

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica
Eléctrica y Mecatrónica



**ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE PARAMETROS ENERGETICOS
PARA LA MEJORA DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO ELECTRICO DE
SUPERMERCADOS FRANCO AREQUIPA 2023**

Tesis presentada por el Bachiller:

Rosas Saldarriaga, Andre Francesco

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor:

Mg. Rivera Acosta, Víctor Gonzalo

Arequipa – Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 19 de Julio del 2023

Dictamen: 009682-C-EPIMEM-2023

Visto el borrador del expediente 009682, presentado por:

2009701421 - ROSAS SALDARRIAGA ANDRE FRANCESCO

Titulado:

**ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE PARAMETROS ENERGETICOS PARA LA MEJORA DE
CALIDAD EN EL SUMINISTRO ELECTRICO DE SUPERMERCADOS FRANCO AREQUIPA 2023**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**30857994 - GORDILLO ANDÍA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR**



**40102882 - CHANI OLLACHICA DEIDAMIA GIOVANNA
DICTAMINADOR**



**29460348 - AREVALO DAZA JORGE LUIS
DICTAMINADOR**



ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE PARAMETROS ENERGETICOS PARA LA MEJORA DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO ELECTRICO DE SUPERMERCADOS FRANCO AREQUIPA 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.metrel.es Fuente de Internet	<1%

9	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Oxford Brookes University Trabajo del estudiante	<1 %
11	1library.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	nanopdf.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.laccei.org Fuente de Internet	<1 %
16	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	www2.osinerg.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.espe.edu.ec	

Fuente de Internet

<1 %

21

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

<1 %

23

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

24

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

25

repositorio.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

www.dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

29

Submitted to Universidad de Piura

Trabajo del estudiante

<1 %

30

pt.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

31

www.lsp-international.com

Fuente de Internet

<1 %

32

www.ecorfan.org

Fuente de Internet

<1 %

33

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

34

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

35

Submitted to Instituto Superior de Artes,
Ciencias y Comunicación IACC

Trabajo del estudiante

<1 %

36

Submitted to Universidad Politecnica
Salesiana del Ecuador

Trabajo del estudiante

<1 %

37

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

38

repositorio.unaj.edu.pe:8080

Fuente de Internet

<1 %

39

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

40

www.saludvital.cl

Fuente de Internet

<1 %

41

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

42	scielo.sld.cu Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
45	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to University of the Andes Trabajo del estudiante	<1 %
48	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
49	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
50	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	www.aeci.ba Fuente de Internet	<1 %
53	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana	<1 %

54 repositorioacademico.upc.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

55 www2.osinergmin.gob.pe <1 %
Fuente de Internet

56 Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru <1 %
Trabajo del estudiante

57 dspace.ups.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

58 rraae.cedia.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

59 repositorio.usmp.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

60 Submitted to Aliat Universidades <1 %
Trabajo del estudiante

61 dspace.ucuenca.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

62 repositorio.cuc.edu.co <1 %
Fuente de Internet

63 repositorio.unesum.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

64 repositorio.uncp.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

65	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
66	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
67	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
68	rie.cujae.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
69	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
70	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
71	larepublica.pe Fuente de Internet	<1 %
72	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
73	www.editores-srl.com.ar Fuente de Internet	<1 %
74	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
75	go.gale.com Fuente de Internet	<1 %

76	"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 23 (2007)", Brill, 2012 Publicación	<1 %
77	Submitted to Tecsup Trabajo del estudiante	<1 %
78	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
79	circuitoselectricos248.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
80	editores-srl.com.ar Fuente de Internet	<1 %
81	www.else.com.pe Fuente de Internet	<1 %
82	Submitted to Submitted on 1686576993218 Trabajo del estudiante	<1 %
83	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
84	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
85	www.coes.org.pe Fuente de Internet	<1 %
86	FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.	<1 %

"Actualización del EIA de la parte Industrial del Proyecto Caña Brava de la Planta Industrial Dedicada a la Producción de Biocombustible-IGA0012065", R.D. N° 008-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

87

Jorge Valdiviezo-Oña, Eduardo Granja, Alejandra Cuadros-López, Grace Valdivieso-Meza, Chris Evans, Clara Paz. " Practice-based research with psychologists-in-training: presentation of a supervision model and use of routine outcome monitoring () ", Studies in Psychology, 2022

Publicación

<1 %

88

NICOLÁS MUÑOZ GALEANO. "Contribución a la mejora de la eficiencia energética en sistemas trifásicos a cuatro hilos mediante la compensación selectiva de las potencias ineficientes", Universitat Politecnica de Valencia, 2011

Publicación

<1 %

89

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

90

repositorio.untels.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

91

5elae.aladee.org

Fuente de Internet

<1 %

92	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
93	VENERO ALENCASTRE JAIME LEOPOLDO. "DIA del Proyecto Construcción del Sistema Rural Aislado de las Comunidades de los ríos Urubamba y Sepahua-IGA0015199", R.D. N° 467-2009-MEM/AAE , 2021 Publicación	<1 %
94	dataonline.gacetajuridica.com.pe Fuente de Internet	<1 %
95	publications.iadb.org Fuente de Internet	<1 %
96	repositorio.upsjb.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
97	www.ibfe.org Fuente de Internet	<1 %
98	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
99	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
100	repositorio.espe.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
101	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

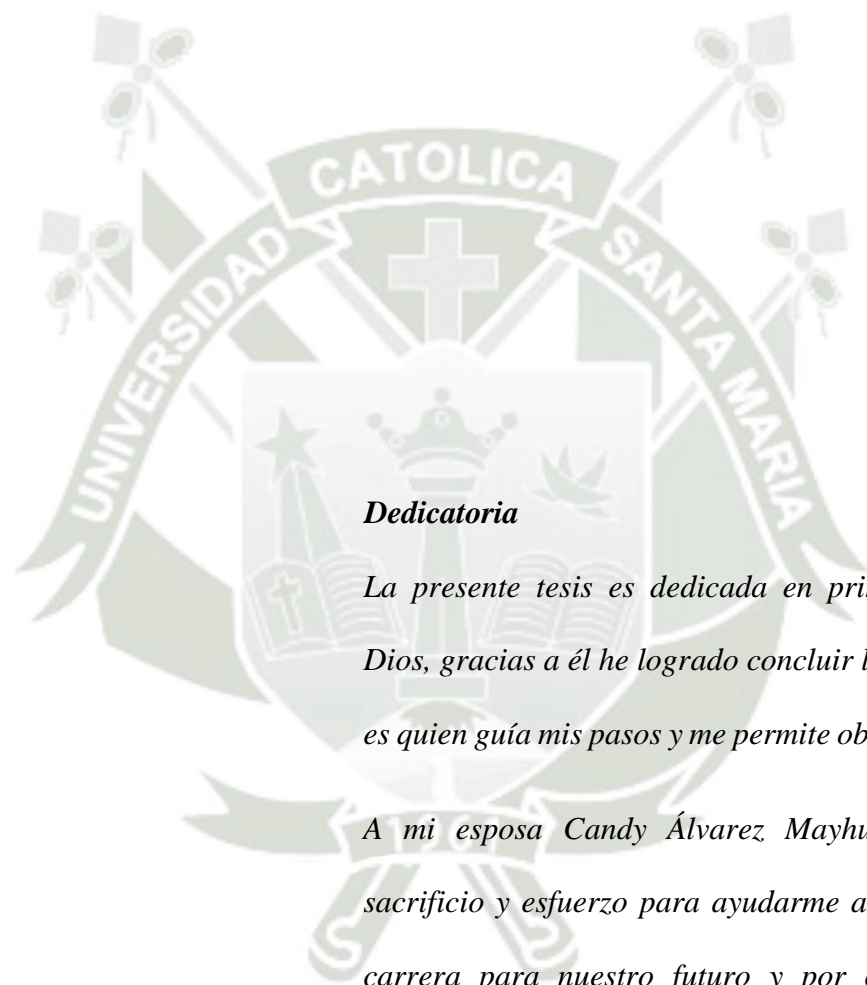
102	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
103	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1 %
104	www.ldnews.com Fuente de Internet	<1 %
105	Salvador Seguí Chilet. "Contribución a la mejora de la eficiencia y al ahorro energético en y lineales, con neutro", Universitat Politecnica de Valencia, 2004 Publicación	<1 %
106	cdbg-dr.pr.gov Fuente de Internet	<1 %
107	doi.org Fuente de Internet	<1 %
108	es.answers.yahoo.com Fuente de Internet	<1 %
109	iabse-bd.org Fuente de Internet	<1 %
110	ninive.ismm.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
111	repositorio.epneumann.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
112	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

113	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
114	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
115	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
116	repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx Fuente de Internet	<1 %
117	rte.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
118	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
119	www.matamoros.tecnm.mx Fuente de Internet	<1 %
120	www.mkpersonalizado.com Fuente de Internet	<1 %
121	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
122	Encyclopedia of Earthquake Engineering, 2015. Publicación	<1 %
123	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía Apagado



Dedicatoria

La presente tesis es dedicada en primer lugar a Dios, gracias a él he logrado concluir la carrera, él es quien guía mis pasos y me permite obtener logros.

A mi esposa Candy Álvarez Mayhuire, por su sacrificio y esfuerzo para ayudarme a culminar la carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad para lograr los objetivos.

A mi familia por siempre estar presentes brindándome su apoyo y a mi familia política por brindarme siempre su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios porque él es quien hace prosperar mis caminos y siempre está conmigo.

A mi esposa por darme el soporte para cumplir los objetivos y siempre brindarme su apoyo incondicional.

A mis Padres y Hermanas, por alentarme a seguir adelante en todo tiempo.

A Don Pedro Mayhuire, por brindarme su apoyo y soporte para obtener este logro.

A mi familia política, que siempre estuvieron animándome a seguir adelante.

A mi asesor Víctor Rivera, quien fue de mucha ayuda para culminar la investigación, con su paciencia logró brindarme el soporte necesario para obtener el logro.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad principal realizar el análisis de las condiciones de parámetros energéticos y proponer una mejora en la calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco sede Av. Emmel 117 - Yanahuara, para lo cual mediante un analizador de redes de la marca Metrel del modelo 2892, se pudo analizar los distintos parámetros energéticos del objeto de estudio, teniendo como resultados que la tensión, frecuencia y armónicos, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, mientras que los Flickers no se encuentran dentro del parámetro establecido. También se evaluó el porcentaje de potencia reactiva que excede al 30% de la potencia activa, teniendo también un factor de potencia de un promedio de 0.77 que necesita de corrección. Se pudo concluir la investigación presentando mejoras como protecciones de seguridad para sobretensiones en el sistema eléctrico, pararrayos, banco de condensadores para corrección de factor de potencia y un cambio de la opción tarifaria, teniendo en consideración que la mejor opción sería la MT3, asimismo como parte de mejora de tarificación se propuso la instalación de un sistema fotovoltaico que cubriría inicialmente el 30% del consumo total.

Palabras clave: Analizador de redes, Opción tarifaria, Tensión, Intensidad, Armónicos, Flickers, Factor de potencia, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Sistema Fotovoltaico.

ABSTRACT

The main purpose of this research work is to carry out the analysis of the conditions of energy parameters and propose an improvement in the quality of the electricity supply of Supermercados Franco headquarters Emmel avenue 117 Yanahuara, for which, through a network analyzer of the Metrel brand of the model 2892, it was possible to analyze the different energy parameters of the object of study, having as results that the voltage, frequency and harmonics are within the parameters established by the Technical Standard for the Quality of Electrical Services, while the Flickers are not within the established parameter. The percentage of reactive power that exceeds 30% of the active power was also evaluated, also having a power factor of an average of 0.77 that needs correction. It was possible to conclude the investigation by presenting improvements such as safety protections for overvoltages in the electrical system, lightning rods, capacitor banks for power factor correction and a change in the tariff option, taking into account that the best option would be MT3, as well as In the tariff improvement part, the installation of a photovoltaic system that would initially cover 30% of total consumption was proposed.

Keywords: Network analyzer, Tariff option, Voltage, Intensity, Harmonics, Flickers, Power factor, Active Power, Reactive Power, Photovoltaic System.

INDICE

<i>Dedicatoria</i>	iii
<i>Agradecimiento</i>	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCION	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	4
1.2. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION	5
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACION	6
1.4. OBJETIVOS	7
1.5. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	8
1.6. FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACION	9
1.7. LIMITACIONES	9
CAPITULO II MARCO TEORICO	10
2.1. Antecedentes de investigación	11
2.2. Bases teóricas	13
CAPITULO III METODOLOGIA	28
3.1. Metodología de desarrollo	29

3.2. Instrumentos de medición.....	29
3.3. Cronograma de actividades	33
3.4. Presupuesto.....	34
CAPITULO IV RESULTADOS	35
4.1. Diagnóstico del sistema eléctrico del Supermercado Franco.....	36
4.1.1. Localización	36
4.1.2. Sistema eléctrico de Supermercados Franco.....	37
4.1.3. Resultados de mediciones con analizador de redes	37
4.2. Resumen de resultados obtenidos.....	102
CAPITULO V PROPUESTAS DE MEJORA.....	103
5.1. Evaluación tarifaria.....	104
5.2. Propuesta de sistema fotovoltaico para reducción de tarifa	110
5.3. Calculo de banco de condensadores	117
5.4. Mejoras de protección del sistema eléctrico	118
5.5. Mejoras para solución de Flickers	121
5.6. Mejoras de diagramas unifilares	123
5.7. Evaluación económica de mejoras para la opción tarifaria.....	124
5.8. Resumen de inversión para cambio tarifario	128
5.9. Presupuesto adicional para mejoras propuestas.....	128
Conclusiones.....	130

Recomendaciones	132
Referencias Bibliográficas	133
ANEXOS	135



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Orden de Armónicos.....	19
Tabla 2 Tolerancia de Armónicos.....	19
Tabla 3 Cronograma de actividades	33
Tabla 4 Mediciones de tensiones de Fase.....	44
Tabla 5 Valores de Voltajes de Línea.....	51
Tabla 6 Mediciones de valores de Frecuencia.....	58
Tabla 7 Valores de medición de Flickers	65
Tabla 8 Evaluación de armónicos U1	75
Tabla 9 Evaluación de armónicos U2.....	77
Tabla 10 Evaluación de armónicos U3.....	79
Tabla 11 Valores medidos de potencias	84
Tabla 12 Evaluación de Excedente de potencia reactiva.....	89
Tabla 13 Valores medidos de Factor de potencia.....	90
Tabla 14 Resumen de mediciones de factor de potencia.....	95
Tabla 15 Valores medidos de Corrientes.....	97
Tabla 16 Resumen de resultados según NTCSE	102
Tabla 17 Tabla de resumen de resultados de indicadores evaluados en Sistema Eléctrico de Supermercado Franco	102
Tabla 18 Evaluaciones de tarifas en Baja tensión	105
Tabla 19 Evaluaciones de tarifas en Media Tensión	106
Tabla 20 Presupuesto de suministro de materiales para instalación de sistema fotovoltaico	108

Tabla 21	Presupuesto de montaje	109
Tabla 22	Resumen de presupuesto de instalación de Sub estación de MT	109
Tabla 23	Calculo de cantidad de paneles solares para sistema propuesto	113
Tabla 24	Área a utilizar para instalación de sistema fotovoltaico	113
Tabla 25	Equipos de instalacion para sistema fotovoltaico.....	116
Tabla 26	Personal para instalación de sistema fotovoltaico	116
Tabla 27	Resumen de costos para instalación de sistema fotovoltaico	116
Tabla 28	Ahorro por cambio de tarifa	124
Tabla 29	Resumen de crédito para Instalación de Sub estación.....	125
Tabla 30	Cuadro de amortizaciones crédito instalación MT.....	125
Tabla 31	Flujo de caja para inversión de MT.....	125
Tabla 32	Indicadores económicos para cambio a MT.....	126
Tabla 33	Ahorros por instalación de Sistema Fovovoltaico.....	126
Tabla 34	Resumen de costos de instalación de Sistema Fovovoltaico.....	127
Tabla 35	Flujo de caja de evaluación de Sistema Fovovoltaico.....	127
Tabla 36	Indicadores Económicos de evaluación de Sistema Fovovoltaico	127
Tabla 37	Resumen de costos de inversión de mejoras en tarifación	128
Tabla 38	Presupuesto adicional para mejoras.....	129
Tabla 39	Matriz de Consistencia	135

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Triangulo de potencias	23
Figura 2 Metodología de desarrollo	29
Figura 3 Analizador de redes Metrel	31
Figura 4 Ubicación de Supermercados Franco.....	36
Figura 5 Configuración de conexión de Analizador de Redes	37
Figura 6 Forma de conexión de analizador de redes al sistema eléctrico	38
Figura 7 Medidor energético de Supermercado Franco	39
Figura 8 <i>Evidencia de presencia en lugar para instalación</i>	39
Figura 9 Conexión de analizador en objeto de estudio	40
Figura 10 Conexión de pinzas neutro y tierra	40
Figura 11 Verificación de correcta conexión del equipo analizador de redes.....	41
Figura 12 Resultante de voltajes de Fase	42
Figura 13 Voltaje de Fase U1 y N.....	42
Figura 14 Voltaje de Fase U2 y N.....	43
Figura 15 Voltaje de Fase U3 y N.....	43
Figura 16 Diagrama general de Voltajes de línea	49
Figura 17 Voltaje de Línea U12.....	50
Figura 18 Voltaje de Línea U23	50
Figura 19 Voltaje de Línea U31	51
Figura 20 Medición de frecuencia.....	57
Figura 21 <i>Diagrama de mediciones de Flickers</i>	63
Figura 22 Flickers Pst 1	64
Figura 23 Flickers Pst 2.....	64

Figura 24 Flickers Pst 3.....	65
Figura 25 Grafica de mediciones THD U1.....	73
Figura 26 Grafica de mediciones THD U2.....	74
Figura 27 Grafica de mediciones THD U3.....	74
Figura 28 Evaluación comparativa grafica de Armónicos U1 y tolerancias	77
Figura 29 Evaluación comparativa grafica de Armónicos U2 y tolerancias	79
Figura 30 Evaluación comparativa grafica de Armónicos U3 y tolerancias	81
Figura 31 Potencia activa	82
Figura 32 Potencia reactiva	83
Figura 33 Potencia aparente	83
Figura 34 Factor de potencia	90
Figura 35 Valores de medición de corrientes	96
Figura 36 Esquema de conexión de sistema fotovoltaico	110
Figura 37 Dimensiones de Paneles fotovoltaicos.....	112
Figura 38 Área total de Supermercado Franco.....	114
Figura 39 Área techada de Supermercado Franco.....	115
Figura 40 Protección PDS ABB para Sistemas Trifásicos.....	119
Figura 41 Pararrayos ionizante.....	121
Figura 42 Estabilizador de estado sólido de 120 KVA	123

INTRODUCCION

Las empresas o usuarios del sistema eléctrico en los diversos sectores económicos para sus procesos de negocio requieren de buena calidad en los parámetros del suministro eléctrico, con objetivo de mantener y garantizar en buen estado de estos que son utilizados de manera intensiva, considerando la necesidad de tener una alta confiabilidad del sistema del cual no se espera que presente fallas que comprometa lo mencionado, además que estén dentro de los parámetros reglamentarios según la Noma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos; es por ello que, Supermercados Franco requirió a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Católica de Santa María, hacer un análisis de la calidad de su sistema eléctrico y evaluar ciertos niveles que garanticen una calidad y tarifa adecuada.

Para poder efectuar este análisis se usó un instrumento, denominado analizador de redes de la marca Metrel de la serie 2892, el cual fue adquirido por la Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Católica de Santa María, mediante el cual se pudo evaluar todos los parámetros eléctricos tanto iniciales como finales, respecto a los niveles de tensión, frecuencia, análisis de armónicos en la red, factor de potencia, que es suministrada por la empresa de distribución SEAL.

Este análisis de los parámetros de calidad, de la red eléctrica permitió realizar las recomendaciones y exigencias al suministrador de energía, abordando las mejoras de calidad del sistema eléctrico, conllevando al objetivo de poder cumplir dentro de la normativa nacional un buen funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos con que cuenta dicho establecimiento, asimismo se pudo plantear mejoras para dicho sistema eléctrico que permitan mejorar la tarifa eléctrica, mejorar las protecciones de sobre voltaje y sobre

corriente, entre otras, con las cuales les permita garantizar un producto final en perfectas condiciones de consumo, considerando además que este negocio está relacionado a la comercialización de productos perecederos para el consumo humano.

El presente trabajo de investigación está compuesto por cinco capítulos que se desarrollan de la siguiente manera:

Capítulo I, Planteamiento del problema, en el cual se desarrollan los objetivos y problemas de la investigación, además de la justificación, factibilidad y limitaciones.

Capítulo II, Marco teórico, en el cual se desarrollan los antecedentes de investigación y marco teórico referencial.

Capítulo III, Metodología, en el cual se presenta la metodología utilizada para desarrollar la presente investigación

Capítulo IV, Resultados, en el cual se muestran los datos obtenidos por el análisis de la red de Supermercado Franco.

Capítulo V, Propuestas de mejora, las cuales permitirán mejorar los indicadores de los parámetros energéticos del objeto de estudio.



CAPITULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El estudio fue realizado tomando en consideración las instalaciones del supermercado Franco Supermercado E.I.R.L., cuya dirección es Av. Emmel Nro. 117, distrito de Yanahuara, departamento de Arequipa, con RUC 20369872274 y CIU es 52118, en el cual se tiene instalados equipos eléctricos que son de soporte para el funcionamiento del establecimiento, de los cuales se espera un correcto desempeño y disponibilidad de funcionamiento; es por ello que, se requiere de una buena calidad del suministro de energía eléctrica, con la cual se permita la no presencia de fallas que pueda dañar dichos equipos y las instalaciones, asimismo poder tener disponibilidad de funcionamiento adecuada, con la cual le permita tener un consumo adecuado y a la vez poder pagar una adecuada facturación por el suministro de este insumo.

Es importante indicar que la motivación de esta investigación se ha dado debido a que en el Supermercado Franco, sus equipos han presentado distintas fallas debido a un incorrecto suministro en el sistema eléctrico, lo que ha provocado desperfectos en distintos equipos eléctricos y electrónicos, así como fallas en el funcionamiento del sistema, tarifación alta del suministro, que son perjudiciales para el establecimiento en todos los aspectos comerciales; asimismo, también fue motivado debido a que, en los últimos años se ha visto el desarrollo y el crecimiento de su demanda, por lo que se ha incrementado la carga en el sistema eléctrico, del cual se espera tener un buen funcionamiento siendo necesario contar con una buena calidad en el suministro, el cual no presente interrupciones ni perturbaciones que sean perjudiciales para los equipos que requieren del suministro energético.

En dicho objeto de no se tiene un estudio previamente del análisis del sistema eléctrico, respecto de la calidad del servicio eléctrico frente a los parámetros establecidos

según la Norma Técnica de la Calidad de los Servicios Eléctricos, con la cual se haya permitido analizar las fallas en el sistema y poder optimizar estos parámetros; asimismo no se han planteado mejoras para la tarificación del suministro energético, para las protecciones de sobre voltaje y sobre corriente y de los diagramas unifilares, es por ello por lo que la presente investigación pretende realizar una evaluación del sistema eléctrico de Supermercado Franco, para poder analizar los diversos parámetros que argumentaran los desperfectos en el sistema eléctrico del objeto de estudio y a través de estas plantear mejoras para la buena calidad del sistema eléctrico.

1.2. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

1.2.1. Delimitación espacial

El presente proyecto se realizó en Franco Supermercados E.I.R.L., con RUC 20369872274, cuya dirección es Av. Emmel Nro. 117, distrito de Yanahuara, departamento de Arequipa.

1.2.2. Delimitación social

La presente investigación tuvo influencia sobre la buena calidad de los productos que requieren de suministro de energía eléctrica tales como, sistemas de aire acondicionado, sistemas de refrigeración, equipos informáticos, entre otros, que requieren de una buena calidad del suministro energético basado en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

1.2.3. Delimitación temporal

La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que se buscó una propuesta de solución que se ejecuta de manera práctica, asimismo es explicativo debido a que se busca responder porque es que se produce un determinado fenómeno, en este caso la

calidad del suministro eléctrico. Este estudio se desarrolló durante el periodo de Febrero a Junio del presente año 2023.

1.2.4. Delimitación conceptual

La presente investigación fue enfocada al análisis de los parámetros de calidad del suministro de energía eléctrica suministrada por la empresa SEAL (Sociedad Eléctrica del Sur Oeste) en la red eléctrica de Supermercado Franco, evaluación que se realizará tomando como referencia la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, Asimismo, se logró proponer mejoras que optimicen la calidad del servicio.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.3.1. Problema principal

¿Cuál es el análisis de las condiciones de parámetros energéticos para proponer una mejora de calidad en el suministro eléctrico de Supermercados Franco?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál fue el análisis inicial de los parámetros energéticos como niveles de tensión y corriente, frecuencia, flicker, armónicos, interrupciones, tarifa y factor de potencia del sistema eléctrico de Supermercados Franco, mediante un analizador de redes de la marca Metrel con serie 2892?
- ¿Cuál fue el análisis comparativo de los parámetros energéticos frente a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)?
- ¿Cuáles fueron las mejoras en base a cálculo de banco de capacitores, cálculo de filtro de armónicos, protecciones de sobre voltaje y sobre corriente y optimización de diagramas unifilares, para el suministro de energía eléctrica del Supermercado Franco?

- ¿Cuál fue la propuesta de mejora para la tarifación del suministro eléctrico del Supermercado Franco?
- ¿Cuáles fueron las recomendaciones para solicitar una buena calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco, basadas en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. *Objetivo general*

Realizar el análisis de las condiciones de parámetros energéticos y proponer una mejora en la calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Analizar inicialmente los parámetros energéticos niveles de tensión y corriente, frecuencia, flicker, armónicos, interrupciones, tarifa y factor de potencia del sistema eléctrico de Supermercados Franco, mediante un analizador de redes de la marca Metrel con serie 2892.
- Comparar los parámetros energéticos obtenidos con los establecidos con la Norma técnica de calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE).
- Desarrollar mejoras en base a cálculo de banco de capacitores, cálculo de filtro de armónicos, protecciones de sobre voltaje y sobre corriente y optimización de diagramas unifilares, para el suministro de energía eléctrica del Supermercado Franco.
- Realizar una propuesta de mejora para la tarifación del suministro eléctrico del Supermercado Franco.

- Realizar recomendaciones para solicitar una buena calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco, respecto de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

1.5. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

1.5.1. Justificación

El presente proyecto de tesis tuvo como finalidad evaluar la calidad del sistema eléctrico de Supermercado Franco, a través del análisis de los parámetros de calidad dados por la norma técnica de calidad de los Servicios Eléctricos en coordinación con lo establecido por Osinergmin (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería), de esta manera se pudo proponer mejoras para las condiciones actuales y así optimizar la calidad y tarifa de dicho sistema eléctrico. La información de la presente investigación servirá de ayuda para Supermercado Franco, para poder implementar soluciones a los problemas que se presentan en el sistema eléctrico, minimizar las pérdidas y mejorar los indicadores, cumpliendo con la normativa vigente para los sistemas eléctricos.

A través de un analizador de redes se pudo realizar un análisis de la calidad de energía eléctrica, aplicando todos los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria, permitiendo utilizar metodologías de Ingeniería Mecánica Eléctrica para proponer mejoras que tendrán gran importancia para el establecimiento, y los usuarios de la energía eléctrica.

1.5.2. Importancia

El sistema eléctrico del Supermercado Franco tiene distintas falencias relacionadas con el suministro eléctrico, por lo que es necesario efectuar la presente investigación, a fin de proponer los factores adecuados para lograr una calidad adecuada del

suministro energético, basados en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, de esta manera poder optimizar sus indicadores y minimizar los problemas existentes.

1.6. FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACION

El presente proyecto fue factible ya que se cuenta con el equipo necesario para analizar el sistema eléctrico de Supermercado Franco, asimismo fue factible realizar el análisis de dicha red dentro del establecimiento y se pudo proponer mejoras que pueden ser evaluadas. Todas las mejoras e investigaciones están centradas en cumplir con la normativa actual del País, la cual también se encuentra disponible.

1.7. LIMITACIONES

En la presente investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- El acceso a la información del objeto de estudio.
- Acceso seguro para la instalación de analizador de redes, ya que el tablero general se encuentra en la fachada del local, carece de espacio para la instalación del analizador de redes.
- El uso y aplicación del analizador de redes de la marca Metrel 2892.
- Acceso a la información respecto a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.



2.1. Antecedentes de investigación

Martinez, Cruz, Garrido, & Jimenez (2019), presentaron la investigación titulada Análisis de la calidad de energía eléctrica en una subestación de 300 KVA, en la cual se utilizó un analizador de redes el cual proporciona una metodología para poder realizar el análisis sugerido por los investigadores, basándose asimismo en las normas de la empresa CFE (Comisión Federal de Electricidad de México), que establecen los límites y requerimientos para obtener una adecuada calidad de energía. Se evaluaron parámetros como flicker, fluctuaciones, armónicos, frecuencia, huecos y picos, que permitieron observar que algunos parámetros eléctricos están fuera de los permitidos, logrando concluir que por medio de estos se puede afectar de manera directa e indirecta a los usuarios del sistema eléctrico, también el desempeño de los equipos, por lo que se debe tomar medidas de corrección.

Mieles & Molina (2019), presentaron la tesis cuya finalidad fue mejorar la calidad del suministro de energía eléctrica de la empresa en estudio, de esa manera cumplir con las regulaciones de su localidad y así evitar fallos en los equipos. Para cumplir con el objetivo principal se utilizó un analizador de redes de la marca Fluke, realizando mediciones de acuerdo con lo establecido por su normativa. Se pudo encontrar un bajo factor de potencia y presencia de armónicos, los cuales producen fallas y daños en los equipos. Como medida de solución se propuso un filtro pasivo el cual disminuye la presencia de armónicos y elevar el factor de potencia.

Visarrea (2022), presento la tesis cuyo objetivo fue realizar el análisis de calidad de energía para el servicio de baja tensión de su unidad en estudio, en la cual se solicitaba instalar nuevos equipos para aumentar la producción, los cuales fueron instalados sin realizar un análisis presentándose problemas en la calidad del suministro. Para realizar el análisis de la red eléctrica se utilizó un analizador de carga trifásica de la marca Fluke, encontrándose presencia de

armónicos, desequilibrios en el voltaje y corriente. Se propuso como medidas de solución, un mantenimiento en el transformador de la empresa, instalando también un filtro activo sintonizado, regulando el factor de potencia y mitiga los niveles de armónicos.

Rodriguez & Mercado (2021), realizaron una investigación cuyo objetivo fue realizar una revisión bibliográfica respecto de soluciones que se plantearon para mejorar la calidad de servicio de energía eléctrica. La revisión literaria se realizó en diferentes revistas científicas de las cuales se pudo obtener que Existen diversas soluciones para mejorar el servicio eléctrico. Estas soluciones se basan principalmente en la modernización de las redes de distribución a redes inteligentes o Smart grids y la implementación de tecnologías que garanticen el suministro ininterrumpido de energía eléctrica a los consumidores.

Gonzales (2022), presento la tesis cuya finalidad fue analizar y proponer mejoras en la calidad del suministro de energía eléctrica, para lo cual se analizó mediante herramientas de gestión los parámetros de tensión, los que tuvieron un porcentaje de 67.42% que indicaban una buena calidad, asimismo las fallas internas tenían un 53.87% de tiempo de duración, lo que permitió realizar mejoras como automatización de equipos, renovación de equipos y redes, utilizar el presupuesto que se tiene para el monitoreo del sistema, optimizar procesos de mantenimiento en redes y subestaciones, de esta manera poder incrementar la calidad del suministro energético.

Huanca (2020), presento la tesis cuya finalidad fue analizar la calidad de energía eléctrica de baja tensión a clientes de una localidad del departamento de Ancash, realizando un estudio a 5 subestaciones por medio de equipos analizadores de redes de las marcas, Fluke y Memobobox, logrando encontrar 3 subestaciones en buen estado pero 2 presentaban falencias como desniveles en las tensiones, flicker y armónicos, logrando concluir que la empresa de distribución local debe

tomar medidas para poder realizar las mejoras en la mala calidad de energía balanceando las cargas e interviniendo en redes de baja tensión.

Muñoz (2019), presentó la tesis cuya finalidad fue determinar la calidad de energía en subestaciones de una empresa agrícola, teniendo como muestra 7 subestaciones eléctricas las cuales fueron analizadas mediante analizador de redes, obteniendo que todas las subestaciones tienen falencias en la calidad de tensión, armónicos y factor de potencia, por lo que se concluye que la empresa en estudio debe tomar medidas para la corrección de estos parámetros que han causado daños en algunos equipos.

Esquivel, Tipula, & Yataco (2021), presentaron la tesis cuya finalidad fue analizar la calidad energética para permitir reducir los costos de electricidad en una empresa dedicada al cultivo de hortalizas, en la cual se encontró falencias en el factor de potencia, la cual fue subsanada mediante un banco de condensadores, asimismo se encontró pérdidas en los conductores, reducción de eficiencia en los motores, por lo que se tuvo que cambiar el equipamiento de estos, implementando a su vez filtros de armónicos para los motores eléctricos. Se logró concluir que se pudo mejorar la calidad del servicio eléctrico mediante las mejoras planteadas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad del sistema eléctrico

La calidad del sistema eléctrico depende de las condiciones normales en las que se desempeña este, condiciones que están ligadas a la estabilidad del voltaje y la frecuencia, asimismo basadas en la Norma Técnica de Calidad de Suministros Eléctricos la distorsión que se presenta en el servicio y si este es continuo. Con finalidad de asegurar que los sistemas de suministros eléctricos brinden una gran calidad se debe realizar un estudio de las conexiones que tiene el

sistema, evaluando la estabilidad y poder disipar o minimizar las perturbaciones que se presentan. Existen distintos fenómenos electromagnéticos en la tensión y corriente eléctrica que determinan la calidad del suministro eléctrico, por lo que este término debe ser considerado tanto en la generación, transmisión y distribución de la energía. Es un tema muy importante que requiere atención de los usuarios, también requiere la evaluación de este sistema y poder identificar distintos problemas que permitan adoptar medidas correctivas en vías de soluciones y mejoras de condiciones. Este estudio permite el buen funcionamiento de los equipos, disminución de fallas y mantener una alta confiabilidad del sistema. La mala calidad del sistema eléctrico puede ser provocada por distintos factores, considerándose dentro de ellos, los transitorios, las interrupciones del sistema, sobretensiones, distorsiones de la forma de onda, variación de la frecuencia, y fluctuaciones de tensión. Entonces para mantener una buena calidad del sistema eléctrico, se debe buscar tener una potencia entregada que sea constante, se mantenga los valores de voltaje y frecuencia dentro de lo establecido y tener una forma de la onda senoidal libre de distorsiones causada por los armónicos. Las variaciones en la tensión, los transitorios eléctricos y las distorsiones por armónicos, son principalmente la fuente de mala calidad de energía eléctrica. (Polo, Peña, & Pacheco, 2017)

2.2.1.1. Armónicos. Los armónicos son las componentes adicionales de frecuencia que no son parte de la frecuencia fundamental. Estas componentes adicionales pueden ser múltiplos enteros de la frecuencia fundamental. Los armónicos pueden surgir debido a diversas razones, como la operación de equipos electrónicos no lineales, convertidores de energía, dispositivos de conmutación, cargas variables y otros factores. El desarrollo de los equipos electrónicos con nuevas tecnologías que tienen bajo costo trajo consigo problemas para los sistemas eléctricos, debido a que en su construcción cuentan con elementos no

lineales. Estos elementos no lineales generan cargas que contaminan con corrientes distorsionadas a la fuente que están conectadas, esto permite que se genere una distorsión en la onda de la tensión, debido a que estos dispositivos electrónicos realizan variaciones a alta frecuencia en su funcionamiento. Las señales armónicas son esas corrientes o tensiones no deseadas, estas se unen a la forma que tiene la onda de la tensión y corriente generando una distorsión, también generan efectos nocivos en los sistemas eléctricos, tales como, calentamiento de equipos, problemas en dispositivos de control del sistema eléctrico, interferencia en los sistemas de comunicación, disminución de vida útil de los conductores, entre otros. (Perez, Ramos, Raimundo, & Barrios, 2022).

2.2.1.2. Niveles de tensión. El nivel de tensión de un sistema eléctrico se refiere a la magnitud de la tensión eléctrica utilizada en la distribución de energía eléctrica en instalaciones residenciales, comerciales e industriales. Se evalúa los niveles de tensión nominal, que es aquel valor de tensión para el cual un equipo o sistema eléctrico ha sido diseñado para funcionar de manera óptima y segura. Es importante asegurarse de que la tensión suministrada esté cerca de la tensión nominal especificada. Las sobretensiones son aquellos aumentos peligrosos de la tensión que pueden dañar equipos, elementos del sistema eléctrico, el servicio de energía. El daño depende de la magnitud de este aumento y de la forma de onda que representa. Existen dos grupos de sobre tensiones, las que tienen origen externo y las de origen interno. Las de origen externo son provocadas por fenómenos atmosféricos, y las de origen interno son causadas por oscilaciones de la intensidad de corriente, variaciones en la carga, presencia de fallas en el sistema de puesta a tierra, entre otros. (Vera, 2021)

2.2.1.3. Frecuencia eléctrica. La frecuencia eléctrica se refiere al número de ciclos que son realizados en un segundo por una onda sinusoidal de corriente alterna. En otras palabras, la frecuencia es la velocidad con la que la corriente cambia de sentido en un segundo. La frecuencia eléctrica es medida en hercios, donde un hercio es equivalente a un ciclo por segundo. Podemos también decir que la frecuencia representa cuantas veces se repite un ciclo de corriente en un segundo. En Perú la frecuencia eléctrica es de 60 Hz. La frecuencia es uno de los parámetros más importantes en la evaluación de un sistema de energía eléctrica, ya que este parámetro es compartido por todos los puntos de la red, requiere un nivel centralizado en los niveles del sistema eléctrico de la zona. (Arteaga & Sanchez, 2019).

2.2.1.4. Flickers. Flickers en una red eléctrica se refiere a cambios rápidos y repetitivos en la intensidad de la luz causados por fluctuaciones en la potencia suministrada. Estos cambios pueden ser perceptibles y causar molestias visuales. Los Flickers pueden tener diversas causas, como variaciones en la carga eléctrica, cambios en la frecuencia de la corriente o problemas en el suministro de energía. (IEEE Standards Association, 2018).

2.2.2. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)

La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), aprobada por Decreto Supremo N.º 020-97-EM (Ministerio de Energía y Minas), determina aspectos de la calidad de los servicios eléctricos que deben observar las empresas eléctricas; determina los niveles mínimos de calidad y las obligaciones para las empresas eléctricas y los clientes.

Además, se definen los aspectos, parámetros e indicadores de evaluación de la calidad del servicio eléctrico. Se especifica el número mínimo de puntos y las condiciones de medición.

Existen niveles de tolerancia especificados y las correspondientes compensaciones y/o penalizaciones por incumplimiento. Asimismo, se determinan las obligaciones en materia de control de calidad para las entidades involucradas directa o indirectamente en la prestación y uso de este servicio. La responsabilidad de su implementación y aplicación recae en OSINERGMIN, así como la aplicación de penalidades y compensaciones, tanto a empresas eléctricas como a clientes, en casos de incumplimiento de la norma. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, 1997)

2.2.2.1. Supervisión de parámetros de calidad. Osinergmin (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería) es la entidad encargada de la supervisión del cumplimiento de los parámetros establecidos en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

Se encargan de la inspección de campo para medición de voltaje programada, verificación de baja calidad de voltaje y comparación de precisión de medición. En la prueba de suministro eléctrico se verifica el cálculo correcto de indicadores y montos de compensación (incluidos los pagos) para usuarios con voltaje y calidad de electricidad deficientes. También se verifica el cumplimiento de las tolerancias de los indicadores de resultado definidos en el programa de seguimiento. (Osinergmin, s.f.)

La supervisión de Osinergmin evalúa los siguientes parámetros:

Calidad del producto. Este apartado evalúa los niveles de tensión, frecuencia y perturbaciones en los puntos de entrega. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, 1997)

Tensión. Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todas las Etapas y en todos los niveles de tensión, es de hasta el $\pm 5.0\%$ de las tensiones nominales de tales puntos. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos, 1997)

Frecuencia. Las tolerancias admitidas para variaciones sobre la frecuencia nominal, en todo nivel de tensión, son:

Variaciones Sostenidas (Δf_k (%)): $\pm 0,6\%$.

Variaciones Súbitas (VSF'): $\pm 1,0$ Hz. Estas son aquellas que se presentan de manera oportuna en un impulso, mas no se sostienen. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos, 1997)

Perturbaciones. Se consideran como perturbaciones a los Flickers y Armónicos.

Flicker. El índice de Severidad por Flícker (Pst) no debe superar la unidad ($Pst < 1$) en Muy Alta, Alta, Media ni Baja Tensión. Se considera el límite: $Pst'=1$ como el umbral de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede ser soportada sin molestia por una muestra específica de población. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos, 1997)

Armónicos. Se debe realizar una evaluación porcentual de acuerdo con el orden de los armónicos que se presentan. El orden de los armónicos se define mediante la cantidad de veces que es mayor la frecuencia de la onda de armónicos con respecto a la onda fundamental. Existen armónicos impares, que son considerados los números enteros múltiplos de tres y los no múltiplos impares, asimismo los armónicos dobles, aquellos que son múltiplos de dos. (Trujillano, 2017)

Tabla 1

Orden de Armónicos

Orden de armónicos																
Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n
Frecuencia	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	60 n

Nota. Adaptado de (Trujillano, 2017)

La tolerancia de los armónicos establecida por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos es la siguiente:

Tabla 2

Tolerancia de Armónicos

ORDEN (n) DE LA ARMONICA ó THD	Tolerancia Vi' ó THD (% con respecto a la tensión nominal del punto de medición)	
	Alta y muy alta tensión	Media y Baja tensión
(Armónicas impares no múltiplos de 3)		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
Mayores de 25		
(Armónicas impares múltiplos de 3)		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3

21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
(Pares)		
2	1.5	2.00
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores de 12	0.2	0.2
THD	3	8

Nota. Tomado de (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos, 1997).

Calidad del suministro. La Calidad de Suministro se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los clientes, es decir, de acuerdo con las interrupciones del servicio. Se tienen las siguientes tolerancias. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos, 1997)

Número de Interrupciones por Cliente (N'): Según Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos (1997):

- Clientes en Muy Alta y Alta Tensión: 2 Interrupciones/semestre
- Clientes en Media Tensión: 4 Interrupciones/semestre
- Clientes en Baja Tensión: 6 Interrupciones/semestre. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos, 1997)

Duración Total Ponderada de Interrupciones por Cliente (D'): Según Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos (1997):

- Clientes en Muy Alta y Alta Tensión: 4 horas/semestre

- Clientes en Media Tensión: 7 horas/semestre
- Clientes en Baja Tensión: 10 horas/semestre. (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, 1997)

2.2.3. Analizador de redes

Instrumento que tiene como finalidad realizar el análisis de los parámetros de las instalaciones eléctricas de cualquier instalación eléctrica. Normalmente se utiliza para evaluar los parámetros de calidad de energía eléctrica y el consumo de esta y poder tener un control adecuado de esta. Los equipos que analizan redes están diseñados con finalidad de ser capaces de medir cualquier tipo de instalación, existiendo una gran variedad de estos en el mercado. EL analizador de redes permite evaluar distintos parámetros eléctricos, ya sea en el mismo dispositivo del cual se realiza la medición o exportándolo a un ordenador y visualizando la información en un programa específico. (Cano, 2020)

2.2.4. Sistema eléctrico de distribución

Los sistemas eléctricos de distribución están compuestos por un conjunto de elementos encargados de conducir la energía eléctrica desde una sub estación de potencia hasta el usuario final. Los sistemas eléctricos de distribución normalmente están compuestos por líneas de distribución, transformadores de distribución, líneas secundarias y finalmente las acometidas que están conectadas a medidores para cuantificar el consumo de energía y poder realizar una tarificación. Debido a la complejidad de cada una de las partes del sistema mencionadas es que se realizan estudios separados de la generación, transmisión y distribución. La distribución de la energía eléctrica se realiza con finalidad de satisfacer las necesidades del cliente final, para quien se requiere que el flujo de energía sea continuo, sin presentar problemas de caídas de tensión o sobretensiones, lo que permita una operación dentro de los parámetros normales de aparatos

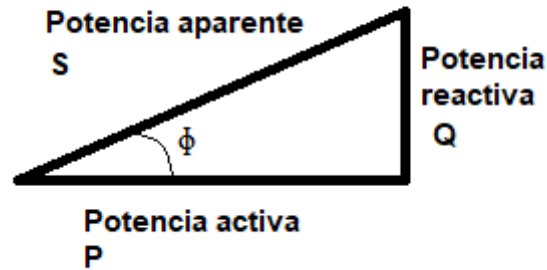
eléctricos que son usados domésticamente, o en industrias. El diseño de las redes de distribución debe estar sujeto a una posterior ampliación, por lo que diseño debe tener flexibilidad para tal finalidad, así asegurar un servicio adecuado para los posteriores cambios. (Morón, 2021).

2.2.5. Factor de potencia.

El factor de potencia es una medida que indica la eficiencia con la que la energía eléctrica se convierte en energía útil (trabajo) en un circuito eléctrico. El factor de potencia (FP) se define como la relación entre la potencia activa (P) y la potencia aparente(S). $FP = P/S$. El factor de potencia es conocido como el coseno de ϕ ($\cos \phi$), el ángulo ϕ es el ángulo formado por la tensión y la corriente en la potencia activa.

El factor de potencia es adimensional y toma valores entre 0 y 1, es aconsejable que el factor de potencia sea alto debido a que mientras mayor es el valor se indica que la energía consumida por los aparatos eléctricos ha sido transformada en trabajo, en cuanto el factor de potencia sea menor se indica que se necesita mayor consumo de energía para producir trabajo. (Corvalán, 2021).

Existe la posibilidad de que se tengan instalados equipos, que hacen que los requerimientos de potencia reactiva sean significativos, lo cual produce una disminución exagerada del factor de potencia, haciendo aumentar la corriente, lo que puede provocar daños en las instalaciones por sobrecargas, asimismo producen alteraciones en la diferencia de potencial, lo cual tiene un efecto sobre el rendimiento y funcionamiento de los equipos. Un alto consumo de energía reactiva puede deberse a que se tiene instalado gran cantidad de motores, equipos de aire acondicionado y refrigeración, un mal estado de la red eléctrica y de ciertos equipos. (Arcos & Chicaiza, 2015)

Figura 1*Triangulo de potencias*

Nota. Adaptado de (Arcos & Chicaiza, 2015)

2.2.5.1. Potencia Activa. La potencia activa es aquella que representa la capacidad de la energía para poder realizar un trabajo en un tiempo dado. Muchos dispositivos eléctricos convierten la energía eléctrica en otros tipos de energía, estas pueden ser en energía mecánica, energía luminosa, energía térmica, entre otras. La potencia activa es aquella denominada potencia útil, cuando hablamos de la demanda eléctrica, estamos hablando de potencia activa, la cual determina la demanda de consumo en los medidores eléctricos. (Arcos & Chicaiza, 2015)

La potencia Activa la denominamos con la letra P y se calcula mediante la siguiente formula:

$$P = V * I * \cos \phi \quad (1)$$

Donde:

P = Potencia activa [W] (watts)

V = Voltaje [V] (Voltios)

I = Intensidad de Corriente [A] (Amperios)

2.2.5.2. Potencia Reactiva. La potencia reactiva es aquella que entregan las cargas reactivas de los dispositivos como bobinas, capacitores, condensadores e inductores, esta se pone en manifiesto cuando se presenta un cambio de energía entre los receptores y la fuente, lo que provoca caídas de tensión, perdidas en los conductores, mayores consumos de energía en los receptores que no es totalmente aprovechada. Este tipo de potencia está asociada generalmente a los campos magnéticos que existen en los motores y transformadores, esta está desfasada en 90° de la potencia activa. Este tipo de potencia no genera ningún tipo de trabajo que pueda ser útil, pero es requerida por distintos dispositivos para generar campo magnético. (Arcos & Chicaiza, 2015).

La potencia reactiva se simboliza con la letra Q y se representa por la siguiente formula:

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (2)$$

Donde:

Q = Potencia Reactiva [VAR] (Volt - Amperio Reactivo)

V = Voltaje [V] (Voltios)

I = Intensidad de Corriente [A] (Amperios)

2.2.5.3. Potencia aparente. Es conocida también como la potencia total, resulta de la suma geométrica de la potencia activa con la reactiva, esta es la potencia que se genera en las centrales eléctricas sin tener ninguna carga conectada. Es la suma de la potencia que utilizan los dispositivos para generar trabajo y para generar campos magnéticos, esta no es

realmente consumida salvo que el factor de potencia sea igual a 1. (Arcos & Chicaiza, 2015)

La potencia aparente se simboliza por la letra S y tiene la siguiente formula:

$$S = V \cdot I \quad (3)$$

Donde:

S = Potencia Aparente [VA] (Volt – Amperio)

V = Voltaje [V] (Voltios)

I = Intensidad de Corriente [A] (Amperios)

2.2.6. Tarificación eléctrica en Perú

La tarificación eléctrica en Perú se refiere al sistema mediante el cual se calcula y establece el costo que los consumidores deben pagar por el suministro de energía eléctrica. Es un proceso que involucra diversos componentes, como la generación, la transmisión, la distribución y los costos operativos, y se basa en diversos factores económicos, técnicos y regulatorios.

En Perú, la tarificación eléctrica es regulada y supervisada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), una entidad gubernamental encargada de supervisar el cumplimiento de las normas en el sector energético y minero. OSINERGMIN establece las reglas y procedimientos para la fijación de las tarifas eléctricas, así como para la revisión y ajuste periódico de las mismas.

2.2.7. Protecciones contra sobretensiones

Las protecciones contra sobretensiones son dispositivos o sistemas diseñados para prevenir daños en equipos eléctricos y electrónicos debido a fluctuaciones repentinas de tensión en una red

eléctrica. Las sobretensiones pueden ser causadas por eventos como rayos, conmutación de cargas, maniobras en la red eléctrica y otros factores.

2.2.7.1. Transitoria. Las sobretensiones transitorias son eventos de corta duración en los que la tensión eléctrica aumenta por encima del nivel normal durante un breve período de tiempo, generalmente en microsegundos o milisegundos. Estas sobretensiones pueden ser causadas por eventos como maniobras de conmutación, encendido y apagado de equipos, descargas atmosféricas (rayos) y otras fuentes

2.2.7.2. Permanentes. Las sobretensiones permanentes son aumentos sostenidos en el nivel de tensión eléctrica que persisten durante un período más largo de tiempo, generalmente en segundos, minutos u horas. Estas sobretensiones pueden deberse a problemas en la red eléctrica, como cambios en la generación de energía, fluctuaciones en la demanda o fallas en los equipos de control. Las sobretensiones permanentes pueden ser menos intensas que las transitorias, pero su persistencia a lo largo del tiempo puede causar daños a equipos y dispositivos.

2.2.8. Banco de condensadores

Un banco de condensadores es la unión o agrupación de varios condensadores, conectados en serie o paralelo según sea la necesidad del usuario. Los bancos de condensadores son utilizados para corregir el factor de potencia en los sistemas eléctricos, se utilizan con finalidad de corregir las cargas reactivas y evitar los datos que estas causan. Como los condensadores almacenan energía, la cual es utilizada para suprimir la energía reactiva que se generan por los dispositivos que generan campos magnéticos. Al incorporar un banco de condensadores se corrigen errores a menor costo de realizar cambios significativos en cambio de equipos, de la red eléctrica, entre otros. (Vargas, 2017)

2.2.9. *Tableros eléctricos de distribución*

Las instalaciones eléctricas de baja tensión necesitan ser distribuidas bajo distintos parámetros establecidos, es por ello por lo que existen redes de distribución en baja tensión aéreas y subterráneas, estas se conectan a los usuarios mediante la “Acometida”. Los elementos que componen el suministro de energía eléctrica son los siguientes:

- Línea de red de distribución
- Línea de alimentación
- Dispositivos de protección
- Medidor de energía
- Tablero principal
- Tableros seccionales
- Circuitos terminales

Los tableros eléctricos forman parte fundamental de las instalaciones eléctricas, estos son considerados de vital importancia ya que la energía eléctrica del usuario circula por este dispositivo, que está constituido por un envoltorio o caja que contiene distintos elementos que son necesarios para realizar funciones que son necesarias como las de medición, maniobras, conexas, etc. (Farina, 2019).

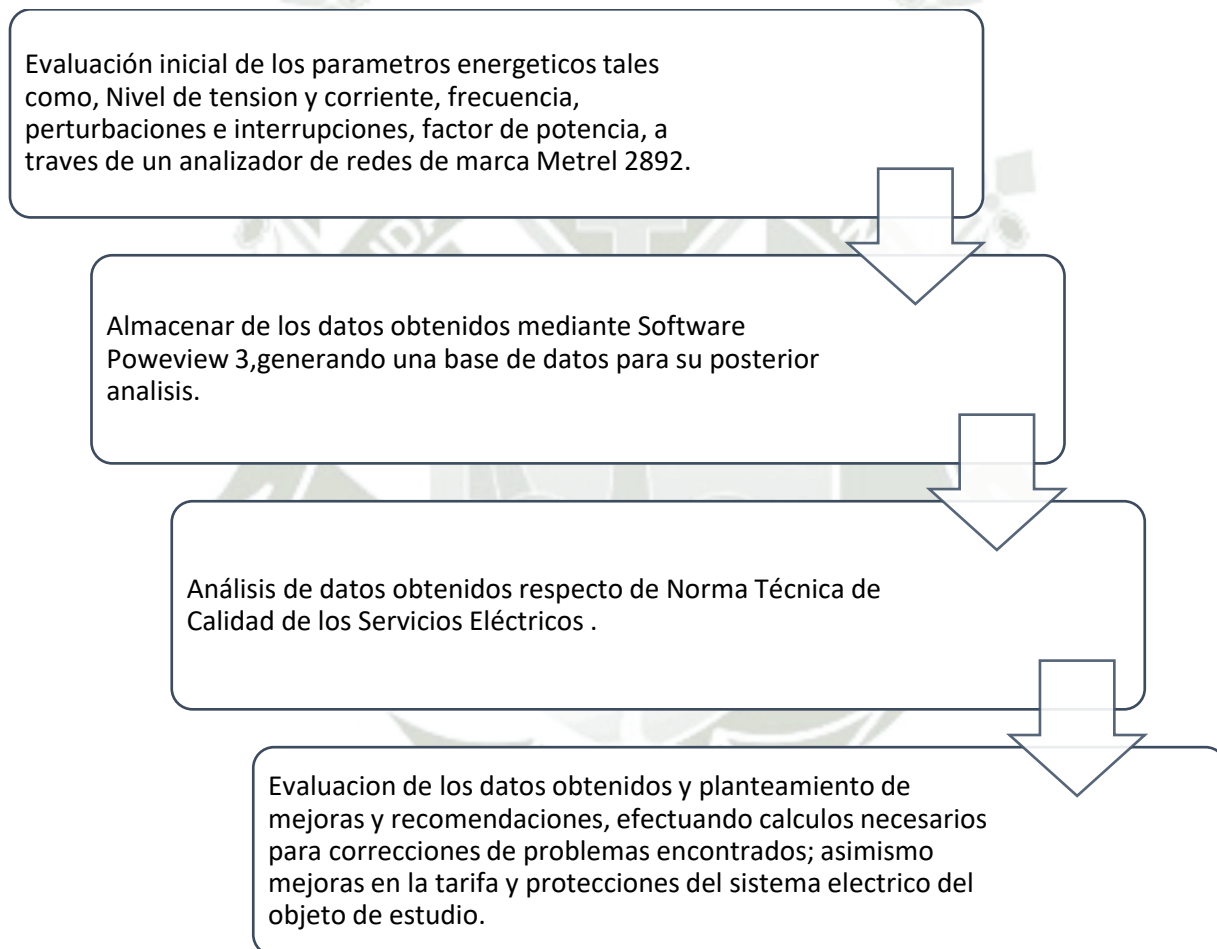


3.1. Metodología de desarrollo.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos trazados en este estudio, se utilizó cierta metodología que permita lograr tal finalidad. La metodología para seguir es la siguiente:

Figura 2

Metodología de desarrollo



Nota. Elaboración propia

3.2. Instrumentos de medición.

Los instrumentos que se utilizaron para el análisis de la calidad eléctrica de supermercados

Franco fueron los siguientes:

3.1.1. Analizador de redes Metrel.

El analizador de redes Metrel MI 2892 es un analizador de redes que permite evaluar la calidad de energía trifásica, el dispositivo es portátil, teniendo una gran pantalla a color que proporciona una lectura fácil, de esta manera al realizar el análisis ayuda a que el usuario pueda detectar y analizar las anomalías presentadas por los armónicos, las formas de onda, los fasores, entre otros. Este dispositivo permite realizar análisis a largo plazo, permitiendo solucionar los problemas que existen en la calidad de energía, tanto para sistemas trifásicos y monofásicos. Este dispositivo permite conectarse a una PC mediante el software PowerView 3, este permite realizar el análisis detallado de los datos registrados. (Metrel, 2023)

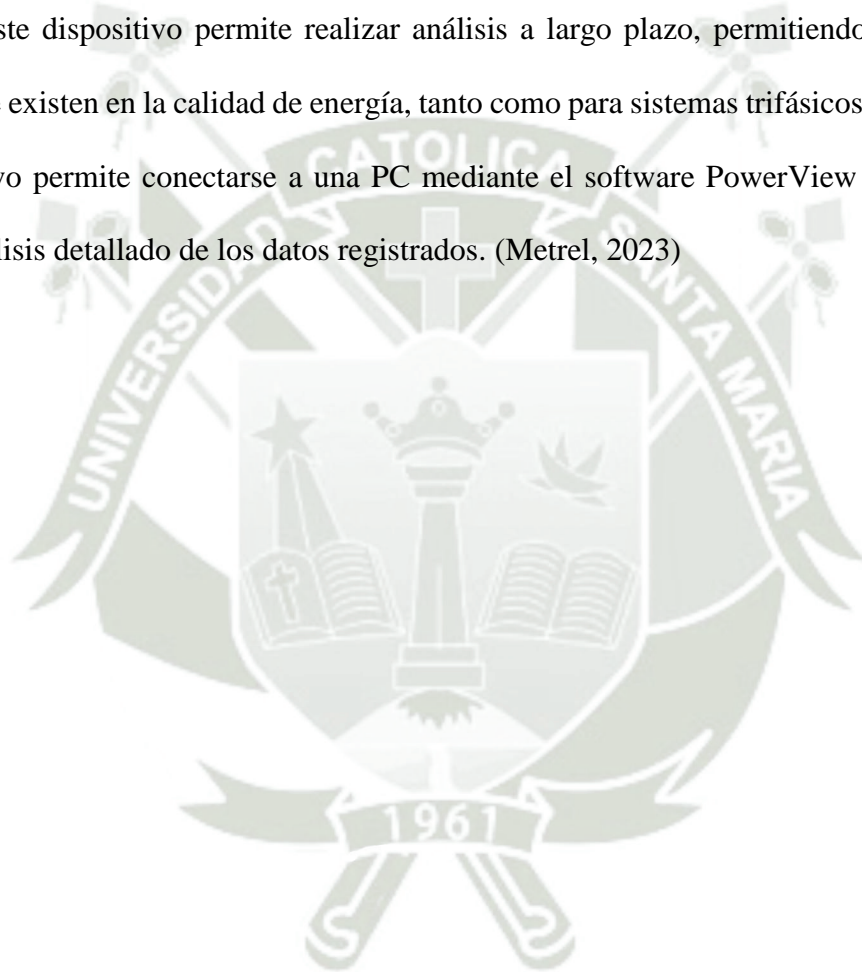


Figura 3

Analizador de redes Metrel



Nota. La figura muestra el dispositivo Metrel 2892 el cual será utilizado para realizar el análisis de calidad de energía eléctrica de Supermercado Franco. Tomado de página web de Metrel (2023)

El analizador de redes a utilizar cumple las siguientes funciones:

Voltímetro. Es un instrumento de medida que se utiliza para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito. Mida la carga positiva en un punto del circuito, luego mida la cantidad de carga negativa en otro punto.

Amperímetro. El amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de la corriente eléctrica. Existen amperímetros para corrientes continuas y alternas y otros que solo miden un tipo de corriente.

Cosfímetro. Un medidor de factor de potencia, también conocido como medidor de fase, es una herramienta que se utiliza para medir el ángulo de avance o fase entre el voltaje en un circuito y la corriente que fluye en el mismo circuito. La unidad de medida de este instrumento es un número puro.

Funciones de medición. El analizador de redes posee las siguientes funciones de medición:

- Tensión: TRMS (valor máximo de tensión), pico, factor de cresta (4 canales).
- Corriente: TRMS (valor máximo de corriente), pico, factor de cresta (4 canales).
- Potencia (activa, reactiva, aparente).
- Mediciones de potencia según IEEE 1459 (activa, no activa, fundamental, armónicos, desequilibrio de cargas).
- VFD (variadores de frecuencia, 5 Hz – 110 Hz), 400 Hz.
- Desequilibrio, medición de flicker.
- Análisis de armónicos e interarmónicos hasta el armónico 50, medición de THD
- Energía (activa, reactiva, generada, consumida).
- Captura y registro de eventos en el suministro eléctrico (desconexiones, interrupciones, subidas, caídas).
- Monitorización y registro de corrientes de arranque.
- Presentación, captura y registro de formas de onda/arranque.
- Registro de sobretensiones transitorias.

- Registro de hasta 7 alarmas ajustables.
- Medición de temperatura.
- Mediciones de eficacia del inversor fotovoltaico.
- Factor de potencia.

De los cuales se utilizaran para la presente investigación, el analizador de niveles de tensión, analizador de nivel de frecuencia, analizador de niveles de armónicos y analizador de Flicker, que están relacionados a la Q.C. de las mediciones.

3.3. Cronograma de actividades

A continuación, mediante un diagrama se representa el cronograma de las actividades que se llevaran a cabo para desarrollar la presente investigación.

Tabla 3

Cronograma de actividades

Actividades	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Selección del tema de investigación	■															
contextualización del problema		■														
Redacción de plan de tesis		■	■	■												
Correcciones de plan de tesis					■											
Aprobación de plan de tesis					■	■										
Redacción de 2 primeros capítulos de borrador							■	■								



4.1. Diagnóstico del sistema eléctrico del Supermercado Franco

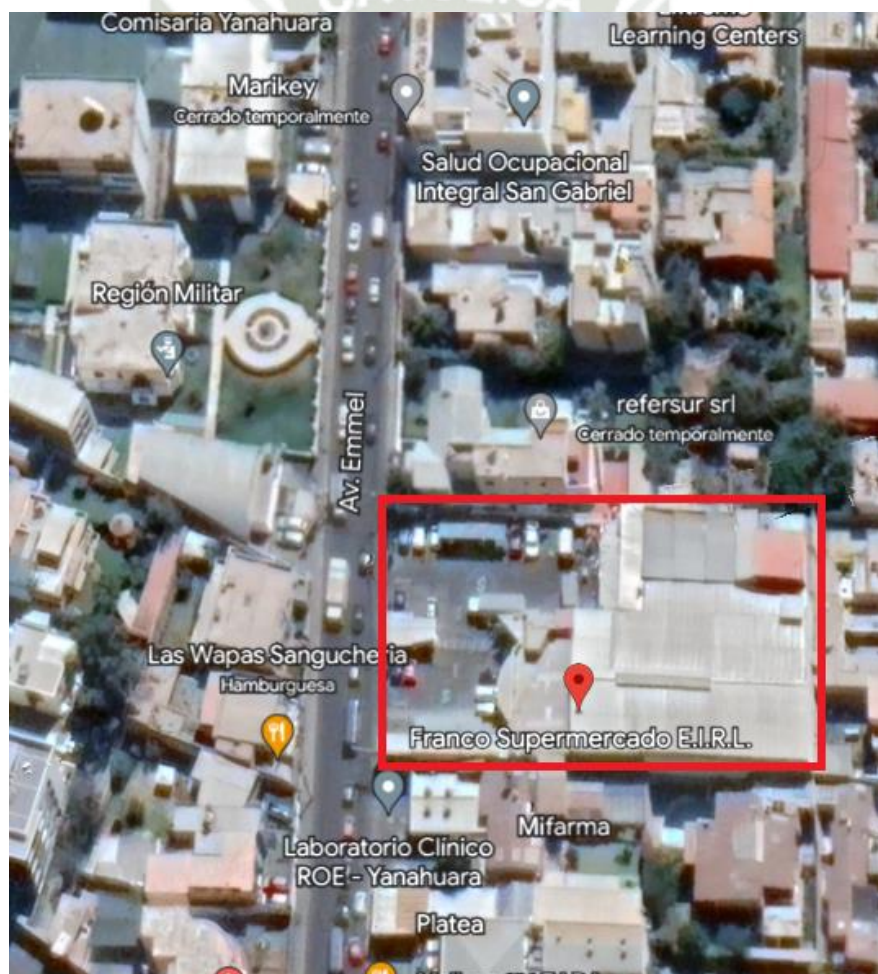
4.1.1. Localización

El supermercado franco se encuentra ubicado en la avenida Emmel del distrito de Yanahuara en la ciudad de Arequipa.

A continuación, se muestra la ubicación en Google Earth.

Figura 4

Ubicación de Supermercados Franco



Nota. Adaptado de Google Earth.

4.1.2. Sistema eléctrico de Supermercados Franco

El sistema eléctrico del Supermercado Franco está compuesto por un tipo de suministro trifásico con acometida subterránea, la opción tarifaria que posee es la BT3, con una potencia contratada de 100 KW y un nivel de tensión de 380 V, con numero de suministro 208090.

En el anexo 3 se encuentra el levantamiento inicial del diagrama unifilar del sistema eléctrico de Supermercados Franco.

4.1.3. Resultados de mediciones con analizador de redes

Se conectó el analizador de redes en el tablero general del objeto de estudio, programado para recibir mediciones por periodos de 1 minuto, mediante el esquema de conexión que se muestra a continuación.

Figura 5

Configuración de conexión de Analizador de Redes

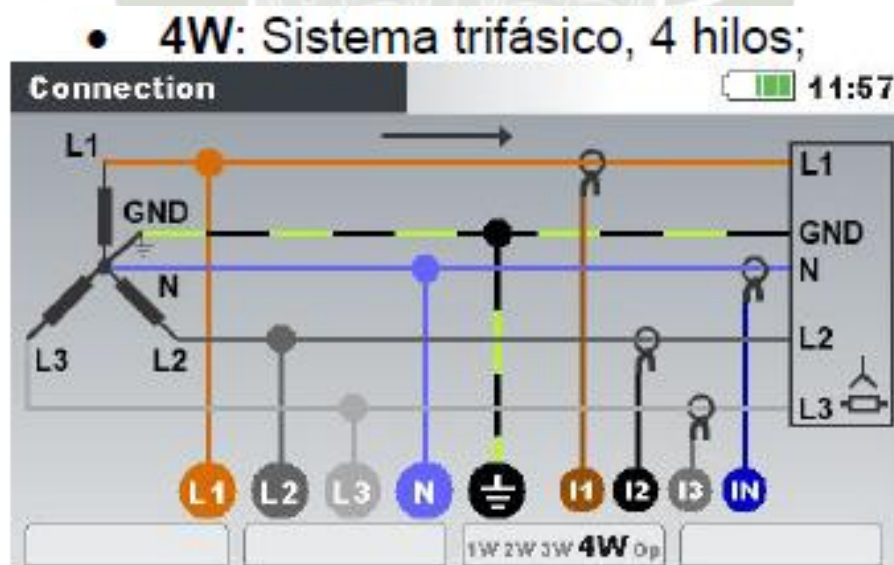
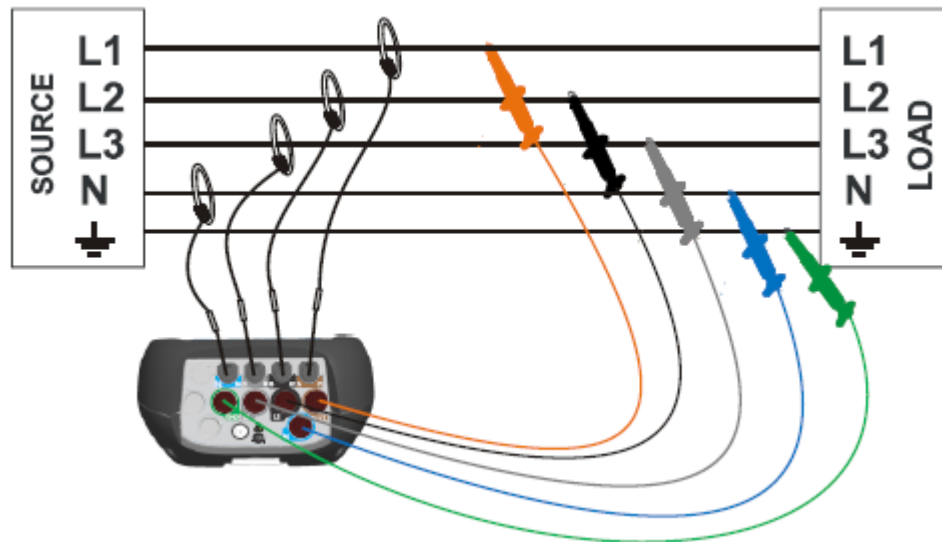


Figura 6

Forma de conexión de analizador de redes al sistema eléctrico



Adicionalmente se muestra evidencia fotográfica de la conexión del equipo en el objeto de estudio.



Figura 7

Medidor energético de Supermercado Franco



Figura 8

Evidencia de presencia en lugar para instalación



Figura 9

Conexión de analizador en objeto de estudio



Figura 10

Conexión de pinzas neutro y tierra

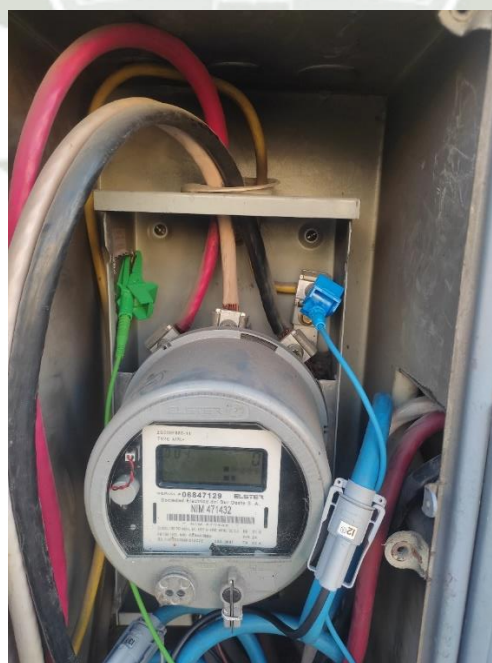


Figura 11

Verificación de correcta conexión del equipo analizador de redes



4.1.3.1. Resultados de análisis de tensión

A continuación, se muestran las gráficas resultantes de la evaluación de niveles de tensión de voltajes de Fase.

Figura 12

Resultante de voltajes de Fase

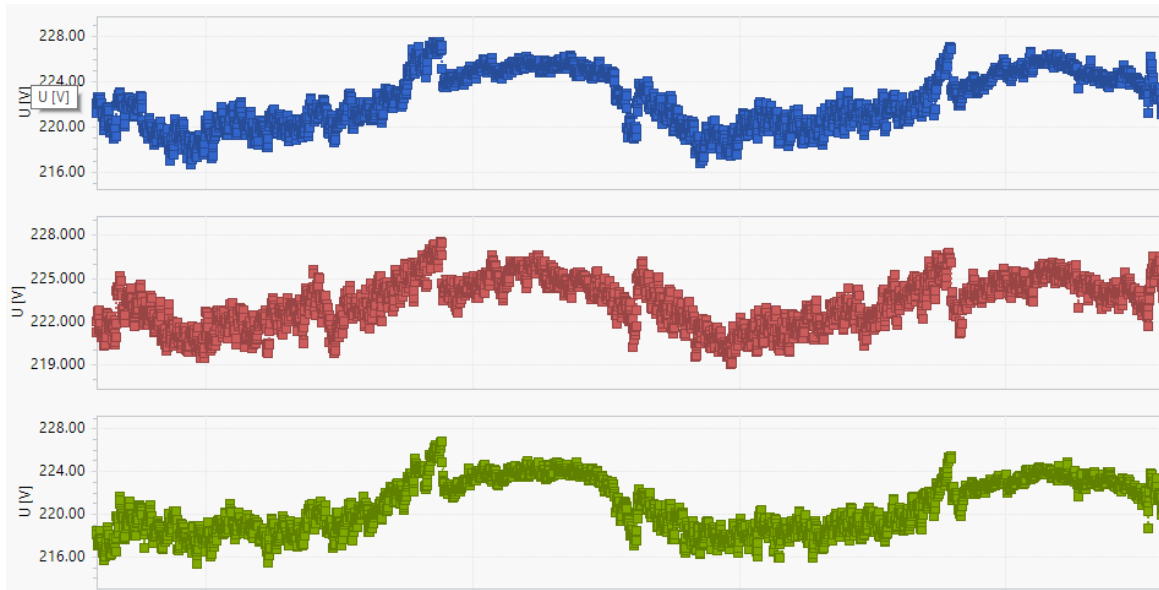


Figura 13

Voltaje de Fase U1 y N

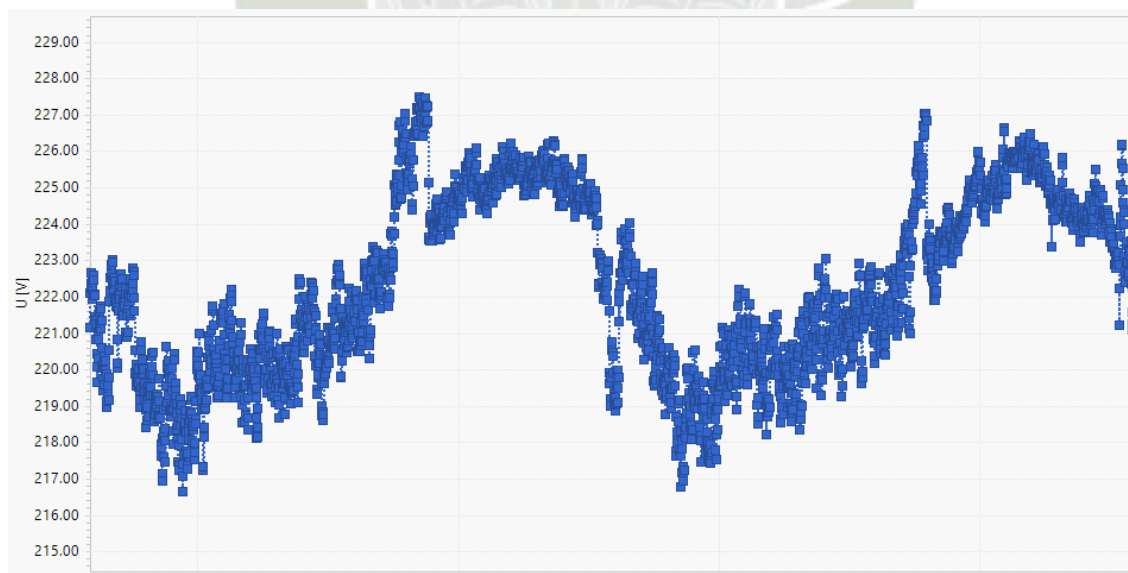


Figura 14

Voltaje de Fase U2 y N

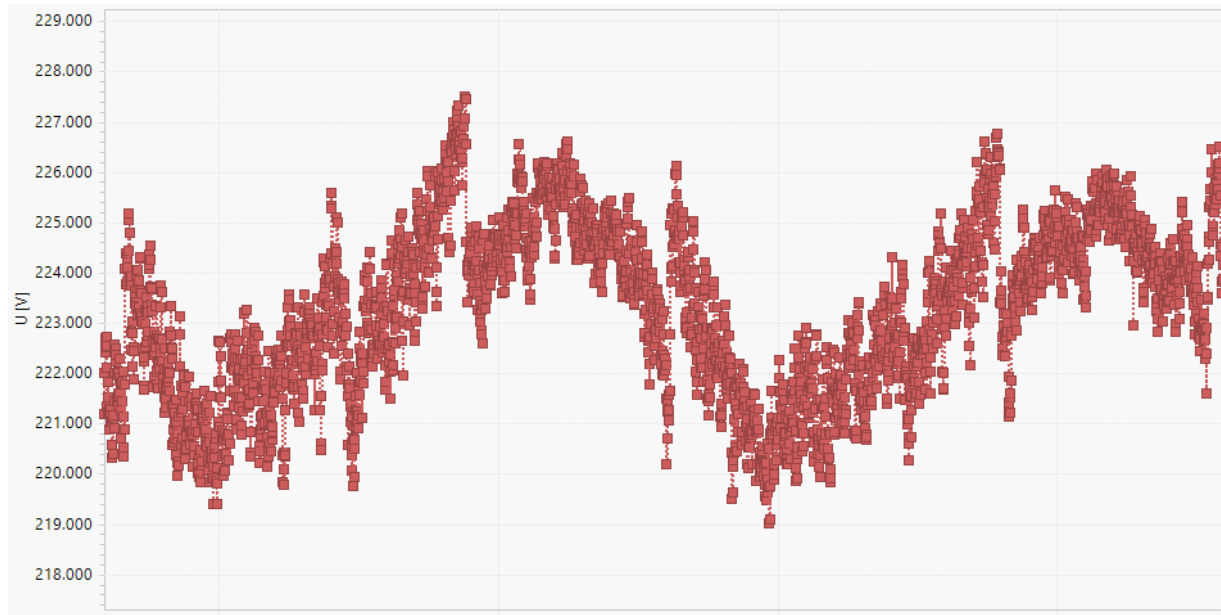
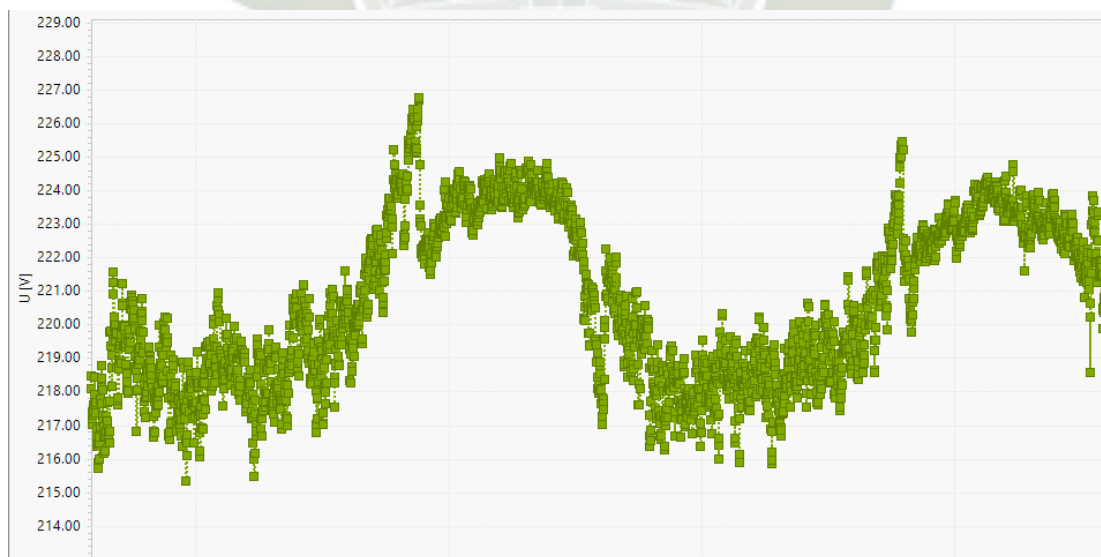


Figura 15

Voltaje de Fase U3 y N



A continuación, se muestran los valores de tensión de fase de las 3 líneas del sistema eléctrico y neutro, dichos valores son tomados por intervalos de 15 minutos.

Tabla 4

Mediciones de tensiones de Fase

HORA [UTC]	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]
07:18:00	221.44	221.224	217.37
07:33:00	221.27	222.482	218.12
07:48:00	220.23	221.267	217.25
08:03:00	222.87	224.304	218.16
08:18:00	221.69	222.14	217.7
08:33:00	222.47	223.297	220.58
08:48:00	221.01	222.306	217.94
09:03:00	222.77	224.253	220.18
09:18:00	219.63	222.744	219.2
09:33:00	219.49	222.676	219.16
09:48:00	219.89	221.814	219.26
10:03:00	218.77	220.891	216.78
10:18:00	218.69	222.76	219.31
10:33:00	218.98	220.548	219.59
10:48:00	218.99	221.528	216.77
11:03:00	218.81	221.337	217.85
11:18:00	218.08	221.089	217
11:33:00	217.37	220.066	216.56
11:48:00	218.39	220.525	218.32
12:03:00	219.83	222.606	218.32
12:18:00	218.14	220.407	218.28
12:33:00	220.78	222.609	218.91
12:48:00	220.09	222.283	218.6
13:03:00	220.8	223.202	220.55
13:18:00	220.1	221.671	218.37
13:33:00	222.19	222.828	219.09
13:48:00	219.71	220.753	219
14:03:00	220	221.213	219.1
14:18:00	220.04	220.827	219.13
14:33:00	220.43	222.208	217.98
14:48:00	218.92	219.789	215.47

15:03:00	221.54	222.74	218.93
15:18:00	221.04	222.62	217.54
15:33:00	219.73	222.425	218.93
15:48:00	220.19	222.797	219.34
16:03:00	219.21	222.755	217.8
16:18:00	219.36	222.847	217.25
16:33:00	221.38	223.784	219.08
16:48:00	221.64	224.391	220.49
17:03:00	221.12	224.417	220.7
17:18:00	222.26	223.666	220.06
17:33:00	219.78	221.77	218.54
17:48:00	218.75	219.946	217.2
18:03:00	220.79	222.479	217.35
18:18:00	220.61	223.262	219.72
18:33:00	222.33	222.885	219.8
18:48:00	221.17	222.78	219.54
19:03:00	221.47	222.6	220.6
19:18:00	222.09	222.581	219.9
19:33:00	221.28	223.653	220
19:48:00	222.4	224.659	220.92
20:03:00	222.97	224.634	221.5
20:18:00	222.47	224.478	222.23
20:33:00	222.76	225.191	221.61
20:48:00	222.58	224.846	222.48
21:03:00	223.72	224.88	222.55
21:18:00	226.7	225.902	223.5
21:33:00	226.37	225.406	224.3
21:48:00	225.79	225.604	224.12
22:03:00	226.49	226.996	224.04
22:18:00	226.89	226.473	226.15
22:33:00	227.2	227.063	226.16
22:48:00	223.96	224.381	222.14
23:03:00	224.02	224.237	222.31
23:18:00	224.08	222.773	222.64
23:33:00	223.87	224.314	222.73
23:48:00	224.29	225.036	223.24
00:03:00	224.67	225.089	223.14
00:18:00	224.99	224.184	224.03
00:33:00	225.73	224.507	224.05
00:48:00	225.49	225.182	224.13
01:03:00	224.59	225.222	224.03

01:18:00	224.45	224.124	223.5
01:33:00	224.91	225.093	223.69
01:48:00	225.79	225.612	223.85
02:03:00	225.77	225.579	223.79
02:18:00	225.23	225.577	223.69
02:33:00	225.87	225.986	223.52
02:48:00	225.28	225.297	224.59
03:03:00	224.79	225.759	223.84
03:18:00	225.69	224.719	223.67
03:33:00	224.82	225.865	223.41
03:48:00	225.28	224.558	224.86
04:03:00	225.46	225.27	223.96
04:18:00	225.57	224.027	223.97
04:33:00	225.61	225.091	223.8
04:48:00	224.55	224.826	223.73
05:03:00	225.25	225.043	223.4
05:18:00	224.59	223.88	223.7
05:33:00	224.78	225.059	223.63
05:48:00	224.38	223.794	223.01
06:03:00	225	223.767	223.13
06:18:00	224.91	222.806	222.72
06:33:00	222.98	223.32	221.03
06:48:00	222.06	222.874	220.66
07:03:00	219.77	222.44	218.88
07:18:00	219.88	221.468	217.26
07:33:00	222.91	224.794	220.7
07:48:00	222.81	224.194	220.68
08:03:00	221.95	222.906	219.67
08:18:00	221.3	222.815	219.54
08:33:00	220.72	222.263	219.2
08:48:00	221.39	221.82	218.66
09:03:00	219.55	221.444	218.23
09:18:00	220.3	222.498	220
09:33:00	219.18	221.141	216.68
09:48:00	218.93	221.656	218.04
10:03:00	217.62	219.503	217.05
10:18:00	217.83	220.84	216.99
10:33:00	220	221.719	219.04
10:48:00	219.46	220.59	218.59
11:03:00	219.71	221.139	217.2
11:18:00	218.7	220.031	217.51

11:33:00	217.55	219.71	217.88
11:48:00	219.93	220.988	218.82
12:03:00	220.06	221.649	219.52
12:18:00	219.72	220.638	218.11
12:33:00	220.56	221.586	218.13
12:48:00	219.59	220.105	216.41
13:03:00	220.73	220.794	218.4
13:18:00	219.77	221.339	218.32
13:33:00	220.07	220.35	217.85
13:48:00	218.51	220.137	216.12
14:03:00	219.49	221.148	218.23
14:18:00	218.84	220.785	217.71
14:33:00	221.08	221.242	217.85
14:48:00	220.06	221.749	218.57
15:03:00	220.26	222.801	218.4
15:18:00	219.07	221.813	216.89
15:33:00	219.31	222.139	217.66
15:48:00	219.02	220.779	216.83
16:03:00	220.09	221.372	218.12
16:18:00	220.96	222.747	218.88
16:33:00	221.7	223.145	217.81
16:48:00	220.82	222.499	219.62
17:03:00	220.86	223.004	220.61
17:18:00	221.17	223.487	219.29
17:33:00	219.98	221.954	218.22
17:48:00	220.74	222.554	219.02
18:03:00	221.5	222.493	219.7
18:18:00	222.11	222.831	219.49
18:33:00	220.25	222.88	217.97
18:48:00	221.78	223.661	219.47
19:03:00	221.93	223.533	219.84
19:18:00	221.45	223.572	219.44
19:33:00	221.94	223.804	219.36
19:48:00	221.88	224.365	220.65
20:03:00	222.41	224.405	220.87
20:18:00	222.64	223.902	221.71
20:33:00	223.54	225.542	220.88
20:48:00	220.97	223.829	219.84
21:03:00	224.59	224.854	222.18
21:18:00	224.54	224.579	222.69
21:33:00	226.82	226.038	225.19

21:48:00	222.79	222.733	221.91
22:03:00	222.83	222.811	221.09
22:18:00	223.68	223.969	222.1
22:33:00	224.43	225.258	222.8
22:48:00	223.44	224.022	222.48
23:03:00	223.71	224.577	222.61
23:18:00	224.14	223.698	223.19
23:33:00	225.19	224.39	222.8
23:48:00	225.03	224.436	222.99
00:03:00	225.32	224.912	223.63
00:18:00	224.49	224.314	223.15
00:33:00	224.68	224.937	223.35
00:48:00	224.67	224.606	223.33
01:03:00	225.18	224.497	223.93
01:18:00	225.64	225.249	223.67
01:33:00	225.68	225.661	224.37
01:48:00	225.83	225.219	224.05
02:03:00	226	225.051	223.99
02:18:00	226.04	225.504	223.7
02:33:00	225.73	224.854	223.63
02:48:00	225.12	224.936	224.56
03:03:00	225.05	225.611	223.31
03:18:00	223.36	222.941	221.58
03:33:00	224.66	225.023	222.75
03:48:00	225.14	224.913	223.61
04:03:00	224.43	223.866	222.99
04:18:00	223.94	223.387	222.86
04:33:00	224.42	223.039	222.9
04:48:00	223.79	224.27	223.03
05:03:00	224.78	223.362	222.44
05:18:00	224.38	223.995	223.22
05:33:00	224.95	223.847	223.24
05:48:00	224	223.628	222.55
06:03:00	223.78	223.681	221.69
06:18:00	222.95	223.169	221.25
06:33:00	226.14	224.607	223.4
06:48:00	222.9	225.856	223.24
07:03:00	221.26	224.343	220.43

De acuerdo al gráfico mostrado se puede observar que según las tolerancias de la NTCSE ningún valor excede el 5% del voltaje nominal. Esto indica que los valores medidos se encuentran dentro de lo establecido por la NTCSE, los cuales están dentro del rango de 209 V y 231 V.

A continuación, se muestra la evaluación de voltajes de línea medidos en el objeto de estudio.

Figura 16

Diagrama general de Voltajes de línea

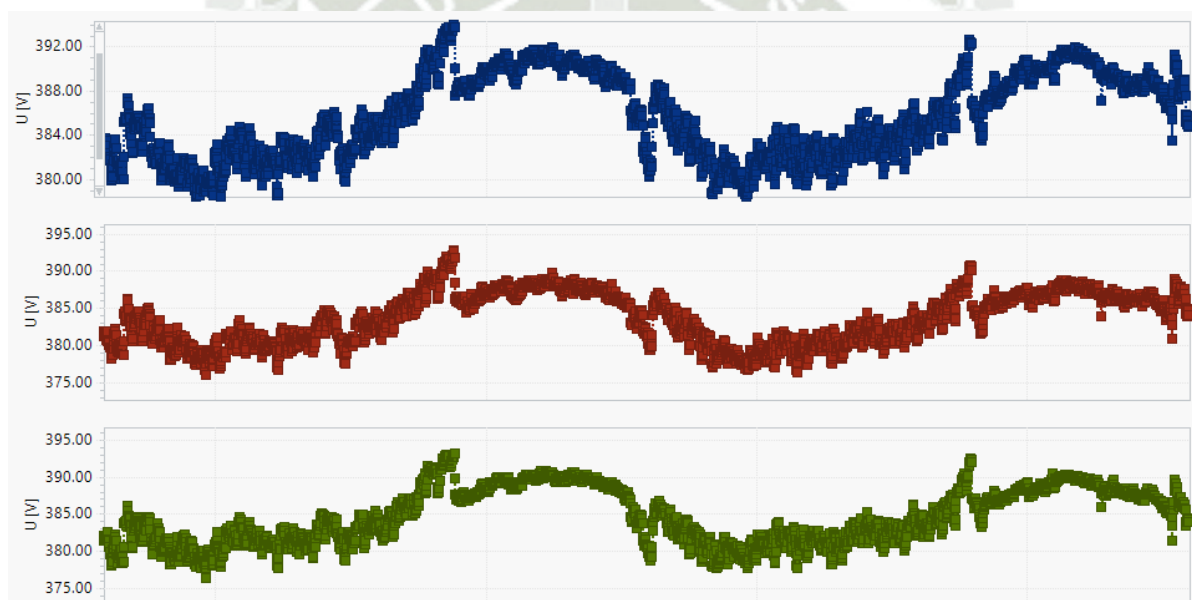


Figura 17

Voltaje de Línea U12

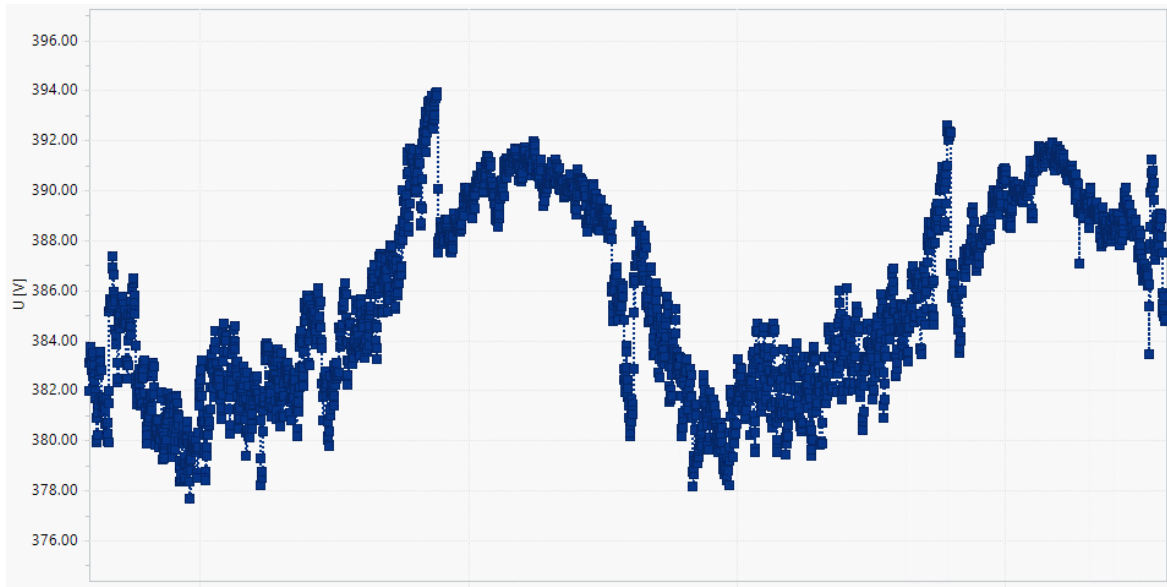


Figura 18

Voltaje de Línea U23

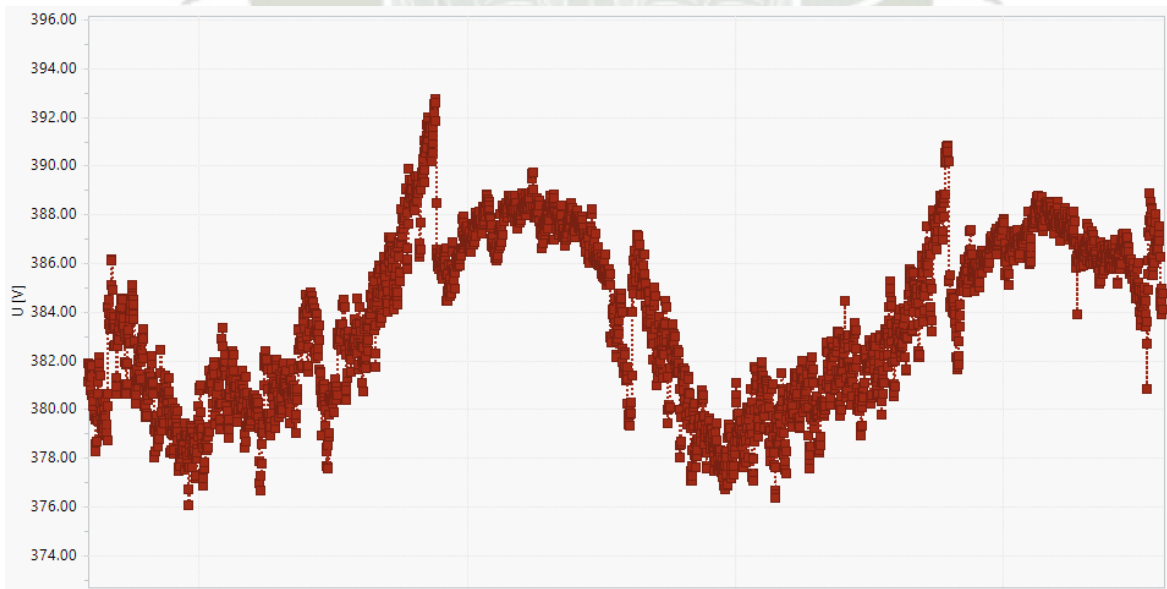
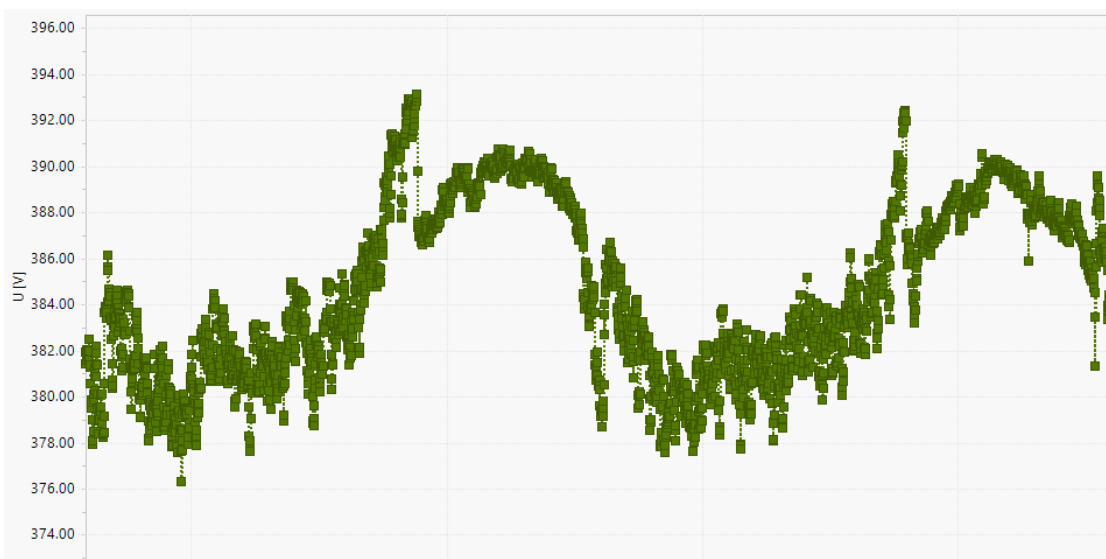


Figura 19

Voltaje de Línea U31



A continuación, se muestran los valores medidos de los voltajes de línea por periodos de 15 minutos.

Tabla 5

Valores de Voltajes de Línea

HORA [UTC]	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]
07:04:00	381.98	381.14	381.4
07:18:00	382.35	380.31	380.54
07:33:00	383.24	381.74	381.4
07:48:00	381.26	379.67	380.03
08:03:00	385.64	383.34	383.37
08:18:00	383.09	381.26	381.44
08:33:00	385.6	384.14	384.37
08:48:00	383	381.03	381.28
09:03:00	386.46	384.65	384.5
09:18:00	382.49	382.01	381.35
09:33:00	381.89	382.1	381.42
09:48:00	381.8	381.32	381.67

10:03:00	380.17	378.26	378.52
10:18:00	381.7	381.5	381.22
10:33:00	380.79	379.92	380.87
10:48:00	380.33	378.99	379.09
11:03:00	380.59	379.27	379.79
11:18:00	379.87	378.16	378.44
11:33:00	378.36	376.7	377.64
11:48:00	380.02	378.81	379.46
12:03:00	382.41	380.75	381.24
12:18:00	379.37	378.57	379.67
12:33:00	383.44	381.09	382.55
12:48:00	382.8	380.51	381.47
13:03:00	384.29	382.9	383.81
13:18:00	382.08	379.91	381.35
13:33:00	384.59	382.24	383.41
13:48:00	380.84	379.97	381.37
14:03:00	381.63	380.61	381.42
14:18:00	381.65	379.65	381.81
14:33:00	382.45	380.27	381.45
14:48:00	378.75	376.62	377.64
15:03:00	383.74	381.8	383.12
15:18:00	382.81	380.83	381.52
15:33:00	382.41	380.68	381.88
15:48:00	382.88	381.87	382.37
16:03:00	381.59	380.53	380.56
16:18:00	381.25	380.55	380.35
16:33:00	384.37	382.64	383.42
16:48:00	385.58	384.13	384.7
17:03:00	384.69	384.66	384.55
17:18:00	385.82	383.58	384.09
17:33:00	382.09	380.14	381.03
17:48:00	379.75	377.54	378.72
18:03:00	382.79	380.56	380.83
18:18:00	383.73	382.64	382.95
18:33:00	384.93	383.07	383.78
18:48:00	383.69	382.63	382.84
19:03:00	384.39	383.18	383.63
19:18:00	384.66	382.59	383.78
19:33:00	385.05	383.38	383.23
19:48:00	386.5	384.97	385.45
20:03:00	387.38	385.62	385.88

20:18:00	386.81	385.82	386.4
20:33:00	387.4	386.28	386.01
20:48:00	387.18	386.49	386.62
21:03:00	388.02	386.79	387.63
21:18:00	391.53	389.09	390.42
21:33:00	391.08	389.07	390.85
21:48:00	391.03	388.57	390.4
22:03:00	392.58	389.96	390.98
22:18:00	393.24	391.1	392.6
22:33:00	393.79	392.13	392.61
22:48:00	388.51	385.94	386.86
23:03:00	388.44	385.81	387.2
23:18:00	387.75	384.73	387.1
23:33:00	388.53	386.22	387.3
23:48:00	389.51	387.28	388.12
00:03:00	390.08	387.14	388.27
00:18:00	389.83	387.25	388.96
00:33:00	390.57	387.65	389.67
00:48:00	390.87	388.17	389.74
01:03:00	390.06	387.88	389.17
01:18:00	389.08	386.54	388.44
01:33:00	390.11	387.55	389.22
01:48:00	391.21	388.23	390.14
02:03:00	391.08	388.29	390
02:18:00	390.76	387.72	389.77
02:33:00	391.58	388.13	390.06
02:48:00	390.6	388.51	390.3
03:03:00	390.66	387.99	389.43
03:18:00	390.17	387.48	389.89
03:33:00	390.43	387.8	389.34
03:48:00	390.26	388.12	390.23
04:03:00	390.86	387.98	389.76
04:18:00	389.72	387.21	389.72
04:33:00	390.43	387.85	390
04:48:00	389.28	387.35	389.21
05:03:00	390.38	387.49	389
05:18:00	388.66	386.86	388.72
05:33:00	390.06	387.49	388.94
05:48:00	388.49	385.98	388.05
06:03:00	389.28	386.24	388.25
06:18:00	388.1	385.28	387.86

06:33:00	386.45	383.94	385.45
06:48:00	385.22	383.65	383.98
07:03:00	382.6	381.49	380.94
07:18:00	381.61	379.77	379.34
07:33:00	386.97	385.76	384.95
07:48:00	386.81	384.9	384.74
08:03:00	384.7	383.37	382.9
08:18:00	383.81	382.93	382.71
08:33:00	383.26	381.68	381.98
08:48:00	383.36	381.27	381.73
09:03:00	381.64	380.06	380.08
09:18:00	383.41	382.37	382.19
09:33:00	380.47	378.49	378.96
09:48:00	381.2	379.69	379.83
10:03:00	378.14	377.06	377.82
10:18:00	379.34	378.04	378.21
10:33:00	382.25	380.37	381.79
10:48:00	381.1	379.03	380.62
11:03:00	380.92	378.45	380.37
11:18:00	379.65	377.5	379.43
11:33:00	378.42	377.69	378.58
11:48:00	381.87	379.19	381.57
12:03:00	382.67	380.56	382
12:18:00	381.36	378.59	380.5
12:33:00	382.5	379.93	381.16
12:48:00	380.33	377.34	378.69
13:03:00	381.9	379.15	381.91
13:18:00	381.91	379.69	380.52
13:33:00	380.9	378.55	380.67
13:48:00	379.69	376.51	377.85
14:03:00	381.04	379.38	380.71
14:18:00	380.58	378.26	379.66
14:33:00	382.73	379.27	381.42
14:48:00	382.1	380.62	381.06
15:03:00	382.69	381.2	381.72
15:18:00	380.58	378.91	379.72
15:33:00	381.87	379.49	380.2
15:48:00	379.93	378.3	379.03
16:03:00	381.78	379.96	380.63
16:18:00	383.48	381.57	382.55
16:33:00	383.99	381.6	382.1

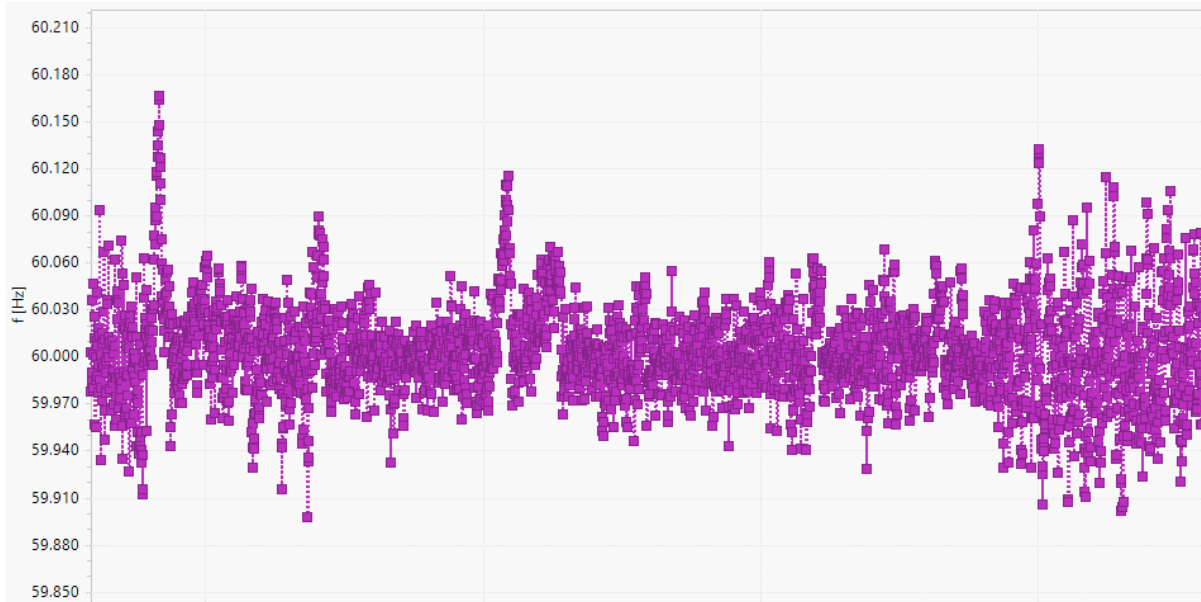
16:48:00	383.54	381.59	383.07
17:03:00	383.81	382.86	384.18
17:18:00	384.3	382.56	383.08
17:33:00	381.91	380.4	381.05
17:48:00	383.28	381.59	382.23
18:03:00	383.89	382.58	383.03
18:18:00	384.93	382.57	383.28
18:33:00	382.73	381.06	381.2
18:48:00	384.95	383.09	383.58
19:03:00	385.18	383.06	384.04
19:18:00	384.46	382.88	383.49
19:33:00	385.08	383.48	383.4
19:48:00	385.48	384.99	384.59
20:03:00	386.41	385.1	384.93
20:18:00	386.27	385.03	386.11
20:33:00	388.07	386.12	386.18
20:48:00	384.62	383.18	383.35
21:03:00	388.41	386.99	387.85
21:18:00	388.56	386.95	388.07
21:33:00	392.3	390.15	391.95
21:48:00	385.63	384.3	386.1
22:03:00	385.87	383.81	385.12
22:18:00	387.49	385.65	386.91
22:33:00	389.33	387.37	388.07
22:48:00	387.44	385.93	386.99
23:03:00	388.44	386.33	387.25
23:18:00	388.23	386.29	387.73
23:33:00	389.54	386.73	388.32
23:48:00	389.49	386.84	388.4
00:03:00	390.39	387.67	389.11
00:18:00	389.15	386.58	388.14
00:33:00	389.94	387.1	388.57
00:48:00	389.52	386.94	388.53
01:03:00	390.13	387.43	389.15
01:18:00	391.1	387.83	389.45
01:33:00	391.63	388.77	389.97
01:48:00	391.52	387.85	389.94
02:03:00	391.34	387.95	389.92
02:18:00	391.58	388.14	389.85
02:33:00	390.96	387.42	389.41
02:48:00	390.78	388.12	389.57

03:03:00	390.6	387.82	388.93
03:18:00	387.05	383.87	385.89
03:33:00	389.74	386.68	388.27
03:48:00	390.08	387.45	389.29
04:03:00	388.96	385.94	387.81
04:18:00	387.91	385.36	387.54
04:33:00	387.98	385.69	387.44
04:48:00	388.46	386.29	387.62
05:03:00	388.63	385.8	387.06
05:18:00	388.8	386.56	387.88
05:33:00	389.04	386.79	388.18
05:48:00	388.14	385.64	387.02
06:03:00	387.77	385.21	386.03
06:18:00	386.7	384.18	385.03
06:33:00	390.69	387.78	389.17
06:48:00	388.71	387.99	387.22
07:03:00	385.43	384.41	383.73

Como podemos observar en la tabla anterior, los voltajes de línea deben exceder el 5% de tolerancia establecido por la norma, es decir deben estar dentro del rango de 361 V y 399 V, por lo que podemos ver que ningún valor sale del rango por lo que los valores cumplen con lo establecido por la norma.

4.1.3.2. Análisis de la frecuencia

A continuación, se muestra el diagrama de mediciones de la frecuencia en el objeto de estudio.

Figura 20*Medición de frecuencia*

Como podemos observar en el gráfico anterior se muestra el rango de frecuencia medido por periodos de 1 minuto con finalidad de evaluar variaciones súbitas que no deben superar ± 1 Hz., ningún valor excede el rango de 59 Hz y 61 Hz; asimismo, ningún valor máximo ni mínimo supera el 6% de tolerancia que establece la norma, es decir los valores están dentro del rango de 59.64 Hz y 60.36 Hz para variaciones sostenidas.

A continuación, se muestran la tabla de mediciones de frecuencia por periodos de 15 minutos, los cuales no exceden los valores establecidos por la norma mencionados, lo que indica que se está cumpliendo con los parámetros.

Tabla 6

Mediciones de valores de Frecuencia

HORA [UTC]	f(Min) [Hz]	f(Pro) [Hz]	f(Max) [Hz]
07:04:00	59.959	60.002	60.024
07:18:00	59.962	60	60.036
07:33:00	59.971	60.015	60.04
07:48:00	60.005	60.034	60.079
08:03:00	59.939	59.99	60.025
08:18:00	59.965	59.982	60.001
08:33:00	59.921	59.964	60.021
08:48:00	59.927	59.957	59.992
09:03:00	59.9	59.943	59.972
09:18:00	59.833	59.937	60.074
09:33:00	59.965	60.007	60.045
09:48:00	60.021	60.062	60.088
10:03:00	60.108	60.127	60.137
10:18:00	60.017	60.03	60.053
10:33:00	59.95	59.963	59.973
10:48:00	59.967	59.983	60.014
11:03:00	59.956	60.01	60.032
11:18:00	59.989	60.026	60.045
11:33:00	59.997	60.022	60.033
11:48:00	60.031	60.043	60.06
12:03:00	60.052	60.061	60.07
12:18:00	59.975	60.012	60.036
12:33:00	60.005	60.031	60.049
12:48:00	59.957	59.995	60.057
13:03:00	59.946	59.971	60.001
13:18:00	60.013	60.023	60.042
13:33:00	60.021	60.052	60.066
13:48:00	59.954	59.979	59.99
14:03:00	59.932	59.957	59.987
14:18:00	59.961	59.978	60.005
14:33:00	59.983	60.007	60.031
14:48:00	59.957	59.997	60.011
15:03:00	59.967	60.005	60.047
15:18:00	59.918	59.976	60.011
15:33:00	60.034	60.049	60.057

15:48:00	59.967	59.99	60.014
16:03:00	59.967	59.995	60.023
16:18:00	59.954	59.976	60.01
16:33:00	60.009	60.025	60.051
16:48:00	59.956	60.012	60.04
17:03:00	60.011	60.032	60.043
17:18:00	59.992	60.017	60.037
17:33:00	59.949	59.979	60.011
17:48:00	59.963	59.982	60.017
18:03:00	59.952	59.99	60.039
18:18:00	59.973	59.99	60.012
18:33:00	59.953	59.991	60.027
18:48:00	59.986	60.008	60.021
19:03:00	59.96	59.996	60.021
19:18:00	59.936	59.965	59.983
19:33:00	59.98	60.013	60.032
19:48:00	59.977	59.995	60.014
20:03:00	59.971	59.985	60.011
20:18:00	59.977	60.011	60.04
20:33:00	59.985	60.009	60.026
20:48:00	59.967	60.003	60.023
21:03:00	59.966	59.994	60.022
21:18:00	59.981	60.007	60.037
21:33:00	59.954	59.984	60.026
21:48:00	59.965	59.976	59.998
22:03:00	59.985	60.008	60.037
22:18:00	59.968	59.985	60.024
22:33:00	59.958	60.007	60.043
22:48:00	59.972	60.001	60.027
23:03:00	59.967	60.001	60.051
23:18:00	59.935	59.97	59.997
23:33:00	59.998	60.014	60.031
23:48:00	59.968	59.981	59.993
00:03:00	59.996	60.017	60.04
00:18:00	59.966	59.99	60.024
00:33:00	59.978	60.007	60.029
00:48:00	60.022	60.042	60.055
01:03:00	60.085	60.097	60.112
01:18:00	59.961	60.014	60.048
01:33:00	59.971	59.995	60.032
01:48:00	59.96	59.984	60.003

02:03:00	59.965	60.007	60.053
02:18:00	59.996	60.027	60.062
02:33:00	60.048	60.059	60.07
02:48:00	60.035	60.058	60.074
03:03:00	60.017	60.036	60.066
03:18:00	60.034	60.042	60.049
03:33:00	59.941	59.979	60.018
03:48:00	59.975	60.005	60.025
04:03:00	59.949	59.998	60.034
04:18:00	59.975	59.999	60.027
04:33:00	59.97	60.001	60.025
04:48:00	59.968	59.995	60.032
05:03:00	59.967	59.989	60.034
05:18:00	59.95	59.998	60.044
05:33:00	59.942	59.985	60.027
05:48:00	59.98	60.006	60.026
06:03:00	59.962	59.982	60.006
06:18:00	59.96	59.984	60.014
06:33:00	59.893	59.946	59.978
06:48:00	60.004	60.045	60.096
07:03:00	59.99	60.037	60.074
07:18:00	59.962	60.015	60.045
07:33:00	59.958	59.991	60.04
07:48:00	59.985	60.009	60.024
08:03:00	59.935	60.005	60.09
08:18:00	59.952	59.994	60.04
08:33:00	59.969	59.992	60.026
08:48:00	59.972	59.999	60.04
09:03:00	59.97	59.979	59.987
09:18:00	59.956	59.985	60.021
09:33:00	59.981	60.018	60.062
09:48:00	59.966	60.014	60.063
10:03:00	59.962	59.981	59.992
10:18:00	59.935	59.978	60.001
10:33:00	59.995	60.027	60.049
10:48:00	59.944	59.996	60.069
11:03:00	59.953	59.988	60.04
11:18:00	59.97	59.977	59.985
11:33:00	59.991	60.02	60.048
11:48:00	59.987	60.01	60.022
12:03:00	60.006	60.022	60.034

12:18:00	59.966	59.998	60.016
12:33:00	59.969	59.997	60.039
12:48:00	59.963	60.006	60.042
13:03:00	59.978	60.008	60.044
13:18:00	59.958	59.975	59.997
13:33:00	60.047	60.053	60.063
13:48:00	59.963	59.995	60.021
14:03:00	59.949	59.963	59.981
14:18:00	60.031	60.054	60.081
14:33:00	60.004	60.022	60.049
14:48:00	59.966	59.996	60.045
15:03:00	59.969	60.005	60.025
15:18:00	59.973	59.992	60.017
15:33:00	59.964	59.997	60.047
15:48:00	59.967	60.019	60.053
16:03:00	59.943	59.999	60.048
16:18:00	59.952	60.001	60.05
16:33:00	59.967	59.989	60.028
16:48:00	59.956	59.996	60.034
17:03:00	59.965	60.007	60.038
17:18:00	59.955	59.972	59.986
17:33:00	59.943	59.976	60.01
17:48:00	60.033	60.058	60.081
18:03:00	59.977	59.991	60.021
18:18:00	59.964	59.995	60.023
18:33:00	60.001	60.023	60.042
18:48:00	59.973	59.99	60.019
19:03:00	59.969	60.003	60.039
19:18:00	59.951	59.962	59.975
19:33:00	60.057	60.061	60.07
19:48:00	60.028	60.043	60.056
20:03:00	59.964	59.983	60.003
20:18:00	59.978	59.999	60.026
20:33:00	59.954	59.984	60.04
20:48:00	59.971	60	60.023
21:03:00	59.973	59.993	60.015
21:18:00	59.946	59.988	60.011
21:33:00	59.967	60.007	60.052
21:48:00	59.988	60.016	60.041
22:03:00	59.965	60.002	60.028
22:18:00	59.953	59.985	60.017

22:33:00	59.974	59.994	60.068
22:48:00	60.008	60.035	60.053
23:03:00	59.942	59.965	59.984
23:18:00	59.923	59.94	59.963
23:33:00	59.985	60.01	60.063
23:48:00	59.937	59.961	59.984
00:03:00	60.111	60.123	60.15
00:18:00	59.924	59.954	59.975
00:33:00	60.022	60.045	60.06
00:48:00	59.966	60.011	60.037
01:03:00	59.96	59.978	60.009
01:18:00	59.883	59.909	59.932
01:33:00	59.904	59.937	59.96
01:48:00	59.944	59.978	60.011
02:03:00	59.899	59.911	59.934
02:18:00	59.929	59.97	60.008
02:33:00	59.948	60.002	60.037
02:48:00	59.904	60.003	60.057
03:03:00	59.949	59.965	59.987
03:18:00	60.047	60.067	60.087
03:33:00	59.969	59.991	60.02
03:48:00	59.959	60.019	60.074
04:03:00	59.986	60.019	60.047
04:18:00	59.889	59.998	60.052
04:33:00	59.924	59.954	59.999
04:48:00	59.965	60.026	60.057
05:03:00	59.923	59.967	60.036
05:18:00	59.962	59.973	60
05:33:00	60.052	60.08	60.108
05:48:00	59.946	59.983	60.007
06:03:00	59.988	60.048	60.126
06:18:00	59.948	59.981	60.007
06:33:00	59.946	59.979	60.03
06:48:00	60.027	60.047	60.06
07:03:00	59.962	59.99	60.064

4.1.3.3. Análisis de Flickers. A continuación, se muestra el diagrama de evaluación de

Flickers medidos en el objeto de estudio.

Figura 21

Diagrama de mediciones de Flickers

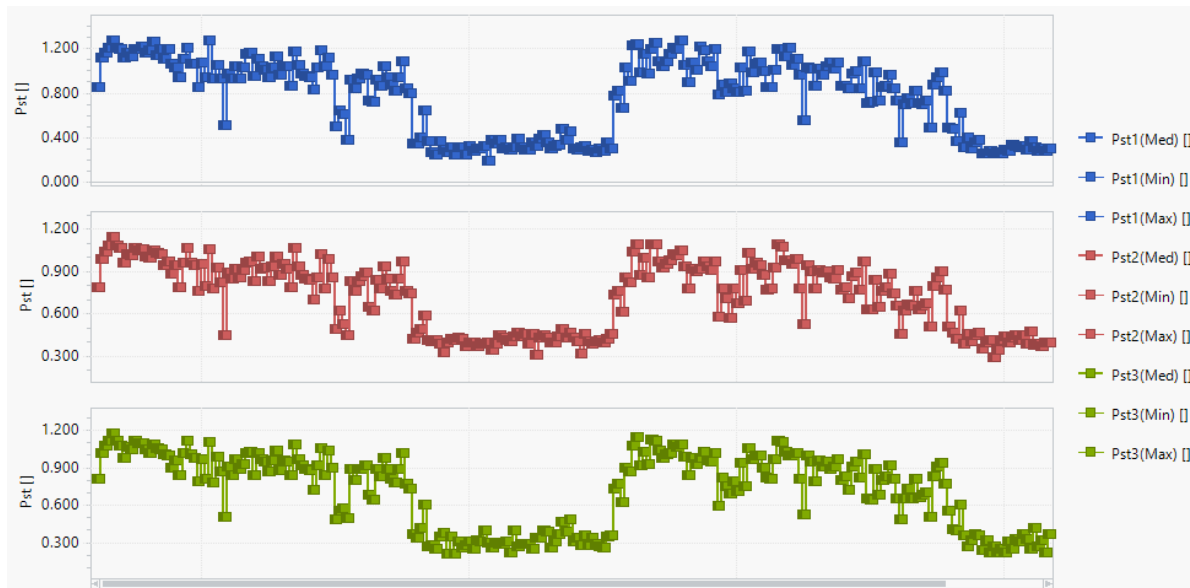


Figura 22

Flickers Pst 1

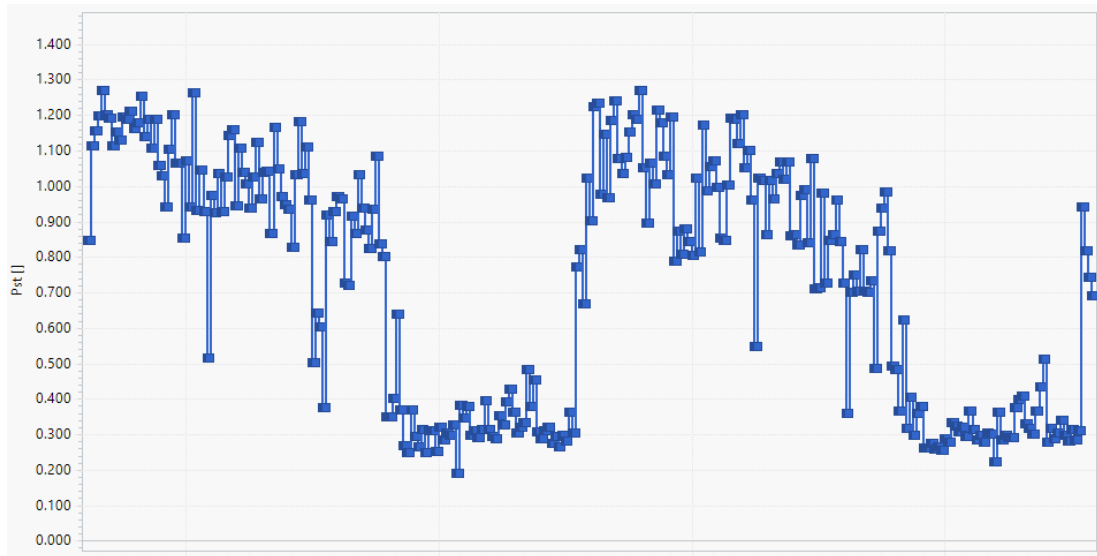


Figura 23

Flickers Pst 2

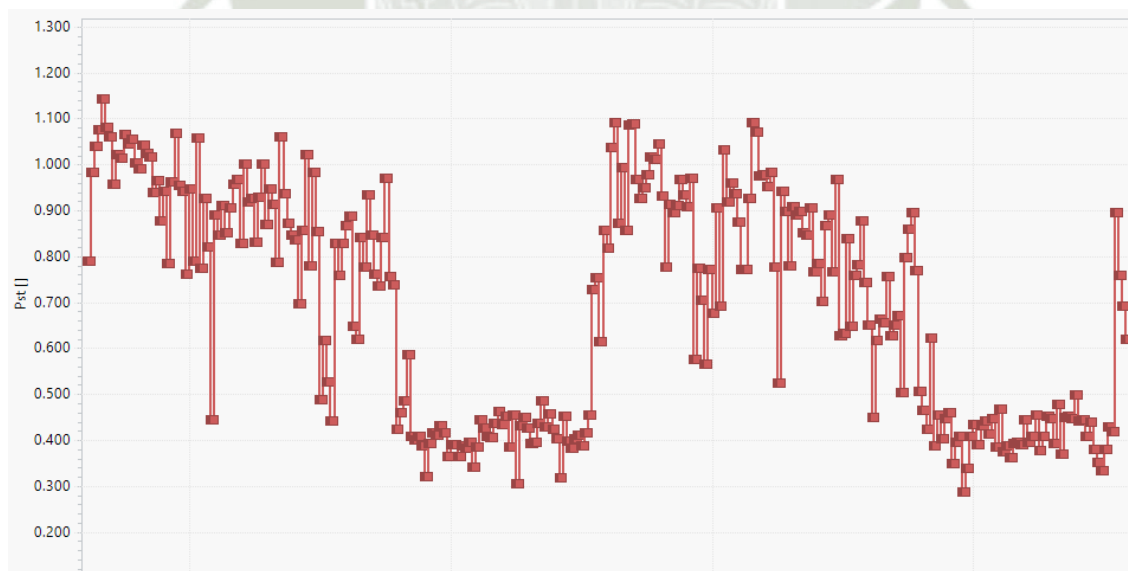
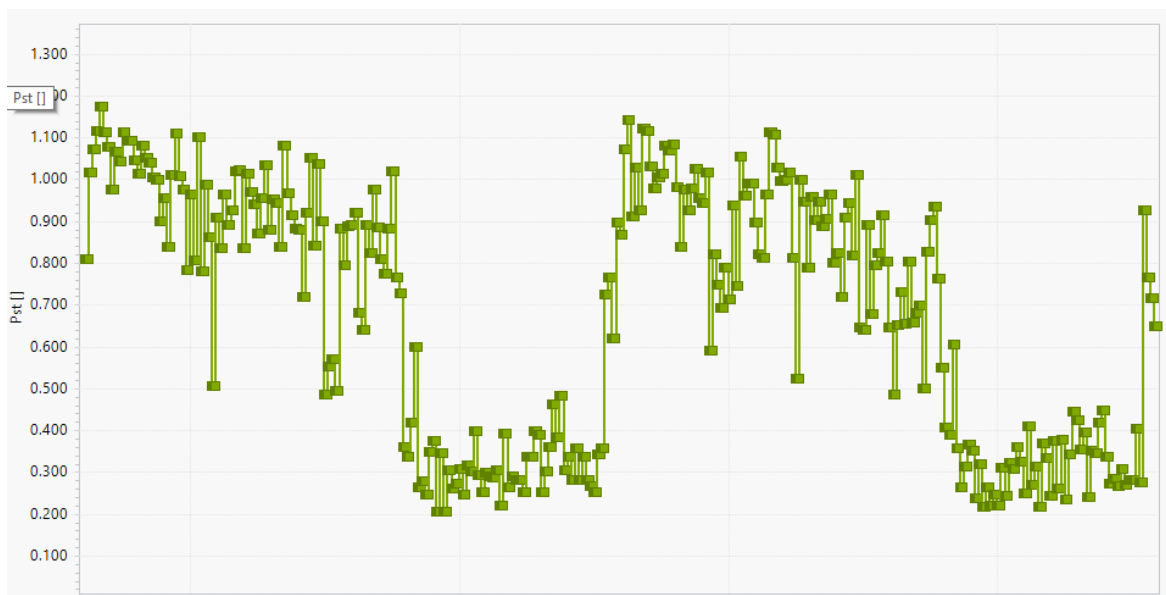


Figura 24

Flickers Pst 3



A continuación, se muestra la tabla de mediciones de Flickers por periodos de 10 minutos.

Tabla 7

Valores de medición de Flickers

HORA	Pst1	Pst2	Pst3
07:23:00	0.845	0.788	0.81
07:33:00	1.113	0.983	1.016
07:43:00	1.154	1.039	1.071
07:53:00	1.198	1.077	1.114
08:03:00	1.269	1.144	1.175
08:13:00	1.202	1.08	1.112
08:23:00	1.191	1.061	1.076
08:33:00	1.114	0.956	0.976
08:43:00	1.153	1.022	1.067
08:53:00	1.128	1.012	1.041
09:03:00	1.193	1.065	1.113
09:13:00	1.189	1.043	1.092
09:23:00	1.211	1.054	1.091

09:33:00	1.161	1.002	1.046
09:43:00	1.178	0.99	1.012
09:53:00	1.251	1.042	1.08
10:03:00	1.138	1.024	1.05
10:13:00	1.189	1.017	1.04
10:23:00	1.105	0.938	1.003
10:33:00	1.189	0.963	0.999
10:43:00	1.058	0.876	0.899
10:53:00	1.029	0.94	0.956
11:03:00	0.94	0.784	0.837
11:13:00	1.102	0.962	1.011
11:23:00	1.201	1.067	1.109
11:33:00	1.063	0.955	1.007
11:43:00	1.064	0.942	0.975
11:53:00	0.853	0.761	0.784
12:03:00	1.071	0.946	0.964
12:13:00	0.94	0.79	0.806
12:23:00	1.264	1.057	1.101
12:33:00	0.93	0.774	0.781
12:43:00	1.046	0.925	0.987
12:53:00	0.927	0.821	0.863
13:03:00	0.514	0.445	0.507
13:13:00	0.973	0.889	0.909
13:23:00	0.924	0.847	0.836
13:33:00	1.036	0.911	0.962
13:43:00	0.927	0.851	0.891
13:53:00	1.024	0.906	0.927
14:03:00	1.143	0.957	1.018
14:13:00	1.157	0.968	1.021
14:23:00	0.944	0.829	0.835
14:33:00	1.105	1.001	1.013
14:43:00	1.038	0.918	0.968
14:53:00	1.005	0.926	0.941
15:03:00	0.936	0.831	0.869
15:13:00	1.025	0.929	0.955
15:23:00	1.123	1.001	1.033
15:33:00	0.964	0.869	0.878
15:43:00	1.037	0.947	0.952
15:53:00	1.041	0.914	0.943
16:03:00	0.865	0.786	0.839
16:13:00	1.164	1.061	1.081

16:23:00	1.048	0.935	0.967
16:33:00	0.971	0.873	0.914
16:43:00	0.946	0.846	0.883
16:53:00	0.935	0.837	0.878
17:03:00	0.827	0.698	0.718
17:13:00	1.031	0.857	0.921
17:23:00	1.181	1.021	1.052
17:33:00	1.035	0.778	0.841
17:43:00	1.109	0.982	1.038
17:53:00	0.96	0.854	0.9
18:03:00	0.503	0.488	0.486
18:13:00	0.641	0.617	0.551
18:23:00	0.604	0.527	0.569
18:33:00	0.376	0.442	0.493
18:43:00	0.919	0.828	0.883
18:53:00	0.844	0.759	0.796
19:03:00	0.927	0.828	0.887
19:13:00	0.971	0.865	0.891
19:23:00	0.962	0.886	0.919
19:33:00	0.725	0.648	0.681
19:43:00	0.719	0.62	0.64
19:53:00	0.914	0.841	0.89
20:03:00	0.866	0.777	0.822
20:13:00	1.033	0.934	0.974
20:23:00	0.938	0.845	0.884
20:33:00	0.876	0.761	0.809
20:43:00	0.823	0.735	0.774
20:53:00	0.933	0.842	0.882
21:03:00	1.082	0.971	1.018
21:13:00	0.836	0.756	0.766
21:23:00	0.8	0.739	0.728
21:33:00	0.349	0.423	0.36
21:43:00	0.349	0.459	0.335
21:53:00	0.402	0.486	0.417
22:03:00	0.637	0.585	0.599
22:13:00	0.369	0.408	0.262
22:23:00	0.269	0.401	0.279
22:33:00	0.247	0.407	0.245
22:43:00	0.37	0.388	0.347
22:53:00	0.294	0.321	0.375
23:03:00	0.264	0.392	0.205

23:13:00	0.312	0.416	0.346
23:23:00	0.248	0.41	0.204
23:33:00	0.309	0.43	0.304
23:43:00	0.308	0.416	0.26
23:53:00	0.251	0.364	0.272
00:03:00	0.319	0.39	0.308
00:13:00	0.283	0.39	0.247
00:23:00	0.304	0.364	0.316
00:33:00	0.298	0.387	0.302
00:43:00	0.325	0.382	0.397
00:53:00	0.188	0.396	0.292
01:03:00	0.383	0.34	0.251
01:13:00	0.346	0.385	0.297
01:23:00	0.379	0.444	0.289
01:33:00	0.297	0.427	0.287
01:43:00	0.311	0.409	0.305
01:53:00	0.291	0.404	0.219
02:03:00	0.312	0.437	0.393
02:13:00	0.393	0.463	0.263
02:23:00	0.313	0.432	0.288
02:33:00	0.292	0.453	0.282
02:43:00	0.287	0.384	0.281
02:53:00	0.352	0.455	0.25
03:03:00	0.327	0.304	0.336
03:13:00	0.391	0.431	0.337
03:23:00	0.427	0.448	0.398
03:33:00	0.361	0.427	0.388
03:43:00	0.304	0.392	0.252
03:53:00	0.319	0.396	0.3
04:03:00	0.333	0.435	0.359
04:13:00	0.481	0.484	0.462
04:23:00	0.378	0.43	0.382
04:33:00	0.453	0.458	0.482
04:43:00	0.305	0.424	0.303
04:53:00	0.288	0.402	0.338
05:03:00	0.311	0.318	0.28
05:13:00	0.321	0.452	0.355
05:23:00	0.275	0.399	0.28
05:33:00	0.294	0.382	0.335
05:43:00	0.263	0.402	0.281
05:53:00	0.296	0.411	0.265

06:03:00	0.279	0.388	0.252
06:13:00	0.361	0.415	0.341
06:23:00	0.303	0.454	0.358
06:33:00	0.771	0.729	0.724
06:43:00	0.819	0.754	0.764
06:53:00	0.668	0.613	0.62
07:03:00	1.021	0.856	0.897
07:13:00	0.901	0.818	0.868
07:23:00	1.223	1.038	1.072
07:33:00	1.233	1.09	1.141
07:43:00	0.977	0.872	0.912
07:53:00	1.145	0.993	1.027
08:03:00	0.966	0.855	0.925
08:13:00	1.185	1.085	1.12
08:23:00	1.24	1.089	1.116
08:33:00	1.079	0.968	1.031
08:43:00	1.034	0.925	0.977
08:53:00	1.08	0.949	1.005
09:03:00	1.152	0.977	1.014
09:13:00	1.2	1.016	1.081
09:23:00	1.188	1.01	1.068
09:33:00	1.27	1.044	1.082
09:43:00	1.05	0.932	0.98
09:53:00	0.895	0.777	0.837
10:03:00	1.064	0.913	0.976
10:13:00	1.006	0.895	0.926
10:23:00	1.213	0.91	0.977
10:33:00	1.178	0.968	1.026
10:43:00	1.084	0.934	0.955
10:53:00	1.032	0.909	0.942
11:03:00	1.193	0.971	1.016
11:13:00	0.789	0.576	0.591
11:23:00	0.872	0.773	0.819
11:33:00	0.809	0.704	0.748
11:43:00	0.879	0.565	0.691
11:53:00	0.844	0.772	0.788
12:03:00	0.805	0.675	0.712
12:13:00	1.022	0.905	0.939
12:23:00	0.816	0.692	0.746
12:33:00	1.17	1.03	1.054
12:43:00	0.987	0.919	0.961

12:53:00	1.055	0.959	0.991
13:03:00	1.072	0.937	0.991
13:13:00	0.996	0.874	0.897
13:23:00	0.853	0.771	0.82
13:33:00	0.848	0.772	0.811
13:43:00	1.001	0.926	0.963
13:53:00	1.191	1.091	1.113
14:03:00	1.187	1.071	1.107
14:13:00	1.12	0.975	1.028
14:23:00	1.199	0.978	0.997
14:33:00	1.053	0.953	0.997
14:43:00	1.099	0.982	1.016
14:53:00	0.961	0.776	0.812
15:03:00	0.548	0.523	0.523
15:13:00	1.022	0.942	0.997
15:23:00	1.015	0.898	0.945
15:33:00	0.861	0.778	0.789
15:43:00	1.016	0.908	0.958
15:53:00	0.962	0.891	0.902
16:03:00	1.036	0.897	0.946
16:13:00	1.068	0.852	0.888
16:23:00	1.017	0.845	0.905
16:33:00	1.068	0.906	0.962
16:43:00	0.861	0.765	0.8
16:53:00	0.862	0.785	0.824
17:03:00	0.835	0.702	0.719
17:13:00	0.974	0.867	0.909
17:23:00	0.99	0.89	0.944
17:33:00	0.841	0.767	0.818
17:43:00	1.077	0.967	1.009
17:53:00	0.708	0.627	0.646
18:03:00	0.713	0.631	0.64
18:13:00	0.98	0.838	0.891
18:23:00	0.726	0.647	0.677
18:33:00	0.848	0.759	0.796
18:43:00	0.862	0.782	0.824
18:53:00	0.959	0.878	0.913
19:03:00	0.842	0.742	0.803
19:13:00	0.726	0.651	0.647
19:23:00	0.357	0.45	0.486
19:33:00	0.701	0.615	0.652

19:43:00	0.75	0.664	0.73
19:53:00	0.704	0.654	0.654
20:03:00	0.821	0.756	0.804
20:13:00	0.705	0.628	0.656
20:23:00	0.701	0.65	0.681
20:33:00	0.734	0.671	0.699
20:43:00	0.486	0.504	0.501
20:53:00	0.873	0.796	0.827
21:03:00	0.939	0.858	0.903
21:13:00	0.981	0.895	0.935
21:23:00	0.819	0.769	0.764
21:33:00	0.493	0.505	0.548
21:43:00	0.481	0.465	0.406
21:53:00	0.366	0.422	0.39
22:03:00	0.622	0.622	0.603
22:13:00	0.316	0.386	0.356
22:23:00	0.405	0.454	0.262
22:33:00	0.297	0.403	0.314
22:43:00	0.36	0.447	0.367
22:53:00	0.378	0.46	0.352
23:03:00	0.261	0.348	0.238
23:13:00	0.262	0.395	0.319
23:23:00	0.276	0.408	0.216
23:33:00	0.258	0.286	0.263
23:43:00	0.263	0.339	0.22
23:53:00	0.255	0.408	0.247
00:03:00	0.287	0.433	0.221
00:13:00	0.277	0.391	0.309
00:23:00	0.333	0.431	0.242
00:33:00	0.323	0.442	0.323
00:43:00	0.308	0.413	0.307
00:53:00	0.321	0.446	0.361
01:03:00	0.293	0.385	0.324
01:13:00	0.367	0.467	0.248
01:23:00	0.313	0.375	0.41
01:33:00	0.283	0.386	0.268
01:43:00	0.296	0.362	0.313
01:53:00	0.278	0.393	0.217
02:03:00	0.305	0.394	0.369
02:13:00	0.299	0.39	0.332
02:23:00	0.221	0.443	0.242

02:33:00	0.363	0.394	0.375
02:43:00	0.285	0.408	0.261
02:53:00	0.296	0.455	0.376
03:03:00	0.291	0.377	0.235
03:13:00	0.291	0.408	0.341
03:23:00	0.376	0.453	0.444
03:33:00	0.399	0.447	0.423
03:43:00	0.406	0.393	0.355
03:53:00	0.33	0.478	0.395
04:03:00	0.317	0.37	0.241
04:13:00	0.301	0.449	0.352
04:23:00	0.367	0.451	0.346
04:33:00	0.433	0.447	0.417
04:43:00	0.512	0.497	0.447
04:53:00	0.278	0.442	0.336
05:03:00	0.317	0.443	0.271
05:13:00	0.287	0.408	0.282
05:23:00	0.302	0.439	0.267
05:33:00	0.339	0.38	0.308
05:43:00	0.298	0.351	0.269
05:53:00	0.279	0.332	0.281
06:03:00	0.312	0.379	0.281
06:13:00	0.285	0.429	0.404
06:23:00	0.31	0.419	0.274
06:33:00	0.941	0.895	0.925
06:43:00	0.817	0.758	0.764
06:53:00	0.742	0.693	0.715
07:03:00	0.691	0.62	0.649

Según la NTCSE el valor de los Flickers no debe exceder el Valor de Pst=1, podemos observar que en prolongadas situaciones se excede el valor de tolerancia por lo que en este indicador no se está cumpliendo con los parámetros.

4.1.3.4. Análisis de armónicos.

A continuación, se muestra el análisis de armónicos de tensión del objeto de estudio.

Figura 25

Grafica de mediciones THD U1

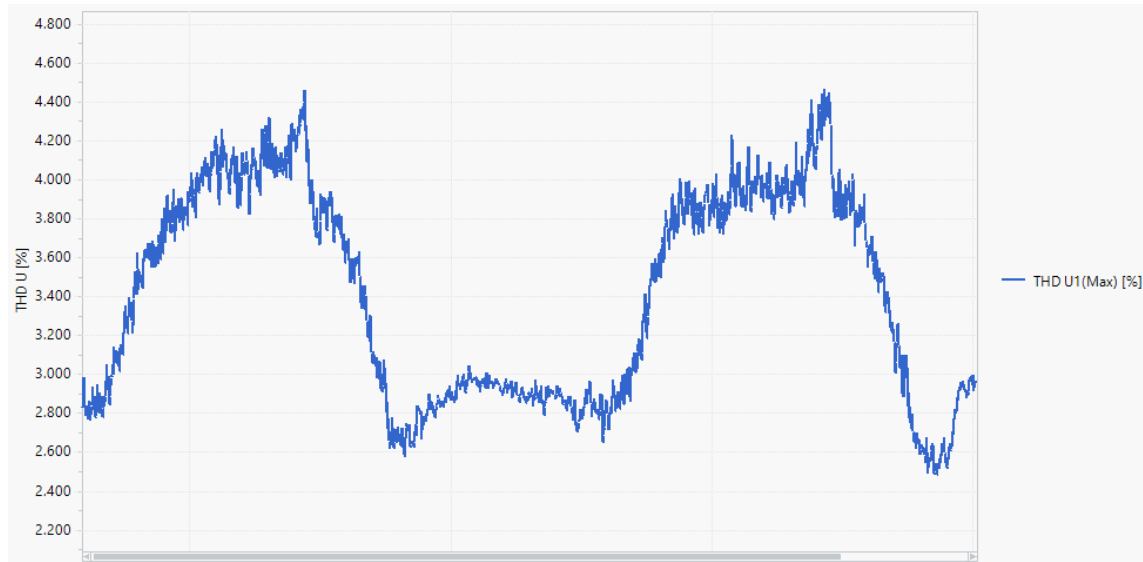


Figura 26

Grafica de mediciones THD U2

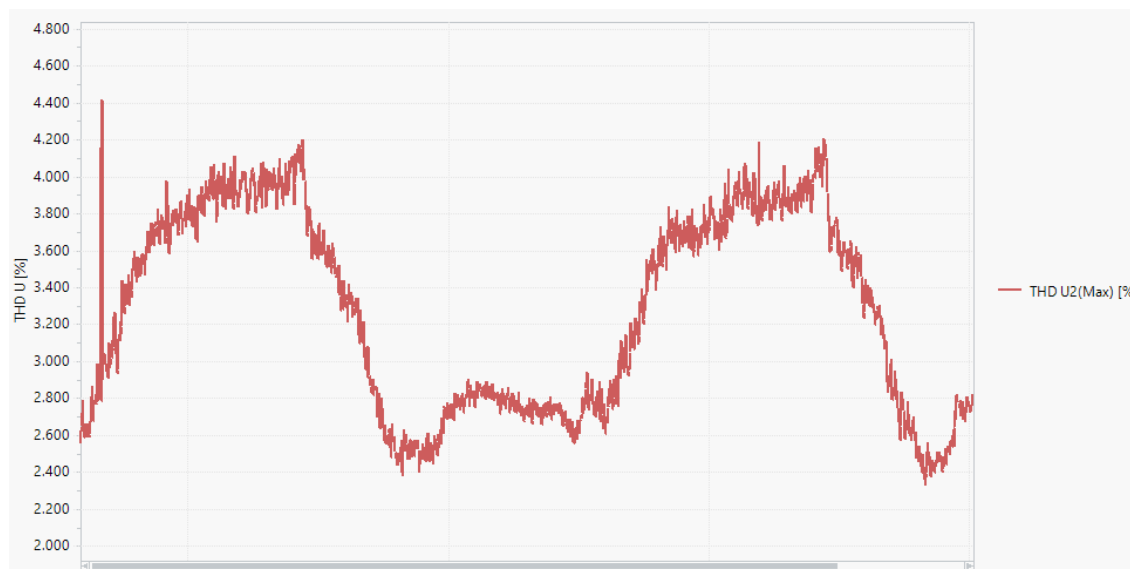
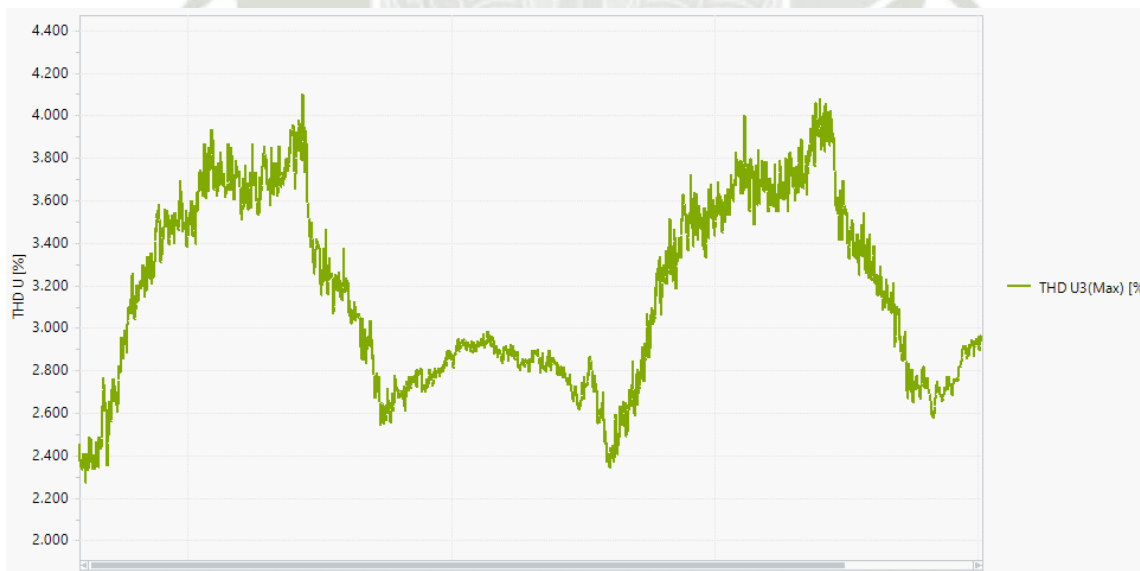


Figura 27

Grafica de mediciones THD U3



Como podemos observar en las gráficas anteriores para cada Voltaje de línea del objeto de estudio se presentan los THD (Distorsión Armónica Total), este valor según NTCSE no debe exceder el

porcentaje del 8%, por lo que se puede ver que en ningún caso se excede dicho porcentaje por lo que los valores de THD en el objeto de estudio están dentro de los parámetros normales.

A continuación, se muestra la evaluación de los armónicos según el orden de estos y las tolerancias de acuerdo a la NTCSE, además se verifica si estos valores cumplen con estar dentro de las tolerancias.

Tabla 8

Evaluación de armónicos U1

Armónicos	Valor [%]	Tolerancia [%]	Observación
a2	0.088	2	Cumple
a3	0.366	5	Cumple
a4	0.043	1	Cumple
a5	3.262	6	Cumple
a6	0.031	0.5	Cumple
a7	0.529	5	Cumple
a8	0.029	0.5	Cumple
a9	0.168	1.5	Cumple
a10	0.027	0.5	Cumple
a11	0.202	3.5	Cumple
a12	0.025	0.5	Cumple
a13	0.186	2	Cumple
a14	0.026	0.2	Cumple
a15	0.102	0.3	Cumple
a16	0.026	0.2	Cumple
a17	0.101	2	Cumple
a18	0.024	0.2	Cumple
a19	0.103	1.5	Cumple
a20	0.024	0.2	Cumple
a21	0.093	0.2	Cumple
a22	0.024	0.2	Cumple
a23	0.079	1.5	Cumple
a24	0.022	0.2	Cumple
a25	0.054	1.5	Cumple
a26	0.022	0.2	Cumple
a27	0.041	0.2	Cumple

a28	0.024	0.2	Cumple
a29	0.042	0.6	Cumple
a30	0.02	0.2	Cumple
a31	0.028	0.6	Cumple
a32	0.019	0.2	Cumple
a33	0.026	0.2	Cumple
a34	0.019	0.2	Cumple
a35	0.034	0.5	Cumple
a36	0.019	0.2	Cumple
a37	0.035	0.5	Cumple
a38	0.019	0.2	Cumple
a39	0.032	0.2	Cumple
a40	0.019	0.2	Cumple
a41	0.026	0.5	Cumple
a42	0.019	0.2	Cumple
a43	0.024	0.5	Cumple
a44	0.019	0.2	Cumple
a45	0.022	0.2	Cumple
a46	0.019	0.2	Cumple
a47	0.02	0.5	Cumple
a48	0.019	0.2	Cumple
a49	0.02	0.4	Cumple
a50	0.019	0.2	Cumple

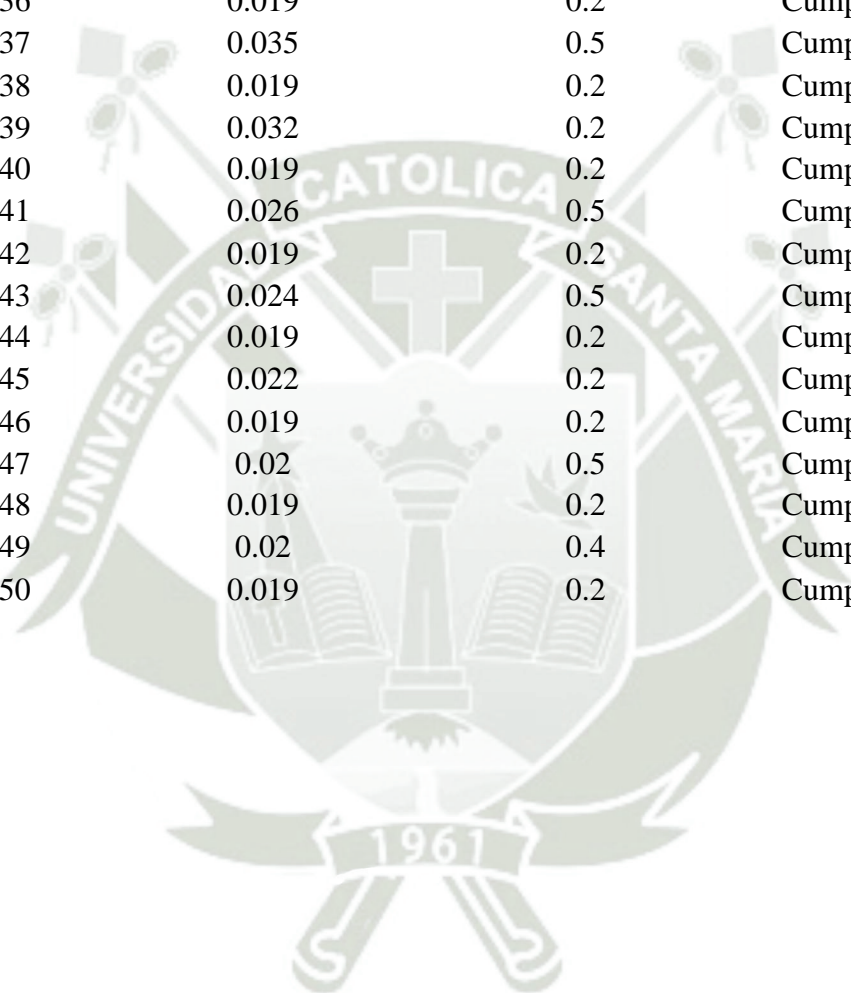


Figura 28

Evaluación comparativa grafica de Armónicos U1 y tolerancias

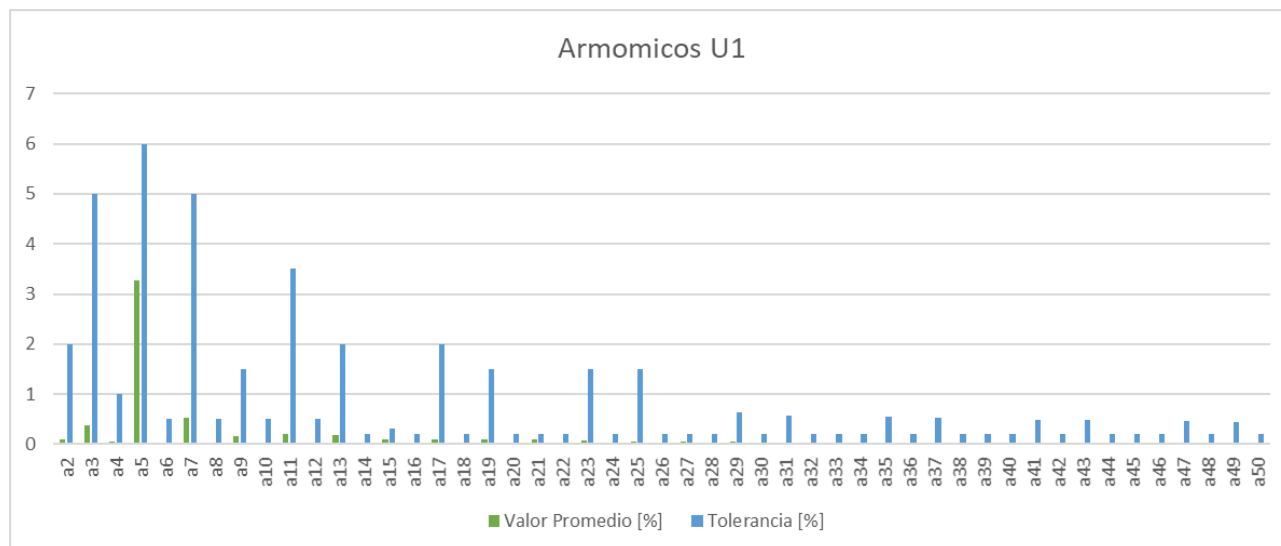


Tabla 9

Evaluación de armónicos U2

Armónicos	Valor [%]	Tolerancia [%]	Observación
a2	0.087	2	Cumple
a3	0.526	5	Cumple
a4	0.048	1	Cumple
a5	3.089	6	Cumple
a6	0.031	0.5	Cumple
a7	0.576	5	Cumple
a8	0.029	0.5	Cumple
a9	0.203	1.5	Cumple
a10	0.03	0.5	Cumple
a11	0.164	3.5	Cumple
a12	0.035	0.5	Cumple
a13	0.106	2	Cumple
a14	0.035	0.2	Cumple
a15	0.117	0.3	Cumple
a16	0.036	0.2	Cumple
a17	0.106	2	Cumple
a18	0.036	0.2	Cumple

a19	0.073	1.5	Cumple
a20	0.038	0.2	Cumple
a21	0.084	0.2	Cumple
a22	0.032	0.2	Cumple
a23	0.067	1.5	Cumple
a24	0.027	0.2	Cumple
a25	0.045	1.5	Cumple
a26	0.025	0.2	Cumple
a27	0.043	0.2	Cumple
a28	0.025	0.2	Cumple
a29	0.037	0.6	Cumple
a30	0.022	0.2	Cumple
a31	0.032	0.6	Cumple
a32	0.02	0.2	Cumple
a33	0.033	0.2	Cumple
a34	0.02	0.2	Cumple
a35	0.029	0.6	Cumple
a36	0.019	0.2	Cumple
a37	0.028	0.5	Cumple
a38	0.019	0.2	Cumple
a39	0.028	0.2	Cumple
a40	0.019	0.2	Cumple
a41	0.025	0.5	Cumple
a42	0.019	0.2	Cumple
a43	0.024	0.5	Cumple
a44	0.019	0.2	Cumple
a45	0.022	0.2	Cumple
a46	0.019	0.2	Cumple
a47	0.022	0.5	Cumple
a48	0.019	0.2	Cumple
a49	0.021	0.5	Cumple
a50	0.019	0.2	Cumple

Figura 29

Evaluación comparativa grafica de Armónicos U2 y tolerancias

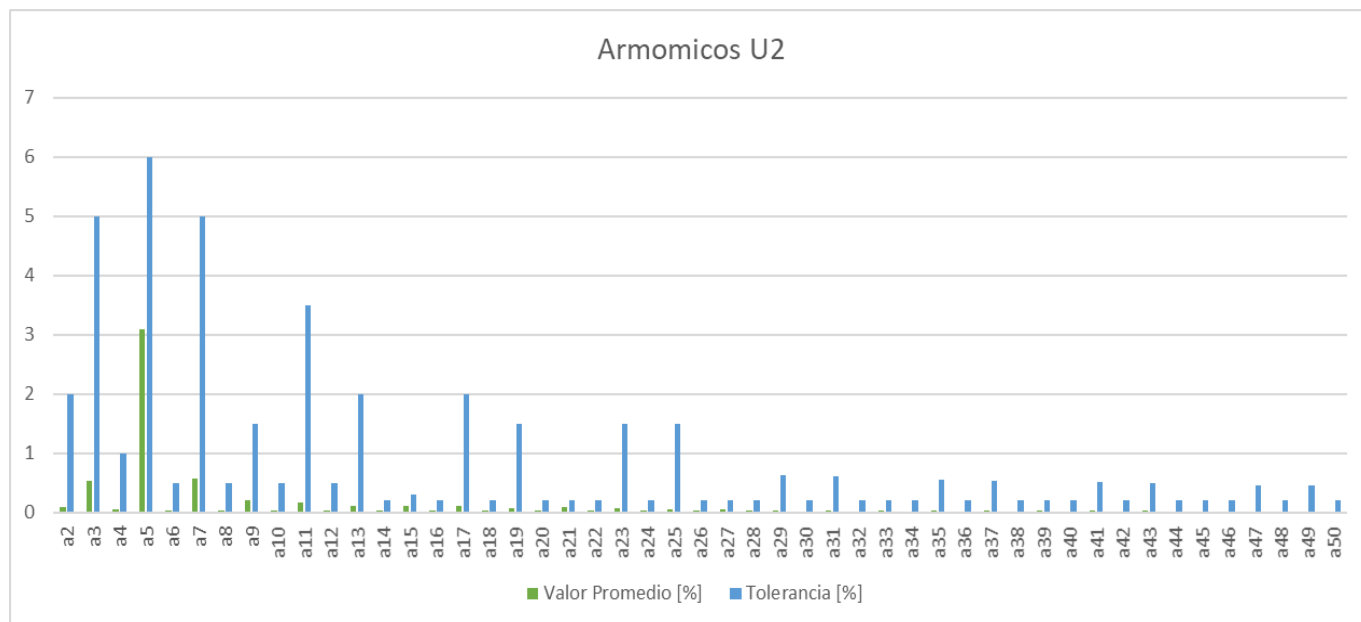


Tabla 10

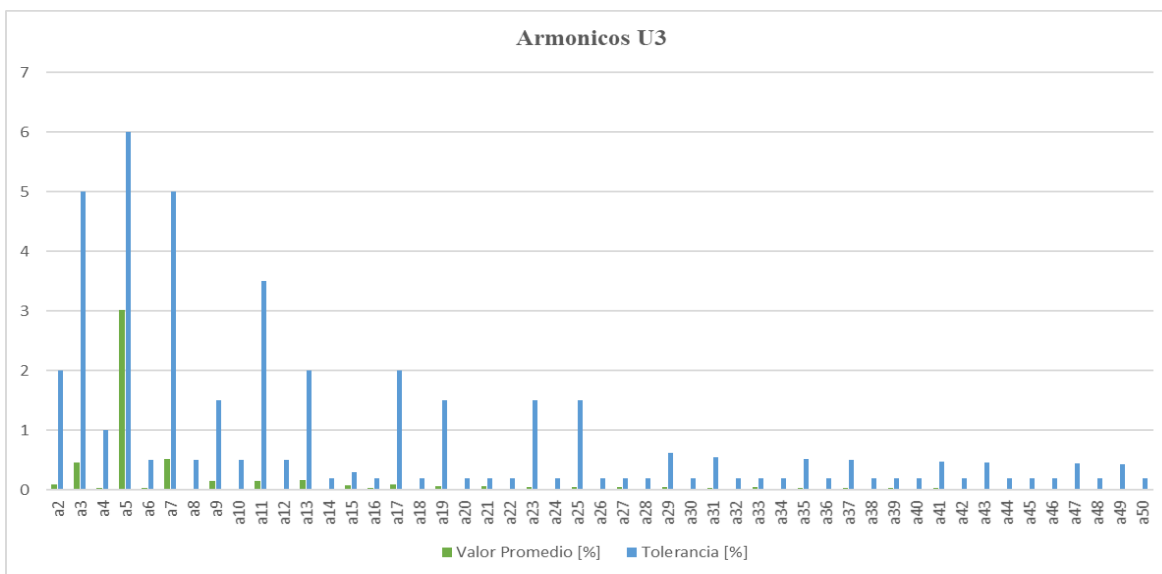
Evaluación de armónicos U3

Armónicos	Valor [%]	Tolerancia [%]	Observación
a2	0.089	2	Cumple
a3	0.461	5	Cumple
a4	0.042	1	Cumple
a5	3.016	6	Cumple
a6	0.033	0.5	Cumple
a7	0.528	5	Cumple
a8	0.028	0.5	Cumple
a9	0.161	1.5	Cumple
a10	0.026	0.5	Cumple
a11	0.149	3.5	Cumple
a12	0.028	0.5	Cumple
a13	0.167	2	Cumple
a14	0.029	0.2	Cumple
a15	0.081	0.3	Cumple
a16	0.03	0.2	Cumple

a17	0.102	2	Cumple
a18	0.029	0.2	Cumple
a19	0.072	1.5	Cumple
a20	0.028	0.2	Cumple
a21	0.069	0.2	Cumple
a22	0.027	0.2	Cumple
a23	0.058	1.5	Cumple
a24	0.024	0.2	Cumple
a25	0.055	1.5	Cumple
a26	0.027	0.2	Cumple
a27	0.049	0.2	Cumple
a28	0.028	0.2	Cumple
a29	0.051	0.6	Cumple
a30	0.023	0.2	Cumple
a31	0.04	0.6	Cumple
a32	0.022	0.2	Cumple
a33	0.055	0.2	Cumple
a34	0.021	0.2	Cumple
a35	0.04	0.5	Cumple
a36	0.02	0.2	Cumple
a37	0.041	0.5	Cumple
a38	0.02	0.2	Cumple
a39	0.034	0.2	Cumple
a40	0.02	0.2	Cumple
a41	0.03	0.5	Cumple
a42	0.02	0.2	Cumple
a43	0.028	0.5	Cumple
a44	0.02	0.2	Cumple
a45	0.027	0.2	Cumple
a46	0.02	0.2	Cumple
a47	0.025	0.4	Cumple
a48	0.02	0.2	Cumple
a49	0.026	0.4	Cumple
a50	0.02	0.2	Cumple

Figura 30

Evaluación comparativa grafica de Armónicos U3 y tolerancias



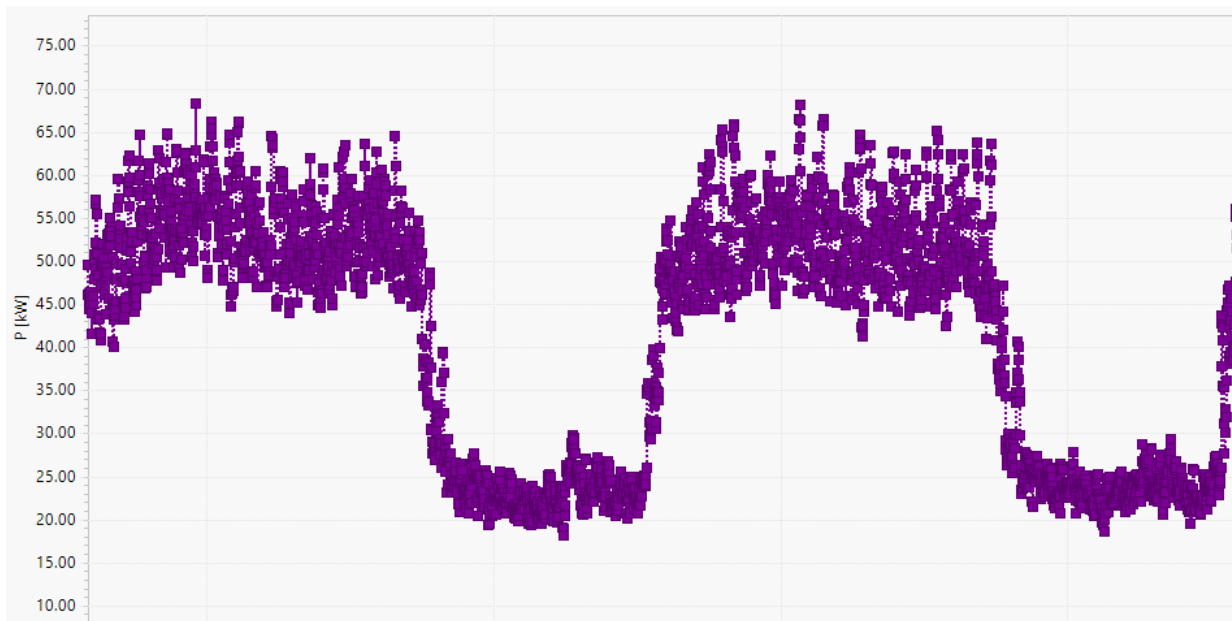
4.1.3.5. Análisis de potencia

Potencia activa

A continuación, se muestra la gráfica con los valores medidos para potencia activa en el objeto de estudio.

Figura 31

Potencia activa

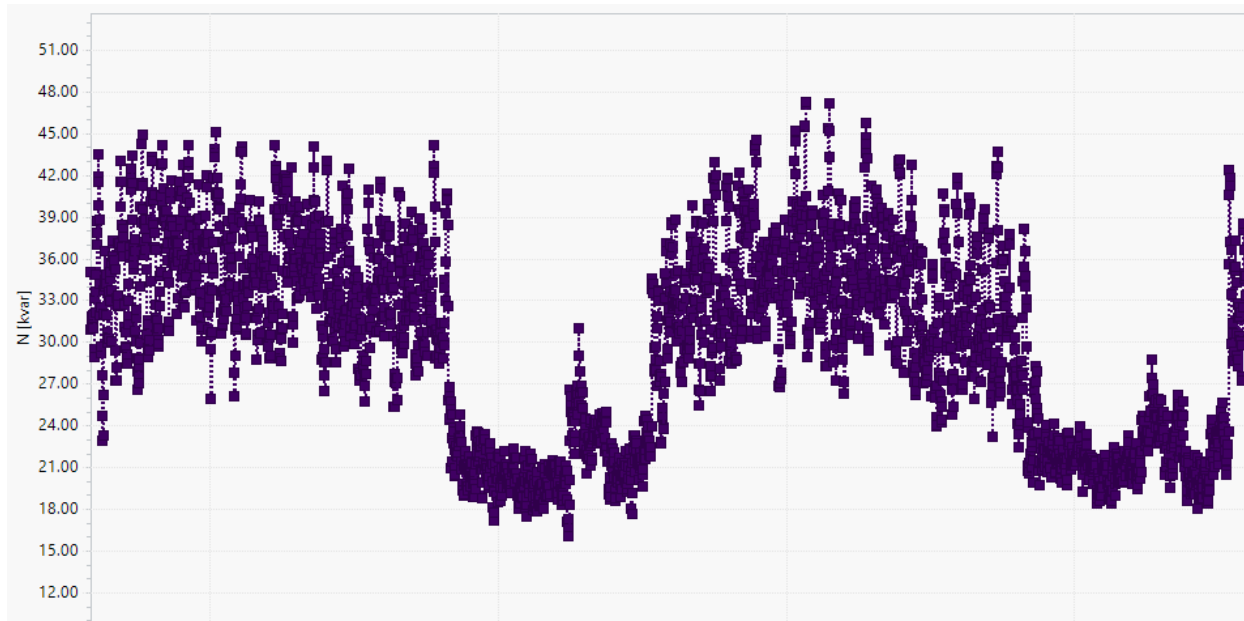


Potencia reactiva

A continuación, se muestra la gráfica con los valores medidos para potencia reactiva en el objeto de estudio.

Figura 32

Potencia reactiva

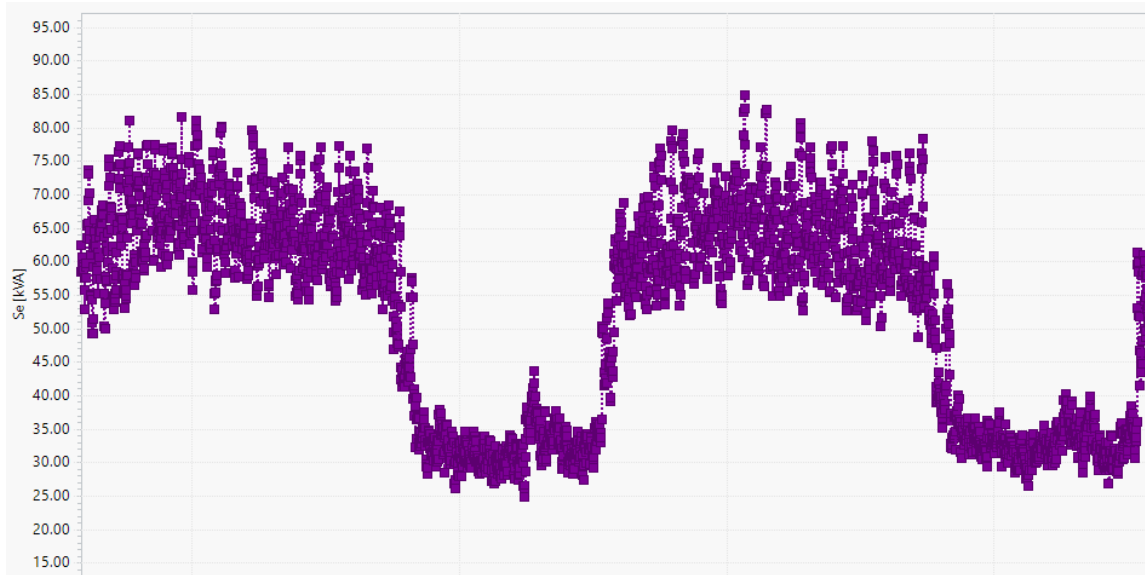


Potencia aparente

A continuación, se muestra la gráfica con los valores medidos para potencia aparente en el objeto de estudio.

Figura 33

Potencia aparente



A continuación, en la tabla se muestran los valores medidos de potencias Activa, Reactiva y Aparente por periodos de 15 minutos.

Tabla 11

Valores medidos de potencias

HORA	Potencia Activa [KW]	Potencia Reactiva [KVAr]	Potencia aparente [KVA]
07:04:00	49.52	34.99	62.33
07:18:00	45.97	34.87	59.69
07:33:00	41.62	24.66	50.82
07:48:00	46.03	30.31	57.37
08:03:00	53.5	35.78	68.35
08:18:00	56.26	39.74	71.25
08:33:00	45.11	29.61	54.78
08:48:00	59.73	41.44	74.5
09:03:00	44.81	27.5	54.48
09:18:00	54.01	37.16	66.81
09:33:00	52.89	34.35	64.54
09:48:00	49.73	31.71	60.11
10:03:00	59.03	42.86	74.59
10:18:00	49.23	31.43	60.21
10:33:00	54.48	36.34	65.98

10:48:00	60.23	38.31	73.32
11:03:00	54.81	34.61	66.33
11:18:00	56.26	35.52	68.48
11:33:00	62.81	38.84	75.31
11:48:00	54.53	36.63	66.32
12:03:00	48.97	30.49	59.85
12:18:00	57.54	40.61	71.21
12:33:00	52.93	31.14	63.41
12:48:00	55.67	36.68	68.33
13:03:00	46.12	27.82	55.09
13:18:00	60.3	40.29	73.96
13:33:00	49.18	30.63	59.85
13:48:00	56.67	37.57	68.87
14:03:00	52.12	32.42	62.04
14:18:00	50.46	34.27	61.87
14:33:00	46.96	29.02	57.97
14:48:00	63.48	42.34	78.44
15:03:00	48.73	32.05	60.28
15:18:00	49	36.11	63.7
15:33:00	50.89	35.43	63.52
15:48:00	45.17	33.98	58.1
16:03:00	54.53	35.94	67.44
16:18:00	50.71	37.23	65.4
16:33:00	50.06	34.56	63.05
16:48:00	44.52	27.6	54.29
17:03:00	50.5	33.5	62.21
17:18:00	49.39	31.39	59.71
17:33:00	55.22	35.65	66.55
17:48:00	63.46	42.45	76.96
18:03:00	57.2	34.59	68.98
18:18:00	49.86	27.63	58.17
18:33:00	48.48	30.91	58.45
18:48:00	56.62	32.29	66.03
19:03:00	54.76	34.49	65.06
19:18:00	51.84	32.49	62.12
19:33:00	51.06	32.05	61.22
19:48:00	48.76	27.02	56.86
20:03:00	46.95	29.24	56.29
20:18:00	47.07	32.55	57.71
20:33:00	48.74	31.79	59.23
20:48:00	45.7	30.63	55.53

21:03:00	40.96	34.02	54.02
21:18:00	33.71	30.7	47.55
21:33:00	28.34	30.16	42.58
21:48:00	28.74	34.49	45.66
22:03:00	27.47	25.74	39.67
22:18:00	25.01	22.48	34.38
22:33:00	21.76	19.32	29.64
22:48:00	23.24	21.74	33.12
23:03:00	24.58	20.66	33.22
23:18:00	25.02	22.48	34.75
23:33:00	23.13	21.14	31.94
23:48:00	21.19	19.96	29.78
00:03:00	23.24	21.96	32.73
00:18:00	22.91	20.87	31.49
00:33:00	21.87	19.78	30.06
00:48:00	21.41	20.53	30.12
01:03:00	20.32	18.88	28.35
01:18:00	22.17	19.78	30.13
01:33:00	19.67	18.16	27.42
01:48:00	21.06	18.31	28.86
02:03:00	20.7	19.88	29.58
02:18:00	24.68	21.16	33.52
02:33:00	22.27	20.57	31.91
02:48:00	23.11	19.8	30.76
03:03:00	25.53	25.01	36.42
03:18:00	28.83	26.42	39.79
03:33:00	24.61	25.22	36.51
03:48:00	24.94	23.2	34.49
04:03:00	22.25	23.16	32.59
04:18:00	26.61	24	36.48
04:33:00	22.79	22.29	32.53
04:48:00	25.39	21.3	33.86
05:03:00	22.63	21.66	31.98
05:18:00	24.58	21.33	32.97
05:33:00	22.76	20.33	31
05:48:00	24.43	22.68	33.83
06:03:00	20.7	19.61	29.11
06:18:00	25.15	22.94	35.7
06:33:00	29.59	27.89	41.62
06:48:00	33.95	27.46	44.37
07:03:00	47.87	34.2	60.23

07:18:00	50.81	33.24	62.41
07:33:00	48.82	31.1	59.72
07:48:00	52.33	34.33	63.86
08:03:00	53.93	37.57	66.76
08:18:00	53.68	35.83	66.04
08:33:00	52.78	35.49	64.62
08:48:00	57.72	39.53	71.19
09:03:00	61.01	41.8	74.83
09:18:00	48.89	30.98	58.63
09:33:00	64.01	41.2	77.92
09:48:00	53.07	35.71	65.27
10:03:00	65.89	42.15	78.98
10:18:00	58.48	39.44	71.97
10:33:00	47.23	30.77	57.5
10:48:00	51.42	35.05	63.02
11:03:00	52.58	33.49	64.36
11:18:00	52.77	35.44	64.81
11:33:00	59.11	37.18	70.63
11:48:00	44.98	27.33	53.74
12:03:00	49.9	32.72	60.46
12:18:00	57.29	40.08	70.98
12:33:00	54.48	33.41	65.69
12:48:00	66.4	45.58	82.33
13:03:00	54.22	37.55	67.5
13:18:00	56.35	36.01	68.04
13:33:00	59.35	39.12	72.7
13:48:00	66.46	45.15	82
14:03:00	54.96	32.52	65.4
14:18:00	53.12	36.97	66.15
14:33:00	50.67	36.06	64.24
14:48:00	53.93	34.45	65.22
15:03:00	48.74	31.16	60.26
15:18:00	60.27	42.55	76.2
15:33:00	51.57	39.01	66.53
15:48:00	61.26	40.95	75.42
16:03:00	54.74	38.2	67.92
16:18:00	50.7	34.5	63.08
16:33:00	51.62	33.38	64.78
16:48:00	51.38	36.89	64.37
17:03:00	47.14	30.03	56.72
17:18:00	50.37	31.52	61.22

17:33:00	49.88	33.93	61.45
17:48:00	49.97	28.49	58.86
18:03:00	49.07	29.37	57.9
18:18:00	45.12	24.06	52.2
18:33:00	58.12	37.12	70.54
18:48:00	51.44	34.1	63.3
19:03:00	47.69	30.82	58.06
19:18:00	52.12	30.73	62.07
19:33:00	50.19	30.5	60.37
19:48:00	51.16	28.61	59.74
20:03:00	47.62	29.63	57.14
20:18:00	45.6	30.26	55.41
20:33:00	45.56	26.17	54.74
20:48:00	63.61	43.63	78.32
21:03:00	44.32	36.88	59.1
21:18:00	47.06	36.95	60.69
21:33:00	29.94	30.34	43.47
21:48:00	26.35	27.75	38.75
22:03:00	25.65	23.84	36.13
22:18:00	26.01	21.5	34.63
22:33:00	21.52	19.71	30.56
22:48:00	24.76	22.24	33.95
23:03:00	23.16	20.22	31.59
23:18:00	24.8	21.27	33.07
23:33:00	22.42	21.69	32.27
23:48:00	26.08	22.91	35.46
00:03:00	22.44	21.13	31.34
00:18:00	23.46	22.06	32.57
00:33:00	22.24	21.07	31.22
00:48:00	24.63	20.68	32.57
01:03:00	22.18	19.97	30.06
01:18:00	21.54	20.73	30.44
01:33:00	18.54	18.53	26.38
01:48:00	22.45	21.7	31.69
02:03:00	22.73	20.02	30.86
02:18:00	22.87	21.93	32.48
02:33:00	23.43	21.98	32.66
02:48:00	22.44	22.1	31.69
03:03:00	23.85	23.07	33.94
03:18:00	27.51	26.97	39.05
03:33:00	23.59	23.26	34.06

03:48:00	22.36	20.41	30.84
04:03:00	24.57	22.54	33.86
04:18:00	27.76	25.47	38.05
04:33:00	26.75	24.66	37.04
04:48:00	24.77	20.68	32.64
05:03:00	23.86	21.89	33.04
05:18:00	22.81	19.66	30.49
05:33:00	22.39	19.83	30.52
05:48:00	23.55	21.42	32.34
06:03:00	23.34	23.7	34.02
06:18:00	26.46	22.18	35.13
06:33:00	31.12	33.39	46.71
06:48:00	38.05	28.3	48.66
07:03:00	55.1	38.02	68.48

La concesionaria indica que la potencia reactiva que exceda el 30% del total e potencia activa será facturado, es por ello por lo que se evalúa si la potencia reactiva está excediendo el 30% del total de la potencia activa. De acuerdo con los valores mostrados en la tabla anterior se realiza la evaluación, realizando el promedio y sumatoria de ambas potencias, evaluando si en ambos casos se presenta el excedente.

Tabla 12

Evaluación de Excedente de potencia reactiva

	Potencia activa	Potencia Reactiva	Evaluación
Promedio	41.29	29.78	Excede
Suma	7969.79	5748.29	Excede

Como podemos observar en la tabla anterior, en ambos casos, realizando la sumatoria y promedio de los valores tomados por periodos de 15 minutos de las potencias activa y reactiva, el valor de la potencia reactiva excede el 30% del total de la potencia activa por lo que la

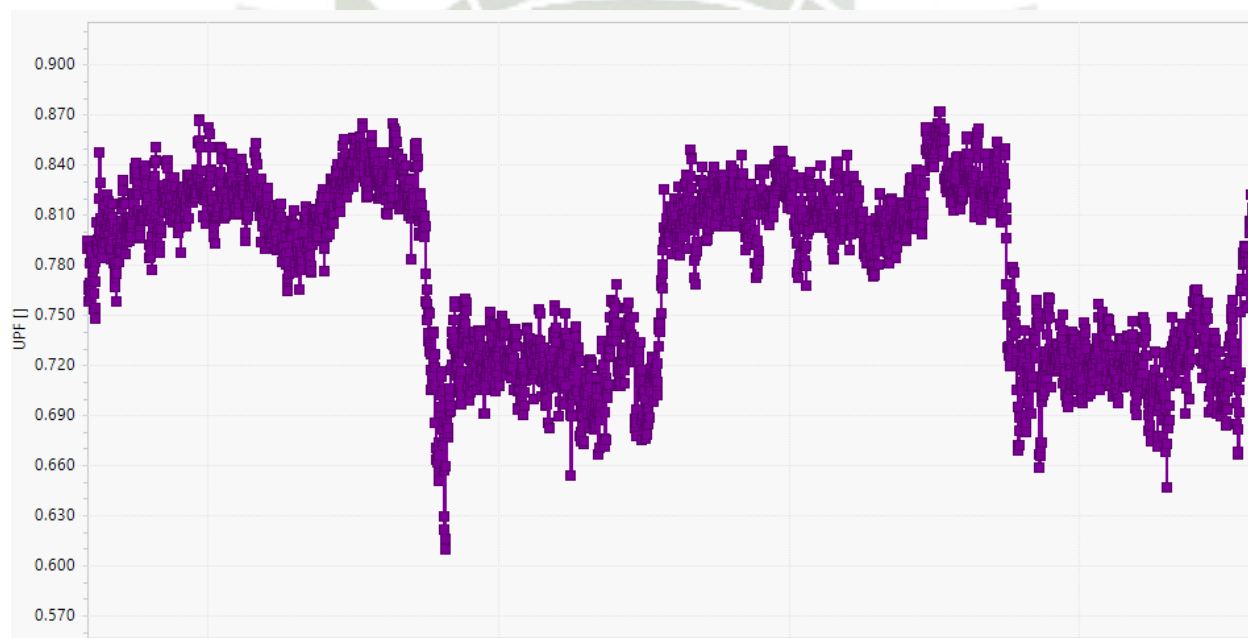
concesionaria realizara el cobro del excedente, es por ello por lo que se requiere de corregir los valores de potencia reactiva.

4.1.3.6. Factor de potencia

A continuación, se muestra la gráfica con valores medidos para el factor de potencia del objeto de estudio

Figura 34

Factor de potencia



A continuación, se muestran los valores medidos para el factor de potencia por en objeto de estudio, por periodos de 15 minutos.

Tabla 13

Valores medidos de Factor de potencia

HORA	FACTOR DE POTENCIA
07:04:00	0.795

07:18:00	0.771
07:33:00	0.819
07:48:00	0.803
08:03:00	0.783
08:18:00	0.79
08:33:00	0.824
08:48:00	0.802
09:03:00	0.823
09:18:00	0.809
09:33:00	0.82
09:48:00	0.828
10:03:00	0.792
10:18:00	0.818
10:33:00	0.826
10:48:00	0.821
11:03:00	0.827
11:18:00	0.822
11:33:00	0.834
11:48:00	0.822
12:03:00	0.818
12:18:00	0.808
12:33:00	0.835
12:48:00	0.815
13:03:00	0.837
13:18:00	0.816
13:33:00	0.822
13:48:00	0.823
14:03:00	0.84
14:18:00	0.816
14:33:00	0.811
14:48:00	0.809
15:03:00	0.809
15:18:00	0.77
15:33:00	0.801
15:48:00	0.778
16:03:00	0.809
16:18:00	0.776
16:33:00	0.794
16:48:00	0.82
17:03:00	0.812
17:18:00	0.828

17:33:00	0.83
17:48:00	0.825
18:03:00	0.829
18:18:00	0.857
18:33:00	0.83
18:48:00	0.858
19:03:00	0.842
19:18:00	0.835
19:33:00	0.834
19:48:00	0.857
20:03:00	0.834
20:18:00	0.816
20:33:00	0.823
20:48:00	0.823
21:03:00	0.758
21:18:00	0.709
21:33:00	0.665
21:48:00	0.629
22:03:00	0.692
22:18:00	0.727
22:33:00	0.734
22:48:00	0.702
23:03:00	0.74
23:18:00	0.72
23:33:00	0.724
23:48:00	0.712
00:03:00	0.71
00:18:00	0.727
00:33:00	0.727
00:48:00	0.711
01:03:00	0.717
01:18:00	0.736
01:33:00	0.717
01:48:00	0.73
02:03:00	0.7
02:18:00	0.736
02:33:00	0.698
02:48:00	0.751
03:03:00	0.701
03:18:00	0.724
03:33:00	0.674

03:48:00	0.723
04:03:00	0.683
04:18:00	0.729
04:33:00	0.7
04:48:00	0.75
05:03:00	0.707
05:18:00	0.746
05:33:00	0.734
05:48:00	0.722
06:03:00	0.711
06:18:00	0.705
06:33:00	0.711
06:48:00	0.766
07:03:00	0.795
07:18:00	0.814
07:33:00	0.817
07:48:00	0.819
08:03:00	0.808
08:18:00	0.813
08:33:00	0.817
08:48:00	0.811
09:03:00	0.816
09:18:00	0.834
09:33:00	0.822
09:48:00	0.813
10:03:00	0.834
10:18:00	0.812
10:33:00	0.822
10:48:00	0.816
11:03:00	0.817
11:18:00	0.814
11:33:00	0.837
11:48:00	0.837
12:03:00	0.826
12:18:00	0.807
12:33:00	0.829
12:48:00	0.807
13:03:00	0.803
13:18:00	0.828
13:33:00	0.816
13:48:00	0.81

14:03:00	0.84
14:18:00	0.803
14:33:00	0.789
14:48:00	0.827
15:03:00	0.809
15:18:00	0.791
15:33:00	0.775
15:48:00	0.812
16:03:00	0.806
16:18:00	0.804
16:33:00	0.797
16:48:00	0.798
17:03:00	0.831
17:18:00	0.824
17:33:00	0.812
17:48:00	0.849
18:03:00	0.849
18:18:00	0.865
18:33:00	0.824
18:48:00	0.813
19:03:00	0.821
19:18:00	0.84
19:33:00	0.831
19:48:00	0.856
20:03:00	0.833
20:18:00	0.823
20:33:00	0.832
20:48:00	0.812
21:03:00	0.75
21:18:00	0.775
21:33:00	0.689
21:48:00	0.68
22:03:00	0.71
22:18:00	0.751
22:33:00	0.704
22:48:00	0.729
23:03:00	0.733
23:18:00	0.75
23:33:00	0.695
23:48:00	0.736
00:03:00	0.716

00:18:00	0.72
00:33:00	0.712
00:48:00	0.756
01:03:00	0.738
01:18:00	0.708
01:33:00	0.703
01:48:00	0.708
02:03:00	0.737
02:18:00	0.704
02:33:00	0.717
02:48:00	0.708
03:03:00	0.703
03:18:00	0.704
03:33:00	0.693
03:48:00	0.725
04:03:00	0.726
04:18:00	0.73
04:33:00	0.722
04:48:00	0.759
05:03:00	0.722
05:18:00	0.748
05:33:00	0.734
05:48:00	0.728
06:03:00	0.686
06:18:00	0.753
06:33:00	0.666
06:48:00	0.782
07:03:00	0.805

A continuación se muestra el resumen de los valores obtenidos para el factor de potencia.

Tabla 14

Resumen de mediciones de factor de potencia

Resumen	
Valor mínimo	0.629
Promedio	0.777

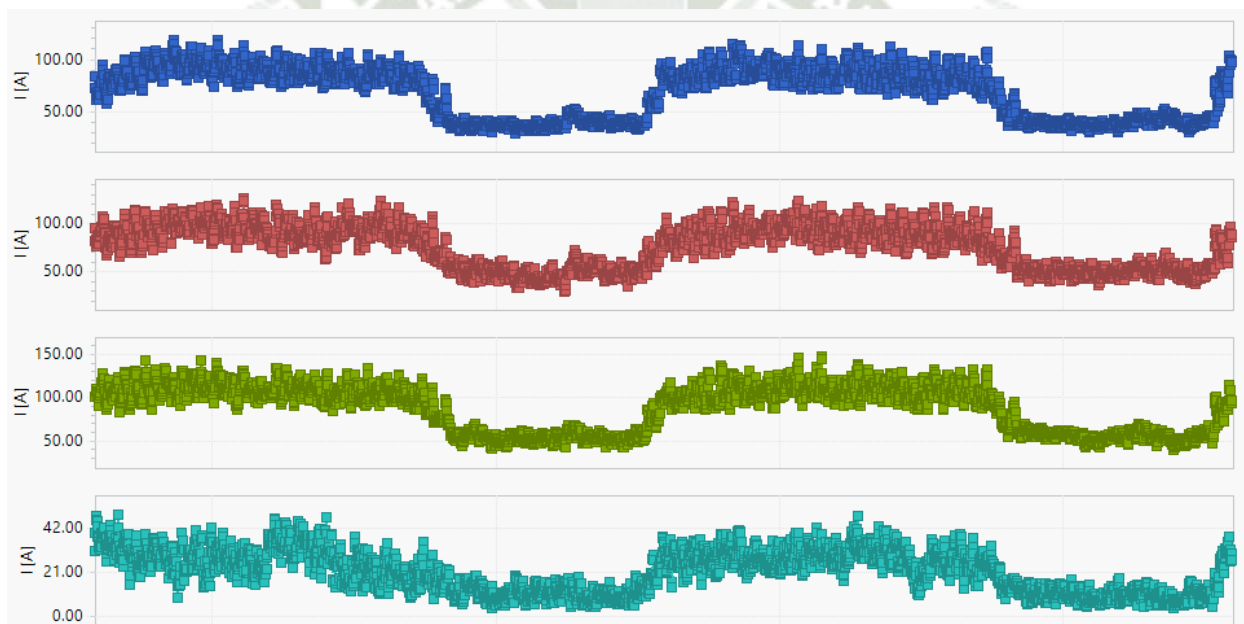
Como podemos observar, el promedio del factor de potencia está por debajo de lo deseado, lo que requiere de una mejora.

4.1.3.7. Evaluación de la corriente

A continuación, se muestra la gráfica de valores de corriente medidos en objeto de estudio para consideración de evaluaciones.

Figura 35

Valores de medición de corrientes



A continuación, se muestran los valores medidos de corrientes por cada línea en el objeto de estudio, por periodos de 15 minutos.

Tabla 15

Valores medidos de Corrientes

HORA	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	IN [A]
07:04:00	83.17	94.22	99.86	30.7
07:18:00	72.94	86.24	104.4	31.3
07:33:00	63.81	66.4	90.55	32.9
07:48:00	71.52	82.13	99.6	33.6
08:03:00	81.12	88.36	122.7	48.1
08:18:00	88.19	102.2	123.4	38.1
08:33:00	72.79	80.86	90.57	19.2
08:48:00	98.44	103.9	128.4	33.9
09:03:00	70.16	71.97	95.84	29.3
09:18:00	95.88	93.19	109.7	27.9
09:33:00	94.93	87.48	106.3	29.8
09:48:00	85.51	88.06	95.87	24.9
10:03:00	99.61	106.1	129.6	32
10:18:00	88.42	80.15	98.02	32.6
10:33:00	96.55	102.6	100.5	15.3
10:48:00	99.13	100.8	126.8	35.8
11:03:00	91.63	92.95	112.6	30.2
11:18:00	93.68	92.39	119.8	34.5
11:33:00	102.7	110.3	128.1	29.6
11:48:00	95.05	98.36	107.1	19.3
12:03:00	82.51	78.68	102	35
12:18:00	104	107.2	111.7	22.1
12:33:00	86.03	86.29	107.5	34.1
12:48:00	94.82	91.57	116.9	32.2
13:03:00	79.39	75	89.99	25.4
13:18:00	100.3	105.1	125.3	30.4
13:33:00	74.96	82.44	104.9	30.9
13:48:00	95.23	108.6	107.7	19.9
14:03:00	88.67	91.64	99.63	19.4
14:18:00	84.09	94.19	100.1	20
14:33:00	77.18	73.64	101.5	38.6
14:48:00	103.3	114.4	133.7	39.3
15:03:00	77.34	85.53	102.4	32.1
15:18:00	80.28	87.29	110.6	40.7
15:33:00	89.55	88.62	104.4	30.5

15:48:00	80.85	79.98	96.69	29.5
16:03:00	92.27	91.39	115.1	36.5
16:18:00	85.97	87.58	114.5	38.6
16:33:00	83.18	86.35	106.9	36
16:48:00	77.26	69.34	90.11	31.7
17:03:00	92.48	85.92	96.43	30.6
17:18:00	81.4	82.24	101.8	24.6
17:33:00	91.79	99.79	108.5	20.8
17:48:00	105.5	120	124.7	17.4
18:03:00	85.46	95.13	123.6	32.8
18:18:00	80.71	82.06	95.88	24.9
18:33:00	74.21	88.08	97.96	19.5
18:48:00	90.81	98.67	106	22.2
19:03:00	88.93	101.4	102.1	11.9
19:18:00	78.72	97.3	101.3	19.3
19:33:00	83.05	86.17	103.3	21.5
19:48:00	72.74	82.68	95.9	20.6
20:03:00	72.94	80	95.57	19.9
20:18:00	79.64	85.63	91.77	14.9
20:33:00	80.33	80.28	100.4	22.7
20:48:00	77.83	79.49	89.37	16.2
21:03:00	70.08	78.46	89.72	18.1
21:18:00	52.12	67.78	82.97	25.5
21:33:00	46.25	66.65	71.15	16.1
21:48:00	54.63	67.22	77.92	11.5
22:03:00	42.76	50.75	73.67	21.4
22:18:00	38.31	56.49	54.56	6.86
22:33:00	34.27	46.35	47.89	8.78
22:48:00	35.29	48.25	59.47	14.6
23:03:00	36.78	47.83	59.58	13.1
23:18:00	36.32	60.04	55.57	8.43
23:33:00	38.41	47.32	54.77	9.25
23:48:00	37.33	40.96	51.93	11
00:03:00	38.14	48.09	57.05	8.78
00:18:00	38.58	52.88	47.21	8.27
00:33:00	34.71	48.76	48.25	7.81
00:48:00	35.95	45.96	50.4	5.81
01:03:00	36.7	39.03	48.41	10.1
01:18:00	36.86	48.64	47.75	5.21
01:33:00	34.61	36.99	47.86	10.7
01:48:00	31.23	42.15	51.26	10.5

02:03:00	33.4	42.68	51.85	12
02:18:00	38.66	49.54	57.57	12.3
02:33:00	33.51	42.7	59.25	15.6
02:48:00	39.96	47.66	48.11	6.84
03:03:00	49.83	48.27	61.26	14
03:18:00	48.64	65.22	60.89	11.4
03:33:00	46.12	46.81	64.29	18.8
03:48:00	44.4	58.53	49.09	5.84
04:03:00	39.87	48.91	54.84	6.28
04:18:00	43.34	62	54.57	10
04:33:00	39.66	48.42	54.28	11.7
04:48:00	44.42	50.77	53.71	12.8
05:03:00	38.24	46.36	55.35	9.35
05:18:00	42.15	54.7	49.18	5.64
05:33:00	40.97	43.4	51.89	10.1
05:48:00	42.11	51.78	55.56	9.1
06:03:00	33.18	47.27	47.57	8.04
06:18:00	36.18	65.99	51.31	14.5
06:33:00	53.22	58.83	71.26	17.9
06:48:00	59.59	65.91	72.66	16.4
07:03:00	86.36	80.32	101.6	27.8
07:18:00	82.48	89.29	106.2	30.9
07:33:00	79.79	79.98	100.9	31.7
07:48:00	86.83	90.28	104.9	27.4
08:03:00	88.67	101.1	108.4	24
08:18:00	91.5	94.9	106.9	30.2
08:33:00	89.59	93.54	105.8	24.9
08:48:00	92.11	109.6	116.3	26.5
09:03:00	106.9	108.8	122	24.7
09:18:00	86.4	83.28	93.3	20.5
09:33:00	103.1	112.6	133.1	35.1
09:48:00	94.38	90.08	107.7	28.9
10:03:00	114.3	121.1	124.4	22.7
10:18:00	105	101	118	32
10:33:00	79.72	82.84	94.78	24.3
10:48:00	89.5	94.34	100.7	21.1
11:03:00	84.46	89.03	111.8	34.3
11:18:00	89.82	96.12	106.2	27.1
11:33:00	105.3	105.8	110	22.8
11:48:00	74.41	79.96	86.6	22.7
12:03:00	85.65	87.07	99.21	20.6

12:18:00	94.42	108.3	116.9	24.3
12:33:00	85.5	93.17	112.7	32.3
12:48:00	107.1	119.5	142.2	35.5
13:03:00	85.5	106.8	109.8	26.1
13:18:00	93.38	95.5	115.9	26.1
13:33:00	92.81	109.3	122.9	30.9
13:48:00	109	116.7	143.1	33.5
14:03:00	90.78	93.15	108.1	31
14:18:00	90.47	93.7	112.4	28.7
14:33:00	79.93	91.52	112.4	33.1
14:48:00	89.93	92.41	109.1	27.4
15:03:00	81.55	78.84	103.3	37.2
15:18:00	103.1	105.6	129.9	41.5
15:33:00	90.13	91.17	114.1	33.4
15:48:00	101.6	109	127.5	34.4
16:03:00	90.16	99.29	114.7	26.1
16:18:00	81.52	87.49	109.4	30.7
16:33:00	77.07	83.86	118.7	40.8
16:48:00	86.31	92.06	109	24.1
17:03:00	81.16	79.7	92.03	21.3
17:18:00	86.01	80.55	103.8	32.1
17:33:00	85.04	84.98	105	24.8
17:48:00	77.52	79.02	104.4	23.6
18:03:00	77.34	85.25	97.48	16.4
18:18:00	65.18	75.28	91.13	17.7
18:33:00	93.82	99.06	122.1	29.2
18:48:00	83.55	84.74	111.3	27.1
19:03:00	74.63	80.59	101.3	22.9
19:18:00	80.15	86.75	107	28
19:33:00	77.52	81.8	106	28.1
19:48:00	81.04	83.13	100	24.4
20:03:00	73.98	80.16	98.19	20.9
20:18:00	74.69	82.07	89.53	17.2
20:33:00	65.04	70.89	99.85	28.4
20:48:00	107.2	110.1	131.8	27.6
21:03:00	74.36	83.34	100.9	25.8
21:18:00	78.27	89.02	100.2	20
21:33:00	49.88	68.63	70.47	13.2
21:48:00	49.43	59.25	63.49	11.3
22:03:00	40.19	53.53	64.26	14.5
22:18:00	39.84	52.46	59.47	12.5

22:33:00	34.08	40.11	56.23	16.3
22:48:00	41.18	51.6	57.04	11
23:03:00	38.23	43.89	55.95	12
23:18:00	41.06	54	51.48	6.1
23:33:00	34.45	49.18	55.81	13.8
23:48:00	40.58	55.6	59.05	10.7
00:03:00	37.83	46.36	53.37	7.86
00:18:00	41.34	51.98	50.94	6.93
00:33:00	39.12	43.84	54.1	9.02
00:48:00	41.17	50.75	52.14	7.19
01:03:00	39.19	46.36	47.62	4.95
01:18:00	37.98	42.45	52.78	9.04
01:33:00	35.75	38.23	42.54	4.97
01:48:00	38.23	48.24	52.89	5.17
02:03:00	35.76	48.04	51.33	7.37
02:18:00	36.65	48.84	55.87	9.66
02:33:00	38.79	50.18	54.52	6.68
02:48:00	44.61	48.76	47.09	6.53
03:03:00	41.84	47.5	58.7	12.5
03:18:00	48.21	60.26	65.1	8.02
03:33:00	40.35	48.35	59.89	13
03:48:00	38.68	45.14	51.48	10.3
04:03:00	40.76	52.53	56.45	5.18
04:18:00	49.69	61.58	58.14	5.39
04:33:00	45.63	63.68	53.74	11.7
04:48:00	43.56	50.77	50.69	7.4
05:03:00	37.78	54.61	52.82	9.05
05:18:00	39.65	48.57	47.1	6.22
05:33:00	35.22	51.9	46.82	7.89
05:48:00	38.95	51.05	53.21	5.62
06:03:00	39.89	50.25	59.37	10.9
06:18:00	44.82	52.44	58.57	11.5
06:33:00	52.73	76.18	75.4	15.6
06:48:00	76.89	64.56	72.31	22.8
07:03:00	102.1	91.37	109.8	31.2

4.2. Resumen de resultados obtenidos

A continuación se muestra la tabla de resumen de resultados obtenidos en comparación con la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

Tabla 16

Resumen de resultados según NTCSE

ITEM	INDICADOR	CUMPLE CON NORMA
1	TENSION	SI
2	FRECUENCIA	SI
3	FLICKERS	NO
4	ARMONICOS	SI

A continuación se muestra la tabla de resumen de otros indicadores evaluados en el sistema eléctrico de Supermercado Franco.

Tabla 17

Tabla de resumen de resultados de indicadores evaluados en Sistema Eléctrico de Supermercado Franco

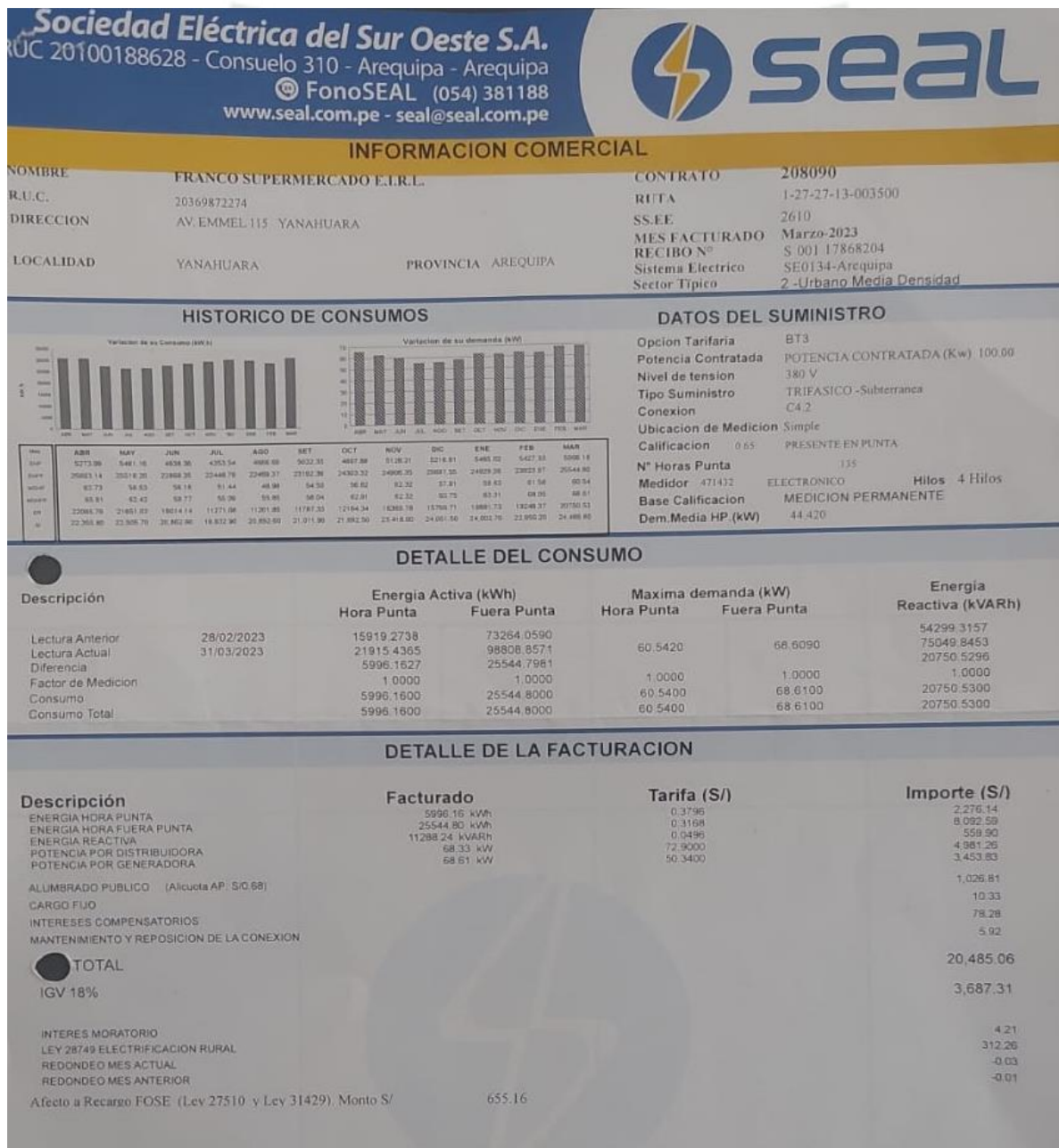
ITEM	INDICADOR	OBSERVACIONES
1	POTENCIA REACTIVA	Mayor que el 30% de Potencia activa
2	FACTOR DE POTENCIA	Valores muy bajos por periodos
3	SEGURIDAD DE INSTALACIONES	Instalación eléctrica requiere mejoras



5.1. Evaluación tarifaria

A continuación, se muestra la evaluación de la opción tarifaria para Supermercados Franco, en el cual se evalúa si es factible realizar el cambio de la opción tarifaria.

Para el análisis se muestra un recibo emitido por la concesionaria SEAL para supermercados franco con el cual se hará la evaluación.



Actualmente la opción tarifaria con la que cuenta el Supermercado Franco es BT3.

Tabla 18

Evaluaciones de tarifas en Baja tensión

BAJA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA Sin IGV	Detalle de facturación	Importe
TARIFA BT2	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P				
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.25		S/10.25
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	37.96	5996.16	S/2,276.14
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	31.68	25544.8	S/8,092.59
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S//kW-mes	67.86	68.61	4655.8746
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S//kW-mes	73.2	68.33	S/5,001.76
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S//kW-mes	55.69		
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.96	11288.24	S/559.90
	Alicuota	S/	0.68454		S/1,026.81
	TOTAL MES				
TARIFA BT3	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P				
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.33		S/10.33
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	37.96	5996.16	S/2,276.14
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	31.68	25544.8	S/8,092.59
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S//kW-mes	50.34	68.61	S/3,453.83
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	45.92		
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S//kW-mes	72.9	68.33	S/4,981.26
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	69.98		
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.96	11288.24	S/559.90
	Alicuota	S/	0.68454		S/1,026.81
TOTAL MES					S/20,400.86
TARIFA BT4	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P				
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.33		S/10.33
	Cargo por Energía Activa	ctm. S//kW.h	33.11	31540.96	S/10,443.21
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S//kW-mes	50.34	68.61	S/3,453.83
Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	45.92			

	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S//kW-mes	72.9	68.33	S/4,981.26
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	69.98		
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.96	11288.24	S/559.90
	Alicuota	S/	0.68454		S/1,026.81
	TOTAL MES				S/20,475.33

Tabla 19

Evaluaciones de tarifas en Media Tensión

MEDIAS TENSIONES		UNIDAD	TARIFA Sin IGV	Detalle de facturación	Importe
TARIFA MT2	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P				
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.25		S/10.25
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	34.81	5996.16	S/2,087.26
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	29.05	25544.8	S/7,420.76
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S//kW-mes	65.29	68.61	4479.5469
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S//kW-mes	14.15	68.33	S/966.87
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S//kW-mes	14.41		
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.96	11288.24	S/559.90
	Alicuota	S/	0.68454		S/1,026.81
	TOTAL MES				S/16,551.40
TARIFA MT3	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P				
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.33		S/10.33
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	34.81	5996.16	S/2,087.26
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	29.05	25544.8	S/7,420.76
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S//kW-mes	57.08	68.61	S/3,916.26
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	35.76		
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S//kW-mes	15.01	68.33	S/1,025.63
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	14.79		
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.96	11288.24	S/559.90
	Alicuota	S/	0.68454		S/1,026.81
		TOTAL MES			
TARIFA MT4	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P				

Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.33		S/10.33
Cargo por Energía Activa	ctm. S//kW.h	30.37	31540.96	S/9,578.99
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
Presentes en Punta	S//kW-mes	57.08	68.61	S/3,916.26
Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	35.76		
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
Presentes en Punta	S//kW-mes	15.01	68.33	S/1,025.63
Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	14.79		
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.96	11288.24	S/559.90
Alicuota	S/	0.68454		S/1,026.81
TOTAL MES				S/16,117.92

Como se puede observar en las tablas anteriores, la mejor opción para baja tensión es la que actualmente posee Supermercados Franco, la cual es la BT3, y la mejor opción en media tensión es la MT3, a continuación, se hace una tabla comparativa de dichas tarifas.

COMPARACION DE TARIFAS		
	Baja tensión	Media tensión
	BT3	MT3
COSTO	S/20,400.86	S/16,046.96
DIFERENCIA	S/4,353.90	

Como podemos observar en la tabla anterior, al cambiar la opción tarifaria de BT3 a MT3 se tendría un ahorro mensual aproximado de S/4,353.90, para lo cual se tendría que instalar una subestación de transformación en el Supermercado Franco.

5.1.1. Evaluación de costos de cambio de tarifa

Se evalúa el presupuesto del proyecto de instalación de sub estación de MT para el cambio de tarifa, a continuación se muestran los presupuestos a utilizar.

Tabla 20

Presupuesto de suministro de materiales para instalación de sistema fotovoltaico

PRESUPUESTO DE SUMINISTRO DE MATERIALES					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Poste de C.A.C 13/400	u	1	S/1,250.00	S/1,250.00
2	Conductor C(AA)PI de Al de 50 mm ²	m	75	S/3.30	S/247.50
3	Grapas de anclaje tipo pistola	u	6	S/26.00	S/156.00
4	Varilla de armar simple para conductor de 50mm ²	u	3	S/15.00	S/45.00
5	Manguito de empalme para conductor de 50 mm ²	u	3	S/35.00	S/105.00
6	Grapas de vías paralelas de Al para conductor de 50 mm ²	u	6	S/9.00	S/54.00
7	Cable desnudo de Al de 16 mm ² para amarre	m	10	S/1.15	S/11.50
8	Conductor NYY 3x25mm ²	m	12	S/30.00	S/360.00
9	Cable de cobre de 50 mm ² N2XS _Y	m	50	S/60.00	S/3,000.00
10	Conductor NYY 3x90mm ²	m	10	S/88.00	S/880.00
11	Ductos de concreto de cuatro vías de 4"	u	4	S/35.00	S/140.00
12	Buzón MT	u	1	S/400.00	S/400.00
13	Cinta de señalización	m	5	S/3.00	S/15.00
14	Cinta Ban Dit 3/4	m	5	S/8.00	S/40.00
15	Hebillas para Cinta Ban Dit 3/4	u	5	S/3.00	S/15.00
16	Terminación exterior para cable subterráneo 50 mm ²	jgo	1	S/500.00	S/500.00
17	Terminación interior para cable subterráneo 50 mm ²	jgo	1	S/450.00	S/450.00
18	Tubo galvanizado 4"		1	S/190.00	S/190.00
19	Armado de terminal	jgo	1	S/400.00	S/400.00
20	Armado de salida de punto de diseño	jgo	1	S/350.00	S/350.00
21	Aislador tipo pin polimérico P/27KV	u	3	S/40.00	S/120.00
22	Aisladores poliméricos de suspensión	u	6	S/80.00	S/480.00
23	Seccionador fusible tipo cut out de 27 KV, 150 KV BILL	u	3	S/250.00	S/750.00
24	Tansformix	u	1	S/20,000.00	S/20,000.00

25	Transformador de distribución de 100 KVA	u	1	S/22,260.00	S/22,260.00
26	Tablero de distribución para sub estación completo	u	2	S/3,000.00	S/6,000.00
27	Seccionador de potencia de 27 KV, 100A en S.E.	u	1	S/10,000.00	S/10,000.00
28	Retenidas simples	u	1	S/180.00	S/180.00
29	Puesta a tierra	u	1	S/2,000.00	S/2,000.00
				TOTAL	S/70,399.00

Tabla 21

Presupuesto de montaje

PRESUPUESTO DE MONTAJE						
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	
1	Ingeniero Electricista	hh	16	S/16.67	S/266.67	
2	Ingeniero de Seguridad	hh	16	S/14.58	S/233.33	
3	Operario	hh	16	S/10.42	S/166.67	
4	Oficial	hh	32	S/9.58	S/306.67	
5	Peón	hh	32	S/8.33	S/266.67	
6	Obras civiles previas para caseta	Global	1	S/30,000.00	S/30,000.00	
7	Implementos de seguridad	Global	1	S/600.00	S/600.00	
8	Transporte	Global	1	S/6,000.00	S/6,000.00	
9	Gastos administrativos	Global	1	S/3,000.00	S/3,000.00	
					Total	S/40,840.00

Tabla 22

Resumen de presupuesto de instalación de Sub estación de MT

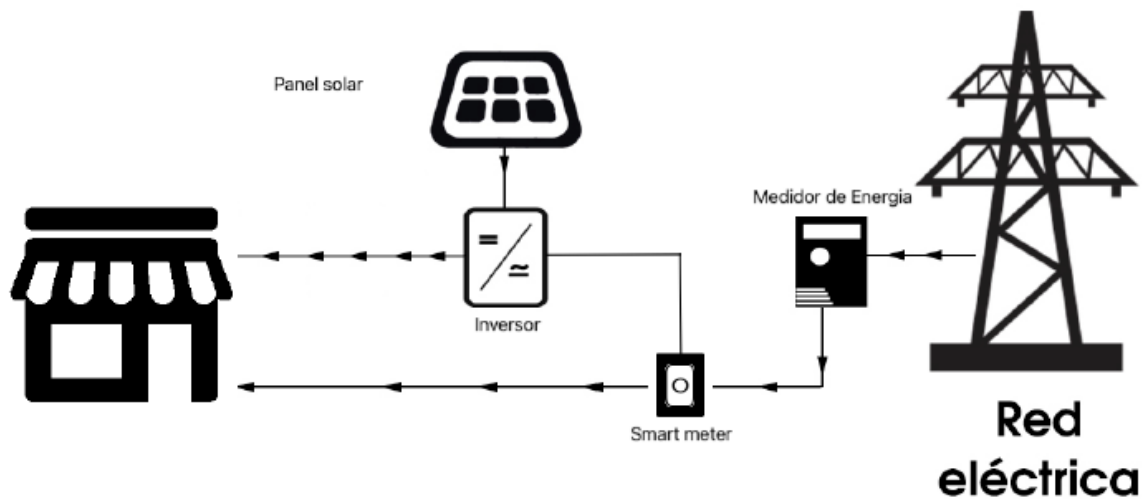
RESUMEN	
PRESUPUESTO DE SUMINISTRO DE MATERIALES	S/70,399.00
PRESUPUESTO DE MONTAJE	S/40,840.00
GASTOS ADICIONALES 10%	S/11,123.90
TOTAL	S/122,362.90

5.2. Propuesta de sistema fotovoltaico para reducción de tarifa

Como parte de la propuesta de reducción de tarifa, se plantea la instalación de un sistema fotovoltaico que permita generación de corriente eléctrica con finalidad de disminución de consumo de suministro de energía por parte de la concesionaria local.

Figura 36

Esquema de conexión de sistema fotovoltaico



A través de este proyecto, se busca diseñar un sistema de suministro de energía eléctrica basado en la energía solar fotovoltaica, el sistema conectado a red generara energía durante el día inyectando esta energía a las cargas (autoconsumo) esto representara un ahorro energético y por consiguiente ahorro en la facturación de energía eléctrica.

5.2.1. Alcance del servicio.

El alcance del servicio incluye el Diseño, Suministro y/o Instalación y Puesta en Marcha de un Sistema Solar Fotovoltaico Conectado a Red trifásico 380+N, potencia del inversor 40KW, potencia de la matriz fotovoltaica 45,12KWp.

Se recomienda realizar el sistema en 03 etapas cada etapa contara con la instalación de un inversor de 40KW con una matriz FV de 45,12KWp, cada etapa se conexionara en paralelo llegando a la potencia estimada de 120KW en inversores, se recomienda tener 03 inversores para poder garantizar continuidad de servicio pese a posibles fallos o mantenimiento.

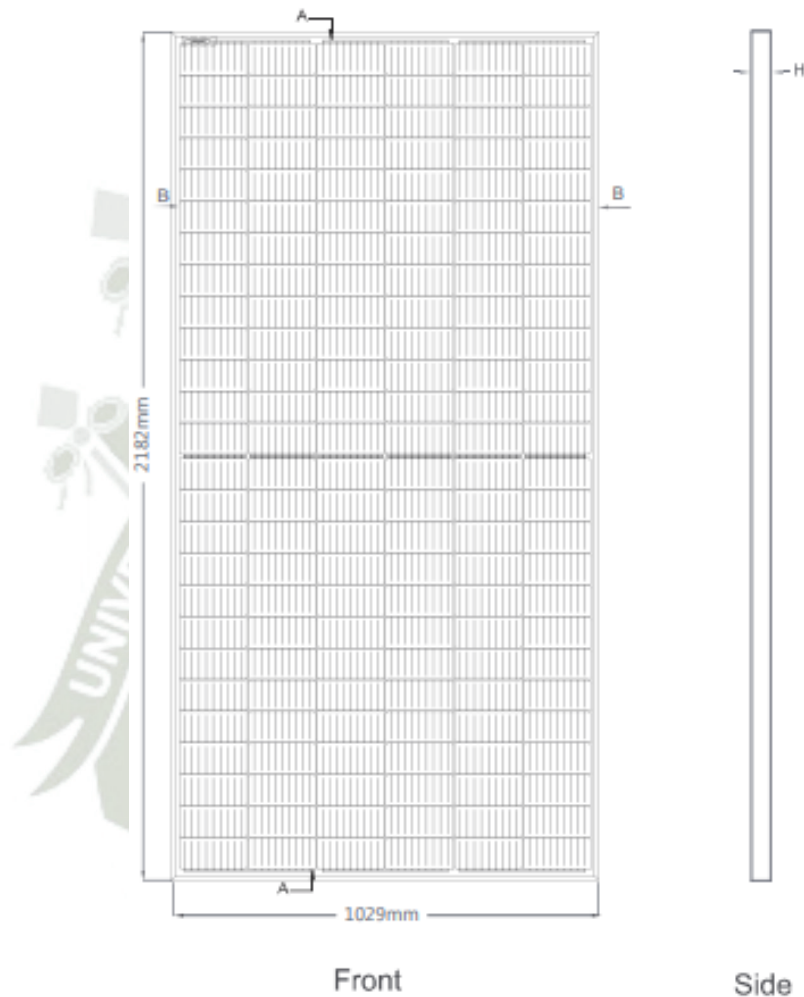
5.2.2. Presupuesto

Como parte de la propuesta se calcula la cantidad de paneles fotovoltaicos para que se pueda entregar la potencia en matriz indicada.

Cada panel solar entrega una potencia de 470 Wp (Watt pico, es una medida de capacidad máxima de generación de un panel solar fotovoltaico). El panel solar fotovoltaico tiene las siguientes dimensiones:

Figura 37

Dimensiones de Paneles fotovoltaicos



Nota. Tomado del catálogo de Jinko Solar, que son los paneles propuestos para la instalación.

A continuación se muestra el calculo de la cantidad de los paneles solares para cubrir la potencia propuesta:

Tabla 23

Calculo de cantidad de paneles solares para sistema propuesto

Potencia que entrega cada panel fotovoltaico [Wp]	Potencia que entrega cada panel solar fotovoltaico [KWp]	Cantidad de paneles	Potencia total entregada [KWp]
470	0.47	96	45.12

Podemos ver que se requieren de 96 paneles solares fotovoltaicos para poder cubrir una potencia en matriz de 45.12 KWp.

Asimismo se muestra el área total que se debe utilizar para toda la instalación de los paneles solares.

Tabla 24

Área a utilizar para instalación de sistema fotovoltaico

Área de cada panel fotovoltaico [m2]	Cantidad de paneles	Área total por utilizar [m2]
2.25	96	215.55

Podemos ver que se debe utilizar un área total de 215.55 metros cuadrados, que serían instalados en el techo del centro comercial de Supermercados Franco.

Gracias al software Google Earth Podemos realizar las mediciones del área total aproximada del Supermercado Franco la cual sería de 2625.72 m² aproximadamente.

Figura 38

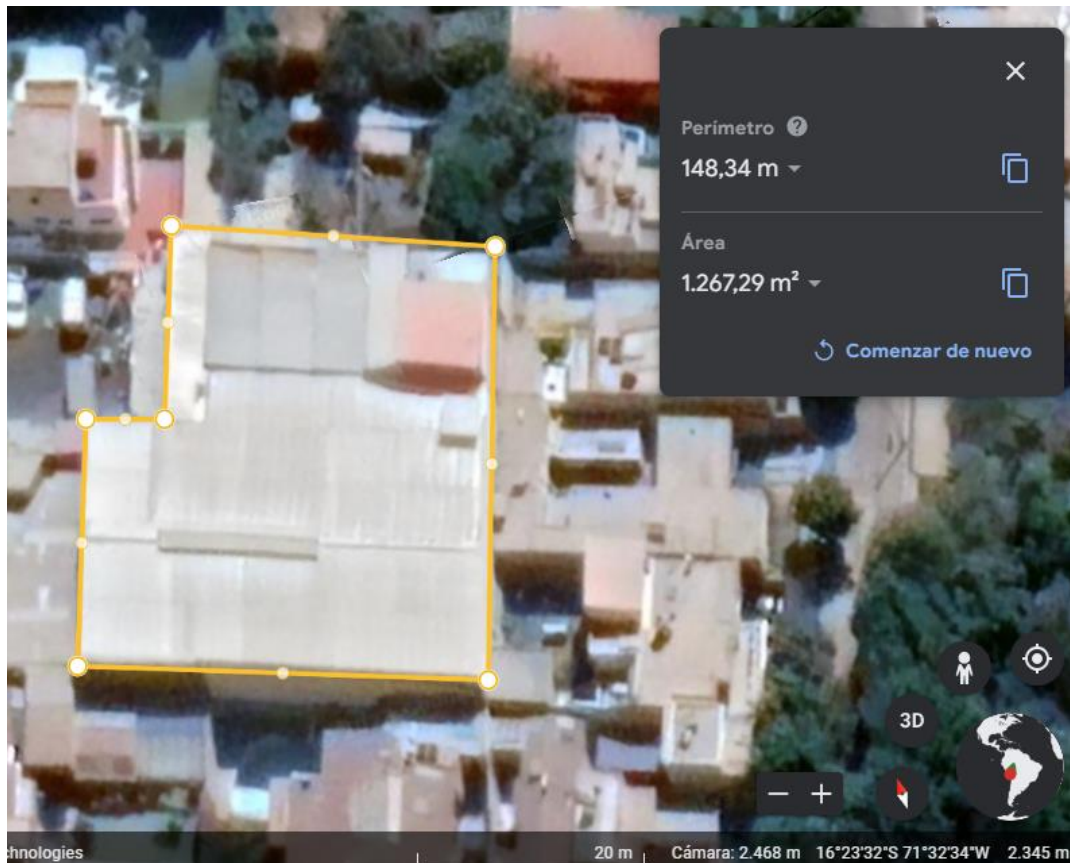
Área total de Supermercado Franco



Teniendo un área techada de aproximadamente, 1267.29 m^2 . Por lo que en el anexo 5 se muestra la distribución de la instalación de los paneles que comprende el sistema solar fotovoltaico.

Figura 39

Área techada de Supermercado Franco



A continuación se muestra las tablas de los gastos que se incurrirían al instalar este sistema fotovoltaico.

Tabla 25

Equipos de instalación para sistema fotovoltaico

Descripción	Cantidad	Valor unitario (USD)	Sub total (USD)
Inversor de Red SUN2000-40KTL M3 HUAWEI	1	4474.2	4474.2
Huawei Smart Power Sensor DDSU666H (0 inyección)	1	147.8	147.8
Huawei Smart Logger 3000A01AU	1	875.28	875.28
Módulo fotovoltaico 470Wp Monocrystalino celda partida JINKO SOLAR x Pallet 31 Und. + 01 Und.	3	6521.39	19564.17
Rack Rupac coplanar/riel	24	127.01	3048.24
TOTAL (USD)			28109.69

Tabla 26

Personal para instalación de sistema fotovoltaico

Descripción del personal para la instalación	Cantidad	Valor unitario (USD)	Total (USD)
Supervisor	1	4440.2	4440.2
Técnicos	3		
Montaje	2		

Tabla 27

Resumen de costos para instalación de sistema fotovoltaico

RESUMEN	
Descripción	Sub Total (USD)
Materiales y equipos	28109.69
Personal de instalación	4440.2
Total	32549.89

5.3. Calculo de banco de condensadores

Debido al análisis por el analizador de redes y como pudimos ver en la evaluación de la opción tarifaria, el sistema eléctrico de Supermercados Franco excede el porcentaje de potencia reactiva (30% de potencia activa) por lo que en su recibo de consumo se realiza el cobro de esta, asimismo en el análisis del factor de potencia, se pudo ver que existen periodos de tiempo donde los valores son muy bajos y se busca realizar esta corrección por medio de un cálculo de banco de condensadores.

A continuación se realiza el cálculo del banco de condensadores. Se tiene los siguientes valores:

Potencia activa promedio medida [KW]	Fp inicial	Fp final	Voltaje [V]	Frecuencia [Hz]
41.3	0.77	0.97	380	60

La fórmula para hallar la Potencia Reactiva a compensar es la siguiente:

$$Q_{final} = P * (\text{Tan}(\phi_1) - \text{Tan}(\phi_2)) \quad (4)$$

Donde:

Q Final: Valor de potencia reactiva final

P: Potencia activa medida

ϕ_1 : Angulo del factor de potencia medido

ϕ_2 : Angulo del factor de potencia deseado

Entonces se tiene que:

$$Q_{final} = 23875.53 \text{ VAr}$$

El banco de condensadores debe contar con una capacidad de 23, 875 KVAR.

5.4. Mejoras de protección del sistema eléctrico

Como se pudo ver en el diagrama unifilar del Anexo 3, el objeto de estudio no cuenta con protección para sobretensiones y sobreintensidades, por lo que se propone utilizar los siguientes dispositivos; asimismo se muestra en el anexo 4 el diagrama unifilar con las mejoras propuestas a continuación.

Protecciones contra sobre tensiones transitoria y permanentes: Un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (SPD) es un componente eléctrico que se utiliza para proteger los sistemas eléctricos contra las sobretensiones transitorias que pueden ocurrir debido a rayos, conmutación de la red eléctrica o fallas en los equipos eléctricos. El SPD actúa como un interruptor de voltaje controlado y se instala entre los conductores de alimentación y tierra para proporcionar una ruta de descarga segura para reducir el nivel de voltaje a un nivel seguro.

El SPD Tipo 2 es el principal sistema de protección para todas las instalaciones eléctricas de baja tensión. Instalado en cada cuadro eléctrico, evita la propagación de sobretensiones en las instalaciones eléctricas y protege las cargas.

Como ejemplo de protección tenemos el siguiente dispositivo protector de sobre tensiones:

Figura 40

Protección PDS ABB para Sistemas Trifásicos



Nota. Tomado del catálogo de ABB, sección dispositivos de protección contra sobre tensiones.

Este dispositivo de protección contra sobretensiones es de tipo 2, es para voltaje nominal de trabajo (50/60 Hz), con aplicaciones para sistemas de 120 V, 230 V, 400 V CA, y para voltaje de funcionamiento continuo máximo (50/60 Hz).

Protecciones contra sobre intensidades: Seguidamente del protector de sobre tensiones se debe instalar un termomagnético, el cual es un dispositivo utilizado para interrumpir la corriente eléctrica en un circuito cuando detecta valores de corriente eléctrica por encima de ciertos límites de seguridad, y así proteger el circuito eléctrico contra sobrecargas y cortocircuitos que puedan generar daños en los equipos eléctricos y poner en riesgo la seguridad de las personas. Su función es interrumpir el paso de la corriente eléctrica

cuando se detecta un valor elevado, evitando así una sobrecarga en la instalación eléctrica y protegiéndola contra posibles daños.

Instalación de un pararrayos: es un dispositivo que se instala en edificios o estructuras para protegerlas de los rayos y descargas eléctricas. Sirve para atraer y dirigir los rayos hacia la tierra, evitando que impacten directamente en la construcción y generen daños o riesgos para las personas. En definitiva, su función es la protección frente a descargas eléctricas y la prevención de posibles daños. Como ejemplo se puede instalar un pararrayos ionizante, el cual es un dispositivo de protección contra rayos con una pieza metálica esférica fijada en la parte superior. Esta esfera está aislada de la varilla por un anillo fabricado con un material de muy alta propiedad de aislamiento eléctrico.

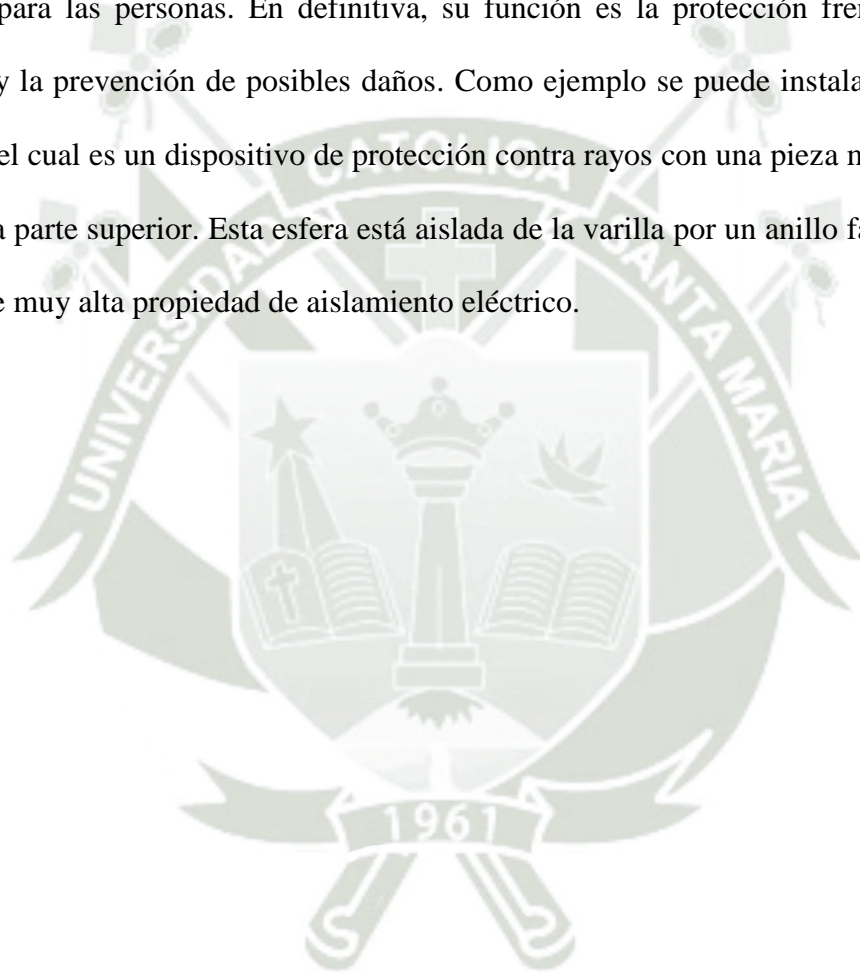
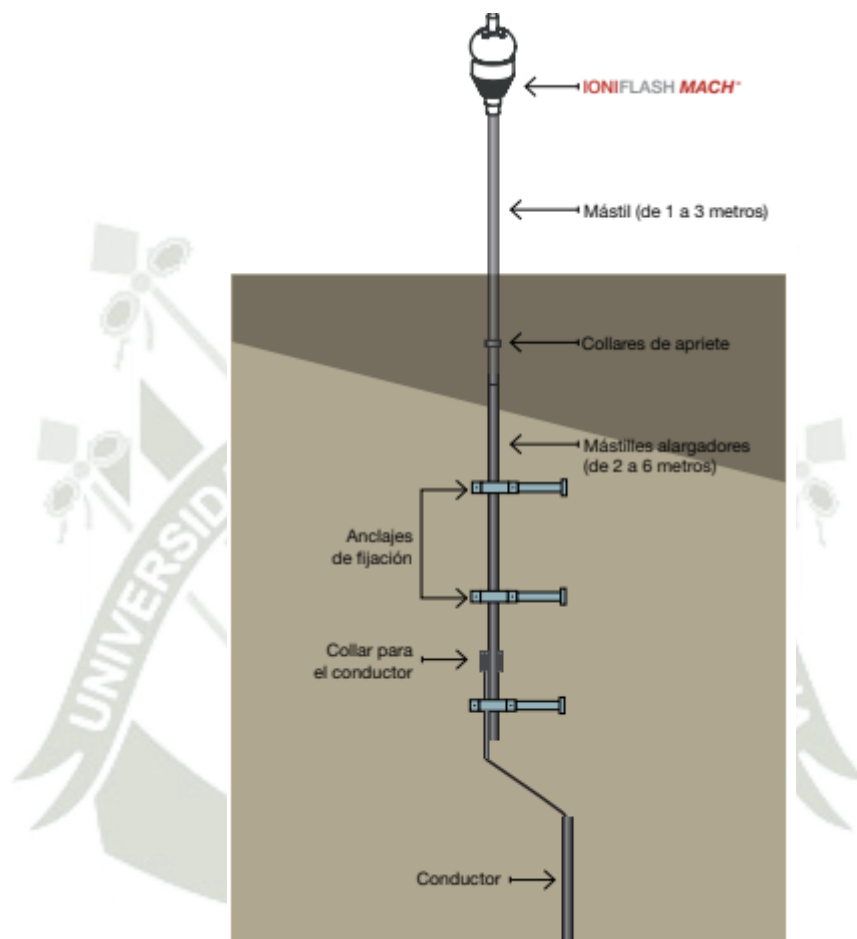


Figura 41

Pararrayos ionizante



Nota. Tomado de catálogo de Para-rrayos, empresa distribuidora de productos eléctricos.

5.5. Mejoras para solución de Flickers

Los Flickers son variaciones rápidas y pequeñas en el voltaje que pueden ser perceptibles como cambios en la intensidad de la luz en dispositivos eléctricos como lámparas o pantallas.

Como medida de solución para los Flickers se propone instalar un estabilizador de tensión que pueda ayudar a mantener el nivel constante de voltaje en la red eléctrica del supermercado Franco, reduciendo así las fluctuaciones.

Los componentes principales de un estabilizador son:

- Transformador: permite aumentar o disminuir la tensión de entrada, dependiendo de las necesidades del sistema.
- Conmutador eléctrico automático de voltaje (AVR): es el corazón del estabilizador y es responsable de monitorear la tensión de entrada y ajustarla según sea necesario. Utiliza circuitos electrónicos para comparar la tensión de entrada con un valor de referencia y, si detecta variaciones, controla el transformador para modificar la tensión de salida.
- Relés y conmutadores: se utilizan para activar o desactivar diferentes partes del sistema, como el transformador, en respuesta a las señales del AVR.
- Circuitos de Control: juegan un papel importante en el funcionamiento del estabilizador. Permiten la detección y regulación rápida de cambios en la tensión de entrada.

En resumen, un estabilizador de tensión utiliza una combinación de transformadores, relés, conmutadores y circuitos electrónicos para mantener la tensión eléctrica en un nivel constante y seguro, asegurando así el funcionamiento adecuado de los dispositivos conectados a la red eléctrica.

Se propone utilizar un estabilizador de estado sólido de 120 KVA, trifásico, electrónico, controlado con microcontroladores y fabricado con módulos Triac o Semipacks de alta potencia y sistema de lazo cerrado que son dispositivos electrónicos utilizados para controlar la potencia en

circuitos de corriente alterna (AC) mediante el uso de componentes de estado sólido. Estos módulos son especialmente utilizados en aplicaciones de control de potencia y regulación de voltaje en sistemas eléctricos y electrónicos.

Figura 42

Estabilizador de estado sólido de 120 KVA



Nota. Tomado de la página de AFC Tecnasa, empresa que brinda soluciones en suministros de energía, encargada de la venta de este tipo de estabilizadores. (AFC Tecnasa, s.f.)

Este estabilizador garantiza un flujo de corriente estable, es decir, sin sobre tensiones ni bajas de tensión. Además, los estabilizadores incluyen supresores de picos y tienen filtros que eliminan el ruido; también previenen problemas como: Voltaje fuera del especificado por norma, daños permanentes en sus equipos: industriales, eléctricos y/o de cómputo.

5.6. Mejoras de diagramas unifilares

Como se puede ver en el Anexo 3, el diagrama unifilar levantado de las instalaciones eléctricas de Supermercados Franco los circuitos del sistema no cuentan con interruptores

diferenciales en su totalidad, por lo que se debe instalar en cada uno de los circuitos los interruptores diferenciales, como también para los tableros de distribución. Asimismo en el tablero general se debe instalar las protecciones de sobre tensión y sobre corriente mencionadas en el apartado anterior.

La instalación eléctrica del objeto de estudio es muy antigua, no se cuenta con un área donde se encuentre el tablero general y derivados, y el cableado es también antiguo por lo que se requiere una reestructuración.

5.7. Evaluación económica de mejoras para la opción tarifaria

Cambio de tarifa con instalación de sub estación a MT3

Como parte de la evaluación de la opción tarifaria se muestra a continuación la evaluación económica financiera para cualquiera de los casos de propuesta de mejora para la opción tarifaria.

Primero se comienza con la evaluación para la propuesta de instalar una sub estación de MT en el objeto de estudio, se tiene que:

Tabla 28

Ahorro por cambio de tarifa

Costo por Tarifa	MT3	BT3
		S/16,046.96
Ahorro MENSUAL	S/4,353.90	
Ahorro ANUAL	S/52,246.80	

La evaluación económica se realiza considerando el ahorro como un ingreso, asimismo se realiza un financiamiento para cubrir los montos de inversión, considerando el crédito de la siguiente manera:

Tabla 29

Resumen de crédito para Instalación de Sub estación

costo total	S/122,362.90
crédito	S/100,000.00
tasa	17%
plazo	3 años

Tabla 30

Cuadro de amortizaciones crédito instalación MT

Plazo	Cuotas	Interés	Amortización	Saldo
0	S/45,257.37			S/100,000.00
1	S/45,257.37	S/17,000.00	S/28,257.37	S/71,742.63
2	S/45,257.37	S/12,196.25	S/33,061.12	S/38,681.51
3	S/45,257.37	S/6,575.86	S/38,681.51	S/0.00

Se realiza la evaluación económica y financiera.

Tabla 31

Flujo de caja para inversión de MT

FLUJO DE CAJA						
Descripción	Año					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ahorro		S/52,246.80	S/52,246.80	S/52,246.80	S/52,246.80	S/52,246.80
Inversión	-S/122,362.90					
Flujo de caja económico	-S/122,362.90	S/52,246.80	S/52,246.80	S/52,246.80	S/52,246.80	S/52,246.80
Préstamo	S/100,000.00					
Amortizaciones		S/28,257.37	S/33,061.12	S/38,681.51	S/0.00	S/0.00
Intereses		S/17,000.00	S/12,196.25	S/6,575.86	S/0.00	S/0.00
Flujo de caja financiero	-S/22,362.90	S/6,989.43	S/6,989.43	S/6,989.43	S/52,246.80	S/52,246.80

Se tienen los siguientes indicadores económicos:

Tabla 32

Indicadores económicos para cambio a MT

	Económico	Financiero
VAN	S/66,045.13	S/57,316.54
TIR	32%	59%
B/C	S/1.54	S/1.47
PRC	4to año	5to año

Según los indicadores, el proyecto es viable ya que se tiene un VAN positivo y un B/C mayor que 1, en ambos casos.

Reducción de tarifa con instalación de sistema fotovoltaico

Para la evaluación económica de instalación de paneles, se considera una reducción del 30% del costo con la inversión para 40 KW.

Tabla 33

Ahorros por instalación de Sistema Fotovoltaico

Pago por servicio mensual	S/20,485.06
ahorro mensual (30%)	S/6,145.52
ahorro anual	S/73,746.22

Se tienen los siguientes costos para la inversión del sistema fotovoltaico.

Tabla 34

Resumen de costos de instalación de Sistema Fotovoltaico

Costo paneles dólares	32549.89	TC	3.65
Costo soles	S/118,807.10		

El financiamiento será el mismo que se usó para a instalación de subestación de MT, teniéndose el siguiente flujo de caja.

Tabla 35

Flujo de caja de evaluación de Sistema Fotovoltaico

FLUJO DE CAJA						
Descripción	Año					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ahorro		S/73,746.22	S/73,746.22	S/73,746.22	S/73,746.22	S/73,746.22
Inversión	-S/118,807.10					
Flujo de caja económico	-S/118,807.10	S/73,746.22	S/73,746.22	S/73,746.22	S/73,746.22	S/73,746.22
Préstamo	S/100,000.00					
Amortizaciones		S/28,257.37	S/33,061.12	S/38,681.51	S/0.00	S/0.00
Intereses		S/17,000.00	S/12,196.25	S/6,575.86	S/0.00	S/0.00
Flujo de caja financiero	-S/18,807.10	S/28,488.85	S/28,488.85	S/28,488.85	S/73,746.22	S/73,746.22

Se tienen los siguientes indicadores económicos.

Tabla 36

Indicadores Económicos de evaluación de Sistema Fotovoltaico

	Económico	Financiero
VAN	S/147,130.32	S/138,401.73
TIR	55%	162%
B/C	S/2.24	S/2.16
PRC	2do año	4to año

Se puede ver que este proyecto también es viable ya que se tienen un VAN positivo y un B/C mayor que 1, para ambos casos.

Finalmente se puede ver que la inversión retorna en un periodo menor en la instalación de sistema fotovoltaico, lo cual puede ser un proyecto para ampliar, instalando mayor capacidad de potencia y teniendo un ahorro mucho mayor.

5.8. Resumen de inversión para cambio tarifario

Tabla 37

Resumen de costos de inversión de mejoras en tarifación

Proyecto	Inversión	VAN Económico	VAN Financiero	TIR económico	TIR financiero	Recuperación caso económico	Recuperación caso financiero
Cambio a MT3	S/122,362.90	S/66,045.13	S/57,316.54	32%	59%	4to año	5to año
Sistema fotovoltaico	S/118,807.10	S/147,130.32	S/138,401.73	55%	162%	2do año	4to año

Como podemos observar en la tabla anterior el proyecto que tiene menor tiempo de recuperación, es el de implementar un sistema fotovoltaico, que resulta ser un proyecto viable debido a los indicadores económicos analizados.

5.9. Presupuesto adicional para mejoras propuestas

A continuación se presenta el presupuesto para las mejoras planteadas.

Tabla 38*Presupuesto adicional para mejoras*

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Protección contra sobre tensiones SPD	1	S/1,012.04	S/1,012.04
2	Estabilizador estado sólido 120 KVA	1	S/14,000.00	S/14,000.00
3	Pararrayos	1	S/740.00	S/740.00
4	Diferenciales	30	S/36.90	S/1,107.00
TOTAL				S/16,859.04



Conclusiones

- Se concluye que al analizar las condiciones de los parámetros energéticos del Supermercado Franco, se logró proponer mejoras que permitirán un mejor desempeño del suministro eléctrico del mismo.
- Se concluye que al realizar el análisis de los parámetros energéticos mediante un analizador de redes, se obtuvo que para los valores medidos de tensión, frecuencia, armónicos en comparación con la norma, estos si se encuentran dentro de los valores establecidos por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos; asimismo los Flickers no se encuentran dentro de los parámetros establecidos con la norma., teniendo valores mayores que 1, que es la tolerancia asignada. También se pudo evaluar que el sistema presenta una Potencia Reactiva mayor que el 30% de Potencia activa, por lo que también el factor de potencia presenta promedio bajo de un 0.77.
- Se concluye que para corregir el factor de potencia se realizó el cálculo de banco de condensadores, encontrando que se tiene que instalar un dispositivo para compensar 23, 875 KVAR; asimismo se presentó un dispositivo de protección contra sobre tensiones transitorias y permanentes, el cual debe ser instalado en el sistema eléctrico de Supermercados Franco, asimismo instalar dispositivos diferenciales para todos los circuitos del sistema eléctrico y un dispositivo pararrayos también como medida de protección.
- Se concluye que la mejor opción tarifaria para franco es la MT3, presentándose un ahorro de S/4,353.90 mensuales aproximadamente, para lo cual se tendría que realizar un proyecto de instalación de una sub estación, cuya evaluación económica indica que la inversión se recuperaría en el 5to año financiando el proyecto, también como mejora de la

tarifación se presentó un proyecto de instalación de sistema fotovoltaico, el cual tendría un ahorro del 30% del consumo mensual, teniendo un ahorro aproximado de S/6,145.52 y recuperándose la inversión en el 4to año con financiamiento, para lo cual se sugiere una instalación de sistema fotovoltaico.

- Se concluye que a través del estudio realizado, se realizan recomendaciones las cuales brindan sugerencias específicas y acciones que podrían tomarse en base a los resultados y conclusiones de la presente investigación.



Recomendaciones

- Se recomienda la instalación de sistema fotovoltaico como alternativa de mejora de tarifación, debido a que la inversión regresa en menos tiempo que una subestación de Media Tensión, además que se puede expandir el proyecto y poder incrementar la potencia instalada teniendo un ahorro aún mayor. Se tiene como VAN económico S/147,130.32, VAN financiero de S/147,130.32, TIR económico de 55% y financiero de 162%, periodo de recuperación económico en el 2do año y financiero en el 4to año.
- Se recomienda la instalación de un cuarto de llaves, en el cual se localicen los tableros generales y de distribución con finalidad de tener una mejor supervisión y mantenimiento del sistema eléctrico.
- Se recomienda instalar las mejoras de protección propuestas en el sistema eléctrico de Franco, con finalidad de garantizar un uso seguro del mismo y prevenir cualquier tipo de accidente.
- Se recomienda realizar un posterior análisis de la red eléctrica con un analizador de redes, en el caso de encontrarse problemas relacionados con los indicadores que inspecciona Osinergmin de acuerdo a la NTCSE, enviar una carta a la empresa de Distribución de energía eléctrica, solicitando la atención de los problemas encontrados.

Referencias Bibliográficas

- AFC Tecnasa. (s.f.). Obtenido de <https://afctecnasa.com/product/estabilizador-solido-trifasico-120kva/>
- Arcos, E., & Chicaiza, D. (2015). *Diseño y construcción de un tablero de control automático para la corrección del factor de potencia, empleando un modulo DCRA*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional de Quito.
- Arcos, E., & Chicaiza, D. (2015). *Diseño y construcción de un tablero de control automático para la corrección del factor de potencia, Empleando un modulo DCRA*. Quito, Ecuador: Escuela politécnica nacional.
- Arteaga , T., & Sanchez, A. (2019). *Análisis de circuitos eléctricos con frecuencia variable*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador.
- Cano, I. (2020). *Analizador de redes trifásicas*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya .
- Circuitos Eléctricos. (22 de Noviembre de 2021). *Circuitos Eléctricos*. Obtenido de <https://circuitoselectricos248.wordpress.com/2017/11/22/4-7-el-factor-de-potencia/>
- Corvalán, L. (2021). Factor de potencia y coseno de fi: las tres dimensiones de la corriente eficaz. *Rev. Ing. Eléctrica*, 3-5.
- Esquivel, A., Tipula, J., & Yataco, J. (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*. Callao, Perú: Universidad Nacional del Callao.
- Farina, A. (2019). *Tableros Eléctricos*. Librería y editorial Arsina, Rosario.
- Fluke. (s.f.). *Fluke*. Obtenido de <https://www.fluke.com/es-pe/informacion/blog/electrica/que-es-la-frecuencia>
- Gonzales, K. (2022). *Análisis y propuesta de mejora de la calidad de suministro de energía eléctrica de la empresa de distribución Electronorte S.A*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Huanca, J. (2020). *Análisis de la calidad de energía eléctrica para mejorar el servicio en suministro de baja tensión Huari - Ancash*. Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- IEEE Standards Association. (2018). *Recommended Practice for the Assessment of Power System Flicker*.
- Martinez, G., Cruz, B., Garrido, J., & Jimenez, J. (2019). Análisis de la calidad de energía eléctrica en una subestación de 300 kVA. *Revista de Operaciones Tecnológicas*, 12-20.
- Metrel. (2023). *Metrel*. Obtenido de <https://www.metrel.es/es/shop/PQA/mi-2892.html>

- Mieles, L., & Molina, A. (2019). *Análisis de calidad de energía en el sistema eléctrico, de la empresa Provefrut en el cantón Latacunga de Elepco S.A, para disminución de pérdidas de energía*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Morón, J. (2021). *Sistemas eléctricos de distribución*. Reverté.
- Muñoz, J. (2019). *Análisis de calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de la empresa agrícola pampa baja SAC olmos -tierras nuevas*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos. (1997). Norma Técnica de Calidad de los Servicios Electricos. Perú. Obtenido de <https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/calidad/NTCSE#:~:text=La%20Norma%20T%C3%A9cnica%20de%20Calidad,de%20electricidad%20y%20los%20Clientes>
- Osinergmin. (s.f.). *Osinergmin, Organismo Superior de la Inversion en Energia y Minería*. Recuperado el 04 de Mayo de 2023, de <https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/calidad/NTCSE>
- Perez, M., Ramos, J., Raimundo, C., & Barrios, D. (2022). Desarrollo de aplicaciones en el software Scilab para el análisis de armónicos en sistemas industriales. *Ingeniería Electrica*, 24-34.
- Polo, V., Peña, J., & Pacheco, L. (2017). Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra. *Ciencia e Ingeniería*, 167-176.
- Rodriguez , J., & Mercado, N. (2021). Soluciones para la mejora de la calidad del servicio de energía eléctrica en Barranquilla. Revisión de la literatura. *Boletín de innovación, Logística y Operaciones*, 1-7.
- Trujillano, E. (2017). *Evaluación de la calidad de la energía eléctrica y cálculo de la opción tarifaria adecuada para el hospital privado Juan Pablo II ubicado en el distrito La Victoria provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Vargas, I. (2017). *Implementación de un banco de condensadores para aumentar el factor de potencia de la empresa Fibraforte*. Lima, Perú: Universidad privada del norte.
- Vera, D. (2021). *Análisis de las protecciones para sobrecorrientes y sobretensiones en una sub estación eléctrica de 69/13.8 KV, 16/24 MVA. Utilizando Digsilent y atpdraw*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Visarrea, L. (2022). *Análisis de calidad de energía eléctrica en la Empresa textil Etiquetex S.A. ubicada en el cantón Quito, mediante la regulación ARCERNR 002/20*. Latacunga, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.

ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE PARAMETROS ENERGETICOS PARA LA MEJORA DE CALIDAD EN EL SUMINISTRO ELECTRICO DE SUPERMERCADOS FRANCO AREQUIPA 2023

Tabla 39

Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>Problema principal: ¿Cuál es el análisis de las condiciones de parámetros energéticos para proponer una mejora de calidad en el suministro eléctrico de Supermercados Franco?</p>	<p>Objetivo general: Realizar el análisis de las condiciones de parámetros energéticos y proponer una mejora en la calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco.</p>	<p>Hipótesis general: El análisis de las condiciones de parámetros energéticos permitirá desarrollar una mejora para la</p>	<p>Variable independiente: parámetros energéticos</p> <p>Indicadores: Tensión Frecuencia Flickers Armónicos</p>

<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será el análisis inicial de los parámetros energéticos como niveles de tensión y corriente, frecuencia, flicker, armónicos, interrupciones, tarifa y factor de potencia del sistema eléctrico de Supermercados Franco, mediante un analizador de redes de la marca Metrel con serie 2892? • ¿Cuál es el análisis comparativo de los parámetros energéticos frente a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)? • ¿Cuáles serán las mejoras en base a cálculo de banco de capacitores, cálculo de filtro de armónicos, protecciones de sobre voltaje y sobre corriente y optimización de diagramas unifilares, para el suministro de energía eléctrica del Supermercado Franco? • ¿Cuál será la propuesta de mejora para la tarifación del suministro eléctrico del Supermercado Franco? • ¿Cuáles serán las recomendaciones para solicitar una buena calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco, basadas en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar inicialmente los parámetros energéticos niveles de tensión y corriente, frecuencia, flicker, armónicos, interrupciones, tarifa y factor de potencia del sistema eléctrico de Supermercados Franco, mediante un analizador de redes de la marca Metrel con serie 2892. • Comparar los parámetros energéticos obtenidos con los establecidos con la Norma técnica de calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE). • Desarrollar mejoras en base a cálculo de banco de capacitores, cálculo de filtro de armónicos, protecciones de sobre voltaje y sobre corriente y optimización de diagramas unifilares, para el suministro de energía eléctrica del Supermercado Franco. • Realizar una propuesta de mejora para la tarifación del suministro eléctrico del Supermercado Franco. • Realizar recomendaciones para solicitar una buena calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco, respecto de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. 	<p>calidad del suministro eléctrico de Supermercados Franco, basada en la Norma Técnica de Calidad los Servicios Eléctricos.</p>	<p>Variable dependiente: Calidad en el suministro eléctrico.</p> <p>Indicadores: Daños en los equipos. Deficiencias del sistema eléctrico.</p>
---	--	--	--

Nota. Elaboración propia

Anexo 2. Ficha técnica de analizador de redes Metrel

Analizadores de calidad de energía MI 2892 Power Master

Analizadores de la calidad de la energía



El MI 2892 Power Master es un analizador de la calidad de energía trifásico portátil con una gran pantalla gráfica a color fácil de leer que permite al usuario detectar armónicos, fasores y anomalías de formas de onda en la instalación con solo conectar el dispositivo. El equipo está diseñado para un registro a largo plazo así como para la resolución de problemas en sistemas de distribución monofásicos y trifásicos. Los prácticos botones de configuración rápida hacen que el equipo sea más fácil de usar y permiten una visión más rápida de los datos para la resolución de problemas. El avanzado paquete de software para PC PowerView3 permite un análisis detallado de los datos registrados, una lectura directa de la tarjeta de memoria microSD, un análisis de los datos grabados durante largos períodos de tiempo y la generación automática de informes profesionales.

FUNCIONES DE MEDICIÓN

- Tensión: TRMS, pico, factor de cresta (4 canales);
- Corriente: TRMS, pico, factor de cresta (4 canales);
- Potencia (activa, reactiva, aparente).
- Mediciones de potencia según IEEE 1459 (activa, no activa, fundamental, armónicos, desequilibrio de cargas);
- VFD (variadores de frecuencia, 5 Hz - 110 Hz), 400 Hz;
- Desequilibrio, medición de flicker;
- Análisis de armónicos e interarmónicos hasta el armónico 50, medición de THD;
- Energía (activa, reactiva, generada, consumida);
- Captura y registro de eventos en el suministro eléctrico (desconexiones, interrupciones, subidas, caídas).
- Monitorización y registro de corrientes de arranque;
- Presentación, captura y registro de formas de onda/arranque
- Registro de sobretensiones transitorias;
- Análisis de la calidad de la energía según la norma EN 50160, IEEE 519.
- Registro de hasta 7 alarmas ajustables;
- Medición de temperatura;
- Mediciones de eficacia del inversor fotovoltaico;
- Factor de potencia, tg fi.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- 4 canales de tensión con una amplia escala de medición: 0 ... 1000 Vrms (CAT III / 1000 V);
- 4 canales de corriente con reconocimiento automático de pinzas y selección de escala "en el equipo";
- Detección automática de pinzas inteligentes y su escala;
- Frecuencia de muestreo en grabación de transitorios 49 k muestras/segundo en 8 canales simultáneamente;
- Cumplimiento de la norma de calidad de la energía IEC 61000-4-30 Clase A;
- Análisis completo de calidad de energía según la norma EN 50160, incluida la señalización y los interarmónicos;
- Soporte para tarjeta de memoria microSD (de 8 GB suministrada con el equipo) hasta 32 GB.
- Terminales de entrada con código de colores y etiquetas en los terminales para adaptarse a la zona geográfica;
- Menú principal intuitivo e iconos grandes que hacen que el equipo sea muy fácil de navegar y configurar;
- Selección automática del rango de la pinza de corriente;
- El potente software para PC PowerView3 permite la descarga, visualización y análisis de los datos registrados, así como la generación de informes profesionales;
- Pinzas flexibles (sin alimentación adicional) incluidas en el equipo estándar;
- Comunicación remota mediante Ethernet
- Sincronización reloj con GPS - opcional).

APLICACIÓN

- Optimización del consumo energético;
- Valoración de calidad de energía y resolución de errores en sistemas eléctricos de baja y media tensión;
- Comprobación del rendimiento del equipo de corrección de potencia;
- Análisis a largo plazo;
- Mantenimiento predictivo;
- Verificación de la capacidad del sistema eléctrico antes de añadir cargas.

NORMATIVAS

Seguridad
EN 61010-1;

Mediciones:

- IEC/EN 61000-4-30, clase A;
- IEC/EN 61557-12;
- IEC/EN 61000-4-7, clase I;
- IEC/EN 61000-4-15;
- EN 50160;
- IEEE 1448;
- IEEE 1459;
- IEEE 519

Compatibilidad electromagnética
• EN 61326

www.metrel.si



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

FUNCIÓN		
Entradas de tensión	CA+CC	
Número de entradas	5	
Rango de tensión nominal (L - N)	Fase (L-N): 50 ... 1000 Vrms / Línea (L-L): 50 ... 1730 Vrms	
Rango de medición	10% ... 150% de tensión nominal	
Precisión	IEC 61000-4-30 Clase A, ±0,1% de tensión nominal.	
Tasa de muestreo	7 k muestras por segundo a 50/60 Hz, sinc. con frecuencia de red	
Rango de frecuencia de red	12.2 k muestras por segundo @ VFD (5 Hz - 110 Hz)	
	42.5 ... 69,0 Hz ±10 mHz	
	5 ... 110 Hz ± 10 mHz (VFD)	
	335,0 ... 465,0 Hz ± 100 mHz	
Entradas de corriente	CA+CC	
Número de entradas	4	
Rango de medición (con pinzas flex A1227/A 1502)	3 ... 6000 Arms ±1,5% de m.v.	
Rango de medición (con pinzas de hierro A1281)	50 m ... 1200 Arms ±0,5% de m.v.	
Funciones	Rango de medición	Precisión
Potencia (P, Q, S, cos fi, PF...)	Depende de la tensión y las pinzas seleccionadas	IEC 61557-12 Clase 1
Energía	Depende de la tensión y las pinzas seleccionadas	Activa: IEC 62053-21 Clase 1
		Reactiva: IEC 62053-23 Clase 2
Armónicos (DC ... 50°)	0 ... 20% de tensión nom.	IEC -4-7 Clase 1
Armónicos (DC ... 13°) @400 Hz		
Armónicos (DC ... 20°) @VFD (5 - 16 Hz)		
Armónicos (DC ... 13°) @VFD (16 - 33 Hz)		
Armónicos (DC ... 5°) @VFD (33 - 110 Hz)		
Interarmónicos (1 ... 50°)	0 ... 20% de tensión nom.	IEC 61000-4-7 Clase 1
Interarmónicos (1 ... 20°) @VFD (5 - 16 Hz)		
Interarmónicos (1 ... 13°) @VFD (16 - 33 Hz)		
Interarmónicos(1 ... 5°) @VFD (33 - 110 Hz)		
Flicker	0,2 ... 10	IEC 61000-4-15 Clase F3
Señalización de red	0 ... 15% de tensión nom.	IEC 61000-4-30 Clase A
Desequilibrio	Tensión: 0 ... 5%	
	Corriente: 0 ... 17%	

INFORMACIÓN PARA EL PEDIDO



Imagen del kit MI 2892 EU

Kit MI 2892 Advanced (AD)

- Instrumento Power Master
- Pinzas de corriente flexibles monofásicas: 3000/300/30 A (A 1502), 4 uds
- Sonda de prueba (marrón, negro, gris, verde, azul), 5 uds
- Pinza de cocodrilo (marrón, negro, gris, verde, azul), 5 uds
- Cable de medición de la tensión (marrón, negro, gris, verde, azul), 5 uds
- Etiquetas de codificación por colores
- Sonda de temperatura
- Tarjeta de memoria microSD de 8,0 GB
- Lector de tarjeta microSD
- Software para PC PowerView3
- RS232, USB y cable cruzado Ethernet
- Adaptador de fuente de alimentación
- Batería recargable de 1,2 V, NiMH, 6 uds
- Maleta de protección profesional impermeable
- Manual de instrucciones
- Certificado de calibración

Kit MI 2892 Euro (EU)

- Con pinzas de corriente flexibles monofásicas: 3000/300/30 A (A 1227), 4 uds

Temperatura	-10 ... 85 °C	±0,5 °C
Bajadas, Subidas	10 ... 150% de tensión nom.	±0,2 % de tensión nominal ±1 ciclo
Interrupciones	0 ... 10% de tensión nom.	±1 ciclo
Grabadores		
Memoria	MicroSD de 8GB, soporta hasta 32 GB	
Grabador general		
Periodo de integración	1 segundo ... 2 horas	
Señales grabadas	> 1000 (tensiones, corrientes, armónicos, potencia...) Valor mínima, máxima y medio por intervalo - Eventos de tensión - Alarmas personalizadas	
Duración	> 1 año (depende del tamaño de la tarjeta SD)	
Grabador de forma de onda		
Duración	Hasta 60 segundos de forma de onda de corriente y tensión	
Disparador	Manual, eventos de tensión, alarmas personalizadas, nivel de tensión o corriente (arranque)	
Grabador de sobretensiones transitorias		
Tasa de muestreo	47.000 muestras/s	
Duración	Hasta 50 ciclos de forma de onda de corriente y tensión	
Disparador	Manual, curva o nivel de tensión	
General		
Pantalla	TFT a color de 4,3 pulgadas (480 x 272)	
Comunicación	USB, Ethernet, RS-232	
Sincronización de tiempo	Receptor GPS (A 1355)	
Alimentación	110 ... 240 Vac o 6 x pilas recargables NIMh, tamaño AA	
Categoría de sobretensión	CAT IV / 600 V o CAT III / 1000 V	
Peso	1 kg	
Dimensiones	230 x 140 x 80 mm	

METREL D.D.
Measuring and Regulation Equipment Manufacturer
Ljubljanska 77, SI-1354 Horjul, Slovenia
T +386 (0)175 58 200, F +386 (0)175 49 226
metrel@metrel.si, www.metrel.si

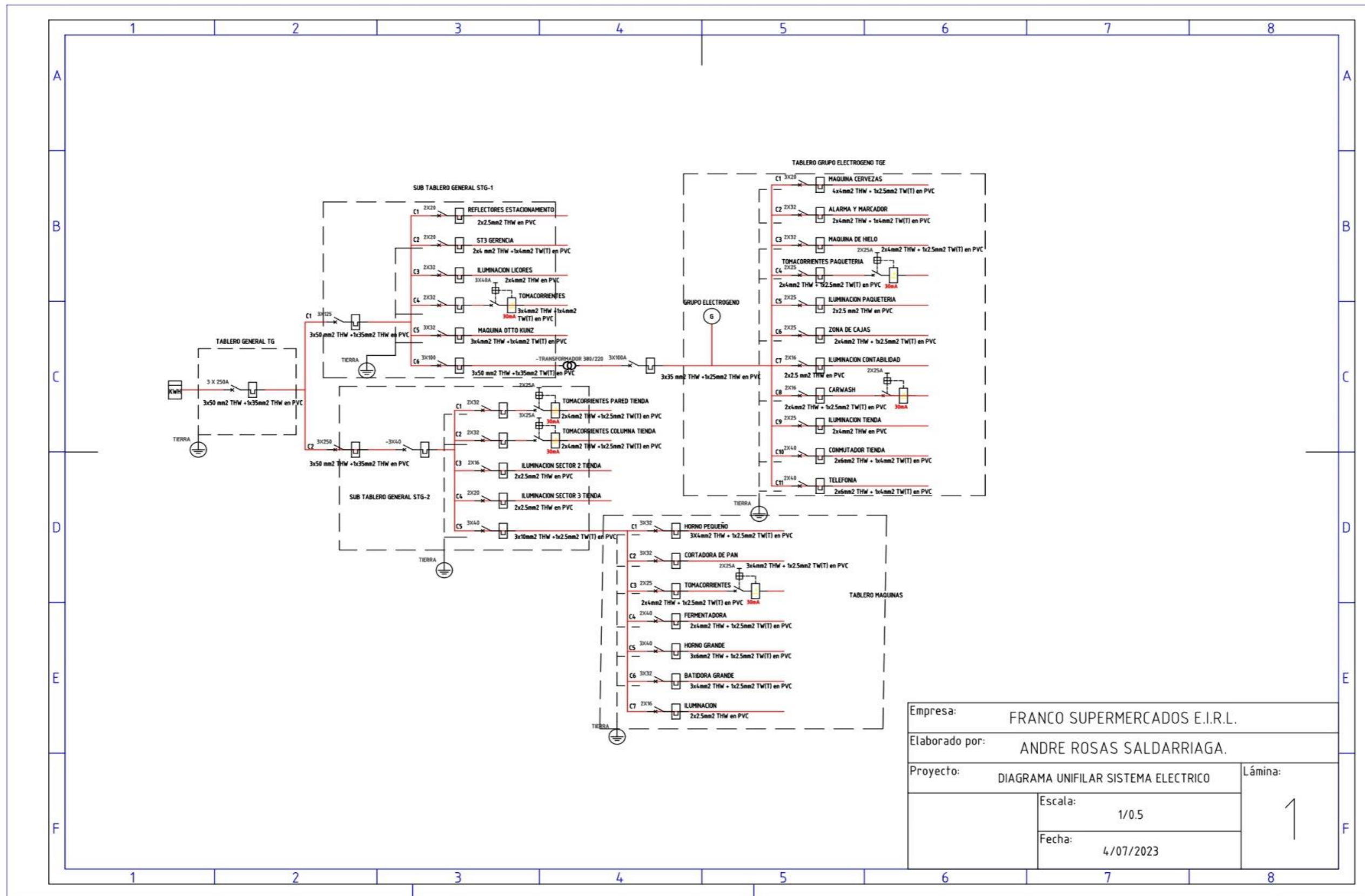
Kit MI 2892 Standard (ST)
• Sin pinzas de corriente flexibles

ACCESORIOS OPCIONALES

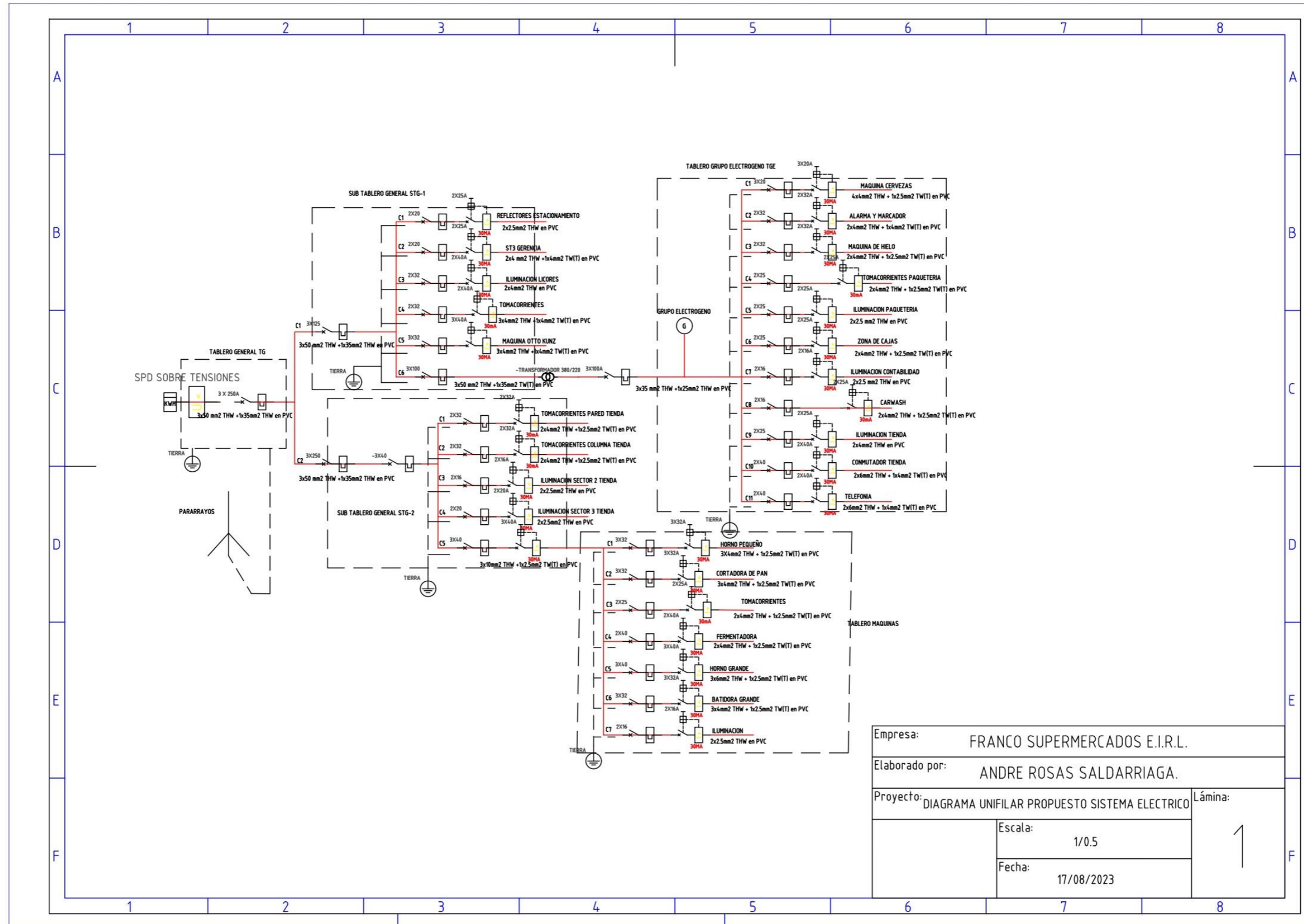
Foto	Numero	Descripción detallada
	A 1033	Pinza de corriente 1000 A/1V
	A 1037	Transformador de corriente 5 A/1V
	A 1561	Cable conexión para la pinza de corriente (A 1069, A 1122)
	A 1069	Mini pinza de corriente 100A/ 1V
	A 1588	Pinza de corriente 0,5/5/50 A
	A 1281	Pinza de corriente 0,5/ 5/100/1000 A/1 V
	A 1503	Minipinza amperimétrica flexible monofásica 600Q/600/60 A/ 1V
	A 1458	Lector de tarjeta microSD
	A 1355	Receptor GPS
	S 2014	Adaptador fusible seguridad, 3 uds.
	S 2015	Pinza plana de seguridad, 4 uds.
	A 1391 PQA	Pinza corriente AC/DC 300 / 40 A/ 1V
	A 1622	El Router 3G y Wi-Fi
	S 2072	Disp. almacenamiento USB (backup datos)



Anexo 3. Diagrama unifilar inicial del sistema eléctrico de Supermercados Franco



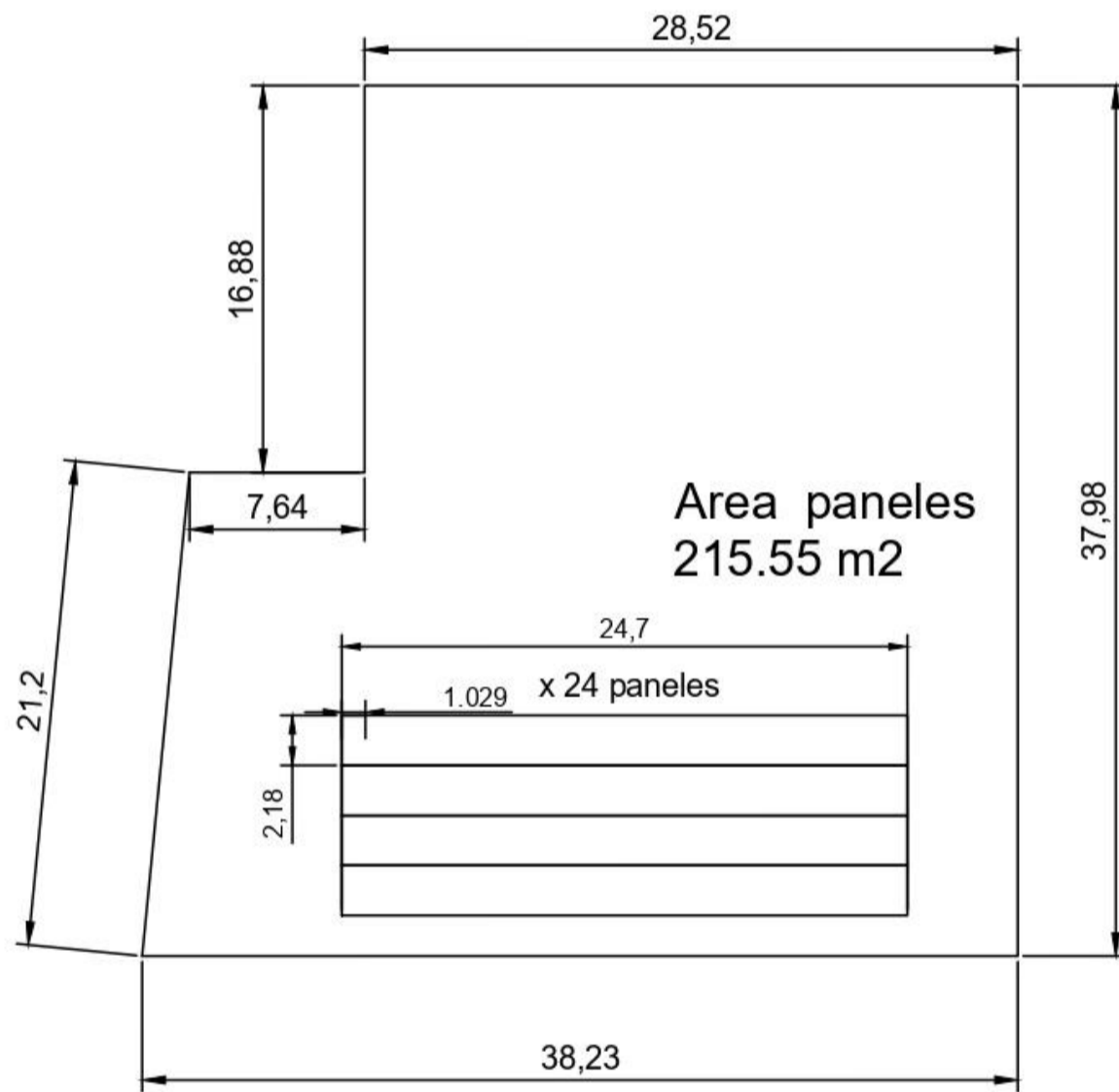
Anexo 4. Diagrama unifilar con mejoras propuestas



Empresa:		FRANCO SUPERMERCADOS E.I.R.L.	
Elaborado por:		ANDRE ROSAS SALDARRIAGA.	
Proyecto:		DIAGRAMA UNIFILAR PROPUESTO SISTEMA ELECTRICO	Lámina:
		Escala:	1
		Fecha:	
		17/08/2023	

Anexo 5. Distribución de la instalación de los paneles del sistema solar fotovoltaico

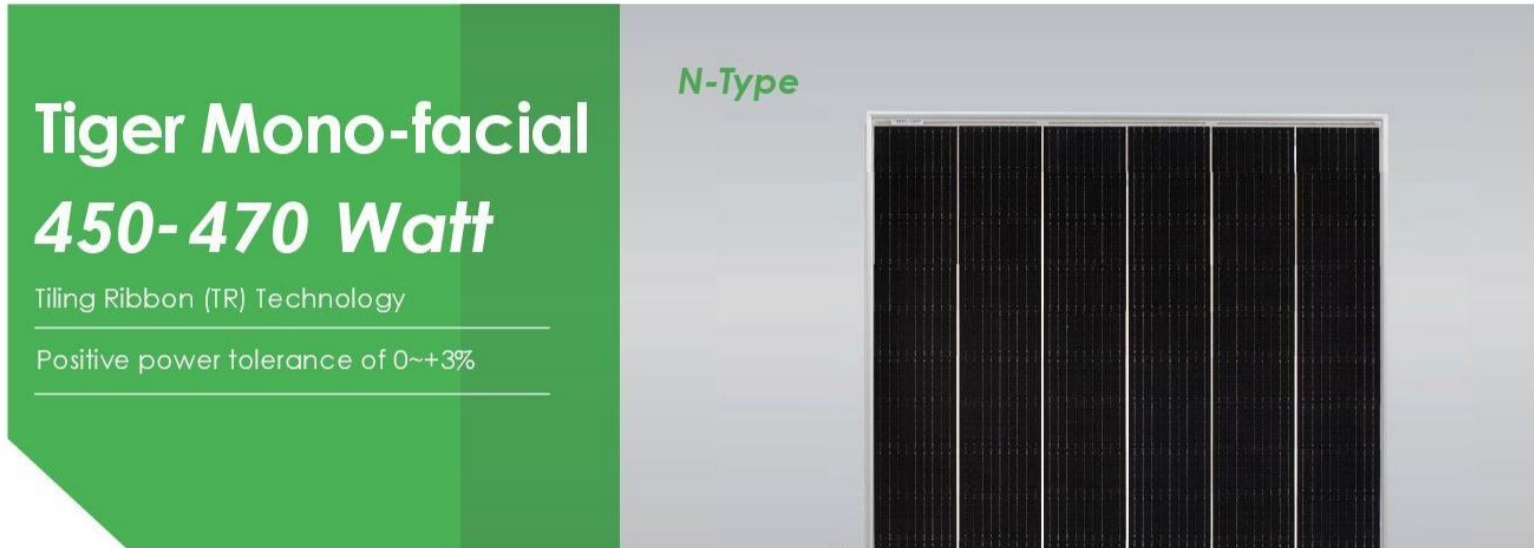
Area techo aprox.
1266.2908 m2



Empresa:		FRANCO SUPERMERCADOS E.I.R.L.	
Elaborado por:		ANDRE ROSAS SILDARRIAGA.	
Proyecto:		DISTRIBUCION DE PANELES FOTOVOLTAICOS	Lámina: 1
		Escala: 1/0.5	
		Fecha: 4/07/2023	

Anexo 6. Ficha técnica de paneles fotovoltaicos propuestos en sistema

www.jinkosolar.com



Tiger Mono-facial 450-470 Watt

Tiling Ribbon (TR) Technology

Positive power tolerance of 0~+3%

N-Type



KEY FEATURES



TR technology + Half Cell

TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (mono-facial up to 20.93%)



Low Light Induced Degradation

The N-type cell shows extremely low light induced degradation (LID) performance when comparing with the P-type cell.



9BB instead of 5BB

9BB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.



Higher lifetime Power Yield

1% first year degradation,
0.4% linear degradation



Best Warranty

15 year product warranty,
30 year linear power warranty



Better low-light performance

Excellent performance in low-light environments (e.g. early morning, dusk, and cloud, etc.)



- ISO9001:2015, ISO14001:2015, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730 certified product

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

15 Year Product Warranty 30 Year Linear Power Warranty
0.4% Annual Degradation Over 30 years



Anexo 7. Fotografías de llaves generales de sistema Eléctrico de Supermercado Franco

Interruptor General de Supermercados Franco







Derivación para interruptores secundarios





PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO

IONIFLASHMACH® NG15

HOJA TECNICA

■ CARACTERISTICAS

REFERENCIA	90315
NOMBRE	IONIFLASH MACH NG15
AVANCE DE CEBADO	55µs
AVANCE DE CEBADO LIMITADO SEGUN NF C 17-102	15µs
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	73%
PESO	1.8 Kg

El avance de cebado ΔT está definido como la ganancia media en instante de cebado del pararrayos con dispositivo de cebado (PDC) en comparación con lo de un pararrayos de punta Franklin, medido en las mismas condiciones. El ΔT está medido en Laboratorio Muy Alta Tensión, en conformidad con la norma NFC 17-102 ed. 2011.

■ RADIO DE PROTECCION

Altura (m)	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
2	13	15	18	20
5	32	37	45	51
8	33	39	47	54
10	34	40	49	56
15	35	42	52	60
20	35	44	55	63
30	34	45	58	69
45	24	42	60	73
60		34	58	75

El nivel de protección se determina con la Norma NFC 17-102 ed.2011, o EN 62305-2, o con el guía UTE 17-102. Si existe un riesgo para el medio ambiente, el radio de protección debe ser reducido de un 40%. Para un nivel de protección I++ (ver 5.2.3.5 NFC 17-102), el radio de protección debe también ser reducido de un 40%.

■ NORMAS Y REGULACIONES

Para un sitio con un riesgo rayo, es necesario realizar una Análisis de Riesgo Rayo (NFC 17-102, EN 62305-2 o UTE 17-108), y después, definir por medio de un Estudio Técnico un documento de especificaciones la protección a implementar.

La implementación de las protecciones necesarias se efectúa en conformidad con las normas de protección en vigor (NFC 17-102 Ed. 2011 o EN 62305 Ed. 2010)

Verificaciones iniciales (NFC 17-102 o EN 62305) periódicas permiten controlar la evolución de los dispositivos de protección contra el rayo, y asegurar la protección de las personas y del material.

Según Art. 20 de la orden del 19 de julio de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente francés, el registro de los eventos está ahora obligatorio en los sitios ICPE (Instalaciones Clasificadas para la protección del Medio Ambiente).

El contador de impactos de rayo IONICOUNT® permite asegurar la redacción de las informaciones indispensables, durante las verificaciones del sitio.






Tecnología y fabricación francesa

contact@france-paratonnerres.com
www.france-paratonnerres.com





■ FUNCIONAMIENTO DEL IONIFLASH MACH®

El Pararrayos con Dispositivo de Cebado IONIFLASH MACH® funciona para todos los impactos de rayo, positivos y negativos.

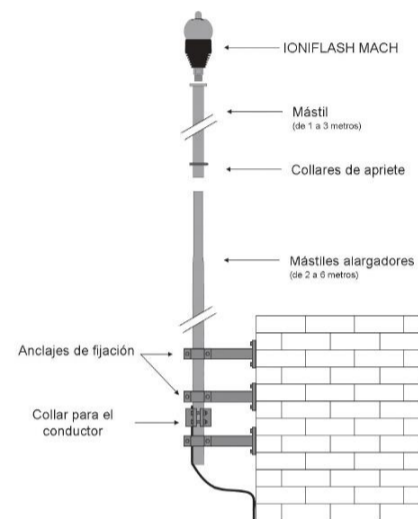
La ausencia de componentes frágiles aumenta su fiabilidad y entonces, no está vulnerable a los impactos de rayo; No necesita control a distancia para su funcionamiento. Sin embargo, un procedimiento de ensayo está disponible.

El IONIFLASH MACH® tiene una garantía de 7 años [*].

ETAPAS

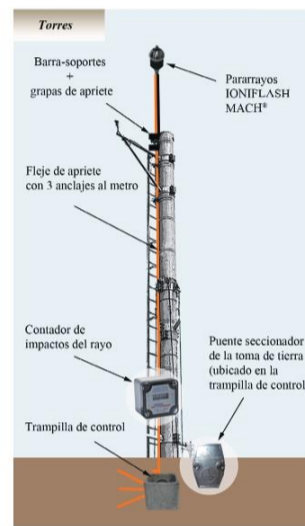
1. Acercamiento del fenómeno de tormenta.
2. Detección de la frecuencia del rayo por el dispositivo de cebado interno.
3. Elevación del campo electromagnético terrestre.
4. Efecto de punta encima del pararrayos IONIFLASH MACH®.
5. Amplificación del efecto de punta por las tomas de potenciales.
6. Carga electrostática del electrodo atmosférico.
7. Generación del arco eléctrico al nivel del dispositivo de cebado principal interno.
8. Aparición el electrón en cierna en la extremidad del pararrayos.
9. Creación del trazador ascendente.
10. Unión entre el trazador ascendente y descendente (relámpago).
11. Descarga del rayo en la extremidad del pararrayos y flujo directo del rayo a través el electrodo de tierra.

■ EJEMPLARES DE INSTALACION DEL IONIFLASH MACH®



■ EJEMPLAR COMPLETO DE UNA INSTALACION DE PROTECCION CONTRA EL RAYO CON EL IONIFLASH MACH® NG15

Protección de una torre Telecom, o protección complementaria de un sitio más grande :



■ REGLAS FUNDAMENTALES DE INSTALACION

El Pararrayos con Dispositivo de Cebado debe estar situado al menos 2 m por encima del punto lo más elevado del edificio que protege.

Al menos dos conductores de bajadas deben ser instalados, lo más cercano del pararrayos, a fin de permitir el mejor flujo de corriente de rayo.

Según la norma NFC 17-102 ed. 2011, la toma de tierra debe ser menor o igual a 10 ohms.

Las dos tomas de tierra rayo y la toma de tierra eléctrica deben ser unidas con una conexión equipotencial.

[*] según nuestras condiciones de venta

