

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS CALIDAD DE LA ENERGIA JULIO VI
CTORIA -2.docx**

AUTOR

julio enrique victoria allauja

RECUENTO DE PALABRAS

13522 Words

RECUENTO DE CARACTERES

72584 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

74 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.7MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 18, 2023 6:33 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 18, 2023 6:34 AM GMT-5**● 14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Material citado



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	VICTORIA ALLAUJA JULIO ENRIQUE
D.N.I.:	48194188
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	955556613
e-mail:	201100011@UNTELS.EDU.PE

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION
Programa Académico:	TESIS
Título Profesional otorgado:	INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	"ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA OPERATIVIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS, DEL EDIFICIO COMERCIAL URBANOVA, SAN BORJA - 2022"
Fecha de Sustentación:	04/12/2023
Calificación:	APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación:	2025



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

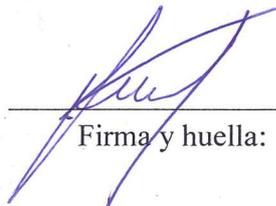
Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

VICTORIA ALLAJO JULIO ENRIQUE
APELLIDOS Y NOMBRES

48194188
DNI


Firma y huella:



Lima, ___ de Julio del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA
ELÉCTRICA EN LA OPERATIVIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS
EQUIPOS ELÉCTRICOS, DEL EDIFICIO COMERCIAL URBANOVA, SAN
BORJA – 2022”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

VICTORIA ALLAUJA, JULIO ENRIQUE

ORCID: 0009-0003-9329-1627

ASESOR

PFUYO MUÑOZ, ROBERTO

ORCID: 0000-0002-8823-413X

Villa El Salvador

2023



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador, siendo las 10:00 a.m. del día 04 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: CARLOS HERNAN FLORES VELASQUEZ DNI N° 06785154 C.I.P. N° 129506
SECRETARIO: JORGE AUGUSTO SANCHEZ AYTE DNI N° 40932717 C.I.P. N° 110166
VOCAL : ROLANDO PAZ PURISACA DNI N° 07043476 C.I.P. N° 186976
ASESOR : ROBERTO PFUYO MUÑOZ DNI N° 23854398 C.I.P. 46900

Designados mediante Resolución de Decanato N° 302-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto de 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller Título Profesional

Don: **VICTORIA ALLAUJA JULIO ENRIQUE** identificado(a) con D.N.I. N° 48194188 procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación Tesis Trabajo de suficiencia Artículo científico

Titulado: **"ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA OPERATIVIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS, DEL EDIFICIO COMERCIAL URBANOVA, SAN BORJA – 2022"**

Aprobado mediante Resolución de Decanato de N° 896-2023-UNTELS-R-D de fecha 24 de noviembre de 2023, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante **APROBADO** por Unanimidad con la nota de: 14 (letras) catorce (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
14	catorce	Aprobado por Unanimidad	Bueno

Siendo las 10⁴⁰ horas del día 4 de Diciembre del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.

JORGE SANCHEZ AYTE
 SECRETARIO
 SANCHEZ AYTE
 INGENIERO MECÁNICO
 Reg. CIP N° 110166

CARLOS HERNAN FLORES VELASQUEZ
 PRESIDENTE

ROLANDO PAZ PURISACA
 INGENIERO MECANICO
 Reg. CIP N° 186976
ROLANDO PAZ PURISACA
 VOCAL

VICTORIA ALLAUJA JULIO ENRIQUE
 BACHILLER

DEDICATORIA

A mi padre Julio Victoria Tincopa que siempre me apoya en cada etapa de mi vida y que logran inculcarme el valor del estudio para el desarrollo mi carrera profesional.

A mi madre Teresa Allauja Huamani, que siempre me inculca que la perseverancia y el respeto es esencial para poder lograr el éxito.

Para mi hijo Aleksí Victoria que es mi gran motivo para superarme cada día.

A la memoria de mi querida tía, María Victoria Tincopa y mi abuela Rosa María Tincopa Escobar que la llevo siempre en mis recuerdos y mi corazón.

A mi querida hermana Raquel Becerra Allauja que siempre me apoya en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roberto Pfuyo quien con sus conocimientos y experiencia contribuyó al desarrollo de este trabajo de investigación. A mis padres que desde que ingrese a la universidad me apoyaron hasta lograr mis objetivos.

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación es determinar si el análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022, para lo cual será una gran alternativa para dar una mayor vida útil a los equipos y así evitar gastos adicionales, como también a aumentar la producción del personal.

Para la investigación se consideró el tipo aplicada, porque se realizó en el suministro eléctrico del 1er y 2do piso del Edificio Comercial Urbanova, con el fin de verificar y mejorar la calidad de energía eléctrica.

Los instrumentos que se utilizaron fueron de recolección de datos, por medio del sistema de registro, que se obtendrá del reporte que emitan el analizador de redes, además de contar con el registro de datos de horas programadas por horas trabajadas para poder hallar la confiabilidad de los equipos

La presente investigación tomará como muestra por conveniencia los parámetros eléctricos que se tomaron en los tableros eléctricos de los niveles 01 y 02 de la empresa Sodexo perteneciente al Edificio Comercial Urbanova, donde el cual se realizó el estudio de análisis de calidad de energía eléctrica

En conclusión, se detectaron deficiencias en la red eléctrica a partir de las mediciones realizadas por el analizador de redes, por lo cual generaba que el porcentaje de confiabilidad de los equipos sea menor a lo requerido.

Los resultados obtenidos indicaron que ciertos equipos presentaban sobretensión, niveles de corriente elevado, armónicos significativos que podrían estar afectando su tiempo de vida útil.

Palabras Clave: Calidad de Energía Eléctrica, Sobretensión, Analizador de redes, Parámetros Eléctricos, Confiabilidad.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine if the analysis and diagnosis of the quality of electrical energy influences the operation and reliability of the electrical equipment of the Urbanova Commercial Building, San Borja – 2022, for which it will be a great alternative to give a longer useful life of the equipment and thus avoid additional expenses, as well as increasing staff production.

For the investigation, the applied type was considered, because it was carried out in the electrical supply of the 1st and 2nd floor of the Urbanova Commercial Building, in order to verify and improve the quality of electrical energy.

The instruments that were used were data collection, through the recording system, which will be obtained from the report issued by the network analyzer, in addition to having the data record of scheduled hours by hours worked in order to find the reliability of the teams

The present investigation will take as a sample for convenience the electrical parameters that were taken in the electrical panels of levels 01 and 02 of the Sodexo company belonging to the Urbanova Commercial Building, where the electrical energy quality analysis study was carried out.

In conclusion, deficiencies were detected in the electrical network from the measurements made by the network analyzer, which caused the percentage of reliability of the equipment to be lower than required.

The results obtained indicated that certain equipment had overvoltage, high current levels, and significant harmonics that could be affecting its useful life.

Keywords: Electrical Power Quality, Overvoltage, Network Analyzer, Electrical Parameters, Reliability.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Motivación	3
1.2. Estado del Arte	3
1.3. Descripción del Problema.....	4
1.4. Formulación del problema	5
1.4.1. Problema general.....	5
1.4.2. Problemas específicos	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos	6
1.6. Justificación	6
1.6.1. Justificación teórica.....	6
1.6.2. Justificación Tecnológica.....	6
1.6.3. Justificación Económica	7
1.6.4. Justificación Social	7
CAPÍTULO II.....	8

2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes	8
2.1.1. Antecedentes nacionales	8
2.1.2. Antecedentes internacionales	9
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Calidad de la Energía Eléctrica	11
2.2.2. Carga	12
2.2.3. Carga Resistiva	12
2.2.4. Carga Inductiva	12
2.2.5. Carga Capacitiva	12
2.2.6. Cargas Lineales	13
2.2.7. Cargas No Lineales	13
2.2.8. Armónicos	14
2.2.9. Factor de potencia	16
2.2.10. Potencia Activa	17
2.2.11. Potencia Aparente	17
2.2.12. Sobretensión.....	18
2.2.13. Normatividad	19
2.2.14. Confiabilidad de los Equipos Eléctricos.	24
CAPÍTULO III.....	27
3. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	27
3.1. Operacionalización de variables	27
3.2. Hipótesis de la investigación	28
3.2.1. Hipótesis general.....	28
3.2.2. Hipótesis específicas	28
CAPÍTULO IV	29
4. METODOLOGÍA.....	29

4.1. Descripción de la metodología	29
4.1.1. Tipo de Investigación	29
4.1.2. Nivel de Investigación	29
4.1.3. Método de Investigación	29
4.1.4. Diseño de Investigación	30
4.2. Implementación de la investigación	30
4.2.1. Analizador de Redes	30
4.2.2. Indicador de Confiabilidad.....	33
4.2.3. Pruebas realizadas	34
4.3. Población y Muestra	38
4.4. Técnicas de recolección de datos.....	39
4.5. Instrumentos de recolección de datos	39
4.5.1. Validez	40
4.5.2. Confiabilidad.....	42
4.6. Resultados	44
4.6.1. Calidad de los Armónicos	44
4.6.2. Calidad de factor de potencia.....	47
4.6.3. Calidad de la Sobretensión.....	48
CAPÍTULO V.....	50
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	50
CAPÍTULO VI.....	53
6. CONCLUSIONES	53
CAPÍTULO VII.....	54
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	56
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos	57
Anexo 3. Cuadro de Armónicos de Tensión Piso 2.....	60

Anexo 4. Cuadro de Armónicos de Corriente Piso 2.....	61
Anexo 5. Glosario de términos	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites del THD según la NTCSE	20
Tabla 2 Límites según norma IEEE519	21
Tabla 3 Límites según norma EN50160	22
Tabla 4 Límites para los equipos clase A según norma 61000-3-2	22
Tabla 5 Límites de corta y larga duración según norma IEEE1159	24
Tabla 6 Cuadro de Operacionalización de variables	27
Tabla 7 Horas de equipos en funcionamiento piso1	35
Tabla 8 Horas de equipos en funcionamiento piso2	36
Tabla 9 Frecuencia de fallas de los equipos eléctricos	37
Tabla 10 Cuadro de valores THDV	44
Tabla 11 Cuadro de valores THDI	45
Tabla 12 Cuadro de valores Factor de Potencia	47
Tabla 13 Cuadro de valores de Tensión	48
Tabla 14 Instrumento de recolección 2	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Carga Eléctrica	13
Figura 2 Cargas Lineales	13
Figura 3 Distorsión de voltaje provocada por carga no lineal	14
Figura 4 <i>Onda de tensión deformada</i>	15
Figura 5 <i>Triangulo de Potencia</i>	17
Figura 6 Onda de Sobretensión	19
Figura 7 Instalación de Analizador de Redes	30
Figura 8 Instrumentos de recolección de datos	39
Figura 9 Análisis de datos del analizador de redes	40
Figura 10 Validez del Analizador de redes CIRE3	41
Figura 11 Validez del Analizador de redes METREL	42
Figura 12 Certificado de calibración del Analizador de Redes	43
Figura 13 Gráfico THDV	44
Figura 14 Gráfico THDV Piso 2.....	45
Figura 15 Gráfico THDI.....	46
Figura 16 Gráfico THDI Piso 2	46
Figura 17 Gráfico del Factor de Potencia	47
Figura 18 Gráfica del factor de potencia	48
Figura 19 Gráfico de Tensión de Fase	49
Figura 20 Gráfica de Tensión de Fase	49
Figura 21 Analizador de redes Metrel 2892	58
Figura 22 Software Power View	58
Figura 23 Analizador de redes Cire3 Circutor.....	59
Figura 24 Software Power Studio.....	59
Figura 25 Armónicos de Tensión Piso 2	61
Figura 26 Armónicos de Corriente Piso 2	62

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada “ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA OPERATIVIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS, DEL EDIFICIO COMERCIAL URBANOVA, SAN BORJA – 2022.”, cuyo problema principal es las constantes fallas en el sistema eléctrico, lo cual perjudica en la producción y en el deterioro de los equipos. Por lo que nos planteamos hacer un análisis y diagnóstico mediante los analizadores de redes al sistema eléctrico del edificio comercial Urbanova, con el fin de determinar si tiene un impacto en la operatividad y confiabilidad en los equipos eléctricos para luego afirmar en la hipótesis mediante el análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022.

El contenido de la tesis se divide en ocho capítulos. El capítulo I describe el planteamiento del problema relacionado con una serie de perturbaciones tales como armónicos, factor de potencia y sobretensión lo que ocasiona un alto costo para la Empresa Urbanova debido al mal funcionamiento y deterioro de los equipos eléctricos.

En el Capítulo II, se describe el marco teórico con los antecedentes y bases teóricas, los antecedentes de investigación de otros autores sustentan la propuesta de solución, el cual está relacionado con la calidad de la energía eléctrica y los tipos de perturbaciones que la integran, en las bases teóricas se encuentran las definiciones, normas y fórmulas acerca de la calidad de energía eléctrica y confiabilidad.

En el Capítulo III, se describe la hipótesis general y específica, la operacionalización de las variables que son la calidad de energía eléctrica y la confiabilidad.

En el Capítulo IV, se desarrolló la metodología indicando la descripción de la metodología, implementación de la investigación, población y muestra de estudio, técnicas e instrumentos de recolección de datos y resultados, obtenidos mediante el software del analizador de redes.

En el Capítulo V, se desarrolló la discusión de resultados, acá se interpreta los resultados y se cotejará con los resultados de los antecedentes.

En el Capítulo VI, se desarrolla las conclusiones.

Seguidamente en el Capítulo VII, se desarrolla las referencias bibliográficas, citando a los autores de donde hemos sacado información para nuestra investigación utilizada para la presente tesis, al finalizar se muestra los Anexos indicando la matriz de consistencia, los instrumentos de recolección de datos y glosario de términos.

Finalmente concluimos que se detectaron deficiencias en la red eléctrica a partir de las mediciones realizadas por el analizador de redes, por lo cual generaba que el porcentaje de confiabilidad de los equipos sea menor a lo requerido y planteamos las siguientes recomendaciones, instalación de un filtro activo y monitorear los intervalos en los cuales ocurre el desbalance de las cargas y ver si se puede mejorar la distribución de las cargas o de los circuitos de ser necesario.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Motivación

En diferentes industrias, usuarios o empresas tienen la necesidad de hacer un ahorro de energía sobre sus redes eléctricas y han motivado a cuestionarse la razón de como aumentar la eficiencia energética y reducir costos para ser más competitivo en el campo laboral. Al tener una buena calidad de energía aseguramos que todos los equipos conectados al sistema eléctrico funcionarán de forma segura, correcta y confiable. La calidad de energía generalmente se vuelve relevante para el usuario hasta que se tienen efectos diferentes de funcionamiento, es decir comienzan a tener fallas recurrentes sin identificar las posibles causas para solucionarlas, por ejemplo: desequilibrios, distorsiones armónicas, interrupciones breves o prolongadas, caídas o picos de tensión, etc. Estas fallas pueden ocasionar penalizaciones por bajo factor de potencia, calentamiento en conductores, disparos no anticipados de interruptores, reducción de la vida útil de los equipos, resonancia en el sistema eléctrico, entre otros. Por esta razón, el deterioro de la calidad de energía se vuelve tan importante, ya que influye en pérdidas directas e indirectas que solo son posibles de determinar a través de un estudio.

En la actualidad, a pesar de la implementación de numerosos dispositivos de filtrado para mitigar la presencia de armónicos, es esencial definir criterios de evaluación y analizar de manera individual los diversos escenarios que se presentan en las redes eléctricas. Esto implica considerar los conceptos y enfoques variados relacionados con estos problemas, con el propósito de minimizar los gastos asociados a las acciones correctivas y garantizar la calidad óptima del suministro eléctrico.

1.2. Estado del Arte

Según el autor Yucra, M. (2020) con la tesis: “Análisis de calidad de energía eléctrica en el Hospital III de Essalud Juliaca en el año 2017”. [Tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez], Juliaca - Perú. En su tesis, el investigador señala que en los últimos años ha surgido un creciente interés en la calidad de la energía eléctrica, motivado por el aumento en el consumo de electricidad debido a la proliferación de dispositivos electrónicos. Por lo cual los indicadores de calidad de energía como los armónicos, sobretensiones, subtensiones y el bajo factor de potencia degrada la calidad de la energía eléctrica, debido a que generan de forma negativa el desempeño de los equipos, las instalaciones eléctricas y la

competitividad empresarial, generando pérdidas económicas y tiempos de inactividad en el usuario. Por lo cual se busca posibles soluciones como banco de condensadores, filtros pasivos, entre otros.

1.3. Descripción del Problema

En los últimos años, a nivel global, ha ocasionado un cambio sustancial en la naturaleza de las cargas eléctricas conectadas a un sistema eléctrico. Estos equipos incluyen, entre otros, variadores de velocidad, rectificadores, hornos de arco y maquinaria para soldar. Se denominan cargas no lineales y funcionan transformando la Convertir corriente alterna (CA) a corriente continua (CC) se denomina rectificación, mientras que la conversión de corriente continua a corriente alterna se llama inversión o inversor de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA). Estos procesos de transformación de corriente producen corrientes con forma de onda distorsionada, lo que contamina la instalación y provoca armónicos altos.

En el Perú, las empresas están implementando nuevas tecnologías con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas y mejorar los procesos de producción. Aunque estas tecnologías traen nuevas ventajas, también traen problemas nuevos para las redes eléctricas de las instalaciones. La mayoría de los equipos recién instalados incluyen electrónica, lo que causa distorsiones en las líneas eléctricas y afecta el funcionamiento de muchos de los equipos conectados.

En el caso del edificio Comercial Urbanova, presentaba problemas de alto consumo de energía eléctrica, al realizar una rápida inspección se llegó a la conclusión de que el problema se podría asociar a la calidad de la energía, ya que se presentaba problemas de caída de tensión de la red eléctrica, presencia de armónicos y otras series de perturbaciones, las cuales están relacionadas a la calidad de la energía; todos estos inconvenientes generaban falla y deterioro de la vida útil de los equipos.

Entre las distorsiones más frecuentes que se presentaban en el Edificio Comercial Urbanova, está la caída de tensión o de voltaje en el sistema eléctrico; la cual traía efectos negativos considerables como paros de la atención del edificio comercial, esto debido a que la distorsión generaba que los equipos informáticos, relés e iluminación, fallen y no cumplan con su óptima operatividad.

Además de las fallas de la iluminación y los equipos informales; las perturbaciones han generado sobrecalentamiento en los motores, transformadores, envejecimiento del cableado de las instalaciones y falla en el sistema de aire acondicionado; todos estos problemas mencionados no permiten un correcto funcionamiento de toda la instalación y son los responsables del envejecimiento prematuro de ellas.

El presente trabajo de investigación hace referencia al área de investigación Ingeniería y Tecnología, subárea de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y la línea de investigación generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿De qué manera el análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?

1.4.2. Problemas específicos

1. ¿De qué manera el análisis y diagnóstico de la calidad de los Armónicos influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?
2. ¿En qué medida el análisis y diagnóstico de la calidad del factor de potencia influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?
3. ¿De qué manera el análisis y diagnóstico de la calidad de Sobretensión influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar si el análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Determinar si el análisis y diagnóstico de la calidad de los Armónicos influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.
2. Determinar si el análisis y diagnóstico de la calidad del factor de potencia influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.
3. Evaluar si el análisis y diagnóstico de la calidad de Sobretenión influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación teórica

Desde el punto de vista teórico, se justifica que, a partir del análisis de la calidad de energía eléctrica en la operatividad y la confiabilidad de los equipos eléctricos, en el Edificio Comercial Urbanova, se determinara las causas que provocan las fallas en los equipos, y por medio de ellas se indicara las soluciones para la seguridad de estos, cumpliendo con los estándares de eficiencia energética conforme a las regulaciones y normativas aplicables:

- A. Norma técnica de calidad de servicio eléctrico (NTCSER).
- B. Norma europea 50160.
- C. Estándar IEEE 1159-1995.
- D. Estándar IEEE 519-1992.
- E. Norma IEC 61000-430
- F. Código Nacional de Electricidad (CNE).

1.6.2. Justificación Tecnológica

Con la nueva tecnología inteligente, que es el analizador de redes “CIRCUTOR CIRE3 y METREL 2892”, mejorar la gestión técnica de las instalaciones al mejorar el rendimiento, prevenir interrupciones y averías y reducir los costos de explotación y energía.

1.6.3. Justificación Económica

Desde la perspectiva económica, se justifica, que la investigación no ocasiona gastos económico alto, ya que la toma de muestras se realizará con los equipos brindados por el Edificio Comercial Urbanova.

Al realizar un análisis y diagnóstico de la calidad de energía eléctrica al Edificio Comercial Urbanova, se dará soluciones para dar una mayor vida útil a los equipos y así evitar gastos adicionales, como también a aumentar la producción del personal, reducción en el uso de energía y la factura eléctrica, mayor utilización eficiente de las instalaciones y su capacidad, evitando gastos innecesarios en expansiones, reducción de costes técnicos y económicos.

1.6.4. Justificación Social

Desde una perspectiva social la investigación encuentra justificación con las recomendaciones ya que reduciría las fallas del sistema eléctrico que interrumpen las labores productivas diarias en el Edificio Comercial Urbanova, así mismo se contribuirá con el medio ambiente y el confort en los trabajadores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Kevin, M. (2019) desarrolló la tesis denominada “*Análisis de la calidad de tensión en el suministro de energía eléctrica a la localidad de Panti, distrito de Parihuanca*”. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Eléctrico. Universidad Nacional del Centro del Perú], Huancayo - Perú. El propósito de la investigación fue llevar a cabo mediciones de tensión en la localidad de Panti con el fin de evaluar la calidad del suministro de energía eléctrica, utilizando un analizador de redes. Esta investigación se clasifica como aplicada. Los resultados del estudio revelaron que la tensión supera el $\pm 5\%$ de lo establecido en el numeral 4.1.2 de la NTCSE., como también se encontró que no contaban con la opción tarifaria adecuada (BT5D). La conclusión a que se llegó la investigación es que existe una mala calidad de tensión (sobretensión) en las redes eléctricas del Barrio Orongoy de la localidad de Panti, distrito de Pariahuanca, provincia de Huancayo y que la empresa de distribución (Electrocentro) debe pagar una compensación a sus usuarios debido a la mala calidad de tensión, conforme a la norma técnica de calidad de servicios eléctricos rurales, la opción tarifaria fue remitida a Osinergmin para su corrección. Esto condujo a una reducción en la facturación de los suministros eléctricos.

Yucra, M. (2020) realizó la tesis: “*Análisis de calidad de energía eléctrica en el Hospital III de Essalud Juliaca en el año 2017*”. [Tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez], Juliaca - Perú. Tuvo como objetivo analizar y evaluar la calidad del sistema eléctrico del Hospital III de EsSalud en la ciudad de Juliaca y dar mejoras para obtener una mejora en la calidad de energía eléctrica. El tipo de investigación es descriptivo. Los resultados a que llegó la investigación es que el valor del voltaje entregado por los transformadores del hospital representa un 5.1%, lo cual es superior $\pm 5\%$ y no es permitido por la NTCSE, el estudio nos indica que la potencia contratada es 800 kw. y la máxima demanda 170.617 kw., como también el valor del factor de potencia es 0.80, encontrándose con armónicos en corriente de orden 3er, 5to y 7mo, 9na, 11va, y 13va por lo cual generan

recalentamientos en los equipos. El estudio concluye que existe sobretensión y presencia de armónicos en las redes eléctrica del Hospital III de Essalud Juliaca, por motivo que la red eléctrica esta sobrecargada, y con el tiempo producirá averías en los equipos. Se recomienda la implementación y diseño de filtros por la presencia de armónicos y para el factor de potencia ejecutar balanceo de cargas existentes.

Celina, B. (2021) desarrolló la tesis denominada “*Análisis de armónicos para determinar la calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de Marsa*”. [Tesis para optar el grado de Ingeniera Eléctrica. Universidad Nacional del Centro del Perú], Huancayo – Perú. El objetivo de la tesis es analizar los armónicos para obtener una mejora en la calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de Marsa. El tipo de investigación es aplicada. Los resultados a que llegó la investigación es que presenta THD 1,35% que es menor a los límites establecidos en la norma NTCSE y IEEE Std 519-2019, encontrado armónicos 7, 11 y 13 entre las más significativas, además el estudio nos dio a conocer el factor de potencia que es 0.8. El estudio concluye que existe una mala calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de Marsa por motivo que la distorsión armónica (THD) no supera los límites establecidos. Se recomienda proponer otros tipos de diseño de filtros para obtener una buena calidad de energía eléctrica. Además se instaló un banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.8 a 0.9 y así reducir la potencia reactiva.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Janeth, C. (2015) realizó la tesis: “Estudio de factibilidad para el mejoramiento de la calidad de energía eléctrica en la planta industrial Inducuerdas”. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Electrónico, Control y Redes Industriales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo], Riobamba - Ecuador. El objetivo del proyecto es realizar el estudio de la calidad de energía en la planta industrial Inducuerdas para detectar perturbaciones y dar posibles soluciones. El tipo de Investigación es Aplicada, los resultados de la investigación indican que el THD (Distorsión Armónica Total) máximo de voltaje no excede el 5.03%. El factor de potencia total es de 0.65, lo que puede indicar una baja eficiencia en la utilización de la energía eléctrica. Además, se registró una distorsión total del 21.94%, lo que podría implicar una calidad de

energía eléctrica que no cumple con los estándares recomendados. El estudio concluye que el THD máximo de voltaje y el factor de potencia no cumple con lo establecido en la regulación Conelec004-01 (nivel tolerable es del 8% en THD y en FP 0.92), también la distorsión de demanda total no cumple con la norma IEE-519-1992 (límite establecido 15%) por motivo que el sistema se encuentra desbalanceado.

Cespedes & Saad, (2007) desarrolló la investigación denominada “Evaluación técnica y diagnóstico de la calidad de energía eléctrica en la planta QUALA S.A.”. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Electricista. Universidad de la Salle], Bogotá D.C.–Colombia. El propósito de la tesis es llevar a cabo un análisis técnico de la calidad de la energía eléctrica en la planta de Quala S.A., con el fin de evaluar los diversos parámetros que influyen en la calidad de la energía eléctrica y que podrían tener un impacto en la entrega final de la electricidad. El tipo de Investigación es Aplicada. Los resultados de la investigación muestran que el tablero general de acometidas no presenta sobrecargas, el valor de la tensión nominal en la acometida de alimentación no sobrepasa según la norma NTC1340, se encontró que el factor de potencia de la planta 1 y 3 se encuentra por debajo de los límites admisibles debido a la presencia de armónicos y alto consumo de potencia reactiva en la red. De igual manera, esta investigación tiene como conclusión que se produjeron eventos de tensión transitorios que podrían ser causados por arranques de motores, las fluctuaciones de tensión transitoria pueden originarse debido a diversos factores, como la presencia de luminarias de vapor de descarga, errores en las señales de control, interrupciones imprevistas en los procesos industriales o daños en equipos. Además de lo mencionado, la duración de estos eventos de tensión transitoria también es un aspecto de importancia a tener en cuenta. En algunos casos citados específicamente en la evaluación técnica realizada en el tablero general de acometidas eléctricas, los niveles de distorsión armónica no cumplen según las recomendaciones dadas por la recomendación IEEE 519/1992, los factores que influyen son: instalaciones eléctricas en mal funcionamiento, fluctuaciones de tensión, mal contacto producido por residuos de producción de alimentos (polvo), motores de fuerza en mal estado y procesos de control defectuosos.

Byron, Q. (2022), realizó el proyecto de investigación: “Evaluación de la calidad de energía eléctrica del edificio matriz del municipio de Ambato”. para optar el Título de Ingeniero Eléctrico. Universidad Técnica de Cotopaxi], Latacunga - Ecuador. El objetivo del proyecto es realizar el estudio de la calidad de energía en el municipio de Ambato para verificar los consumos mensuales para luego proponer soluciones a los problemas detectados. El tipo de Investigación es Aplicada, diagnóstica y descriptiva. Los resultados de la investigación se dan mediante el equipo Fluke 8335 1763, obteniendo que los valores máximos y mínimos se encuentran en un desbalance y no cumplen con el rango establecido, existiendo caídas de voltaje, esto surge sobre todo con los equipos eléctricos y electrónicos presentes en las afueras de la municipalidad, factor de potencia 0.95 por lo cual cumple con la normativa, hay presencia de armónicos. De igual manera la conclusión es: el problema principal en este tipo de edificación es que presenta la existencia del tercer armónico de corriente en un 11%, superando el rango admisible en su red monofásica por el incremento de cargas no lineales, se propuso la instalación de un filtro pasivo o activo en diferentes puntos de los tableros eléctricos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad de la Energía Eléctrica

Harper (2004), indica que:

La calidad de la energía eléctrica se caracteriza por la inexistencia de cortes, sobretensiones, distorsiones causadas por armónicas en la red y variaciones en el voltaje rms suministrado al usuario. Esto abarca la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la consistencia en la prestación del servicio eléctrico. En la actualidad, la atención constante a este aspecto es el resultado de la calidad de la energía eléctrica. (pp. 20)

Podemos afirmar que el objetivo de la calidad de la energía es identificar enfoques efectivos para corregir las interrupciones y fluctuaciones en el lado del usuario, así como proponer soluciones para corregir las deficiencias que surgen en el lado de las compañías proveedoras de energía eléctrica. El propósito final es garantizar un suministro de energía eléctrica de alta calidad. (pp. 20)

Basándose en el estándar IEEE 1100-1999 se define este término de la siguiente manera: “La calidad de la energía es el concepto de alimentación y puesta a tierra de un equipo sensible en la manera apropiada para la operación de aquel equipo”.

2.2.2. Carga

Según (Jaramillo Morales & Alvarado Castellanos, 1997) la carga es una propiedad fundamental de la materia que está relacionada con la interacción electromagnética. Hay dos tipos de carga eléctrica: positiva y negativa. Los objetos con cargas opuestas se atraen entre sí, mientras que los objetos con cargas del mismo tipo se repelen. Esta interacción es la base de la electricidad y el magnetismo y es fundamental en la física y la tecnología moderna. Las partículas subatómicas, como electrones y protones, llevan carga eléctrica y desempeñan un papel crucial en la formación de átomos y moléculas, así como en la generación y conducción de electricidad. (p. 24).

2.2.3. Carga Resistiva

Según (Musó Gancino & Tipán Sánchez, 2019), la carga resistiva, como una resistencia eléctrica, convierte la energía eléctrica en energía calorífica a medida que la corriente eléctrica fluye a través de ella. Este fenómeno se conoce como efecto Joule y es la base de funcionamiento de muchas aplicaciones prácticas, como calentadores eléctricos, estufas y tostadoras. (p.113)

2.2.4. Carga Inductiva

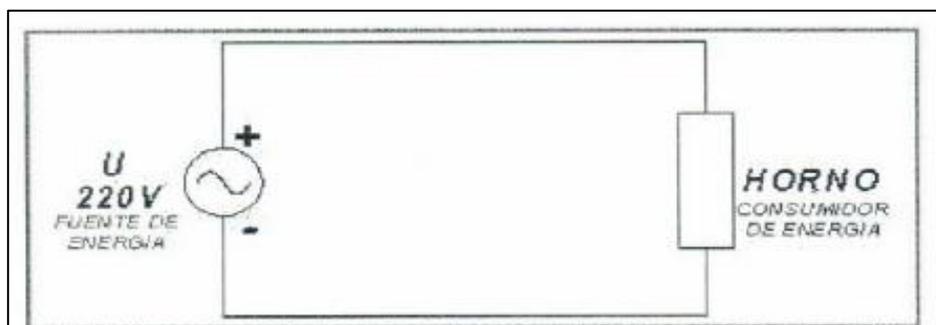
Según (Gutiérrez Mamani, 2017), las cargas inductivas son aquellas que involucran bobinas o elementos inductivos en su funcionamiento. Estos equipos, como motores eléctricos, balastos, transformadores y otros dispositivos electromecánicos, tienden a requerir tanto potencia activa (que realiza trabajo útil) como potencia reactiva (que es necesaria para mantener el campo magnético en la bobina). Debido a esta necesidad de potencia reactiva, estas cargas a menudo tienen un factor de potencia menor a 1.0. (p.16)

2.2.5. Carga Capacitiva

Según (Gutiérrez Mamani, 2017), las cargas capacitivas se caracterizan porque la corriente se encuentra adelantada (en fase) con respecto a la tensión en un ángulo de 90 grados. Esto significa que la corriente alcanza su valor máximo

antes que la tensión en un ciclo de corriente alterna (CA) y viceversa. Un ejemplo común de una carga capacitiva es un banco de capacitores. (p.17)

Figura 1
Carga Eléctrica



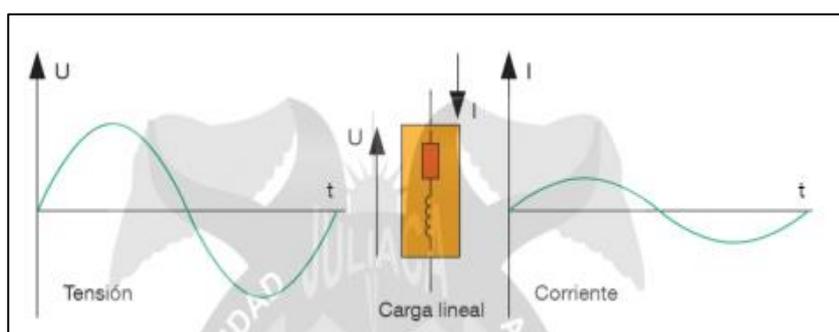
Nota: Circuito de carga

2.2.6. Cargas Lineales

Según (Gutierrez Mamani, 2017), la carga lineal es aquella cuyas características no afectan las formas de onda de tensión y corriente cuando está en funcionamiento o absorbiendo energía. En otras palabras, una carga lineal no introduce distorsiones significativas en las señales eléctricas en un circuito. (p.14)

Figura 2

Cargas Lineales



Nota: Grafica de cargas lineales.

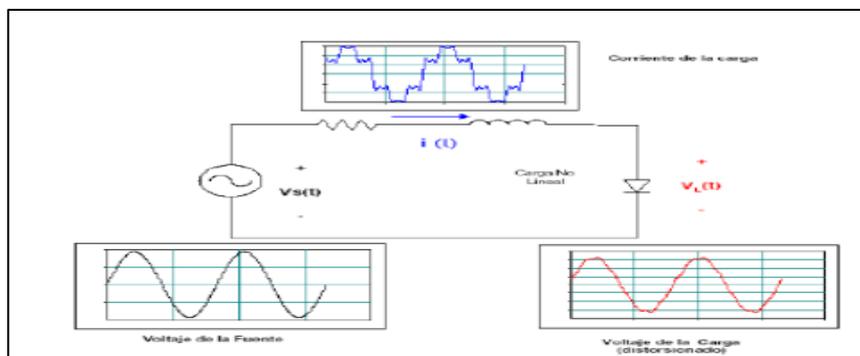
2.2.7. Cargas No Lineales

Según (Gutierrez Mamani, 2017), las cargas no lineales son aquellas que afectan los parámetros de la red de distribución o alimentación debido a que modifican la forma de onda de tensión y corriente durante su funcionamiento. Estas cargas introducen distorsiones en las señales eléctricas y pueden generar

armónicos, lo que puede afectar negativamente la calidad de la energía eléctrica en un sistema. (p.16)

Figura 3

Distorsión de voltaje provocada por carga no lineal



Nota: Grafica de cargas no lineales.

2.2.8. Armónicos

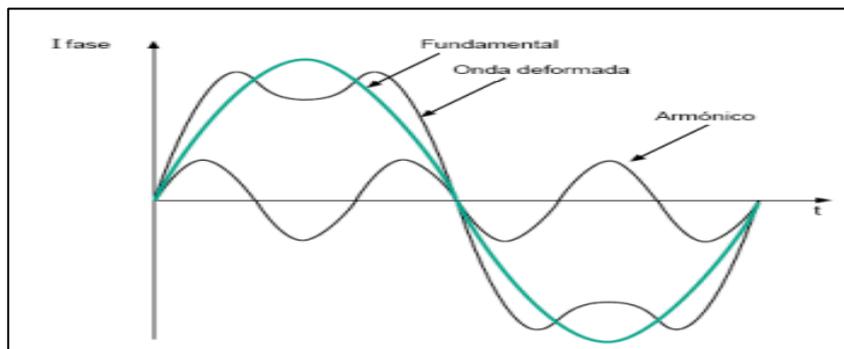
Los armónicos de tensión se producen a través de la impedancia de la red por armónicos de corriente de diferentes fuentes.

Según (Mazorra, 2013), “los armónicos son componentes de frecuencia que se añaden a una señal eléctrica y son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de esa señal. Estos armónicos pueden provocar distorsión en la forma de onda de la señal eléctrica, lo que tiene un impacto negativo en la calidad de la energía eléctrica. Los armónicos son un fenómeno común en sistemas eléctricos y pueden ser generados por cargas no lineales, como dispositivos electrónicos, rectificadores, variadores de frecuencia y otros equipos similares.” (pp. 35)

Según (Mazorra, 2013), “la presencia de estas armónicas se puede identificar en una red eléctrica mediante los efectos que generan, como es el caso de los fusibles que se funden con frecuencia en los bancos de capacitores.” (pp. 35).

Figura 4

Onda de tensión deformada



Nota: Grafica de onda de tensión deformada

Las causas principales de estas distorsiones armónicas son:

- Los equipos electrónicos que están conectados a la red monofásica.
- Los arrancadores electrónicos.
- Los variadores de velocidad.
- Las reactancias electromagnéticas.

En la actualidad, los equipos que usamos a menudo incluyen electrónica que nos permite realizar tareas, procesos productivos o actividades más eficientes. Los tipos de cargas conectadas al sistema de distribución eléctrica han cambiado significativamente porque todos utilizan computadoras para aplicaciones de uso personal o para el control de sistemas de producción, junto con variadores de velocidad, aires acondicionados, y ascensores que se ajustan gradualmente a su posición final, entre otros.

Estos dispositivos, que cuentan con rectificadores, moduladores y otros componentes, alteran la forma de onda de la corriente eléctrica como parte de su funcionamiento adecuado.

Los efectos principales de los armónicos en la red eléctrica son:

- Desequilibrio en el sistema eléctrico.
- Sobrecargas en los conductores de la red eléctrica.
- Vibraciones y sobrecargas en los equipos.
- Disparo imprevisto de interruptores automáticos.
- Perturbación en los sistemas de control.

2.2.9. Factor de potencia

Según (Gutierrez Mamani, 2017), el factor de Potencia se define como la relación entre la potencia activa (kW) utilizada en un sistema y la potencia aparente (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación. El FP se expresa como una relación o un número entre 0 y 1, y su valor representa la eficiencia con la que se está utilizando la energía eléctrica en un sistema. Cuando el FP es igual a 1 significa que la corriente y la tensión están en fase y se está utilizando toda la potencia de manera eficiente para realizar trabajo útil. Sin embargo, cuando el FP es menor a 1, indica que parte de la potencia se utiliza para generar el campo magnético en las bobinas (potencia reactiva) y no realiza trabajo útil. Un FP bajo puede resultar en una mayor carga en las redes eléctricas y en la necesidad de compensar la potencia reactiva. Por lo tanto, mejorar el FP mediante la corrección del factor de potencia, como el uso de bancos de condensadores o dispositivos de corrección del factor de potencia, puede ayudar a reducir las pérdidas de energía y mejorar la eficiencia en un sistema eléctrico. (p.24)

$$FP = \frac{P}{S} = \cos \phi$$

Donde:

ϕ =ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente

P=potencia activa

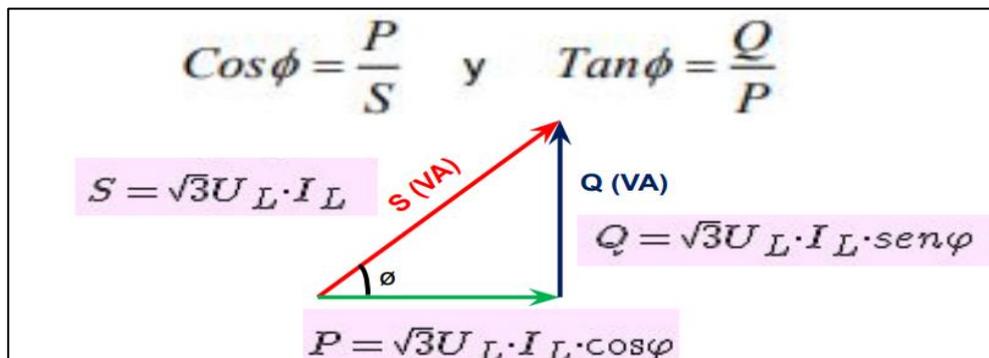
S=potencia aparente

Relación de la potencia:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Figura 5

Triangulo de Potencia



Las consecuencias en la medida que disminuya el factor de potencia son

- Mayor consumo de corriente.
- Penalizaciones tarifarias.
- Aumento en la caída de tensión.
- Calentamiento de conductores.

2.2.10. Potencia Activa

Según (Gutierrez Mamani, 2017), la potencia activa es la capacidad de un circuito eléctrico para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo útil. En otras palabras, representa la potencia real consumida por los dispositivos eléctricos que convierten la energía eléctrica en otras formas de energía, como mecánica, lumínica, térmica, química, etc. (p.21)

Su fórmula es:

$$P = S \cos \phi$$

2.2.11. Potencia Aparente

Según (Gutierrez Mamani, 2017), la potencia aparente (S) en un circuito eléctrico de corriente alterna es la suma vectorial de la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q). La potencia aparente se representa en un diagrama fasorial y se mide en kilovoltamperios (kVA). La potencia aparente no representa la energía realmente útil, ya que incluye tanto la potencia activa, que es la potencia real utilizada para realizar trabajo efectivo en el circuito, como la potencia reactiva, que es la potencia necesaria para establecer campos magnéticos (inductivos) o eléctricos (capacitivos) en los componentes del circuito. (p.23)

Su fórmula es:

$$S = \sqrt{3}U_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

Donde:

I_L = Corriente

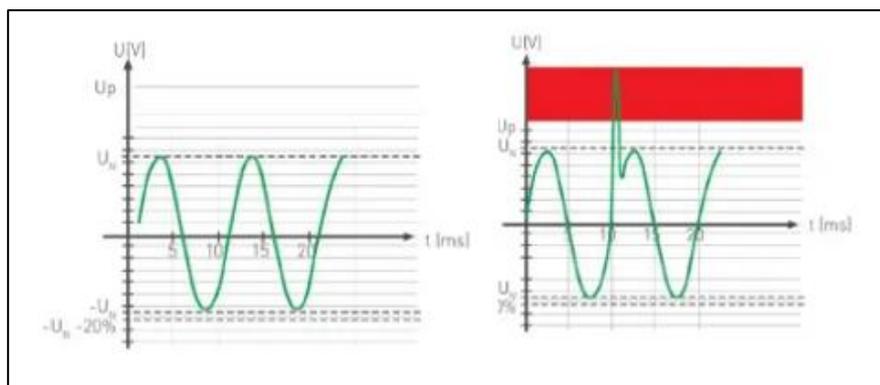
U_L = Tensión

Según lo indicado por OSINERGMIN (2018) “para no tener una penalización en nuestro recibo eléctrico, por consumo de Potencia reactiva inductiva o capacitiva estos valores deben ser menores que consumo de energía reactiva inductiva hasta el 30% de la energía activa total mensual. Sin cargo alguno, consumo de energía reactiva inductiva que exceda el 30% de la energía activa total mensual. La facturación del exceso de la energía reactiva inductiva es igual al producto de dicho exceso por el costo unitario (expresado en S/.kVAR.h), en última instancia, se permite la inyección de energía reactiva capacitiva a la red eléctrica. No obstante, la empresa de distribución eléctrica debe coordinar con el usuario la manera y los plazos para corregir esta situación. Si no se cumple con la corrección dentro de los plazos acordados entre ambas partes, la empresa de distribución eléctrica tiene el derecho de facturar el total de la energía reactiva capacitiva registrada al doble de la tarifa definida para el costo unitario de la energía reactiva inductiva. La facturación de la energía reactiva se realizará en base a la medición mensual de la misma.” (p.8)

2.2.12. Sobretensión

Según (Esquivel Cornejo, Tipula Zambrano, & Yataco Vivas, 2021), la sobretensión es un aumento en el voltaje de un sistema eléctrico que excede el 110% del valor nominal de la tensión durante un período de tiempo que supera un minuto. Esto significa que la tensión en el sistema eléctrico se eleva por encima del nivel normal durante un tiempo prolongado.(p.51)

Figura 6
Onda de Sobretensión



Nota. Fuente: (<https://at3w.com/>).

2.2.13. Normatividad

A. NTCSE

Esta norma establece que las mediciones de los parámetros de calidad de la energía eléctrica, utilizando los equipos adecuados como analizadores de redes, deben llevarse a cabo durante un período mínimo de siete (7) días calendario. La excepción a esta regla es la frecuencia, que debe ser medida de forma continua durante todo el período de control. Durante cada período de medición, los valores instantáneos de los parámetros relacionados con la calidad del producto eléctrico se registran y promedian en intervalos de quince (15) minutos para la tensión y la frecuencia, y en intervalos de diez (10) minutos para las perturbaciones. En el caso de las variaciones instantáneas de frecuencia, se realizan mediciones con intervalos de un (1) minuto.

La norma establece que los proveedores de servicios eléctricos tienen la obligación de compensar a sus clientes cuando se haya comprobado que la calidad del servicio no cumple con los estándares establecidos. Esta compensación es una forma de garantizar que los clientes reciban un servicio de calidad y se utiliza como un incentivo para que los proveedores mantengan estándares adecuados en la prestación de sus servicios eléctricos.

Tolerancias

- Tensión nominal de los puntos de entrega de energía, es de hasta el $\pm 5.0\%$.
- Los límites que presenta el THD son:

Tabla 1*Límites del THD según la NTCSE*

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA ó THD	TOLERANCIA Vi' o THD' (% con respecto a la Tensión Nominal del punto de medición)	
	Para tensiones mayores a: 60 Kv	Para tensiones menores o iguales a: 60 kV
	(Armónicas Impares no múltiplos de 3)	2
	2	5
7	1.5	3.5
11	1.5	3
13	1	2
17	1	1.5
19	0.7	1.5
23	0.7	1.5
25	0.1 + 2.5/n	0.2 + 12.5/n
mayores de 25		
(Armónicas Impares múltiplos de 3)	1.5	
3	1	5
9	0.3	1.5
15	0.2	0.3
21	0.2	0.2
mayores de 21		0.2
(Pares)	1.5	2
2	1	1
4	0.5	0.5
6	0.2	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.2
12	0.2	0.2
mayores de 12		
THD	3	8

Nota. Fuente: Norma técnica de calidad de servicios eléctricos.

B. IEEE Standard 519

Es responsabilidad de todos los suministradores de energía de consumo proporcionar un alto nivel de tensión y forma de onda. La IEEE 519 hace referencia a la amplitud de la red de suministro. Es responsabilidad del que entrega y recibe dar respuesta a las situaciones problemáticas, independientemente de la ubicación en la que se produzcan. Por lo tanto, la intención de esta propuesta es ofrecer soluciones a la distorsión armónica, basándose en dos fundamentos:

Tabla 2

Límites según norma IEEE519

Límites de corriente Armónica para carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con otras cargas, para voltajes entre 120 – 69,000 volts.						
Máxima distorsión armónica impar de la corriente, en % del armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11≤h	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
<20°	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Nota. Fuente: (Norma técnica de calidad de servicios eléctricos)

C. NORMA EN50160.

Esta norma europea define los niveles de voltaje que debe tener la tensión suministrada por las empresas distribuidores de energía eléctrica BT o MT en condiciones normales y en el punto de entrega al cliente.

La norma europea EN50160 incluye una lista de operaciones en las que los límites no son aplicables, como las operaciones realizadas después de una falla o cortes de suministros, pero solo es aplicable en condiciones normales de operación.

Tabla 3*Limites según norma EN50160*

Evento de tensión de suministro	Magnitud	Duración
Sags	90% <1%	10 mts < 1 minuto
Baja de tensión	90% <1%	>1 minuto
Interrupción de suministro	<1%	<3 minutos (breve) >3 minutos (larga)
Sobretensión temporal	<110%	Relativamente larga
Sobretensión Transitoria	>110%	Algunos milisegundos

Nota. Fuente: (Norma EN50160)**D. Norma IEC 61000-3-2**

Esta norma nos brinda los valores permisibles para las emisiones de corriente armónica que sean generados por las cargas.

Tabla 4

Límites para los equipos clase A según norma 61000-3-2

Orden armónico H	Corriente armónica máxima permitida (A)
Armónicos Impares	
3	2.3
5	1.14
7	0.77
9	0.4
11	0.33
13	0.21
$15 \leq h \leq 39$	0.25/h
Armónicos pares	
2	1.08
4	0.43
6	0.3
$8 \leq h \leq 40$	1.84 /h

Nota. Fuente: (Norma 61000-3-2).

E. Norma IEC 61000430

La medición de los indicadores de calidad del suministro energético y la interpretación de sus resultados son fundamentales para evaluar y garantizar la calidad de la energía eléctrica proporcionada.

En ambos enfoques, es esencial contar con equipos de medición adecuados y expertos en el campo de la calidad de la energía eléctrica para realizar mediciones precisas e interpretar los resultados de manera efectiva. Esto contribuye a garantizar que los estándares de calidad de la energía eléctrica se cumplan y que se tomen las medidas necesarias para mejorar la calidad del suministro energético cuando sea necesario.

F. Estándar IEEE 1159

Existen siete categorías diferentes de sucesos: variaciones de corta duración, inestabilidad de tensión, incertidumbre de tensión, distorsión de la forma de onda, variaciones de frecuencia y variaciones de larga duración.

Las variaciones de pequeña duración (Swells, Sags o paradas mantenidas) ocurren cuando existen fallas, por la conexión de cargas que requieren grandes corrientes de arranque. Dependiendo del lugar de la falla, existen sobretensiones, subtensiones o interrupciones temporales. No interesa el sitio donde esté la falla (cerca o lejos del lugar de estudio), lo que su efecto produce un disturbio de corta duración.

Tabla 5*Límites de corta y larga duración según norma IEEE1159*

Categorías	Duración típica	Magnitud típica de la tensión
1.0 Variaciones corta duración		
1.1 Instantánea		
1.1.1 hueco	0.5-30 ciclos	0.1-0.9 μ
1.1.2 swel	0.5-30 ciclos	1.1-1.8 μ
1.2 momentánea		
1.2.1 Interrupción	.5 ciclos -3s	<0.1 μ
1.2.2 hueco	30 ciclos -3s	0.1- 0.9 μ
1.2.3 Swell	30 ciclos – 3s	1.1 – 1.4 μ
1.3 temporal		
1.3.1 Interrupción	3s – 1 min	<0.1 μ
1.3.2 hueco	3s – 1 min	0.1 – 0.9 μ
1.3.3 Swel	3s – 1 min	1.1 – 1.2 μ
2. Variaciones de larga duración		
2.1 Interrupción	> 1 min	0.0 μ
2.2 subtensión	> 1 min	0.8-0.9 μ
2.3 sobretensión	> 1 min	1.1 – 1.2 μ

Nota. Fuente: (IEEE1159)**2.2.14. Confiabilidad de los Equipos Eléctricos.**

Según Mesa Grajales, 2006, “la confiabilidad se puede definir como la certeza o seguridad que se tiene de que un componente, equipo o sistema cumplirá de manera consistente y efectiva con sus funciones fundamentales durante un período de tiempo previamente definido, bajo condiciones normales de operación. La confiabilidad es un aspecto esencial en diversos campos, ya que garantiza que los elementos en cuestión funcionen de manera confiable y consistente, lo que a menudo es crucial para el rendimiento adecuado de sistemas y procesos”. (p.157)

La confiabilidad, como parámetro utilizado en la gestión del mantenimiento, se refiere a la capacidad de un equipo o sistema para operar sin presentar fallos o averías durante un período de tiempo específico. En otras palabras, la confiabilidad mide la probabilidad de que un equipo o sistema funcione de manera continua y efectiva sin interrupciones no planificadas. Este concepto es esencial en la gestión de activos y el mantenimiento, ya que ayuda a evaluar y mejorar la disponibilidad y la durabilidad de los equipos, lo que a su vez contribuye a la eficiencia y la productividad de las operaciones.

Existen diferentes indicadores para determinar la confiabilidad de los equipos, estos son:

- **Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF):** Es uno de los indicadores de confiabilidad más útiles, y se puede estimar calculando el tiempo promedio entre fallas para el período considerado.

$$MTBF = \frac{h_t}{p} \times 100\%$$

Donde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas.

h_t : Horas trabajadas o de marcha durante el periodo de evaluación.

p: Numero de paros durante el periodo de evaluación.

- **Tasa de Disponibilidad:** Se refiere a la capacidad de un sistema, equipo o instalación para estar en funcionamiento y disponible para su uso en el momento en que se requiere. Es un indicador clave de la confiabilidad y eficiencia de un sistema o proceso en una variedad de contextos, como la industria, la tecnología, la energía y otros sectores.

$$R = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

Donde:

R: Confiabilidad.

MTBF: Tiempo medio entre fallas.

MTTR: Tiempo medio para reparación.

- **Tiempo medio de reparación (MTTR):** Este indicador mide el tiempo medio para reparar un equipo o sistema.

$$MTTR = \frac{h_p}{p} * 100$$

Donde:

MTTR: Tiempo medio para reparación.

h_t : Horas de paro durante el periodo de evaluación.

p: Numero de paros durante el periodo de evaluación.

CAPÍTULO III

VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Operacionalización de variables

Tabla 6
Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica	El análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica se refiere a la ausencia de problemas en la energía, ya que se pueden manifestar en el voltaje, corriente o en la frecuencia desviando los resultados de operación produciendo fallas o mal funcionamiento del equipo del cliente.	El analizador de redes realiza el análisis y diagnóstico para obtener los datos necesarios sobre la calidad de la energía eléctrica para mantener el máximo rendimiento y fiabilidad El análisis de la calidad de la energía eléctrica se refiere al modo de onda senoidal eléctrica trifásica, en base a la presencia de armónicos y frecuencia constante.	1. Armónicos. 2. Factor de Potencia. 3. Tensión eléctrica.	1. THD de tensión y corriente menor del 5% según Normativa IEC 61000 – 2 – 4 2. el valor mínimo para el factor de potencia es de 0.92 según el consejo nacional de electricidad. 3. Niveles de tensión +/- 5 % de acuerdo a NTCSE
Variable Dependiente: Operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del edificio comercial Urbanova.	La confiabilidad es la probabilidad que los equipos funcionen de manera óptima, dentro de un periodo determinado.	La confiabilidad de los equipos eléctricos; se refiere a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico.	1. Frecuencia de fallas. 2. Tiempo medio entre fallas (MTBF). 3. Tiempo medio de reparación (MTTR).	1. Horas. 2. Unidad.

Nota: Se define la variables dependiente e independiente.

3.2. Hipótesis de la investigación

3.2.1. Hipótesis general

El análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022.

3.2.2. Hipótesis específicas

- 1.** El análisis y diagnóstico de la calidad de los Armónicos permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.
- 2.** El análisis y diagnóstico de la calidad del factor de potencia permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.
- 3.** El análisis y diagnóstico de la calidad de Sobretenensión permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Descripción de la metodología

4.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación para este trabajo es el tipo aplicado de acuerdo con (Chávez, 2007, p. 134), indica que tiene como fin personal resolver un problema en un periodo de tiempo corto. Dirigido a la aplicación inmediata mediante la implementación de medidas específicas para abordar el problema. Por lo tanto, se enfoca en tomar medidas inmediatas en lugar de avanzar en la teoría y sus hallazgos, realizando actividades precisas para abordar el problema.

4.1.2. Nivel de Investigación

(Arias, 2012) indica que “la elección de utilizar el nivel de investigación explicativo para la presente tesis se basa en la metodología propuesta por el autor. Este enfoque se centra en indagar las razones detrás de los eventos, estableciendo relaciones causa-efecto. Los estudios explicativos pueden abordar la identificación de las causas (investigación post facto) o la evaluación de los efectos (investigación experimental), y a menudo involucran la utilización de pruebas de hipótesis. Este nivel de investigación busca profundizar en la comprensión de los fenómenos estudiados y proporcionar explicaciones más detalladas sobre por qué ocurren ciertos eventos o resultados”.

la presente tesis se ha definido utilizar el nivel de investigación Explicativo, ya que según el autor se encarga de buscar el porqué, de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. Los estudios explicativos pueden enfocarse tanto en la identificación de las causas (investigación post facto) como en la evaluación de los efectos (investigación experimental), utilizando la prueba de hipótesis. El nivel más profundo de conocimiento se compone de sus hallazgos y conclusiones.

4.1.3. Método de Investigación

El método a emplear para la presente tesis es experimental, según el autor (Arias, 2012), define: La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

4.1.4. Diseño de Investigación

El diseño de Investigación que se ha determinado para la presente tesis es No experimental de tipo longitudinal, (Hernández, Baptista, y Fernandez, 2003) en su libro Metodología de la Investigación afirma que: las variables se observan y se analiza el fenómeno tal y como en su contexto natural. La tesis se basará en el diseño no experimental ya que los datos se van a representar a través del tiempo en puntos o periodos sus causas-efecto.

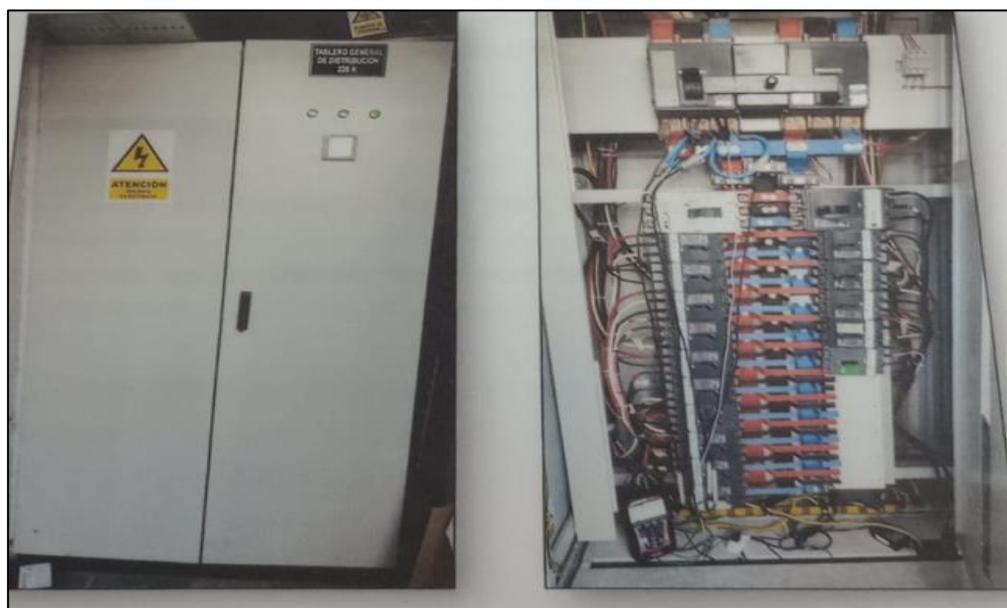
4.2. Implementación de la investigación

4.2.1. Analizador de Redes

Esta investigación consistió en la instalación de dos analizadores de redes eléctricas, con periodo de integración de 15 minutos, el cual se instaló en el TD1 y TD2 de la empresa Sodexo en el edificio comercial Urbanova.

Figura 7

Instalación de Analizador de Redes



Nota: Instalación del Analizador de redes en el tablero de Distribución.

Las mediciones iniciaron el día 21 al 28 de marzo del 2022, los parámetros eléctricos que se registró son los siguientes:

- Tensión AC.
- Corriente AC.
- Armónicos de tensión.

- Armónicos de corriente.
- Factor de potencia.
- Frecuencia

A continuación, se muestra las fórmulas que se usaron para el registro de los parámetros del Analizador de redes.

A. Medición de Tensión

Las mediciones de tensión se obtendrán mediante el analizador de redes que serán instalados en los tableros generales del 1er piso y 2do piso se hallarán con las siguientes formulas:

$$\text{Tensión de fase: } U_N = V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N u^2} \text{ [V]},$$

$$\text{Tensión de línea: } I_N = I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N (I)^2} \text{ [V]},$$

Además, debe cumplir con el acuerdo normativo: (STD 61000 - 4 - 30) Clase A (Sección 5.2). En la cual las mediciones de tensión representan valores RMS de la magnitud de tensión sobre un intervalo de tiempo de ciclo de 10/12.

B. Medición de Corriente

Las mediciones de corriente se obtendrán mediante el analizador de redes que serán instalados en los tableros generales del 1er piso y 2do piso se hallarán con las siguientes formulas:

$$\text{Corriente de fase: } I_p = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M I_{Pj}^2} \text{ [A], } p: 1, 2, 3, N$$

Además, debe cumplir con el acuerdo normativo: (STD 61000 - 4 - 30) Clase A (Sección 5.2). En la cual las mediciones de corriente deben cumplir con el intervalo de tiempo de 12 periodos para las redes de 60 Hz.

C. Potencia

Las mediciones de potencias se obtendrán mediante el analizador de redes que serán instalados en los tableros generales del 1er piso y 2do piso, debe cumplir de acuerdo al normativo (IEEE, 2010), se hallarán con las siguientes formulas:

$$\text{Potencia activa total: } P_{tot} = P_1 + P_2 + P_3 \text{ [W]}$$

$$P = \frac{1}{N} \sum_1^N u * i$$

Potencia no activa total $N_{tot} = N_1 + N_2 + N_3$ [Var]

Potencia aparente total (efectiva) = $Se_{tot} = 3 U_e * I_e$ [VA]

Factor de potencia total (efectiva) = $PF_{e_{tot}} = \frac{P_{tot}}{Se_{tot}}$

En esta fórmula U_e y I_e se calculan diferente para sistemas trifásicos de 4 hilos (4W) y trifásico de 3 hilos (3W)

Tensión efectiva U_e y corriente I_e en sistemas de 4 hilos (4W):

$$I_e = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + I_N^2}{4}} U_e = \sqrt{\frac{3*(U_1^2 + U_2^2 + U_3^2) + U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}{18}}$$

Tensión efectiva U_e y corriente I_e en sistemas de 3 hilos (3W):

$$I_e = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}{3}} U_e = \sqrt{\frac{U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}{9}}$$

D. Medición de Armónicos.

Las mediciones de armónicos se obtendrán mediante el analizador de redes que serán instalados en los tableros generales del 1er piso y 2do piso se hallarán con las siguientes formula.

Distorsión armónica total

$$THD = \frac{\sum_{h=2}^{\infty} y_h^2}{y_1} * 100\%$$

Distorsión armónica de tensión total

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots}}{V_1} * 100\%$$

Distorsión armónica de Corriente total

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots}}{I_1} * 100\%$$

Enésimo armónico de tensión

$$U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 U_{C,(10.n)+k}^2} \quad p: 1, 2, 3$$

Enésimo armónico de corriente

$$I_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^1 I_{C,(10.n)+k}^2} \quad p: 1, 2, 3$$

E. Factor de Potencia

Las mediciones del factor de potencia se obtendrán mediante el analizador de redes que serán instalados en los tableros generales del 1er piso y 2do piso, se hallarán con las siguientes formula.

$$fp = \cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

4.2.2. Indicador de Confiabilidad

Con la finalidad de calcular la confiabilidad de los equipos eléctricos del centro comercial Urbanova, calcularemos el tiempo medio entre fallas (MTBF) y la frecuencia de cada falla, cabe señalar que la confiabilidad se refiere a la probabilidad de que un sistema, activo o componente realice su función de manera adecuada y sin problemas durante un período de tiempo específico, bajo condiciones operativas que han sido previamente definidas y que se mantienen constantes. En otras palabras, la confiabilidad mide la capacidad de un elemento para funcionar de manera consistente y efectiva según lo previsto, sin experimentar fallas o interrupciones no planificadas. Este concepto es fundamental en la gestión de activos y el mantenimiento, ya que ayuda a garantizar el funcionamiento confiable y continuo de equipos y sistemas en diversas aplicaciones.

La ecuación para determinar la confiabilidad será la siguiente:

$$R = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \quad \dots (1)$$

Luego se calculará el tiempo medio entre fallas por medio de la siguiente ecuación:

$$MTBF = \frac{h_t}{p} \times 100\% \quad \dots (2)$$

Finalmente calcularemos el tiempo medio para reparación por medio de la siguiente fórmula:

$$MTTR = \frac{h_p}{p} * 100 \quad \dots (3)$$

4.2.3. Pruebas realizadas

Las pruebas o mediciones serán realizadas con el equipo CIRE3 CIRCUTOR y METREL 2892, el cual se obtuvo los parámetros de tensión, corriente, factor de potencia y armónicos por 7 días en los puntos de la red ya definidos.

Además, para poder calcular la confiabilidad de los equipos eléctricos se procedió a realizar tablas donde se calcule el MTTR y MTBF.

En la siguiente Tabla se muestra las horas programadas y las horas trabajadas de cada equipo eléctrico, en el periodo de quince días. Esta evaluación se realizó en los dos pisos de la empresa Sodexo que pertenecen al edificio comercial Urbanova.

- **PISO 1**

Tabla 7

Horas de equipos en funcionamiento piso 1

FECHA	UBICACIÓN	HORAS PROGRAMADAS	HORAS TRABAJADAS
1/03/2022	ILUMINACIÓN	24	20
	EQUIPOS DE AIRE	18	16
	ACONDICIONADO		
2/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	18
	ACONDICIONADO		
3/03/2022	ILUMINACIÓN	24	22
	EQUIPOS DE AIRE	18	16
	ACONDICIONADO		
4/03/2022	ILUMINACIÓN	24	21
	EQUIPOS DE AIRE	18	18
	ACONDICIONADO		
5/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	16
	ACONDICIONADO		
6/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	15
	ACONDICIONADO		
7/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	16
	ACONDICIONADO		
8/03/2022	ILUMINACIÓN	24	19
	EQUIPOS DE AIRE	18	17
	ACONDICIONADO		
9/03/2022	ILUMINACIÓN	24	22
	EQUIPOS DE AIRE	18	18
	ACONDICIONADO		
10/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	18
	ACONDICIONADO		
11/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	18
	ACONDICIONADO		
12/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	18
	ACONDICIONADO		
13/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE	18	17
	ACONDICIONADO		
14/03/2022	ILUMINACIÓN	24	23
	EQUIPOS DE AIRE	18	15
	ACONDICIONADO		
15/03/2022	ILUMINACIÓN	24	19
	EQUIPOS DE AIRE	18	15
	ACONDICIONADO		
TOTAL		630	589

Nota: Horas programadas-Horas trabajadas-piso 1

- **PISO 2**

Tabla 8

Horas de equipos en funcionamiento piso2

FECHA	UBICACIÓN	HORAS PROGRAMA DAS	HORAS TRABAJADAS
1/03/2022	ILUMINACIÓN	24	21
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	17
2/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
3/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	17
4/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	17
5/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
6/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
7/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
8/03/2022	ILUMINACIÓN	24	23
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
9/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
10/03/2022	ILUMINACIÓN	24	22
2	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
11/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
2	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	17
12/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
2	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
13/03/2022	ILUMINACIÓN	24	23
2	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	15
14/03/2022	ILUMINACIÓN	24	24
2	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	18
15/03/2022	ILUMINACIÓN	24	22
2	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	18	17
TOTAL		630	613

Nota: Horas programadas-Horas trabajadas-piso 2

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos en relación al tiempo acumulado de fallas y la frecuencia de fallas de los equipos eléctricos de cada piso de la Empresa Sodexo del centro comercial Urbanova.

Tabla 9

Frecuencia de fallas de los equipos eléctricos

UBICACIÓN	TIEMPO DE FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS
PISO 1	41	16
PISO 2	17	11

Nota: Tiempo y frecuencia de fallas de los equipos eléctricos.

Continuando con el desarrollo ahora procederé a calcular el tiempo medio de fallas de los equipos eléctricos de cada piso del centro comercial Urbanova, para cual utilizare la ecuación 2:

• **PISO 1**

Para este cálculo emplearemos la tabla 7 (horas programadas-horas trabajadas) y la tabla 9.

$$MTBF = \frac{589}{16} * 100\%$$

$$MTBF = 3681.25$$

• **PISO 2**

Para este cálculo emplearemos la tabla 8 (horas programadas-horas trabajadas) y la tabla 9.

$$MTBF = \frac{613}{11} * 100\%$$

$$MTBF = 5572.73$$

Finalmente, para calcular la confiabilidad de la calidad de la energía eléctrica en los equipos eléctricos, calcularemos el MTTR por medio de la ecuación 3, para luego reemplazar los resultados en la ecuación 1.

- **PISO 1**

Reemplazando en (3):

$$MTTR = \frac{41}{16} * 100$$

$$MTTR = 256.25$$

Reemplazando en (1):

$$R = \frac{3681.25}{3681.25 + 256.25} X 100\%$$

$$R = 93.49\%$$

- **PISO 2**

Reemplazando en (3):

$$MTTR = \frac{17}{11} * 100$$

$$MTTR = 154.54$$

Reemplazando en (1):

$$R = \frac{5572.73}{5572.73 + 154.54} X 100\%$$

$$R = 97.30\%$$

4.3. Población y Muestra

4.3.1. Población

En el presente trabajo de Investigación la población está constituida por todo el sistema eléctrico de los 12 niveles del Edificio Comercial Urbanova.

4.3.2. Muestra

La presente tesis tomará como muestra por conveniencia los parámetros eléctricos que se tomaron en los tableros eléctricos del edificio urbanova (los niveles 01 y 02), donde el cual se realizó el estudio de análisis de calidad de energía eléctrica perteneciente al Edificio Comercial Urbanova.

TD1. – Tablero general 1er piso. (220V,3Ø,60Hz)-Sodexo

TD2. - Tablero general 2do piso. (220V,3Ø,60Hz)-Sodexo

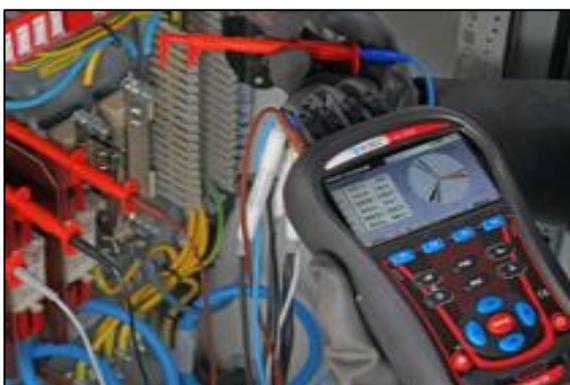
4.4. Técnicas de recolección de datos

La técnica se basa en procedimientos para recolectar datos mediante el analizador de redes.

Luego se procederá a analizar los datos mediante los reportes técnicos de medición que se obtendrán a través del equipo CIRCUTOR CIRE3 con el software PowerVision y el equipo METREL con su software Metrel Power view.

Figura 8

Instrumentos de recolección de datos



Nota: Recolección de datos mediante el analizador de redes.

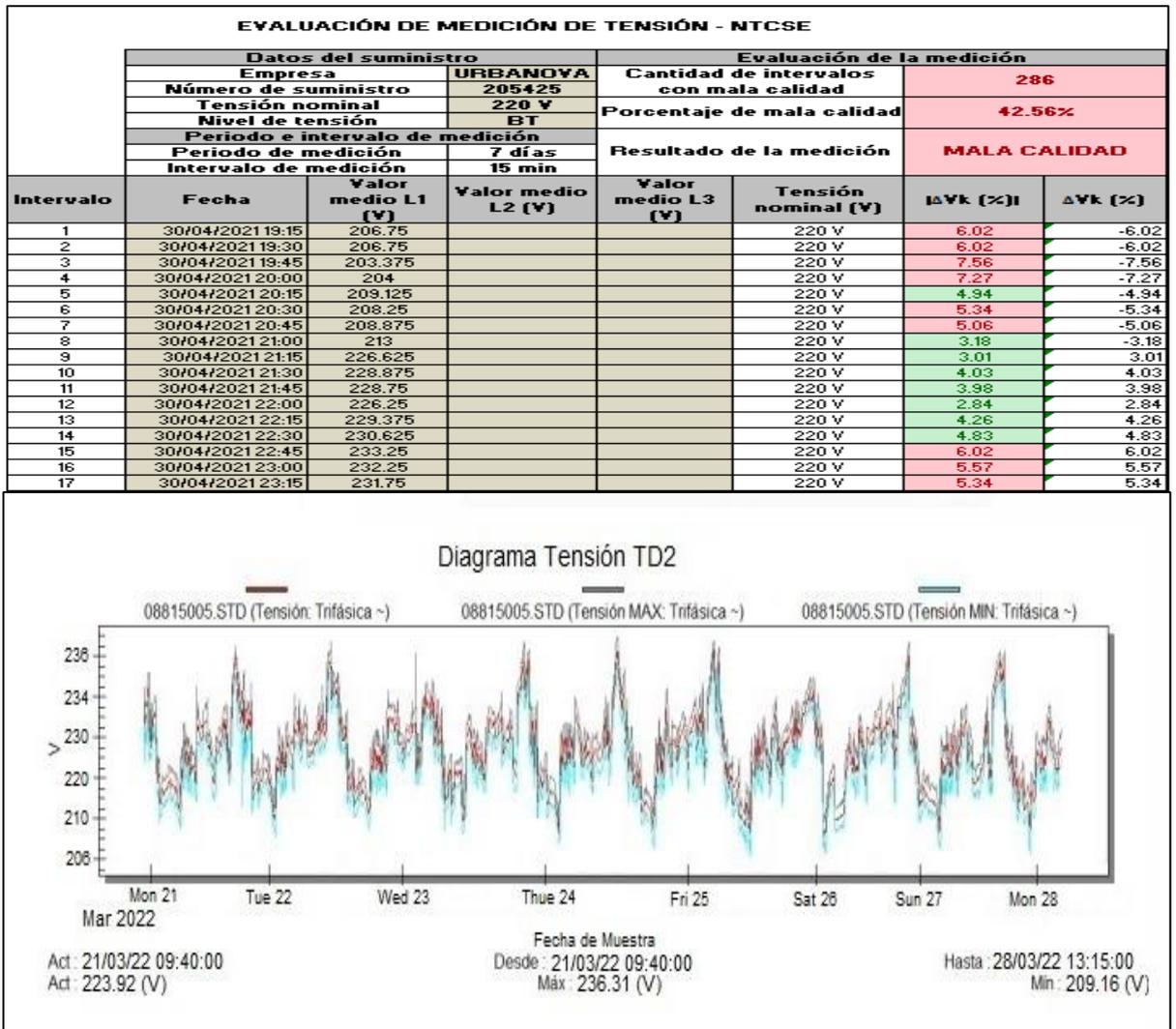
4.5. Instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación los instrumentos que se usarán para analizar, evaluar y dar posibles soluciones serán los siguientes:

- El analizar de redes CIRE3 CIRCUTOR y Metrel 2892, cumple con las especificaciones de la norma IEC 61000-430.
- Software PowerVision y software Metrel Power view para el análisis de datos.
- Software Excel para el cálculo y elaboración de graficas estadísticas.

Figura 9

Análisis de datos del analizador de redes



Nota: Análisis de datos mediante el analizador de redes.

4.5.1. Validez

El equipo usado para la recolección de datos es: “METREL MI2892 y CIRCUTOR CIRE3”, está validado y aprobado para su uso por el Organismo supervisor de la inversión de Energía y minas mediante la resolución de aprobación OSINERGMIN N° 9-2015-OS/GFE/G y la resolución OSINERG N° 041-OS/GFE-2004.

Figura 10

Validez del Analizador de redes CIRE3



RELACION DE EQUIPOS CUYAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTÁN APROBADAS PARA LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE TENSIÓN

Elaborado por : División de Supervisión de Electricidad
 Fecha actualizado : 04 de octubre del 2019

Cuadro N° 1: Equipos Aprobados para la Medición de la Calidad de Tensión

Marca y Modelo Equipo Aprobado	Resolución de Aprobación	Alcance	Empresa que gestionó aprobación ⁽¹⁾	Proveedor (Referencial)	
LEM	MEMOBOX 300	Resolución OSINERG N° 065-OS/GE-2001	Puntos de entrega monofásicos	CENDEL SAC	Sin proveedor
	MEMOBOX 302	Resolución OSINERG N° 065-OS/GE-2001	Puntos de entrega trifásicos	CENDEL SAC	Sin proveedor
	MEMOBOX Smart (1φ) 300	Resolución OSINERG N° 083-OS/GFE-2003	Puntos de entrega monofásicos	CENDEL SAC	Sin proveedor
	MEMOBOX Smart (3φ) 300	Resolución OSINERG N° 083-OS/GFE-2003	Puntos de entrega trifásicos	CENDEL SAC	Sin proveedor
CIRCUTOR	CIRE3	Resolución OSINERG N° 041-OS/GFE-2004	Puntos de entrega trifásicos (Excepto BT)	GESCEL SAC	GESCEL SAC
	CAVA 251	Resolución OSINERG N° 264-OS/GE-2001	Puntos de entrega monofásicos	TRUANON SAC	GESCEL SAC
FLUKE	1743	Resolución OSINERGMIN N° 3402-2007-OS/GFE	Puntos de entrega trifásicos	FERRIER SAC	FERRIER SAC
UNIPOWER	UNILYZER 900	Resolución OSINERGMIN N° 10-2015-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
	UNILYZER 901	Resolución OSINERGMIN N° 1785-2007-OS/GFE	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
	UNILYZER 902	Resolución GFE OSINERGMIN N° 060-2010	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
	UNIPOWER AB 2210	Resolución GFE OSINERGMIN N° 3-2018-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	UNIPOWER SAC	UNIPOWER SAC
ECAMEC	RES4R32A-BP	Resolución OSINERGMIN N° 3936-2007-OS/GFE	Puntos de entrega monofásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
	RES4R32A-BPRE	Resolución OSINERGMIN N° GFE-1550-2009	Puntos de entrega monofásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
	PQ-500	Resolución GFE OSINERGMIN N° 060-2009	Puntos de entrega trifásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
	PQ-1000	Resolución GFE OSINERGMIN N° 023-2011	Puntos de entrega trifásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
A-EBERLE	PQ-BOX-100 Basic	Resolución GFE OSINERGMIN N° 059-2009	Puntos de entrega trifásicos	CENDEL SAC	CENDEL SAC
	PQ-BOX-100 Expert	Resolución GFE OSINERGMIN N° 061-2009	Puntos de entrega trifásicos	CENDEL SAC	CENDEL SAC
	PQ-BOX-200	Resolución OSINERGMIN N° 2-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	CENDEL SAC	CENDEL SAC
GOSSEN	MAVOWATT 40	Resolución OSINERGMIN N° 061-2010-OS/GFE	Puntos de entrega trifásicos	MARPATECH SAC	VAINSTEIN & INGENIEROS SA
METRAWATT	MAVOWATT 30	Resolución GFE - OSINERGMIN N° 068-2010	Puntos de entrega trifásicos	MARPATECH SAC	VAINSTEIN & INGENIEROS SA
SCHWEITZER ENGINEERING	SEL 734P	Resolución GFE OSINERGMIN N° 001-2011	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC
	SEL 734	Resolución GFE OSINERGMIN N° 008-2011	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC

Nota: Validez por Osinergmin del analizador de redes CIRE3

Figura 11
Validez del Analizador de redes METREL



Marca y Modelo Equipo Aprobado		Resolución de Aprobación	Alcance	Empresa que gestionó aprobación ⁽¹⁾	Proveedor (Referencial)
SCHWEITZER ENGINEERING Laboratories	SEL 734P	Resolución GFE OSINERGMIN Nº 001-2011	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC
	SEL 734	Resolución GFE OSINERGMIN Nº 008-2011	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC
	SEL 735	Resolución OSINERGMIN Nº 018-2013-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schweitzer Engineering L. INC	Schweitzer Engineering L. INC
DRANETZ BMI	POWERGUIDE 4400	Resolución GFE OSINERGMIN Nº 029-2011	Puntos de entrega trifásicos	ENERGÉTICA S.A.	ENERGÉTICA S.A.
	POWER VISA	Resolución GFE OSINERGMIN Nº 015-2012	Puntos de entrega trifásicos	ENERGÉTICA S.A.	ENERGÉTICA S.A.
CESINEL	MEDCAL-S	Resolución OSINERGMIN Nº 002-2013-OS/GFE	Puntos de entrega monofásicos	CENDEL S.A.C.	CENDEL S.A.C.
	MEDCAL-ST II	Resolución OSINERGMIN Nº 8-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	CENDEL S.A.C.	CENDEL S.A.C.
SCHNEIDER ELECTRIC	ION 7650	Resolución OSINERGMIN Nº 2-2014-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
	ION 7400	Resolución DSE OSINERGMIN Nº 3-2019-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
	ION 8650	Resolución DSE OSINERGMIN Nº 4-2019-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
	ION 9000	Resolución DSE OSINERGMIN Nº 2-2020-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	Schneider Electric Perú SA	Schneider Electric Perú SA
METREL	MI-2892	Resolución OSINERGMIN Nº 9-2015-OS/GFE/G	Puntos de entrega trifásicos	LOGYTEC S.R.L	LOGYTEC S.R.L
SONEL	PQM-702	Resolución OSINERGMIN Nº 1-2016-OS/DSE-G	Puntos de entrega trifásicos	GESCEL S.A.C.	GESCEL S.A.C.
	PQM-703	Resolución OSINERGMIN Nº 9-2016-OS/DSE-G	Puntos de entrega trifásicos	GESCEL S.A.C.	GESCEL S.A.C.
	PQM-700	Resolución OSINERGMIN Nº 3-2017-OS/DSE-G	Puntos de entrega trifásicos	GESCEL S.A.C.	GESCEL S.A.C.
ELSPEC	G4420	Resolución OSINERGMIN Nº 6-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	PROCETRADI S.A.C.	PROCETRADI S.A.C.
	G4430	Resolución OSINERGMIN Nº 7-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	PROCETRADI S.A.C.	PROCETRADI S.A.C.
	G4500	Resolución OSINERGMIN Nº 5-2016-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	PROCETRADI S.A.C.	PROCETRADI S.A.C.
NEXUS	1500+	Resolución OSINERGMIN Nº 2-2017-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	GRUPO TÉCNICO KILOWATT S.R.LTDA	GRUPO TÉCNICO KILOWATT S.R.LTDA
SATEC	PM180	Resolución OSINERGMIN Nº 1-2019-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	CADMO SOLUCIONES S.A.C.	CADMO SOLUCIONES S.A.C.
ISKRA	IMC784	Resolución DSE OSINERGMIN Nº 1-2021-OS/DSE/G	Puntos de entrega trifásicos	TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L.	TECH INDUSTRIAS GLOBALES S.R.L.

Nota: Validez por Osinergmin del analizador de redes Metrel 2892.

4.5.2. Confiabilidad

La objetividad de esta investigación se basará en los datos del analizador de redes para sugerir mejoras técnicas en el sistema eléctrico del centro comercial Urbanova.

Figura 12

Certificado de calibración del Analizador de Redes

<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: 0.8em; margin-left: 10px;"> Calle: Avenida Sucre 236, San Miguel Lima 02 Telf: (511) 422 2111 / (511) 261 0004 e-mail: calibraciones@logytec.com.pe • www.logytec.com.pe </div>	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
--	-----------------------------------

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1) DATOS

Cliente	:	A & A INGENIERIA PROYECTOS ELECTROMECHANICOS S.A.C.
Dirección	:	Av. Del Pacífico No. 199 Depto. 402 (Piso 4, Torre E) - San Miguel - Lima
Equipo	:	Analizador de Red Trifásico
Marca	:	METREL
Modelo	:	M2583
N° de Serie	:	18050905
Fecha de Calibración	:	04 de Enero de 2022.
Fecha de Emisión	:	04 de Enero de 2022.

2) METODOLOGIA

Para proceder a la calibración del equipo, se siguió el procedimiento interno N° PCL-032 de Logytec SA. Se informa las diferencias obtenidas en base a patrones certificados.

Patrones Utilizados	Marca	Modelo	N° de Certificado
Fuente de Potencia ficticia	KINGSINE	KS833	LPE - 296 - 2021 (*)
Multímetro Digital 7 1/2 Dígitos	TIME ELECTRONICS	5075	0457302(**)

(*) Con certificado de calibración N° LPE - 296 - 2021. Trazable por INACAL a 2021/10/18.
 (**) Con certificado de calibración N° 0457302. Trazable por ABSOLUTE CALIBRATION LIMITED (UKAS) a 2019/06/05.

Téc. Percy Oyola A
Laboratorista
LOGYTEC S.A.

Eduardo Fernández U
Responsable Laboratorio
LOGYTEC S.A.

Todos los derechos reservados de este documento. Distribuido por Integral y sus empresas afiliadas.

Nota: Certificado de calibración del analizador de redes.

4.6. Resultados

Se realizó la instalación del equipo analizador el 21 de marzo al 28 de marzo del 2022.

4.6.1. Calidad de los Armónicos

A. Distorsión de Tensión Armónica

Tabla 10

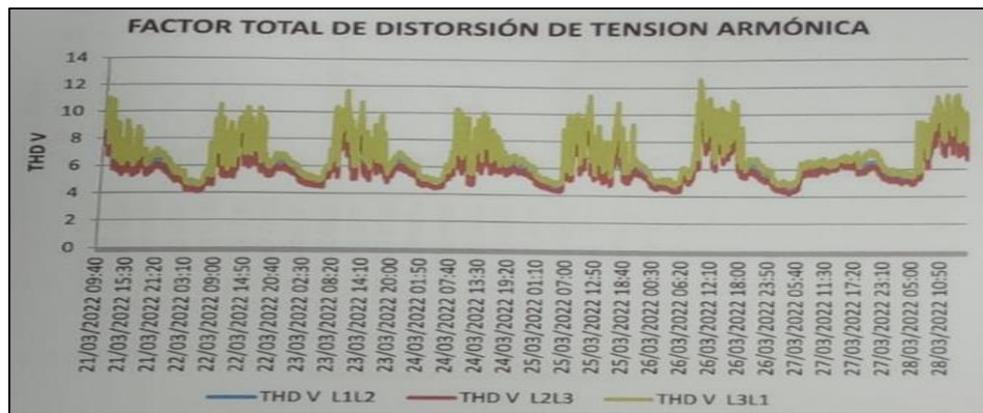
Cuadro de valores THDV.

	Valores	THD V12 (%)	THD V23(%)	THD V31 (%)
TD1	Máx.	11.39	11.13	12.61
	Prom.	6.56	6.09	6.93
	Mín.	4.37	4.02	4.52
TD2	Máx.	3.5	4.1	3.4
	Prom.	0.4	0.4	0.4
	Mín.	0	0	0

Nota: Elaboración Propia

Figura 13

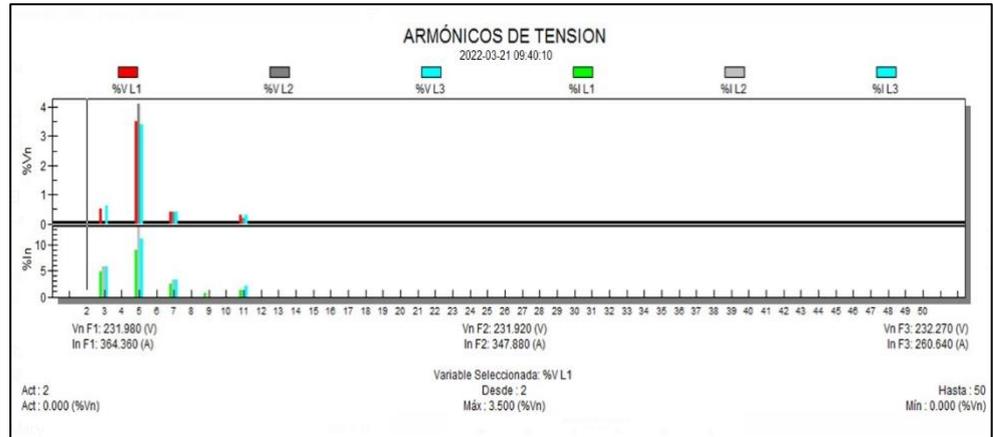
Gráfico THDV



Nota: Se muestra los datos de medición de Distorsión de Tensión Armónica piso 1, durante el periodo de 7 días.

Figura 14

Gráfico THDV Piso 2



Nota: Se muestra los datos de medición de Distorsión Armónica de Tensión piso 2, durante el periodo de 7 días.

B. Distorsión de Corriente Armónica

Tabla 11

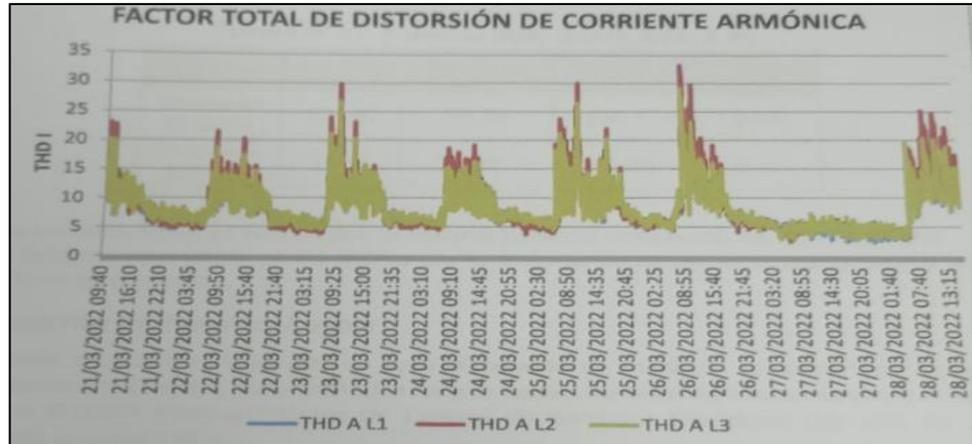
Cuadro de valores THDI.

Valores		THD I A	THD I B	THD I C
		(%)	(%)	(%)
	Máx.	28.46	33.26	29.07
TD1	Prom.	8.28	8.67	8.39
	Mín.	2.41	2.45	2.88
	Máx.	5.4	8.9	7.8
TD2	Prom.	3.8	3.5	3.8
	Mín.	0	0	0

Nota: Elaboración Propia

Figura 15

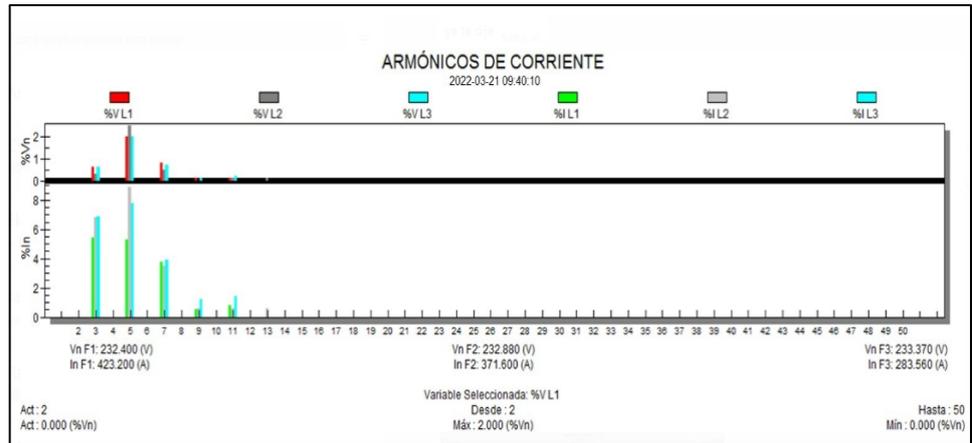
Gráfico THDI



Nota: Se muestra los datos de medición de Distorsión de corriente Armónica durante el periodo de 7 días del piso 1.

Figura 16

Gráfico THDI Piso 2



Nota: Se muestra los datos de medición de Distorsión Armónica de Corriente durante el periodo de 7 días del piso 2.

4.6.2. Calidad de factor de potencia

Tabla 12

Cuadro de valores Factor de Potencia

	Valores	Factor de Potencia
TD1	Máx.	0.97
	Prom.	0.93
	Mín.	0.85
TD2	Máx.	0.99
	Prom.	0.98
	Mín.	0.82

Nota: Elaboración Propia.

Figura 17

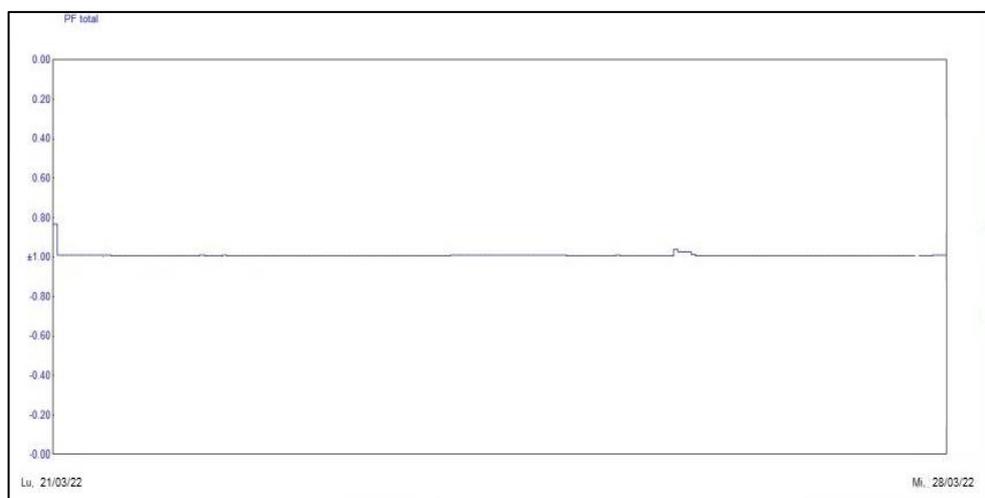
Gráfico del Factor de Potencia



Nota: Se muestra los datos de medición del factor de potencia durante el periodo de 7 días del piso 1.

Figura 18

Gráfica del factor de potencia



Nota: Se muestra los datos de medición del factor de potencia durante el periodo de 7 días del piso 2.

4.6.3. Calidad de la Sobretensión

Tabla 13

Cuadro de valores de Tensión

	Valores	FASE V (L1-L2)	FASE V (L2-L3)	FASE V (L3-L1)	TRIFÁ SICA V123
TD1	Prom.				
	Máx.	234.88	234.59	234.68	234.72
	Prom.				
	Mín.	222.81	221.26	221.05	221.71
TD2	Prom.				
	Máx.	236.31	235.59	235.57	236.1
	Prom.				
	Mín.	209.16	209.68	209.6	215.47

Nota: Elaboración Propia.

Figura 19

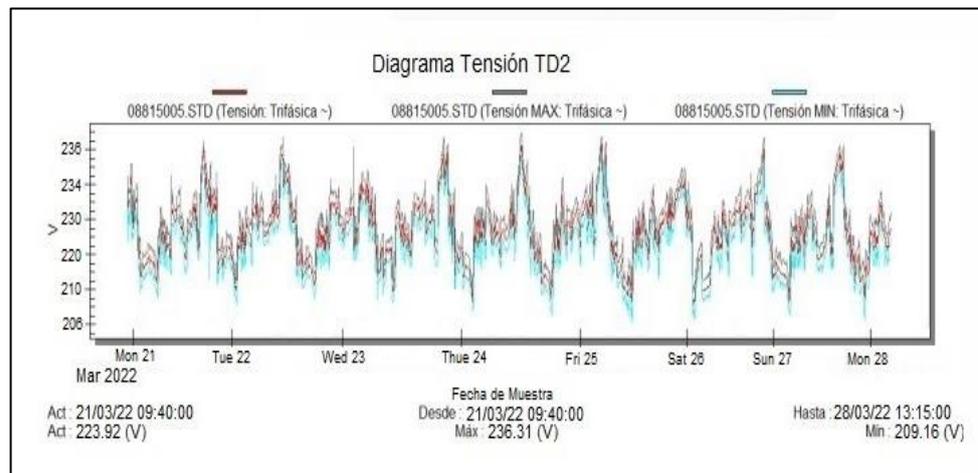
Gráfico de Tensión de Fase



Nota: Se muestra los datos de medición de Tensión durante el periodo de 7 días del piso 1.

Figura 20

Gráfica de Tensión de Fase



Nota: Se muestra los datos de medición de Tensión durante el periodo de 7 días del piso 2.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de la distorsión armónica es un aspecto crítico en la evaluación de la calidad de la energía eléctrica. En la descripción, se observa que el nivel máximo de distorsión armónica en tensión en la fase V31 es del 12.61 %, lo que indica que los niveles de distorsión son altos. Además, la tasa total de tensión armónica (THDV) en el caso más crítico supera el valor establecido en la norma técnica de calidad de servicios eléctricos (NTCSE), que es del 8 %. Es importante señalar que un alto nivel de distorsión armónica puede tener efectos negativos en los equipos eléctricos y electrónicos, causando sobrecalentamiento, pérdida de eficiencia y mal funcionamiento. Por lo tanto, es fundamental abordar este problema para mejorar la calidad de la energía eléctrica. La recomendación de instalar filtros eléctricos es una medida adecuada para reducir la distorsión armónica y mejorar la confiabilidad de los equipos eléctricos en el Edificio Comercial Urbanova. Estos filtros están diseñados para eliminar o mitigar las armónicas no deseadas en la señal eléctrica, lo que puede resultar en una mejora significativa en la calidad de la energía. De similar manera, lo propuesto guarda relación con lo que fundamenta (Janeth, 2015), quien desarrollo la tesis denominada “Estudio de factibilidad para el mejoramiento de la calidad de energía eléctrica en la planta industrial Inducuerdas”, donde se registró una distorsión total del 21.94%, lo que podría implicar una calidad de energía eléctrica que no cumple con los estándares recomendados.

En resumen, el análisis de la distorsión armónica es un paso importante para evaluar la calidad de la energía eléctrica, y la instalación de filtros eléctricos es una recomendación apropiada para abordar el problema de la distorsión armónica y mejorar la confiabilidad de los equipos eléctricos en el edificio.

El análisis del factor de potencia es un aspecto fundamental en la gestión de la calidad de la energía eléctrica. Según la descripción, en la figura 17 se observa que el factor de potencia cumple con lo establecido en el Código Nacional de Electricidad (CNE), pero en algunas ocasiones llega a un valor de 0.8. Aunque esto puede cumplir con los estándares, mantener un factor de potencia en el extremo inferior (como 0.8) puede tener consecuencias en el desempeño de las máquinas y la vida útil de los equipos eléctricos. La recomendación de instalar un banco de condensadores es una medida efectiva para mejorar el factor de potencia. Los bancos de condensadores se utilizan

para compensar la potencia reactiva en sistemas eléctricos y aumentar el factor de potencia. Al hacerlo, se reducen las pérdidas de energía, se mejora la eficiencia de la red eléctrica y se evitan penalizaciones por bajo factor de potencia que algunas compañías eléctricas pueden aplicar. Un factor de potencia superior a 0.95 es beneficioso tanto para el desempeño de las máquinas como para la vida útil de los equipos eléctricos. También puede resultar en ahorros significativos en la factura eléctrica debido a la reducción de las pérdidas de energía y una mayor eficiencia. Además de los bancos de condensadores, también como segunda opción es de instalar filtros activos. Estos filtros también pueden ser efectivos para mejorar la calidad de la energía y corregir problemas de factor de potencia. Por consiguiente guarda relación con lo que fundamenta (Celina, 2021), quien desarrollo la tesis denominada “Análisis de armónicos para determinar la calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de Marsa”, indica en su investigación que el factor de potencia es 0.8, lo cual instaló un banco de condensadores para mejorar el factor de potencia de 0.8 a 0.9 y así reducir la potencia reactiva. Obtener un factor de potencia superior a 0,95 es beneficioso tanto para el desempeño de las máquinas como para la vida útil de los equipos eléctricos.

En resumen, mejorar el factor de potencia es una medida importante para garantizar un mejor rendimiento de los equipos eléctricos y reducir las pérdidas de energía. La instalación de bancos de condensadores o filtros activos es una recomendación válida para lograr esta mejora en la confiabilidad de los equipos eléctricos en el Edificio Comercial Urbanova.

El análisis de los niveles de tensión en el Edificio Comercial Urbanova revela que en muchas ocasiones la tensión supera el valor nominal de 220 V y, en algunos casos, incluso supera el máximo permitido por la normativa vigente de 231 V. Esta variación en los niveles de tensión, que a menudo resulta en sobretensiones, puede tener efectos negativos en los equipos eléctricos y electrónicos, así como en la calidad de la energía eléctrica suministrada. Es importante abordar este problema de sobretensión para garantizar un suministro eléctrico confiable y proteger los equipos eléctricos. Una recomendación acertada es la instalación de un regulador de voltaje. Los reguladores de voltaje son dispositivos diseñados para mantener los niveles de tensión dentro de los rangos aceptables, proporcionando una tensión constante y estable a los equipos conectados. Al instalar un regulador de voltaje en el Edificio Comercial Urbanova, se puede lograr una mejora significativa en la calidad de la energía eléctrica y la

confiabilidad de los equipos eléctricos. Esto ayudará a evitar daños causados por sobretensiones y garantizar un funcionamiento adecuado de los dispositivos y sistemas eléctricos. De similar manera, lo propuesto guarda relación con lo que fundamenta (Kevin, 2019), quien desarrollo la tesis denominada “Análisis de la calidad de tensión en el suministro de energía eléctrica a la localidad de Panti, distrito de Parihuanca”, que indica en su investigación es que existe una mala calidad de tensión (sobretensión) en las redes eléctricas del Barrio Orongoy porque la tensión supera los $\pm 5\%$ con lo establecido en el numeral 4.1.2 de la NTCSEER.

En resumen, la instalación de un regulador de voltaje es una recomendación efectiva para abordar el problema de sobretensión y mejorar la confiabilidad de los equipos eléctricos en el Edificio Comercial Urbanova, al mantener los niveles de tensión dentro de los límites aceptables.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. Se concluye que, al realizar el análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica, se implementaron sistemas de filtros de acuerdo a los parámetros hallados para mejorar la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022, por lo que se concluye que la hipótesis es válida.
2. Se concluye que, al realizar el análisis y diagnóstico de la calidad de los armónicos, se detectó el THD por encima de lo recomendado según la norma (en la fase V31 es del 12.61 %) y se implementaron sistemas de filtros eléctricos para reducir la distorsión armónica total THD, basado en los parámetros eléctricos para mejorar la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja – 2022, por lo que se concluye que la hipótesis es válida.
3. Se concluye que, al realizar el análisis y diagnóstico de la calidad del factor de potencia, se buscó mejorar el factor de potencia y mantenerlo constante (factor de potencia =0.8), por lo cual se implementó filtros eléctricos lo que contribuirá a un mejor desempeño de los equipos eléctricos en el Edificio Comercial Urbanova en San Borja – 2022, por lo que se concluye que la hipótesis es válida.
4. Finalmente se concluye que, al realizar el análisis y diagnóstico de la calidad de sobretensión, los resultados de las mediciones del nivel de tensión que se encontraron es de 236.31 V, superando el 10% de los datos obtenidos, que están fuera de los parámetros permitidos por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (NTCSE), lo cual se implementó un regulador de voltaje ya que resulta en un aumento significativo en la disponibilidad y la vida útil de los equipos eléctricos en el Edificio Comercial Urbanova en San Borja - 2022, por lo que se concluye que la hipótesis es válida.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gutierrez Mamani, R. (Noviembre de 2017). Mejoramiento del factor de potencia en cargas inductivas. La Paz, Bolivia.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigacion Introducción a la Metodologia Cientifica*. Caracas: Episteme.
- Bejano Ingar, A. M. (2020). *Diseño de un sistema contra incendio para un autotransformador de 250 mva en la sub estación Yarabamba del consorcio Transmantaro*. Tesis, Universidad Señor de Sipan, Pimentel-Perú.
- Byron, Q. (2022). Evaluación de la calidad de energía eléctrica del edificio matriz del municipio de Ambato. *Proyecto de Investigación para optar el grado de Ingeniero Eléctrico*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Celina, B. (2021). Análisis de armonicos para determinar la calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de Marsa. *Tesis para optar el grado de Ingeniera Electrica*. Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Peru.
- Cesar, L. (2017). Estudio de Calidad de la Energía. *Tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico*. Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.
- cespedes, l., & Saad, J. (2007). Evaluación técnica y diagnóstico de la calidad de energía eléctrica en la planta QUALA S.A. *Proyecto para optar el título de Ingeniero Electricista*. Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.
- Chávez, C. (2007). *investigacion cientifica*.
- Esquivel Cornejo, A. K., Tipula Zambrano, J. S., & Yataco Vivas, J. F. (2021). Análisis de la calidad de energía del sistema eléctrico de potencia para la reducción de costos de electricidad en empresas productoras de hortalizas, Perú 2021. Perú.
- Harper, G. (2004). *El ABC de la calidad de la energia electrica*. Limusa Noriega.
- Hernández, Baptista, & Fernandez. (2003). *Metodología de la Investigación*.
- IEEE. (2010). *STD 1459*.
- Janeth, C. (2015). Estudio de factibilidad para el mejoramiento de la calidad de energía eléctrica en la planta industrial Inducuerdas. *Tesis para optar el grado de Ingeniero*

Electrónico, Control y Redes Industriales. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Jaramillo Morales, G., & Alvarado Castellanos, A. (1997). *Electricidad y Magnetismo*. Mexico: Trillas.

Jose, C. (2017). Estudio de las distorsiones armónicas producidas por variadores de frecuencia, que afectan la calidad de energía eléctrica del pabellón H de la Universidad Continental. *Tesis para optar el grado de Ingeniero Electrico*. Universidad Continental, Huancayo, Peru.

Kevin, M. (2019). Analisis de la calidad de tensión en el suministro de energía eléctrica a la localidad de Panti, distrito de Parihuanca. *Tesis para optar el grado de Ingeniero Electrico*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Peru.

Mazorra, J. (2013). *Calidad de la Energía Eléctrica*. USA: Createspace.

Mesa Grajales, D. H. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas. Colombia: Scientia Et Technica.

Muso Gancino, E. G., & Tipán Sánchez, A. D. (Febrero de 2019). Diseño e implementación de un módulo didáctico para el análisis. Latacunga, Ecuador.

OSINERGMIN. (octubre de 2018). Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las tarifas a Usuario Final. Lima, Perú: OSINERGMIN.

Parra, C., & Crespo, A. (2012). *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad*. España: INGEMAN.

STD 61000 - 4 - 30, I. (s.f.). *STD 61000 - 4 - 30*.

Vásquez, C. (2011). *Eficiencia Energética y Calidad de la Energía Eléctrica*. Madrid: Editorial Académica Española.

Yucra, M. (2020). Analisis de calidad de energía eléctrica en el Hospital III de Essalud Juliaca en el año 2017. *Tesis para optar el título de Ingeniero Eléctrico*. Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: “ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA OPERATIVIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS, DEL EDIFICIO COMERCIAL URBANOVA, SAN BORJA – 2022”

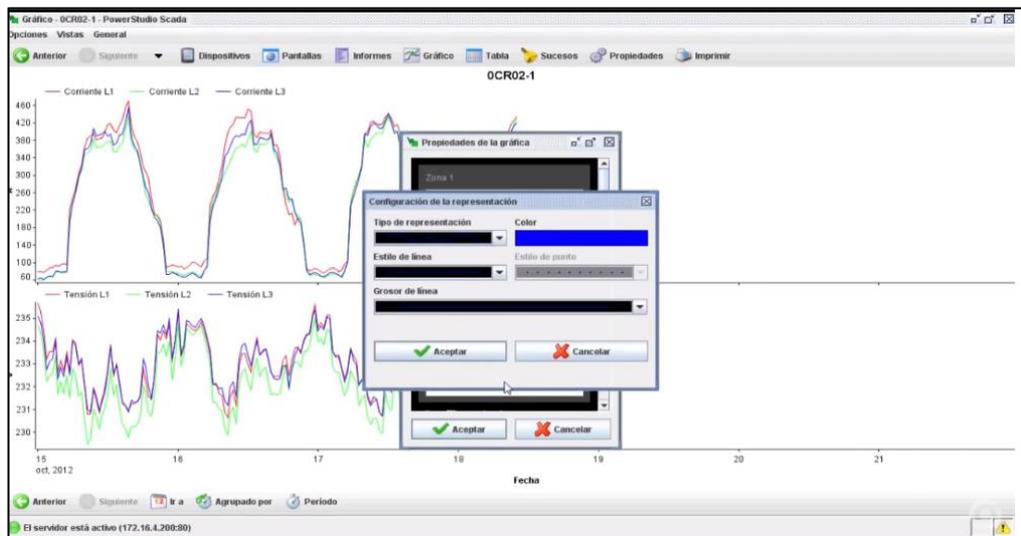
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿De qué manera el análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?</p>	<p>Objetivo General Determinar si el análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Hipótesis General El análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Variable Independiente Análisis y diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica</p>	<p>1. Armónicos 2. Factor de Potencia 3. Nivel de Tensión</p>	<p>1. THD de tensión y corriente menor del 5% según Normativa IEC 61000 – 2 – 4 2. el valor mínimo para el factor de potencia es de 0.92 según el consejo nacional de electricidad. 3. Niveles de tensión +/- 5 % de acuerdo a NTCSE</p>	<p>Tipo investigación Aplicada</p> <p>Nivel de investigación Explicativo</p> <p>Diseño de investigación No experimental de tipo longitudinal</p> <p>Enfoque de investigación Cuantitativo</p>
<p>Problema Específico 1 ¿De qué manera el análisis y diagnóstico de la calidad de los Armónicos influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?</p>	<p>Objetivo Específico 1 Determinar si el análisis y diagnóstico de la calidad de los Armónicos influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Hipótesis Específica 1 El análisis y diagnóstico de la calidad de los Armónicos permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Variable Dependiente Operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del edificio comercial Urbanova.</p>	<p>1. Frecuencia de fallas 2. Tiempo medio entre fallas (MTBF). 3. Tiempo medio de reparación (MTTR).</p>	<p>1. Falla / Periodo 2. Horas / Periodo 3. Horas / Interrupción</p>	<p>Técnica La Observación</p> <p>Instrumentos • El analizar de redes, cumple con las especificaciones de la norma IEC 61000-430. • Software PowerVision y Power View para el análisis de datos. • Software Excel para el cálculo y elaboración de graficas estadísticas.</p> <p>Población El sistema eléctrico del Edificio Comercial Urbanova.</p> <p>Muestra los principales puntos de conexión donde se realizó el estudio de análisis de calidad de energía eléctrica del Edificio Comercial Urbanova (TD1-TD2)</p> <p>Métodos de Análisis de Datos Deductivo e Inductivo</p>
<p>Problema Específico 2 ¿En qué medida el análisis y diagnóstico de la calidad del factor de potencia influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?</p>	<p>Objetivo Específico 2 Determinar si el análisis y diagnóstico de la calidad del factor de potencia influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Hipótesis Específica 2 El análisis y diagnóstico de la calidad del factor de potencia permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Variable Dependiente Operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del edificio comercial Urbanova.</p>	<p>1. Frecuencia de fallas 2. Tiempo medio entre fallas (MTBF). 3. Tiempo medio de reparación (MTTR).</p>	<p>1. Falla / Periodo 2. Horas / Periodo 3. Horas / Interrupción</p>	<p>Técnica La Observación</p> <p>Instrumentos • El analizar de redes, cumple con las especificaciones de la norma IEC 61000-430. • Software PowerVision y Power View para el análisis de datos. • Software Excel para el cálculo y elaboración de graficas estadísticas.</p> <p>Población El sistema eléctrico del Edificio Comercial Urbanova.</p> <p>Muestra los principales puntos de conexión donde se realizó el estudio de análisis de calidad de energía eléctrica del Edificio Comercial Urbanova (TD1-TD2)</p> <p>Métodos de Análisis de Datos Deductivo e Inductivo</p>
<p>Problema Específico 3 ¿De qué manera el análisis y diagnóstico de la calidad de las Subtensiones y Sobretensiones influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022?</p>	<p>Objetivo Específico 3 Evaluar si el análisis y diagnóstico de la calidad de las Subtensiones y Sobretensiones influye en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Hipótesis Específica 3 El análisis y diagnóstico de la calidad de las Subtensiones y Sobretensiones permite mejorar en la operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del Edificio Comercial Urbanova, San Borja - 2022.</p>	<p>Variable Dependiente Operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos del edificio comercial Urbanova.</p>	<p>1. Frecuencia de fallas 2. Tiempo medio entre fallas (MTBF). 3. Tiempo medio de reparación (MTTR).</p>	<p>1. Falla / Periodo 2. Horas / Periodo 3. Horas / Interrupción</p>	<p>Técnica La Observación</p> <p>Instrumentos • El analizar de redes, cumple con las especificaciones de la norma IEC 61000-430. • Software PowerVision y Power View para el análisis de datos. • Software Excel para el cálculo y elaboración de graficas estadísticas.</p> <p>Población El sistema eléctrico del Edificio Comercial Urbanova.</p> <p>Muestra los principales puntos de conexión donde se realizó el estudio de análisis de calidad de energía eléctrica del Edificio Comercial Urbanova (TD1-TD2)</p> <p>Métodos de Análisis de Datos Deductivo e Inductivo</p>

- Analizador de redes Cire3 Circutor.

Figura 23
Analizador de redes Cire3 Circutor



Figura 24
Software Power Studio



Anexo 3. Cuadro de Armónicos de Tensión Piso 2

Figura 25

Armónicos de Tensión Piso 2

ARMÓNICO	Uh R (%)	Uh S (%)	Uh T (%)	NTCSE
				Uh (%)
2	0	0	0	2
3	0,5	0	0,6	5
4	0	0	0	1
5	3,5	4,1	3,4	6
6	0	0	0	0,5
7	0,3	0,4	0,4	5
8	0	0	0	0,5
9	0	0	0	1,5
10	0	0	0	0,5
11	0,2	0,2	0,3	3,5
12	0	0	0	0,2
13	0	0	0	3
14	0	0	0	0,2
15	0	0	0	3
16	0	0	0	0,2
17	0	0	0	2
18	0	0	0	0,2
19	0	0	0	1,5
20	0	0	0	0,2
21	0	0	0	0,2
22	0	0	0	0,2
23	0	0	0	1,5
24	0	0	0	0,2
25	0	0	0	1,5
26	0	0	0	0,2
27	0	0	0	0,2
28	0	0	0	0,2
29	0	0	0	0,631
30	0	0	0	0,2
31	0	0	0	0,602
32	0	0	0	0,2
33	0	0	0	0,2
34	0	0	0	0,2
35	0	0	0	0,556
36	0	0	0	0,2
37	0	0	0	0,539
38	0	0	0	0,2
39	0	0	0	0,2
40	0	0	0	0,2
41	0	0	0	0,505
42	0	0	0	0,2
43	0	0	0	0,492
44	0	0	0	0,2
45	0	0	0	0,2
46	0	0	0	0,2
47	0	0	0	0,468
48	0	0	0	0,2
49	0	0	0	0,454
50	0	0	0	0,2

Nota: Armónicos de Tensión del Orden 1 al 50.

Anexo 4. Cuadro de Armónicos de Corriente Piso 2

Figura 26

Armónicos de Corriente Piso 2

ARMÓNICO COS	Ih R (%)	Ih S (%)	Ih T (%)	IEEE 519
				Ih %
2	0	0	0	3.2
3	5,4	6,8	6,9	12
4	0	0	0	3
5	5,3	8,9	7,8	12
6	0	0	0	3
7	3,8	3,5	3,8	12
8	0	0	0	3
9	0,5	0,6	1,2	12
10	0	0	0	3
11	0,7	0,5	1,4	5,5
12	0	0	0	1.375
13	0	0,6	0	5.5
14	0	0	0	1.375
15	0	0	0	5.5
16	0	0	0	1.375
17	0	0	0	5
18	0	0	0	1.25
19	0	0	0	5
20	0	0	0	1.25
21	0	0	0	5
22	0	0	0	1.25
23	0	0	0	2
24	0	0	0	0.5
25	0	0	0	2
26	0	0	0	0.5
27	0	0	0	2
28	0	0	0	0.5
29	0	0	0	2
30	0	0	0	0.5
31	0	0	0	2
32	0	0	0	0,5
33	0	0	0	2
34	0	0	0	0.5
35	0	0	0	1
36	0	0	0	0.25
37	0	0	0	1
38	0	0	0	0.25
39	0	0	0	1
40	0	0	0	0,25
41	0	0	0	1
42	0	0	0	0.25
43	0	0	0	1
44	0	0	0	0.25
45	0	0	0	1
46	0	0	0	0.25
47	0	0	0	1
48	0	0	0	0.25
49	0	0	0	1
50	0	0	0	0.25

Nota: Armónicos de Corriente del Orden 1 al 50.

Anexo 5. Glosario de términos

- **Armónico:** Es una componente de frecuencia que se suma a una señal eléctrica y es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de esa señal. Los armónicos son frecuencias que se encuentran por encima de la frecuencia fundamental y que están relacionadas con esta por múltiplos enteros.
- **Caída de Tensión:** Se refiere a la disminución de la tensión eléctrica a medida que la electricidad fluye a través de un conductor o sistema eléctrico.
- **Calidad de la Energía Eléctrica:** Esta calidad está relacionada con la estabilidad de la tensión, la frecuencia y la continuidad del suministro eléctrico, así como con la ausencia de perturbaciones y problemas en la forma de onda de la corriente eléctrica.
- **Confiabilidad:** Se refiere a la capacidad de un sistema, componente o equipo para funcionar de manera adecuada y cumplir con sus funciones durante un período de tiempo determinado y bajo condiciones operativas específicas.
- **Duración de falla:** Se refiere al período de tiempo durante el cual un sistema, equipo o componente no funciona adecuadamente o experimenta una interrupción en su funcionamiento normal.
- **Energía Eléctrica:** es una forma de energía que se deriva de la carga eléctrica en movimiento, generalmente a través de conductores eléctricos, como cables y alambres.
- **Falla:** Se refiere a la interrupción o el mal funcionamiento de un sistema, componente, equipo o proceso que impide que este cumpla con sus funciones o expectativas normales.
- **Frecuencia:** Se refiere a la cantidad de ciclos de corriente alterna (CA) que se producen en un segundo. Se mide en hercios (Hz) y es una característica fundamental de la electricidad en sistemas de corriente alterna.
- **IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers
- **OSINERMING:** Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
- **NTCSE:** Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- **Analizador de Red:** Equipo de medición y monitoreo de parámetros de la calidad eléctrica.
- **Filtro Activo:** Es un dispositivo electrónico que utiliza componentes activos para controlar y modificar las características de una señal eléctrica en función de su frecuencia.