianza en la información que brindan los sensores IoT, permiten tomar una correcta decisión para el desplazamiento del personal. Para demostrar esta hipótesis, se contaron la cantidad de caídas eléctricas del cuarto de comunicación en las que se desplazó personal sin conocimiento de la causa raíz, versus la cantidad de caídas con detección de la falla, logrando una reducción del 88% de los casos.

Tabla 2 Comparación de desplazamientos

| UBICACIÓN | ANTES (sin información del origen de la falla) | | DESPUÉS (con información sobre el origen de la falla) | |
|-----------|--|-----------------|---|-----------------|
| | Caídas | Desplazamientos | Caídas | Desplazamientos |
| JAEN | 19 | 19 | 16 | 2 |

La segunda hipótesis específica indica un ahorro en los gastos de desplazamiento, lo que se identifica fácilmente con la reducción de estos desplazamientos como resultado de la demostración de la primera hipótesis. Asimismo, permite la liberación de recursos que se asignan a los desplazamientos, siendo utilizados ahora con mayor eficiencia ya que sólo se desplazan cuando amerita la causa raíz del problema. Esto resulta en una mayor disponibilidad de recursos para atender a otros cuartos de comunicación, lo que reduce el tiempo de respuesta hacia dichas sedes.

Los datos obtenidos antes y después de la implementación, fueron analizados por las estadísticas descriptivas. Inicialmente, se observó una alta dispersión de los datos obtenidos, con una desviación de 6.43 que implica 1,636 mediciones, lo cual

resulta un número de mediciones muy alto para los dos (02) meses de tiempo de extracción de datos en las 10 sedes. Luego de iterar el proceso, se retira el 31% sobre la media (271 de 390) consiguiendo una desviación estándar de 0.52 con un tamaño de la muestra de 271 mediciones para los 02 meses de medición.

Tabla 3 Estadísticas Descriptivas

| <i>Estadísticas Descriptivas BBDD IOT</i> | |
|---|--------|
| Media | 0.53 |
| Error típico | 0.03 |
| Mediana | 0.37 |
| Moda | 0.06 |
| Desviación estándar | 0.52 |
| Varianza de la muestra | 0.27 |
| Curtosis | 0.21 |
| Coefficiente de asimetría | 1.10 |
| Rango | 1.96 |
| Mínimo | 0.01 |
| Máximo | 1.97 |
| Suma | 144.92 |
| Cuenta | 271.00 |
| Nivel de confianza (95.0%) | 0.06 |

Con este nuevo grupo de mediciones, se introdujeron los datos en el SPSS® IBM, se procedió a calcular los intervalos de FRECUENCIA (10). Se ingresaron los datos y se ejecutó una Prueba de Normalidad con resultados No Paramétricos, siendo datos que no tienen una distribución particular y se basan en hipótesis. Se obtuvo una Significancia < 0.05 (resultado = 0.001), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y no hay diferencia entre las medias.

Tabla 4 Prueba Inferencial

| | PRUEBAS DE NORMALIDAD | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----|-------|--------------|-----|-------|
| | Kolmogorov - Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Rango [TIEMPO_INTERRUPCION] | 0.158 | 271 | <.001 | 0.851 | 271 | <.001 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba Kolmogorov-Smirnov (mayor a 50 datos) brindó un resultado menor a

.001 de significancia, indicando que no existe normalidad en los datos de las variables.

Con este resultado, se realizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para las 02 variables medidas antes y después de la implementación, obteniendo un resultado Z menor a 0.05, por lo que se podría afirmar que no hubo mejora entre ambas mediciones.

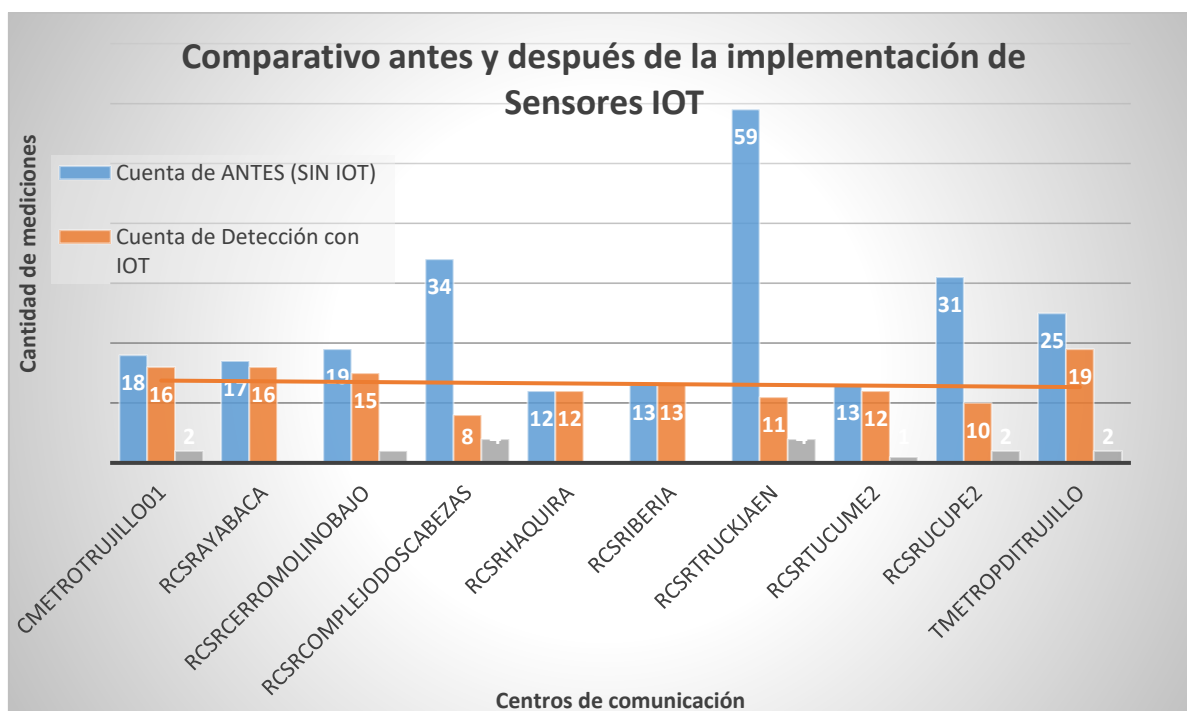
Tabla 5 Prueba de Wilcoxon

| Estadísticos de Prueba ^a | |
|-------------------------------------|--------------------|
| | Después / antes |
| Z | -.013 ^b |
| Sig. asin. (bilateral) | .990 |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.
b. Se basa en rangos negativos.

Con este resultado, se demuestra que, si bien los tiempos de indisponibilidad no mejoran, sí se llega a liberar al personal técnico, lo que se traduce en mayores recursos para atender a más personas en menos tiempo, logrando una mejora en la Satisfacción del cliente de la Empresa de Telecomunicaciones.

Figura 5 Mediciones antes y después de dispositivos IoT



Los Cuartos de Comunicación de Lima que brindan servicios a Jaén y Dos Cabezas ubicados en Cajamarca, fueron los que iniciaron la implementación.

V. DISCUSIÓN

Se planteó como primer objetivo específico la instalación de sensores IoT para identificar el origen de la falla eléctrica, esto en base al aporte de Jefferson Balseca (2021), quien sostiene que para resolver el problema de los técnicos que visitan los medidores de energía, se planteó instalar dispositivos IoT que censan la calidad de la energía de sedes con inconvenientes para acercarse al medidor. De esta forma se benefició tanto la Empresa Eléctrica como los usuarios de la red que obtuvieron datos más precisos. Considerando esto, en la presente investigación se analizó la información recolectada por los dispositivos IOT versus el desplazamiento del personal a los cuartos de comunicación, beneficiando al proveedor de soporte con la información que antes no se contaba. Sin embargo al comparar los tiempos de solución, se encontró que no existe relación significativa entre el tiempo de solución de la avería de la Red de Datos del Cliente antes y después de la implementación de los dispositivos IoT, debido a que este tiempo no depende del proveedor de la

red de datos, sino de la decisión de la persona que bajó la llave eléctrica y luego decide volver a encenderla para continuar usando el Servicio. Antes de la implementación, el técnico se acercaba al cuarto de comunicaciones y tomaba fotos para sustentar que se había bajado la llave eléctrica y retornaba a su base, sin que pueda aportar en la restitución de la energía. Luego de la implementación, el tiempo de la caída seguía siendo el mismo, pero ya no ocupará la asignación de un técnico, sino que se esperará a la subida de la llave cuando el usuario lo determine. Estos resultados no son coincidentes con el resultado obtenido por Jefferson Balseca (2021), quien relaciona la mejora de la medición de la energía con la mejora del servicio, esto posiblemente se debió porque el objetivo de la medición de Balseca, brindó mayores datos sobre la calidad de la energía, brindando información que luego se procesó para obtener un resultado más preciso sobre el consumo eléctrico, a diferencia de medir sólo el estado de la red eléctrica (encendido y apagado), lo cual no se relaciona directamente con la restitución de la energía. Con lo antes expuesto, se cumplió el objetivo propuesto sobre la relación entre la información del nivel de energía y desplazar personal previo conocimiento de la causa raíz, gracias a la información enviada por IOT a la Central de Monitoreo del proveedor, versus su desplazamiento sin análisis previo y sin conocer la causa raíz, por lo que urge el dotar de un sistema de detección y monitoreo al proveedor.

Con respecto a los resultados del primer objetivo específico, tenemos que la implementación de los dispositivos IoT se complementa con un sistema de identificación eficaz para asegurar la efectividad del diagnóstico sobre el origen de las fallas eléctricas. En este sentido, de acuerdo con el trabajo propuesto por Huarcaya Cazorla (2023), quien afirma que la plataforma IoT permite visualizar los datos de los sensores en tiempo real y facilita el diseño del proyecto y las pruebas, así también el cuarto de comunicaciones dispone de un sistema de alertas proporcionados por los dispositivos IoT y publicados en un sistema de monitoreo, que facilita la visualización del nivel de energía al interior de los cuartos de comunicación.

Asimismo, se demuestra los resultados del segundo objetivo específico que permite definir un nuevo procedimiento basado en la información que brinda el sistema de

identificación y de esta forma, planificar con información en línea, los desplazamientos necesarios a los cuartos donde efectivamente exista una avería con responsabilidad de la Empresa de Telecomunicaciones.

Basado en la evidencia de los datos recopilados sobre las caídas de tensión, se puede indicar que hemos identificado a personas que tienen la costumbre de apagar la llave eléctrica general cuando se retiran de la oficina, principalmente los fines de semana o cuando se presentan acontecimientos climáticos tales como lluvias con rayos eléctricos o posteriores estancamientos de agua, que puedan dañar a los equipos de comunicación. Ahora estos escenarios podrán estar identificados, incluso si antes no tenían esa costumbre, pues el sistema podrá reconocer dicha situación y diferenciar cuando es un corte real de energía.

VI. CONCLUSIONES

Luego de la implementación de los sensores IoT en los cuartos de comunicación, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Con respecto al objetivo general, se concluye que la Tecnología de sensores y su capacidad de transmisión hacia la nube, brinda información real y en línea, la cual permite ser aprovechada por los desarrolladores de sistemas en beneficio de los procesos de negocio.
2. Asimismo, con respecto a este mismo objetivo, se concluye que mejoró en un 100% las correctas decisiones de desplazamiento del Personal Técnico del proveedor hacia los cuartos de comunicación.
3. Con respecto al primer objetivo específico, se concluye que el desarrollo del Sistema de identificación brinda la posibilidad de monitorear los cortes de energía gracias a su módulo de conversión de señal analógica a digital, lo que permite consumir los datos obtenidos a través de sus sensores.
4. Asimismo, con respecto a este mismo objetivo, se concluye que los Dispositivos IOT, gracias a su módulo de comunicación hacia la red celular y transferencia a la nube, permite medir y controlar la información en línea.
5. En el segundo objetivo específico, donde se realizó un cambio significativo

en el proceso de asignación de personal, se adoptaron las buenas prácticas ITIL, donde indica que para controlar un proceso, primero se debe medir y luego tomar decisiones en base a los datos obtenidos.

6. Asimismo, con respecto a este mismo segundo objetivo, se concluye que este cambio del proceso aporta valor al negocio, ya que el usuario final se ve beneficiado en la respuesta del personal técnico, iniciando la atención en un tiempo menor debido a la mayor disponibilidad de los Técnicos.

VII. RECOMENDACIONES

En base a los hallazgos de investigación encontrados en la ejecución del proceso de soporte técnico del proveedor, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Con respecto al objetivo general, para detectar una caída de detección temprana en la red eléctrica se recomienda utilizar sensores IOT con la funcionalidad de LAST LAG (último suspiro) que guarda la mínima energía en sus condensadores para emitir una alarma final antes de apagarse.
2. Asimismo, siguiendo al objetivo general, se recomienda optimizar el Proceso de identificación y respuesta del proceso de atención ante caídas de tensión. Esto podría incluir la automatización de ciertos procedimientos para reducir aún más el tiempo de respuesta y minimizar la intervención humana en casos donde sea posible.
3. Sobre le primer objetivo específico, se recomienda utilizar un número mayor a 02 sensores por cada dispositivo IOT, para sincronizar las alertas y operar con la lógica booleana sobre los tramos eléctricos, ya que se dificultó la operacionalización de los datos de los dispositivos IOT debido al uso de la RED WIFI, la cual no estuvo disponible al momento de presentar el incidente del corte de energía.
4. El primer objetivo específico desea obtener efectividad en el diagnóstico, el cual está asociado a la cantidad de dispositivos y a la infraestructura de

servicios en la nube que se debe implementar. Por este motivo, se recomienda utilizar lenguajes de programación, bases de datos y plataformas de monitoreo de código abierto.

5. Para cumplir el segundo objetivo específico, se recomienda capacitar al Personal de Monitoreo e implementar programas de capacitación continuos para que el personal de monitoreo pueda entender la lógica de identificación del tramo eléctrico. Esto ayudaría a mantener actualizado al personal sobre el uso y manejo de los dispositivos IoT, reduciendo la posibilidad de errores por desconocimiento o por falta de capacitación.

6. El segundo objetivo, busca disminuir el tiempo de respuesta, mas no el tiempo de disponibilidad del servicio. Para abarcar esta parte, se recomienda explorar las opciones de automatización en la restitución de energía. Considerando que el tiempo en que la energía eléctrica retorna al cuarto de comunicación no mejoró significativamente, se sugiere explorar la posibilidad de automatizar este proceso. La implementación de sistemas automáticos podría contribuir a una mejora en la eficiencia operativa.

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia y Cuadros Estadísticos

Tabla 6 Matriz de Consistencia

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL |
|---|--|---|
| ¿De qué manera este diseño, identificó el origen de la interrupción del suministro eléctrico y contribuyó en la toma de decisiones de asignación de recursos destinados al desplazamiento del personal hacia los cuartos de comunicación? | Detectar una caída de tensión interna a través de sensores IoT para identificar el tramo donde se produjo el corte eléctrico y evitar el desplazamiento innecesario del proveedor. | La efectividad en el diagnóstico reduce el tiempo de respuesta del proveedor del Servicio. |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS |
| ¿La detección de la falla eléctrica contribuye a mejorar la asignación de personal de planta en los cuartos de comunicación? | Implementar los dispositivos IoT y un sistema de identificación eficaz para asegurar la efectividad del diagnóstico sobre el origen de las fallas eléctricas. | La efectividad del diagnóstico permite asegurar la confianza en el sistema y evitar la demora en el tiempo de solución. |
| ¿En qué medida, el sistema de identificación permite agilizar los tiempos de respuesta hacia el cliente? | Mejorar el tiempo de respuesta sobre la base de disponer una mayor cantidad de recursos. | Se obtiene un ahorro de los costos asociados a los traslados de las cuadrillas de soporte que se desplazaron en vano porque encontraron la llave eléctrica abajo, producto de la desconexión manual del cliente. El apoyo que brinda la tecnología de sensores IoT permite asignar eficientemente los recursos de personal técnico hacia otros cuartos de comunicación. |

Figura 6 Imagen de diagrama de dispersión

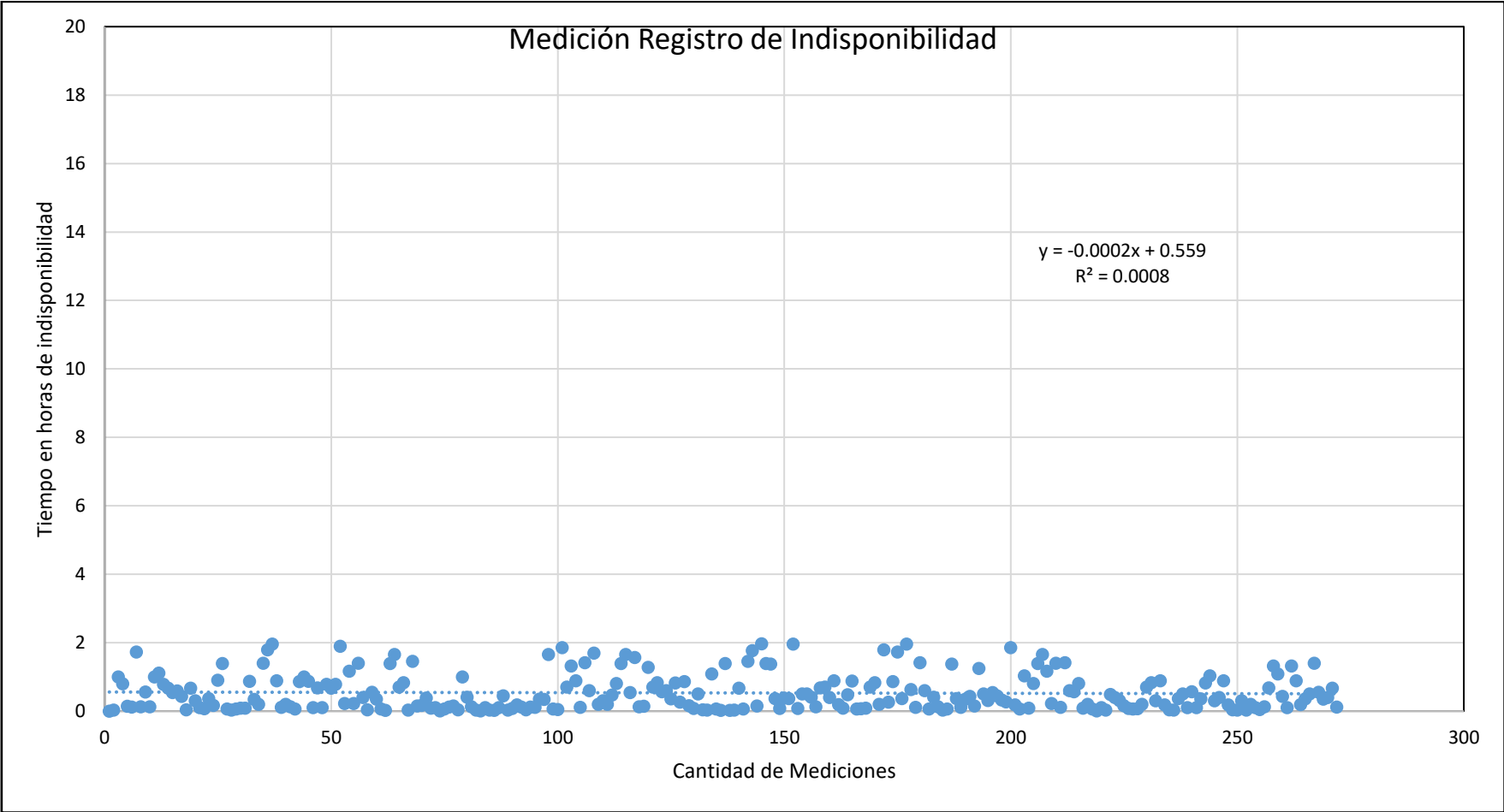


Figura 7 Imagen de medición por cuartos de comunicación

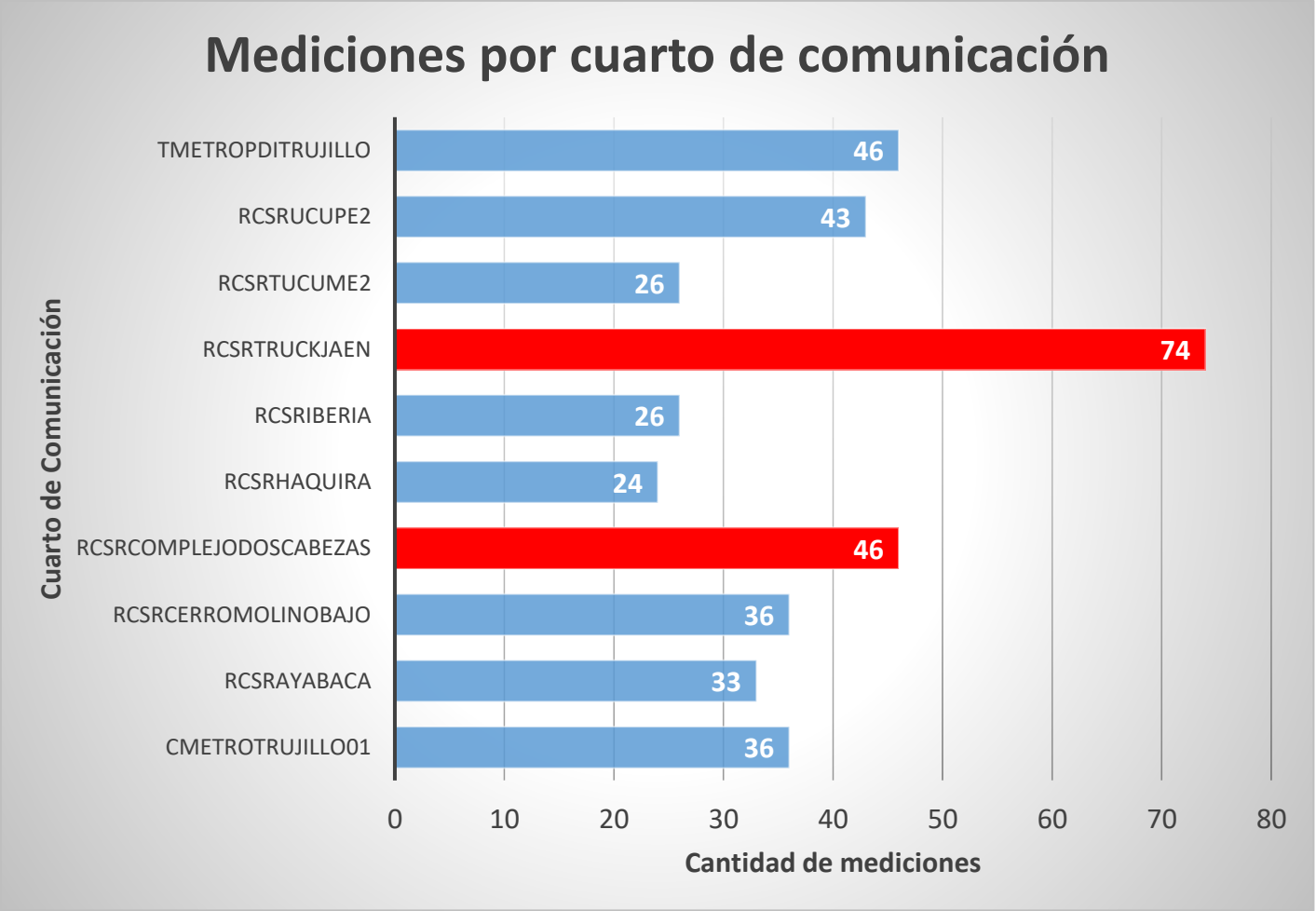
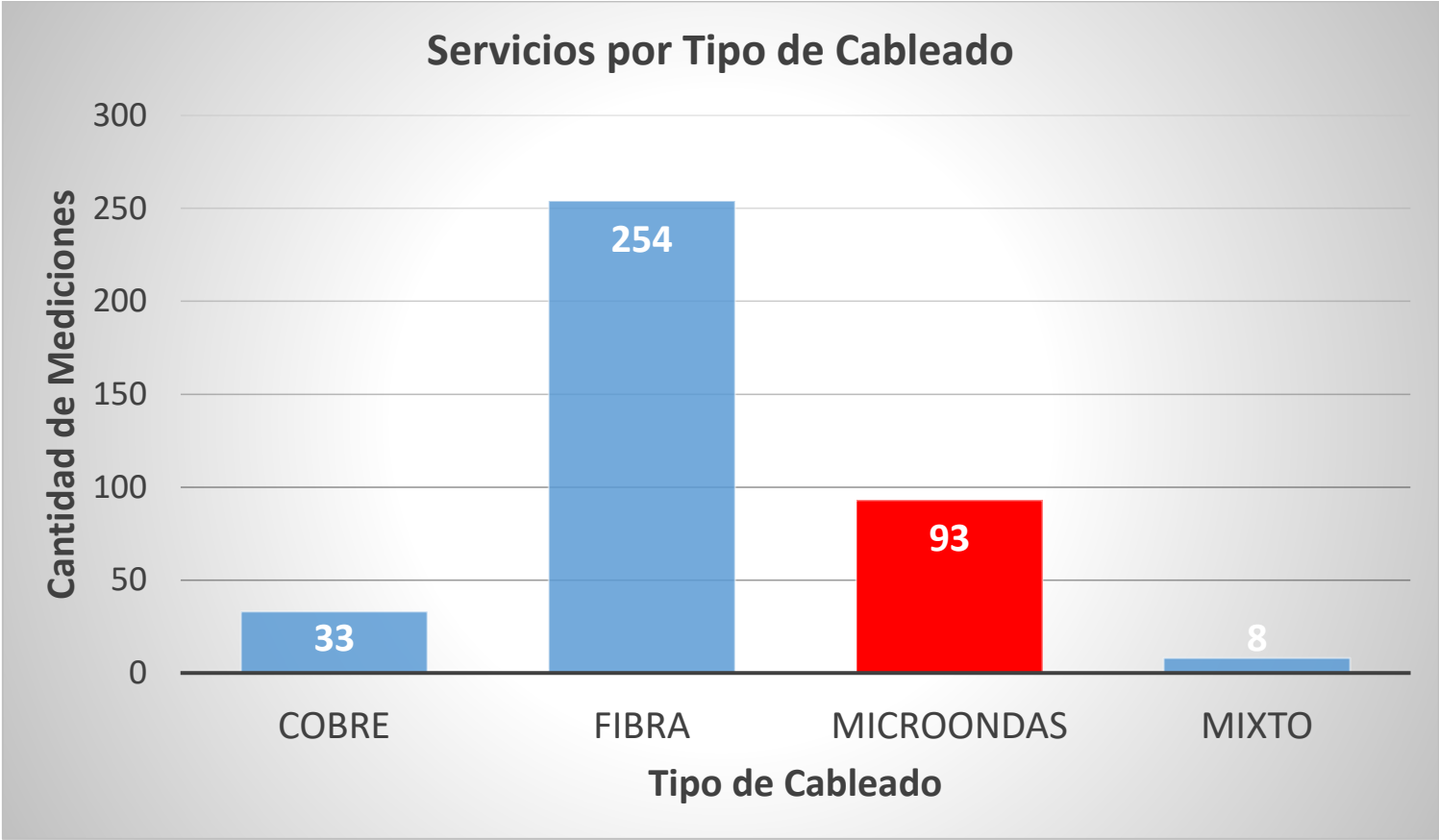


Figura 8 Imagen de medición por tipo de cableado



El tipo de conexión que más afecta el Servicio es el Microondas, ya que está más expuesto a las inclemencias del Clima.

Anexo 2 Documentos de validación

DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS:

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Robert Reyna del Águila Presente. -

Asunto: Validación de instrumentos a través de Juicio de Expertos.

Nos es grato comunicarnos con usted para expresarle nuestro saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Sede Ate, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título de nuestro proyecto de investigación es: Diseño de un Sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023.

Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración, nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.



Chávez López José Augusto

DNI: 09388421



Chamorro Llancachagua Fritz Yuri

DNI: 45759707

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo, Robert Reyna Del Águila, identificado con DNI 09943386, en mi calidad de Gerente de Operaciones de la empresa HITSS PERU SAC con R.U.C N° 20538595188, ubicada en la ciudad de Lima, Perú:

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al Señor José Augusto Chávez López, identificado con DNI N° 09388421 de la Carrera profesional de Ing. Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:

"Diseño de un Sistema de identificación sobre caldas de tensión a través de dispositivos IoT para determinar el traslado del personal de un Operador de Telecomunicaciones hacia los cuartos de comunicación de los clientes Lima 2023" con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de Investigación.

Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

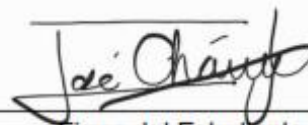
Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
 Mencionar el nombre de la empresa.



Robert Reyna Del Águila

DNI: 09943386

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante
José Augusto Chávez López

DNI: 09388421

DEFINICIONES CONCEPTUALES DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES.

Variable Independiente “Diseño de un Sistema de identificación del tramo eléctrico por caídas de tensión a través de dispositivos IoT”.

Definición conceptual de la variable: El diseño está compuesto por sensores de energía, con conexión a una plataforma alojado en la Nube e inscribiendo los datos en Bases de Datos estructuradas.

Definición operacional de la variable: En base al diagrama eléctrico del sitio donde se alojan los equipos de comunicación, se instalan los sensores que permitirán identificar en qué tramo de la red eléctrica ha presentado caída de tensión.

Dimensión “Caídas de Tensión en los Sensores IOT”:

Definición conceptual: Es la respuesta del Sensor dependiendo del valor eléctrico del cable censado, respondiendo con un cambio de estado de cero (0) a uno (1) o viceversa.

Definición operacional: Se procede a recolectar esta información a través de la conexión del sensor con el servicio de telefonía celular.

Dimensión “Avance de la Implementación”

Definición conceptual: Es la instalación de los sensores IOT en los cables de suministro eléctrico que alimentan los equipos de comunicación.

Definición operacional: Los sensores se instalan con un adaptador que se conecta en paralelo al cable eléctrico censado para identificar al momento que falle la energía.

Indicador “Voltaje $< 210v$ se considera caída de voltaje”:

Definición conceptual: Son los niveles considerados como voltaje mínimo según las características técnicas del equipo de comunicación.

Definición operacional: Los sensores se configuran para identificar al momento que cense un valor menor al mínimo indicado.

Indicador “Un total de 10 cuartos de comunicación”:

Definición conceptual: Es la población muestral para tomar en consideración y cubrir el 100% de la implementación.

Definición operacional: Los sensores serán instalados en cada cuarto de comunicación hasta llegar a los 10 identificados.

Escala "Ratio 1: Una caída en un mes"

Definición conceptual: Son los niveles considerados como voltaje mínimo según las características técnicas del equipo de comunicación.

Definición operacional: Los sensores se configuran para identificar al momento que cense un valor menor al mínimo indicado.

Escala "Ratio 2: Un cuarto por mes = 10% mensual."

Definición conceptual: Se estima un avance mensual de un cuarto de comunicación debidamente implementado y emitiendo los datos que estarán siendo almacenados a través de la nube.

Definición operacional: Cada cuarto enviará la información al Centro de Monitoreo para identificar el momento en que se presente la pérdida de energía.

Variable Dependiente "Para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023".

Definición conceptual de la variable: La atención es la visita física del Personal especializado, que ingresa a los cuartos de comunicaciones porque se presentó una alarma en el centro de monitoreo. Una vez dentro, realiza trabajos de soporte técnico, revisando las conexiones y el suministro eléctrico, así como los descartes de cableado el intercambio de información y el ajuste de los dispositivos que brindan el servicio de conexión con los Usuarios finales.

Definición operacional de la variable: El proceso de atención inicia con el requerimiento realizado por una alarma que se presenta en el Centro de Monitoreo, donde el equipo de Mantenimiento programa la vista al cuarto de comunicaciones alertado. El especialista realiza descartes a través de la observación y de los equipos de medición. Su objetivo es restituir el servicio hasta levantar la alarma.

Dimensión "Tiempo de Llegada":

Definición conceptual: Es la respuesta del Sensor dependiendo del valor eléctrico del cable censado, respondiendo con un cambio de estado de cero (0) a uno (1) o viceversa.

Definición operacional: Se procede a recolectar esta información a través de la conexión del sensor con el servicio de telefonía celular.

Dimensión "Tiempo de Reparación":

Definición conceptual: Es la instalación de los sensores IOT en los cables de suministro eléctrico que alimentan los equipos de comunicación.

Definición operacional: Los sensores se instalan con un adaptador que se conecta en paralelo al cable eléctrico censado para identificar al momento que falle la energía.

Dimensión “Reincidencia de la falla”:

Definición conceptual: Es la cantidad de veces que falla en el periodo de tiempo acordado para medir la repetición de fallas.

Definición operacional: Se lleva la cuenta de la cantidad de veces al mes para identificar qué acciones deberá seguir dicho cuarto para resolver el problema de raíz.

Indicador “Tiempo de llegada menor a 04 horas”:

Definición conceptual: Es el tiempo máximo de respuesta que debe cumplir el Especialista de Campo para llegar al cuarto de comunicación.

Definición operacional: Se mide desde que inicia el incidente de energía hasta que llega el personal a la ubicación del cuarto de comunicación. Esto aplica sólo en caso de que los sensores IOT hayan identificado una falla con responsabilidad del Proveedor del Servicio.

Indicador “Tiempo de Reparación menor a 24 horas”:

Definición conceptual: Es el tiempo máximo que debe cumplir el Especialista de Campo para solucionar el incidente de suministro de energía para el cuarto de comunicación.

Definición operacional: Se mide desde que llega el personal al cuarto de comunicación hasta que se haya solucionado el incidente de energía. Esto aplica sólo en caso de que los sensores IOT hayan identificado una falla con responsabilidad del Proveedor del Servicio.

Indicador “Medición de reincidencia mensual”:

Definición conceptual: Se cuenta la cantidad de veces que se presenta el incidente determinado por la misma causa raíz asignada por la caída de energía.

Definición operacional: Se realiza un corte acotado por un periodo mensual y se contabiliza en un cuadro el registro de cada caída. Esto aplica sólo en caso de que

los sensores IOT hayan identificado una falla con responsabilidad del Proveedor del Servicio.

Escala "Ratio 1: Efectividad = 04 horas > 75% Tiempo de Llegada"

Definición conceptual: Es el porcentaje que determina el cumplimiento contractual del Servicio. Definición operacional: Se debe cumplir que, por cada 100 eventos, 75 deben cumplir con la llegada del especialista dentro de las 04 horas.

Escala "Ratio 2: Eficiencia = 04 horas > 75% Tiempo Reparación."

Definición conceptual: Es el porcentaje que determina el cumplimiento contractual del Servicio. Definición operacional: Se debe cumplir que, por cada 100 eventos, 75 deben cumplir con la reparación del especialista dentro de las 24 horas.

Escala "Ratio 3: Reincidencia = Sumatoria de caídas < 8% (2 meses)."

Definición conceptual: Es el valor que representa la ocurrencia del mismo incidente dentro del plazo de tiempo medido.

Definición operacional: Se suman las caídas identificadas dentro del tiempo estimado, el cual no debe exceder del 8% en 02 meses.

Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la variable Independiente: Diseño de un Sistema de identificación del tramo eléctrico por caídas de tensión a través de dispositivos IoT y la variable Dependiente Atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones en Lima 2023.

Tabla 7 Matriz de Dimensiones

| Nº | VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño de un Sistema de identificación del tramo eléctrico por caídas de tensión a través de dispositivos IoT. | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | DIMENSIÓN 1 | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 1 | Caídas de Tensión en los Sensores IoT. | x | | x | | x | | |
| | DIMENSIÓN 2. | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 2 | Avance de la Implementación | x | | x | | x | | |
| | VARIABLE DEPENDIENTE: Atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones en Lima 2023 | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | DIMENSIÓN 1: | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 3 | Tiempo de Llegada. | x | | x | | x | | |
| | DIMENSIÓN 2 | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 4 | Tiempo de reparación | x | | x | | x | | |
| | DIMENSIÓN 3 | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 5 | Reincidencia de la falla. | x | | x | | x | | |

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]**


Especialidad de los validadores : Ing. Industrial

1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o Dimensión específica del constructo.

3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Sí presenta Suficiencia.

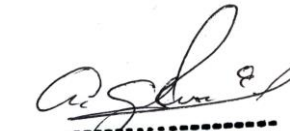


José Luis Saldaña Balvín
DNI: 42343226 CIP: 251297
ING. INDUSTRIAL

FIRMA DE LOS EXPERTOS INFORMANTES



Ghanier Marino Miranda Reyes
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 181616



ARMANDO JUAN
ARIZOLA CASTILLO
Ingeniero Industrial
CIP N° 289529

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE



MARCO ANTONIO MUGA MONTOYA
Ingeniero Industrial
CIP N° 48468

ING. IND. LUIS VALDERRAMA VARGAS
CIP. 8682



| Variable Independiente | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de Medición |
|---|--|---|---|--|--|
| Diseño de un Sistema de identificación del tramo eléctrico por caídas de tensión a través de dispositivos IoT. | El diseño está compuesto por sensores de energía, con conexión a una plataforma alojado en la Nube e inscribiendo los datos en Bases de Datos estructuradas. Una red eléctrica | En base al diagrama eléctrico del sitio donde se alojan los equipos de comunicación, se instalan los sensores que permitirán identificar en qué tramo de la red eléctrica ha presentado caída de tensión. | <ol style="list-style-type: none"> Caídas de Tensión en los Sensores IoT. Avance de la Implementación | <ol style="list-style-type: none"> Voltaje < 210v se considera caída de voltaje. Total, de 10 cuartos de comunicación | <p>Ratio 1: Una caída en un mes.</p> <p>Ratio 2: Un cuarto por mes = 10% mensual.</p> |
| Variable Dependiente | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de Medición |
| Atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicación en Lima 2023. | La atención es la visita física del Personal especializado, que ingresa a los cuartos de comunicaciones porque se presentó una alarma en el centro de monitoreo. Una vez dentro, realiza trabajos de soporte técnico, revisando las conexiones y el suministro eléctrico, así como los descartes de cableado el intercambio de información y el ajuste de los dispositivos que brindan el servicio de conexión con los Usuarios finales. | El proceso de atención inicia con el requerimiento realizado por una alarma que se presenta en el Centro de Monitoreo, donde el equipo de Mantenimiento programa la vista al cuarto de comunicaciones alertado. El especialista realiza descartes a través de la observación y de los equipos de medición. Su objetivo es restituir el servicio hasta levantar la alarma. | <ol style="list-style-type: none"> Tiempo de Reparación. | Tiempo de Reparación menor a 06 horas. | <p>Ratio 1: Eficiencia: = $\frac{\text{Tiempo de Reparación}}{06 \text{ horas}}$ > 75%</p> |

Tabla 8 Matriz de Operacionalización

IX. BIBLIOGRAFÍA

- [1] José María Guerrero Rodríguez, 2019, p5. Tesis “Una contribución a la reconfigurabilidad en instrumentación inteligente basada en sensores y dispositivos programables 2009”.
- [2] Andrés Rodríguez, Carlos López y Juan Pérez. Bus Horiz 2019: Tendencias y desafíos para el transporte público en América Latina", publicado en la Revista Transporte y Movilidad en el año 2020.
- [3] Xinxin Du y Zhangbing Zhou, 2020: El impacto de 5G en el transporte público revisión literaria de los autores.
- [4] “Varghese, B.; Buyya, R. Computación en la nube de próxima generación: nuevas tendencias y direcciones de investigación. Futuro Gener. Computación. Syst. **2018**, 79, 849–861”.
- [5] “Quinlan, Tom y Ed Scannell informan en "InfoWorld" sobre la movilización de las corporaciones para reducir el consumo de energía, vol. 14, no. 25, 22 June 1992, pp”.
- [6] OSINERMING - El suministro eléctrico es una de las variables críticas en la operación de la infraestructura de telecomunicaciones – mayo 2011 – Lima, Perú. Alfredo Dammert, Fiorella Molinelli y Max Carbajal, 2011.
- [7] Víctor Manuel Molina Morejón, Víctor Pedro Molina Romeo - Administración y gestión de la energía: casos y experiencias de éxito - Primera edición, 2022.
- [8] William Stallings Tesis - Estudio y diseño de un sistema de acceso inalámbrico de banda ancha (LMDS) para un área comercial de la ciudad de Quito - Wireless 2005.
- [9] Bodgan Ciubotaru - Artículo "Los dispositivos IoT celulares son particularmente adecuados para aplicaciones de misión crítica en las que la transferencia de datos en tiempo real es esencial. Por ejemplo, los vehículos autónomos o los dispositivos de emergencia en ciudades inteligentes pueden beneficiarse de esta tecnología." – 2013.
- [10] K. Sharma, N. Dhir, “A study of wireless networks: WLANs, WPANs, WMANs, and WWANs with comparison”, International Journal of Computer

- Science and Information Technologies, vol. 5 (6), pp. 7810-7813, 2014”.
- [11] K. Pothuganti, A. Chitneni, “A comparative study of wireless protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi”, Advance in Electronic and Electric Engineering, vol. 4 (6), pp. 655-662, 2014”.
- [12] Implementación de un dispositivo de monitorización de energía eléctrica orientado al internet of things usando la tecnología LORA 2021 – Tesis universidad de las fuerzas armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.
- [13] Huarcaya, J. (2023). Propuesta de sistema de respaldo de energía eléctrica con energía solar empleando monitoreo de sensores y control de iluminación mediante IOT para un puesto de vacunación ubicado en el Pueblo de Chilata, provincia de Moquegua, 2022 [Universidad Católica de Santa María]. 20.500.12920/12752.
- [14] La importancia del marco normativo para impulsar el desarrollo de energías renovables en el Perú - Tesis universidad del país Vasco - Quiroz, M. 2011.
- [15] Implementación de un sistema de monitoreo de energía para la detección de caídas de tensión en una planta industrial" (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2022).
- [16] Diseño de un sistema de monitoreo de energía basado en IoT para la detección de fallas eléctricas" (Universidad Nacional de Ingeniería, 2021)
- [17] Desarrollo de un sistema de detección de fallas eléctricas en redes de distribución de energía utilizando dispositivos IoT" (Universidad Nacional de Trujillo, 2020).
- [18] Erick Javier Arguello Prada - El Internet de las cosas (IoT) en la evaluación y el manejo del dolor: una descripción general - 2020
- [19] Vishnu Rajaram Bankar y Keshav Nilkanth Nandurkar - Implementación de tecnología IoT para la mejora de la calidad en una industria automotriz - 2023.
- [20] Lucas F.Osakoa [et al]. Desafíos de evaluación de costos para-Internet de las cosas (IoT) basado Producto/Servicio-Sistemas (PSS). Revista brasilera departamento de ingeniería [en línea]. Setiembre 2019, N° 2 [Fecha de consulta abril 2023] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119308285>

- [21] LEI YU, Babar Nazir y Wang, Yin Ling. Intelligent power monitoring of building equipment based on IoT. *Computer Communications*. 2020.
- [22] JONG, Hyuk Park y Kamal Gulati y Zhao Aobo - The Internet of Things for Energy IoT Applications – IOT - 2016.
- [23] XINXIN Du, Zhangbing Zhou y Yuqing Zhang and Taj Rahman. Energy-efficient sensory data gathering based on compressed sensing in IoT - *Journal of Cloud Computing*. 2020.
- [24] MERINO Portillo, Jorge [et al]. A Modular IoT Hardware Platform for Distributed and Secured Extreme Edge Computing - *Computer Science, Information System*. 2020.
- [25] HASAN Mohamed Ali y Waleed Khalid Al y Azzawib Mustafa Jaber. Improving coal mine safety with internet of things (IoT) based Dynamic Sensor Information Control System. *Wireless Personal Communications*. 2020.
- [26] GULAT, Kamal y Raja Sarath Kumar. A review paper on wireless sensor network techniques in Internet of Things (IoT). *Materials Today Proceedings*. 2022.
- [27] LEE, In. School of Computer Sciences Western Illinois University, Macomb, IL USA. The Internet of Things for enterprises: An ecosystem, architecture, and IoT service business model. *IOT*. 2019.
- [28] FAHMIDEH, M y Zowghi Didar. An exploration of IoT platform development. *ELSEIVER Information System*. 2020
- [29] ZIA, Kamran y Alessandro Chiumento y Paul J. M. Havea. AI-Enabled Reliable QoS in Multi-RAT Wireless IoT Networks: Prospects, Challenges, and Future Directions. *IEEE*. 2022
- [30] DUQUE Jorge, El IoT para las ciudades inteligentes: un enfoque de investigación de la ciencia del diseño. *ScienceDirect*. 2023
- [31] CHOI, Kihan y Hyuck Han Hyungsoo, Jung. Workload-optimized sensor data store for industrial IoT gateways. *Future Generation Computer Systems*. 2022.
- [32] QU Jia, Research on energy saving of computer rooms in Chinese. *Heliyon*, 2022

- [33] SERVIDA, Francisco. Ok Google, Start a Fire. IoT devices as witnesses and actors in fire investigations. Forensic Science International. 2023
- [34] RAMAKANT, Vivek Pathmudi. A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable agriculture applications. 2023.
- [35] THOUTI, Swapna. Investigation on identify the multiple issues in IoT devices using. Convolutional Neural Network. 2023.
- [36] AZIS, Baskoro. IoT human needs inside compact house. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 2023.
- [37] HABIBA Mansura [et al]. Edge intelligence for network intrusion prevention in IoT ecosystem. Computers and Electrical Engineering. 2023.
- [38] Pedro Flores-Crespo y María Bermúdez - Edo y José Luis Garrido. Smart tourism in Villages: Challenges and the Alpujarra Case Study. Procedia Computer Science. 2022.
- [39] MOTTA Rebeca C [et al]. An evidence-based roadmap for IoT software systems engineering. The Journal of Systems & Software. 2021
- [40] GONÇALVE Carolina [et al]. A federated authentication and authorization approach for IoT farming. Internet of Things. 2023.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

LIMA, 20 de Diciembre del 2023

Siendo las 19:00 horas del 20/12/2023, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Diseño de un Sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023", presentado por los autores CHAVEZ LOPEZ JOSE AUGUSTO, CHAMORRO LLANCACHAGUA FRITZ YURI egresados de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

| Autor | Dictamen |
|----------------------------------|-----------------|
| FRITZ YURI CHAMORRO LLANCACHAGUA | (14)Cum Laude |
| JOSE AUGUSTO CHAVEZ LOPEZ | |

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por:
ATEMOCHEL el 27 Dic 2023 20:05:35

ALFREDO FERNANDO TEMOCHE
LOPEZ
PRESIDENTE

Firmado electrónicamente por:
TEFLORESB el 29 Dic 2023 09:11:31

TEODORO EMILIO FLORES
BALLESTEROS
SECRETARIO

Firmado electrónicamente por:
DGAESCOBAR el 04 Ene 2024 15:18:42

DIXON GROKY AÑAZCO ESCOBAR
VOCAL(ASESOR)

Código documento Trilce: TRI - 0675251

* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Nosotros, CHAMORRO LLANCACHAGUA FRITZ YURI, CHAVEZ LOPEZ JOSE AUGUSTO identificados con N° de Docume N° 45759707, 09388421 (respectivamente), estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, autorizamos (X), no autorizamos () la divulgación y comunicación pública de nuestra Tesis: "Diseño de un Sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

ATE VITARTE, 02 de Diciembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Autor | Firma |
|---|---|
| CHAVEZ LOPEZ JOSE AUGUSTO DNI: 09388421 ORCID: 0000-0002-0971-9594 | Firmado electrónicamente por: JCHAVEZLOP el 02-12- 2023 22:44:44 |
| CHAMORRO LLANCACHAGUA FRITZ YURI DNI: 45759707 ORCID: 0000-0003-0084-218X | Firmado electrónicamente por: FCHAMORROLL el 03- 12-2023 23:30:58 |

Código documento Trilce: INV - 1459597



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AÑAZCO ESCOBAR DIXON GROKY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un Sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023", cuyos autores son CHAVEZ LOPEZ JOSE AUGUSTO, CHAMORRO LLANCACHAGUA FRITZ YURI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, 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.

LIMA, 30 de Noviembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| DIXON GROKY AÑAZCO ESCOBAR DNI: 08124462 ORCID: 0000-0002-2729-1202 | Firmado electrónicamente por: DGAESCOBAR el 18- 12-2023 17:44:56 |

Código documento Trilce: TRI - 0675254



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CHAMORRO LLANCACHAGUA FRITZ YURI, CHAVEZ LOPEZ JOSE AUGUSTO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de un Sistema de identificación de caídas de tensión a través de dispositivos IoT para la atención en los cuartos de comunicación de un Operador de Telecomunicaciones Lima 2023", 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 |
|---|---|
| JOSE AUGUSTO CHAVEZ LOPEZ DNI: 09388421 ORCID: 0000-0002-0971-9594 | Firmado electrónicamente por: JCHAVEZLOP el 30-11- 2023 22:44:57 |
| FRITZ YURI CHAMORRO LLANCACHAGUA DNI: 45759707 ORCID: 0000-0003-0084-2180 | Firmado electrónicamente por: FCHAMORROLL el 30- 11-2023 23:31:03 |

Código documento Trilce: TRI - 0675253