

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELÉCTRICA



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN PARA LA
ATENCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA DE CORPORACIÓN PRIMAX,
HUACHIPA 2023”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

AUTORES:

Bach. ARTETA RIOS ALEJANDRO JOSUE

Bach. ALAYO MONTENEGRO VICTOR ALFONSO

Bach. RIVAS MAZA LUIS ALBERTO

ASESOR:

Dr. Ing. SANTOS MEJIA CESAR AUGUSTO

LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERIA Y TECNOLOGIA

Callao, 2024

PERU

TESIS_ALAYO_ARTETA_RIVAS

22%
Textos sospechosos



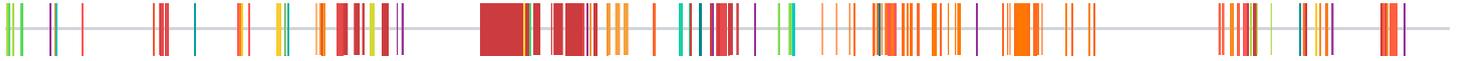
22% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TESIS_ALAYO_ARTETA_RIVAS.docx
ID del documento: 47d87b6a64abfa31c14c39f1e2127e099eee406b
Tamaño del documento original: 8,7 MB

Depositante: FIEE PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION
Fecha de depósito: 14/2/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 14/2/2024

Número de palabras: 22.385
Número de caracteres: 146.572

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unfels.edu.pe http://repositorio.unfels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/458/1/Ccapa_Pedro_Trabajo_Suficiencia... 27 fuentes similares	9%		Palabras idénticas: 9% (1 864 palabras)
2	1library.co Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión a Nivel de 22 9kv ... https://1library.co/document/yev9057z-diseño-sistema-utilizacion-tension-substacion-empresa-co... 17 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (773 palabras)
3	repositorio.unfels.edu.pe http://repositorio.unfels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/381/1/Oroncoy_Alex_Trabajo_Suficiencia... 22 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (563 palabras)
4	repositorio.ucsm.edu.pe Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión a N... https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/7800#:~:text=Diseño del Sistema de Utilizació... 12 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (555 palabras)
5	repositorio.unfels.edu.pe https://repositorio.unfels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/541/1/T088A_70388761_T.pdf 18 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (488 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cybertesis.uni.edu.pe http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/20.500.14076/10092/1/paz_ca.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	repositorio.unac.edu.pe https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5977/TESIS_PREGRADO_HUAMANI...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
3	repositorio.unfv.edu.pe https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/20.500.13084/4858/1/UNFV_EGOAVIL_LA_TORRE_VICTOR R...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
4	twenergy.com Subestaciones eléctricas: ¿qué son y para qué sirven? https://twenergy.com/energia/energia-electrica/que-son-las-subestaciones-electricas/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
5	megarespuestas.com ¿Que hace un seccionador electrico? □ Solución □ MegaRes... https://megarespuestas.com/que-hace-un-seccionador-electrico	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://www.promelsa.com.pe/media/PDF/celdas-aislamiento-mixto-promelsa.pdf>
- <https://www.verox.pe/producto/relés-de-proteccion>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE
TESIS SIN CICLO DE TESIS

Al día 14 del mes de junio de 2024 siendo las 16:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución Decanal N°134-2024-DFIEE, conformado por los siguientes docentes ordinarios:

Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ	Presidente
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES	Secretario
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Vocal

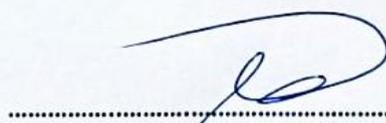
Asimismo se dio inicio a la exposición de TESIS de los señores Bachilleres **ARTETA RIOS, Alejandro Josue; RIVAS MAZA, Luis Alberto y ALAYO MONTENEGRO, Víctor Alfonso;** quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao; como lo señalan los Arts. N°s 08 al 10 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN PARA LA ATENCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA DE CORPORACIÓN PRIMAX, HUACHIPA 2023”**, con el quórum Reglamentario de Ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en el Art. N° 80 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 150-23-CU, en el Sub Capítulo II, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis sin Ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por..... Aprobado..... Calificativo..... Muy Buena..... nota:..... 16..... a los expositores **ARTETA RIOS, Alejandro Josue; RIVAS MAZA, Luis Alberto y ALAYO MONTENEGRO, Víctor Alfonso;** con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las..... 17:00..... horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 262 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES
SECRETARIO


.....
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA
VOCAL

.....
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. Santiago Linder Rubiños Jiménez

SECRETARIO: Mg. Ing. Ernesto Ramos Torres

VOCAL : Mg. Ing. Pedro Antonio Sánchez Huapaya

ASESOR : Dr. Ing. César Augusto Santos Mejía

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros padres, quienes con su sacrificio y entrega nos proporcionaron el valor más grande que se puede dar: la educación.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra Alma Máter, la Universidad Nacional del Callao y a nuestra querida Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por darnos los conocimientos necesarios para ser buenos profesionales.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 Determinación de la realidad problemática	16
1.2 Formulación del problema	16
1.2.1 Problema general	16
1.2.2 Problemas específicos	16
1.3 Objetivos de la investigación	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Justificación	17
1.4.1 Justificación teórica	17
1.4.2 Justificación práctica	18
1.4.3 Justificación metodológica	18
1.4.4 Justificación social	18
1.4.5 Justificación económica	18
1.4.6 Justificación legal	19

1.5	Delimitantes de investigación	19
1.5.1	Delimitante Teórica	19
1.5.2	Delimitante Espacial	19
1.5.3	Delimitante Temporal	20
II.	MARCO TEÓRICO	21
2.1	Antecedentes	21
2.1.1	Antecedentes Internacionales	21
2.1.2	Antecedentes Nacionales	25
2.2	Bases teóricas	29
2.2.1	Sistemas de Utilización en MT	29
2.2.2	Redes de distribución	29
2.2.3	Infraestructura de Media Tensión	30
2.2.4	Tarifas eléctricas	32
2.2.5	Valor Agregado de Distribución (VAD)	33
2.2.6	Opciones tarifarias al usuario final	34
2.2.7	Subestación Eléctrica	34
2.2.8	Celdas	36
2.2.9	Transformador de distribución	37
2.2.10	Tablero	37
2.2.11	Puesta a Tierra	37
2.2.12	Red Subterránea	38
2.2.13	Sala eléctrica	38
2.2.14	Punto de Medición a la Intemperie (PMI)	38
2.2.15	Sistema de Protección	38
2.2.16	Normativa	41

2.2.17	Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos	44
2.3	Marco conceptual	45
2.3.1	Cable para red subterránea N2XSY 18/30 kV	45
2.3.2	Cinta señalizadora color rojo	45
2.3.3	Cinta señalizadora particular color celeste	46
2.3.4	Ductos de concreto aligerado	46
2.3.5	Terminal exterior para cable seco N2XSY	46
2.3.6	Zanjas de media tensión	47
2.3.7	Subestación de distribución convencional	48
2.3.8	Celda de remonte y de protección	48
2.3.9	Celda de transformación	49
2.3.10	Transformador seco	49
2.3.11	Sistema de puesta a tierra	49
2.3.12	Relé ABB	50
2.3.13	Fusible tipo CEF	50
2.4	Definición de términos básicos	51
III.	HIPOTESIS Y VARIABLES	53
3.1	Hipótesis General e Hipótesis Específicas	53
3.1.1	Hipótesis General	53
3.1.2	Hipótesis Específicas	53
3.2	Operacionalización de variables	53
3.2.1	Variable Independiente X	53
3.2.2	Variable Dependiente Y	53
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	55
4.1	Diseño metodológico	55

4.2	Método de investigación	56
4.3	Población y muestra	56
4.4	Lugar de estudio	57
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	58
4.6	Análisis y procesamiento de datos	59
4.7	Aspectos éticos de investigación	59
V.	RESULTADOS	60
5.1	Resultados descriptivos	60
5.1.1	Memoria descriptiva	60
5.1.2	Especificaciones técnicas de materiales	65
5.1.3	Cálculos justificativos	78
5.1.4	Metrado	94
5.1.5	Selección de opción tarifaria	95
5.1.6	Planos	98
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	99
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	99
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	100
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	101
VII.	CONCLUSIONES	102
VIII.	RECOMENDACIONES	103
IX.	Bibliografía	104
	ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Desglose de costos regulados de electricidad	32
Tabla 2. Sectores típicos de distribución	33
Tabla 3. Tarifas en MT y BT reguladas	34
Tabla 4. Procedimiento de solicitud de un Sistema de Utilización	42
Tabla 5. Niveles de tensión Perú	42
Tabla 6. Distancias de seguridad en redes subterráneas	43
Tabla 7. Indicadores de calidad de energía	44
Tabla 8. Operacionalización de Variables	54
Tabla 9. Cuadro de cargas de Corporación Primax	57
Tabla 10. distancias mínimas de seguridad de red subterránea a otra red o canalización	64
Tabla 11. Sección y material de conductor MT del Sistema de Utilización	66
Tabla 12. Dimensiones Físicas del conductor MT del Sistema de Utilización	67
Tabla 13. Parámetros Eléctricos del conductor MT del Sistema de Utilización	67
Tabla 14. Dimensiones de las celdas	71
Tabla 15. Características técnicas en suelo de diferente resistividad	87
Tabla 16. Metrado del Sistema de Utilización en MT	94
Tabla 17. Demanda Eléctrica mensual de Corporación PRIMAX	95
Tabla 18. Demanda Eléctrica de Corporación PRIMAX	95
Tabla 19. Energía reactiva e Corporación PRIMAX	95

Tabla 20. Tarifa con la demanda máxima proyectada en BT4 (tarifa actual)	96
Tabla 21. Tarifa con la demanda máxima proyectada en MT2	96
Tabla 22. Tarifa con la demanda máxima proyectada en MT3	96
Tabla 23. Tarifa con la demanda máxima proyectada en MT4	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1, Proporción de la tarificación por concepto de pago	33
Figura 2, Cable de energía N2XSY 18/30 KV	45
Figura 3, Cinta señalizadora color roja	45
Figura 4, Cinta señalizadora azul	46
Figura 5, ducto de concreto de cuatro vías	46
Figura 6, Terminal exterior de media tensión	47
Figura 7, Detalle de Zanja de Media Tensión	47
Figura 8, Subestación de Distribución Convencional	48
Figura 9, Celda de remonte y de protección	48
Figura 10, Celda de transformación	49
Figura 11, Transformador tipo seco	49
Figura 12, Detalle de Puesta a Tierra	50
Figura 13, Relé ABB	50
Figura 14, Fusible tipo CEF	50
Figura 15, distancias mínimas de seguridad de red subterránea a otra red o canalización	64
Figura 16, Diagrama Simplificado del Sistema de Utilización en MT para 10kV	79
Figura 17, Diagrama Simplificado del Sistema de Utilización en MT para 22.9kV	83
Figura 18, Fusibles tipo CEF según fabricante – Tabla de selección	89
Figura 19, Coordinación de la protección de sobrecorriente en 10kV	92

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal el diseñar un Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la demanda eléctrica Corporación Primax, ubicada en Huachipa. Diseñar un Sistema de Utilización en Media Tensión implica considerar varios aspectos para garantizar la eficiencia, confiabilidad y seguridad en la distribución de energía eléctrica, en otras palabras, tenemos que evaluar las cargas y los requisitos del consumidor. Además, debemos utilizar las tensiones adecuadas según las normativas locales, establecer la ubicación y la capacidad de la subestación eléctrica en media tensión a diseñar, elegir correctamente los interruptores, seccionadores, el transformador y otros dispositivos de acuerdo con las especificaciones técnicas y los estándares de seguridad. Otro punto importante es el diseñar el sistema de cableado y seleccionar conductores adecuados para minimizar pérdidas de energía, lo cual es sumamente importante, debido a que si no hace un buen diseño se podrían generar fallas eléctricas como sobrecarga y cortocircuito, lo cual afecta la operatividad y es donde se podrían presentar grandes pérdidas económicas para el cliente y sus activos pueden verse dañados. La metodología utilizada tiene un enfoque cuantitativo y es del tipo no experimental transversal y se seleccionó a las cargas de los equipos que conforman la estación de la corporación Primax como la población de estudio. Para la recolección de datos, se utilizó la técnica de la observación y el análisis documentario. La conclusión del trabajo es que el desarrollo del Sistema de Utilización en Media Tensión atiende la demanda eléctrica de la corporación Primax con un beneficio intrínseco.

Palabras clave: sistema de utilización en media tensión, potencia, transformador, punto de medición a la intemperie.

ABSTRACT

The main objective of this study was to design a Medium Voltage Utility System in order to supply the electricity demand of Primax Corporation located in Huachipa. To design of a Medium Voltage Utility System, we need to consider many aspects to make sure that the efficiency, reliability and security of the electric distribution system are in optimal conditions, in other words, we have to evaluate the electric charges and the customer requirements. Also we have to use the correct voltage level according to the local legislation, set the location and capacity of the electric substation that we are designing, choose the correct switchgear, breakers, transformer and other devices according to the technical specification and security standards. Another important task is to design the wire system and the selection of the correct electric cables in order to minimize the energy losses, that is very important because if we don't do a good design, electric faults like overcharges or short-circuit could happened. That affects the availability of the system and there could be economic losses and also the actives could suffer damage. The methodology applied was the quantitative, non-experimental, cross-sectional study and our population of study were the electric charges that we found in the Primax Corporation Station. For data collection, we use the method of observation and documentary analysis. Our conclusion is that the design of a Medium Voltage Utility System supplies the electricity demand of Primax Corporation with an intrinsic economic benefit.

Keywords: Medium Voltage Utility System, power, transformer, outdoor measurement point.

INTRODUCCIÓN

Toda vivienda, comercio o fábrica requiere de un abastecimiento de energía eléctrica fiable, segura y de calidad. Es por ello que el diseño e implementación del mismo debe ser hecho por personal calificado, sea ejecutado por la empresa concesionaria de distribución o por una empresa tercera en cumplimiento con la normativa nacional vigente. Ciertas industrias optan por obtener un suministro en Media Tensión (MT) por los beneficios económicos que conlleva, pues, como usuarios regulados, pagamos en la tarifa eléctrica el Valor Agregado de Distribución (VAD) tanto MT como BT de la empresa concesionaria. Al solo hacer uso de redes en media tensión, solo se pagaría por el VAD MT. Para ello, una empresa debe contar con personal capacitado para diseñar y ejecutar un proyecto en media tensión o subcontratar el servicio a una empresa especializada, como se hace con mayor frecuencia. En el presente trabajo se desarrolla el diseño de la red en media tensión propia de la empresa Corporación Primax, la cual parte desde la red de distribución de la empresa concesionaria Luz del Sur y finaliza en la subestación del cliente. Para lo cual, se elabora toda la ingeniería necesaria: cálculos eléctricos, metrado planos, diagramas, especificaciones técnicas y revisión de normas nacionales aplicables. La presente tesis se divide en 8 capítulos, en los cuales se desarrolla la metodología de la investigación. En el capítulo I, desarrollamos planteamiento del problema, en el cual se discute la necesidad de llevar a cabo el proyecto en beneficio de la empresa Primax, así como brindamos los problemas, objetivos y justificación del trabajo. En el capítulo II, redactamos el marco teórico necesario para llevar a cabo el proyecto, en el cual discutimos los antecedentes nacionales e internacionales, así como las bases teóricas, conceptuales y la definición de los términos básicos utilizados a lo largo del trabajo. En el capítulo III, redactamos las hipótesis, variables y su operacionalización, en la cual se dota de

dimensiones, indicadores e índices. En el capítulo IV, desarrollamos el diseño metodológico, definiendo el tipo y método de investigación, también realizamos el estudio técnico y económico del proyecto de inversión. En el capítulo V, presentaremos los resultados de la investigación, la cual se traduce en la memoria descriptiva, los cálculos justificativos y la evaluación económica correspondiente. En el capítulo VI, discutiremos los resultados contrastándolos con las hipótesis planteadas en la investigación. En el capítulo VII, presentamos las conclusiones del trabajo de investigación. En el capítulo VIII, describimos las recomendaciones producto de la investigación. Finalmente, en el capítulo IX, enlistamos las referencias bibliográficas para dar mayor extensión al lector de todos los tópicos tratados, principalmente en el marco teórico.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.1 Determinación de la realidad problemática

Es de conocimiento general en nuestro sector que las tarifas para los suministros MT son más competitivas que las BT; ello debido, en resumen, a que los suministros en Media Tensión solo hacen uso de la infraestructura MT de la empresa concesionaria de distribución. Es así que muchas empresas o industrias que cumplen con los requisitos, optan por migrar a una tarifa MT para gozar del beneficio económico, para lo cual se requiere la elaboración de un proyecto de inversión. A nivel internacional, la literatura sugiere abordar con mucho cuidado los cálculos para la selección de la infraestructura eléctrica necesaria [1] y llevar a cabo una correcta planificación de proyectos, priorizando la etapa de diseño [2]. A nivel nacional contamos con una normativa a seguir, descrita en la R.D. N° 018-2002-EM/DGE, Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución [3]. De dicho reglamento, se desprende que el desarrollo de un proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión y la ejecución del mismo requiere de conocimiento especializado y se debe realizar considerando detalles técnicos, legales y buenas prácticas del sector. A nivel local, se construyen sistemas de utilización en media tensión, por ejemplo, en 22.9kV con operación inicial 10kV [4]. Es por ello que la ley exige que dicho proyecto sea desarrollado por una empresa especializada o por personal calificado. En ese sentido, se diseña el Sistema de Utilización en Media Tensión para la corporación Primax.

I.2 Formulación del problema

I.2.1 Problema general

¿Cómo diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la demanda eléctrica de corporación Primax en Huachipa en 2023?

I.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la potencia contratada de la Corporación Primax en Huachipa en 2023?
- b) ¿Cómo diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para brindar beneficio económico a la corporación Primax en Huachipa en 2023?

I.3 Objetivos de la investigación

I.3.1 Objetivo general

Diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la demanda eléctrica de la corporación Primax en Huachipa en 2023.

I.3.2 Objetivos específicos

- a) Diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la potencia contratada de la Corporación Primax en Huachipa en 2023.
- b) Diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para brindar beneficio económico a la Corporación Primax en Huachipa en 2023.

I.4 Justificación

La justificación del proyecto recae principalmente en los beneficios económicos que conlleva en un cierto periodo de tiempo. Asimismo, se tiene en cuenta aspectos técnicos y legales, con los cuales se lleva a cabo y se da aval al planteamiento propuesto.

I.4.1 Justificación teórica

La justificación teórica indica que la investigación busque llenar algún vacío en el conocimiento o apoyar en el desarrollo de alguna teoría, así como sugerir ideas, recomendaciones para futuros estudios [5].

Para la elaboración de un proyecto de redes eléctricas en media tensión subterráneas, debemos tener en cuenta cálculos eléctricos. Además, se remarca la importancia en la teórica los cálculos de tarifas eléctricas,

actualmente regulado por OSINERGMIN, los cuales son el principal justificante en el planteamiento.

I.4.2 Justificación práctica

La justificación práctica se considera cuando el desarrollo de una investigación asiste a resolver un problema o propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo [6].

Con el presente desarrollo se solventará el problema anteriormente descrito, el cual consiste en lograr la elaboración de un sistema de utilización en media tensión para abastecer una demanda eléctrica.

I.4.3 Justificación metodológica

La justificación metodológica está referido al uso o propuesta de métodos y técnicas específicas que pueden servir de aporte y/o aplicación para otros investigadores que aborden problemas similares [7].

La presente tesis busca servir de guía asimismo para que el desarrollo pueda ser replicable y escalable en otros proyectos o estudios con una problemática similar.

I.4.4 Justificación social

La justificación social sugiere que la investigación tenga alguna relevancia en la sociedad, así como quienes serán los beneficiados con los resultados de la investigación y de qué modo [5].

La aplicación del presente proyecto dará como resultado final un beneficio a la corporación PRIMAX y sus trabajadores, que, con mayor potencia disponible, podrán atender con mayor eficacia a sus clientes.

I.4.5 Justificación económica

La justificación económica aduce que una investigación se justifica si podrá recuperarse el dinero que se invierte durante su proceso [8].

Los usuarios regulados con tarifas en Media Tensión tienen beneficios económicos en comparación con una tarifa en Baja Tensión. Por ello, se justifica la elaboración del presente informe.

I.4.6 Justificación legal

Se justifica legalmente cuando el investigador señala que hace su trabajo de proyecto de tesis en cumplimiento de leyes existentes en un medio, puede ser de leyes generales como también de directivas más específicas en tanto son emanadas de entidades que establecen normas o directivas con las cuales se establecen lineamientos de acciones [9].

En el Perú, contamos con la Ley de Concesiones Eléctricas, el Código Nacional de Electricidad (tomo suministro) y específicamente la RM 018-2002 para la elaboración de proyectos de Redes de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión, todo lo cual forma parte de nuestra justificación legal del proyecto.

I.5 Delimitantes de investigación

I.5.1 Delimitante Teórica

La delimitante teórica nos indica el universo teórico al que debe circunscribirse el problema de investigación, para lo cual se debe organizar los temas eje que forman parte del marco teórico en las que se limitan las variables del problema de investigación [10].

Para poder desarrollar el proyecto hasta su aprobación por parte de la concesionaria es necesario aplicar ciertos criterios durante el desarrollo del mismo, cumplir con normas nacionales e internacionales que nos ayuden a tener una mejor idea y utilizar las fórmulas necesarias para realizar los cálculos correspondientes.

Asimismo, cumplir con las DMS (distancias mínimas de seguridad) que se puedan presentar durante la realización del proyecto como interferencias de redes eléctricas existentes, gas o agua.

I.5.2 Delimitante Espacial

La delimitante espacial es aquella demarcación del espacio geográfico dentro del cual tendrá lugar una investigación. Las investigaciones pueden limitarse a una zona de una ciudad, a una ciudad, una región, un país, un continente, etcétera [6].

La estación del cliente (Primax), donde se ubicará la Subestación Eléctrica Convencional particular, se encuentra ubicado en la Carretera Ramiro Prialé km 8.3 en la urbanización Santa María de Huachipa distrito de Lurigancho – Chosica provincia y departamento de Lima.

El recorrido de la red de Media Tensión se ubicará en Av. La Paz la cual es una avenida paralela a la carretera Ramiro Prialé.

I.5.3 Delimitante Temporal

La delimitación temporal se refiere al tiempo que se toma en cuenta, con relación a hechos, fenómenos y sujetos de la realidad, y deben ser de uno, dos o más años. Esta limitante puede ser transversal, si es que los estudios pueden desarrollarse con rapidez; o longitudinal si es que se requiere un largo periodo de tiempo para su ejecución [11].

El proyecto tiene una delimitación transversal, pues tendrá una duración de 10 meses desde febrero del 2023 a noviembre del 2023.

II. MARCO TEÓRICO

II.1 Antecedentes

II.1.1 Antecedentes Internacionales

Buelvas [12] en su tesis de grado estableció como objetivo de investigación la búsqueda de una metodología para la formulación de proyectos en proyectos de infraestructura, de acuerdo con ciertos parámetros. Tuvo como justificación que, durante el desarrollo del proyecto, la etapa de diseño tiene una mayor relevancia, ya que en ella se produce el mayor intercambio de ideas y modificaciones que condicionan su futuro desarrollo. La investigación se ejecutó bajo ciertos parámetros que son cualitativos, descriptivos y documental esto con el fin de tener apoyos de herramientas necesarias; mientras que su población de estudio fueron los procesos de elaboración de proyectos de la empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. Se llevó a cabo el análisis de la metodología empleada en el desarrollo de proyectos desde el año 2015 hasta el 2020 en su empresa de estudio, ello para identificar las principales falencias y adicionalmente realizar el desarrollo de una nueva metodología de formulación de proyectos. Dicho desarrollo concluye con cinco macro procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y por último el cierre. El autor recomienda implementar la metodología propuesta en aras de mejorar la optimización en el desarrollo de las actividades, con la finalidad de verificar su utilidad en la aplicación y así advertir sus mejoras y corregir los errores u omisiones que sean detectadas.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que, en todo proyecto, la etapa de diseño tiene una relevancia mayor, debido a que es en esta etapa en la que se lleva a cabo una serie de intercambio de ideas y modificaciones al proyecto que condicionan su futura ejecución.

Román [1] en su tesis de grado describió su objetivo como el diseñar una metodología de cálculo para el sistema eléctrico de un edificio compuesto por 6 pisos y 49 oficinas, cuya problemática del proyecto surge de la necesidad de elaborar el recorrido de la acometida subterránea de media tensión. Ello con la finalidad de que el diseño sea realizado de manera simplificada y eficiente cumpla con estándares de calidad en base a normas exigidas por la empresa eléctrica de Guayaquil. Sus objetivos específicos son el calcular un transformador principal, dotar de las especificaciones técnicas, evaluar los conductores y las protecciones en media y baja tensión y establecer parámetros de estética en las instalaciones eléctricas. El tipo de investigación planteado es de carácter documental y analítico, pues se describirá una metodología de diseño por medio de un análisis de carga a suministrar. El trabajo concluye con que la disposición de la metodología sirve de ayuda para presentar los proyectos y facilitar el trabajo a las personas encargadas de revisar proyectos, al ser revisado por la empresa eléctrica de Guayaquil; también se concluye que en el diseño y cálculo se señalan los aspectos básicos que exige la empresa de Guayaquil en la aprobación de las obras realizadas por los ingenieros de diseño. Asimismo, nos recomienda que los ingenieros responsables del diseño y cálculos, de toda instalación eléctrica consideren todos los factores disponibles para el cálculo de las protecciones eléctricas y conductores, para evitar que el sistema no tenga considerado una reserva o no sea flexible. Finalmente, el autor recomienda continuamente revisión del sistema de puesta a tierra para obtener un simétrico eléctrico sin variaciones de voltaje.

De lo expuesto por el autor, es importante considerar todos los factores disponibles para el cálculo de las protecciones eléctricas y conductores, de este modo hacer que el sistema flexible.

Mendoza y Chamorro [2] en su tesis de grado establecieron como objetivo general el realizar un estudio de pre inversión para la

normalización del servicio eléctrico en el asentamiento en cuestión, implementando la red del tipo invertida. Además, consideran cuatro objetivos específicos: realizar un estudio de campo en la zona que permita conocer la topología de la red, diseñar los planos eléctricos de media y baja tensión implementando la red tipo invertida, realizar un estudio de la demanda energética para optimizar el rendimiento del sistema y efectuar un estudio de costos del proyecto de normalización que permita determinar el precio de llevar la energía a cada vivienda. El diseño metodológico planteado consta de cuatro etapas: primero, desarrollar visitas de campo para levantamiento de datos; segundo, dibujo de planos eléctricos y de medida; tercero, realizar cálculos eléctricos y mecánicos; cuarto, elaboración de propuesta económica. El trabajo muestra una serie de beneficios tanto para la empresa distribuidora eléctrica (redes más eficientes y protegidas, lectura rápida del consumo eléctrico, mayores ganancias de recaudación del pago por el servicio eléctrico y recuperación rápida de la inversión inicial) como para los usuarios habitantes del asentamiento de estudio (mayor seguridad gracias a redes más robustas, mejor calidad de suministro, menor riesgo de incendios, se eliminan fluctuaciones de voltaje, mejor control de consumo y mejor calidad de servicio. El trabajo concluye con la delimitación de los alcances físicos de la nueva red; asimismo, concluyen que con las redes invertidas y blindaje de la red BT, se mitiga el fraude eléctrico de una forma más segura. Finalmente recomienda realizar charlas que concienticen a la población de la importancia del ahorro eléctrico.

De lo expuesto por el autor, es importante la metodología para el desarrollo del proyecto, realizar una visita de campo, elaborar los planos, realizar los cálculos eléctricos y presentar la propuesta final.

Bravo y Ochoa [13] en su tesis de grado establecieron como objetivo general el proponer el diseño de redes eléctricas de medio, bajo voltaje y alumbrado público para urbanizaciones, caso de estudio Urbanización

Boschetto, Guayaquil. Asimismo, tiene como objetivos específicos el dimensionar redes eléctricas identificando los abonados y la demanda de cada uno de ellos, simular el funcionamiento de las redes eléctricas de medio, bajo voltaje y alumbrado público para la verificación del cumplimiento técnico, y diseñar las redes eléctricas de medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público mediante programas de computación. La metodología aplicada es el análisis de elementos que integran el diseño, para lograr una comprensión de los datos a utilizar; otra metodología a aplicar es la inducción y deducción aplicada, generalmente en ingeniería para precisar la información y razonar de forma cuidadosa, objetiva y con fundamentos los parámetros y necesidades de las familias de la urbanización. El trabajo concluye con las potencias de diseño de los transformadores para las necesidades de la población; también se determinó la vital importancia de las protecciones a nivel de media tensión de acuerdo a la simulación de corto circuito entre las tres fases y entre las fases y tierra, con lo cual se proyectan los equipos de protección; asimismo, el diseño de redes eléctricas subterráneas representa un cambio innovador, estético y moderno para urbanizaciones. Finalmente, el autor recomienda que las redes subterráneas a instalarse sean en configuración anillo y que se conecten todos los equipos de media tensión a tierra.

De lo expuesto por el autor, es importante las conclusiones a las que llega, pues es fundamental entonces una correcta determinación de las protecciones a nivel de media tensión; así como la recomendación final de conectar todas las partes metálicas de los equipos de media tensión a tierra, así evitar cualquier energización por pérdida de aislamiento.

Sousa [14] en su tesis de maestría determinó como objetivos sistematizar y comparar procedimientos de proyecto de líneas de Media Tensión para presentar una guía técnica, adquirir competencias de alteraciones de redes de Media y Baja Tensión en contexto operacional, y adquirir

conocimientos técnicos en el ámbito de exploración operacional de las redes de Media y Baja Tensión. La metodología del trabajo se aplicó en 4 meses, aplicando un trabajo de revisión bibliográfica para estudiar los fundamentos de las diferentes actividades de la empresa de distribución con la que se hizo el estudio. El trabajo concluye con el autor contrastando los aspectos teóricos y la práctica en la realización de proyectos de MT, la forma actual en que concesionarios o responsables de los proyectos es priorizando el aspecto práctico, no sigue todos los pasos presentados en la sistematización explorada en este documento. Esto sucede por varias razones, por las reglas de estandarización de materiales, la necesidad de acelerar procesos o incluso el hecho de que el tipo de proyecto más común es estandarizado. Entonces, el autor llega a la conclusión que la sistematización teórica del proyecto de la red MT es, a pesar de ser no muy utilizado, extremadamente útil para comprender todos los detalles del proceso práctico. Además, la secuencia de cálculo es esencial para casos especiales de establecimiento de líneas, ya que define todas las reglas técnicas que se deben seguir.

De lo expuesto por el autor, es importante la conclusión a la que llega el autor, en la que indica que, a pesar de que, en la práctica, la empresa concesionaria no se ciñe a los rigores de la sistematización para el desarrollo de proyectos en Media Tensión, es muy importante para los profesionales conocer todos los pormenores de la teoría para comprender los detalles del proceso práctico; así como que, para casos especiales, la secuencia de cálculos resulta esencial.

II.1.2 Antecedentes Nacionales

Merino y Leiva [15] en su tesis de grado establecieron como objetivo general determinar de qué manera el Sistema de utilización en 13,2Kv Tipo MRT influye en la calidad de servicio de energía para la estación Base Repetidor, Chugay de Propiedad de América Móvil Perú S.A.C, 2019. El tipo de investigación aplicado es la descriptiva, correlacional y

explicativa; mientras que el diseño de investigación utilizado es el no experimental transversal. El trabajo concluye en que existe relación significativa entre el sistema de utilización en 13,2 kV tipo MRT con la calidad del servicio eléctrico para la estación base repetidor – CHUGAY de propiedad de AMERICA MOVIL PERU S.A.C., también en que el desarrollo de la investigación, ha permitido identificar aspectos de las redes en MT que evidencian que esta tecnología debe ser considerada como una alternativa importante, entre otras conclusiones. Finalmente, el autor recomienda realizar investigación sobre los diferentes tipos de sistema de utilización y medir los beneficios y problemas que cada uno de ellos ofrece para conocer el mejor en cuanto a costo, valor y calidad.

De lo expuesto por el autor, es importante el diseño de la investigación no experimental transversal, el cual es aplicado en la presente tesis.

Aliaga et al [16] en su tesis de grado fijaron como objetivo general determinar de qué manera el sistema de utilización en media tensión mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión” en Ayacucho. El tipo de investigación es descriptivo, explicativo y correlacional; mientras que el diseño de la investigación es no experimental, ello porque no se manipulan las variables, sino que se analizan tal como se encuentran. El trabajo concluye con que el Sistema de Utilización en Media Tensión mejora los servicios de salud del hospital de estudio. Finalmente, el autor recomienda a todo profesional eléctrico, que, para la elaboración de este tipo de instalaciones, se debe utilizar y seguir todas las normativas del Ministerio de energía y Minas con respecto a electrificaciones.

De lo expuesto por el autor, es importante el tipo de investigación correlacional, el cual es aplicado en la presente tesis.

Bravo [17] en su tesis de grado estableció como objetivo general el diseñar un sistema de utilización a nivel de 22,9 kV y subestación

eléctrica tipo caseta de 1000 kVA con interruptor automático SF6 como sistema de protección, destinado para suministrar energía eléctrica a la planta industrial productora de hielo en bloques para la empresa “Congelados Gutiérrez”. El estudio se enfoca en el diseño, cálculos eléctricos y mecánicos como también en la selección de equipos y/o materiales, prescindiendo de una planilla de metrado para estructuras, tampoco se considera el presupuesto de la obra que incluye materiales y mano de obra, y la elaboración de un cronograma de obra para la ejecución del proyecto. En la investigación se determinó toda la información técnica requerida de los materiales y/o equipos eléctricos donde se detalla las dimensiones físicas y características eléctricas de cada uno, como también de su montaje electromecánico que se utilizaron en el presente proyecto de tesis; dicha información técnica fue recolectada de catálogos de los fabricantes como también de las actuales normas DGE y CNE. El trabajo concluye con el logro del diseño de un sistema de utilización en media tensión a nivel 22,9 kV y subestación tipo caseta y demás equipos electromecánicos para satisfacer las necesidades de demanda de energía de la empresa de estudio. Finalmente, el autor recomienda el uso de material certificado para toda la implementación de la subestación eléctrica, así como la capacitación del personal de planta para la operación de las celdas instaladas.

De lo expuesto por el autor, es importante el enfoque en el diseño y selección de equipos y/o materiales, el cual se sigue en la presente tesis.

Ccapa [4] en su trabajo de suficiencia profesional determinó como objetivo general el diseñar el sistema de utilización en media tensión 22,9kV (operación inicial 10kV) para suministrar energía eléctrica a las instalaciones de la empresa MDH-PD S.A.C. Los objetivos específicos del trabajo fueron cuatro: seleccionar el transformador de distribución para la subestación convencional, dimensionar el conductor eléctrico adecuado, calcular la capacidad de corriente del fusible de protección para las celdas

de llegada y protección de la subestación y calcular la resistencia de la puesta a tierra para la subestación convencional. El modelo de solución propuesto es la elaboración de una memoria de cálculo para justificar el dimensionamiento de los equipos electromecánicos, a partir de la cual se elaborará la especificación técnica y memoria descriptiva. El trabajo presenta una serie de conclusiones, la primera y que engloba al resto es que se logró el diseño de un sistema de utilización en media tensión y mediante cálculos se determinó la selección del transformador de distribución, celdas de protección, fusible y sistema de puesta a tierra. Además, se recomienda una adecuada instalación del transformador y de tener el mayor cuidado al realizar la instalación del conductor.

De lo expuesto por el autor, teniendo en cuenta la similitud del objetivo propuesto con el de la presente tesis, es importante el modelo de solución propuesto, en el que se elabora una memoria de cálculos, como partida para desarrollar la especificación técnica y memoria descriptiva.

Fernández [18] en su tesis de grado estableció como objetivo diseñar y seleccionar una metodología de gestión para el estudio del montaje y puesta en servicio del sistema de utilización en media y baja tensión de 10 kV en cumplimiento con los requisitos legales y técnicos basados en el proyecto modelo. El tipo de investigación es del tipo cuantitativo, debido a que posterior a la investigación descriptiva se realizará el análisis al proyecto para aceptar las diferentes fórmulas. El trabajo de investigación tiene un apartado específico para el desarrollo de las especificaciones técnicas del Sistema de Utilización, en el cual se indican las especificaciones de los conductores, transformador, protecciones eléctricas, entre otros. El trabajo concluye con el desarrollo de un método para la gestión de proyectos de sistemas de utilización, teniendo la posibilidad de priorizar en los alcances de tiempo y costo especialmente. Finalmente, el autor recomienda Mejorar la metodología de Gestión de

Proyectos para el desarrollo de los sistemas de utilización para mejorarla condición de entrega de proyectos.

De lo expuesto por el autor, es importante la relevancia que se le da a las especificaciones técnicas, teniendo un apartado en específico, las cuales serán del mismo modo detalladas correctamente en el presente trabajo de investigación.

II.2 Bases teóricas

II.2.1 Sistemas de Utilización en MT

Un sistema de utilización es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía públicas o en propiedad privada, excepto la subestación tipo caseta, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados. [19]

Los niveles de tensión utilizados para un Sistema de Utilización son los siguientes mencionados:

- Media Tensión: 20.0kV, 22.9kV, 10kV, 33kV, 33/19kV

II.2.2 Redes de distribución

Dentro de la cadena de valor de la energía eléctrica existen tres etapas principales: generación, transmisión y distribución. La primera consiste en la transformación de las fuentes de energía primaria en energía eléctrica de distintas maneras. En la etapa de la transmisión se transporta la energía eléctrica a altos niveles de tensión a través de grandes longitudes de líneas por todo el Sistema Eléctrico Interconectado. En la última etapa de la cadena tenemos a la distribución en la cual se traslada la energía eléctrica hacia los consumidores finales en media y baja tensión. [20]

Las instalaciones del sistema de distribución se componen de líneas y redes primarias en media tensión (MT), subestaciones de distribución (SED's), redes de distribución secundaria en baja tensión (BT) y las redes de alumbrado público (AP). Tanto las redes primarias como las secundarias presentan la característica de presentar costos de distribución subaditivos (economía de ámbito), pues resulta más económico distribuir la energía a través de un solo sistema y no de dos o más independientes, motivo por el cual se considera un monopolio natural. [21]

Redes de Distribución Primaria

El subsistema de distribución primaria se encarga de transportar la energía eléctrica en media tensión desde el sistema de transmisión hacia el subsistema de distribución secundaria y/o conexiones para usuarios mayores. [22]

Las redes de media tensión, de acuerdo con el código nacional peruano, se encuentran en el nivel de tensión de 20kV, 22.9kV y 33kV. Aunque frecuentemente se tenga presencia de redes de media tensión en 10kV.

Redes de Distribución Secundaria

El subsistema de distribución secundaria es el encargado de transportar la energía eléctrica para su utilización por los usuarios finales, la misma que se encuentra conformada por líneas aéreas o cables subterráneos de baja tensión. [21]

El nivel de tensión para dicha red también varía de país en país, dependiendo de la estructura de la red y de su historia; para el caso peruano, las redes de distribución primaria se encuentran en el nivel de tensión de 220 V, pudiendo tener una variación de 5% (desde 209V hasta 231V), de acuerdo con la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos. [23]

II.2.3 Infraestructura de Media Tensión

Conductor de Media Tensión

Un sistema de distribución puede constar de redes aéreas, subterráneas o mixtas. Las redes aéreas consisten en tendidos eléctricos ubicados en postes con cierta altura, en los cuales se instalan equipos y herrajes que permiten el manejo y transporte de la energía a niveles de media tensión. Las redes subterráneas de media tensión deben proyectadas con conductores aislados, debido a que están siempre en contacto con el terreno. [22]

Transformador de distribución

En general, los transformadores de distribución son utilizados para reducir el voltaje de las redes de media tensión a un nivel adecuado para su utilización en baja tensión. [24]

El transformador es un elemento eléctrico compuesto de un núcleo electromagnético y un conjunto de arrollamientos que permiten el paso del flujo magnético y así hacer la conversión del nivel de tensión.

Aisladores

Son elementos que aíslan eléctricamente el conductor energizado de la ferretería utilizada para la sujeción de la red. Dentro de los cuales se encuentran los aisladores de suspensión y de alineamiento, fabricados con material polimérico con núcleo de fibra de vidrio, como también de porcelana. Se emplea en postes de media tensión, tanto en armados de alineamiento, anclaje y fin de línea y en subestaciones aéreas. [25]

Reconectores/Recloser

Los reconectores son dispositivos autónomos de interrupción y reconexión de fallas, diseñados específicamente para la protección contra sobrecorriente en sistemas de distribución secundarios. [26]

Ménsulas/Crucetas

Elementos de madera o concreto cuya finalidad es alejar la red de puntos accesibles a terceros para cumplir con las distancias mínimas de seguridad, en la cual se hace la instalación de los aisladores, conductores y sus respectivos herrajes. [27]

Armados de Media tensión

Es la configuración con la que se instala una red aérea en un poste, el cual puede ser de madera o concreto (usualmente de concreto) y de una altura consecuente para cumplir con las distancias mínimas de seguridad verticales; en Lima ciudad se instalan generalmente postes de Concreto Armado y Centrifugado de 13 y 15 metros. Existen armados de alineamiento, anclaje, suspensión, ángulo y fin de línea en formaciones horizontal, vertical y triángulo; la utilización de cada uno dependerá del requerimiento en la instalación y la configuración del terreno. Para la ejecución de los armados, será necesario hacer uso de herrajes y ferretería, tales como: grapa tipo pistola, arandelas, diagonales, tuercas de acero galvanizado, ojales, entre otros. [28]

II.2.4 Tarifas eléctricas

Las tarifas eléctricas que llegan a los usuarios finales son una combinación de los precios de inversión, operación, mantenimiento y tasas de retorno de toda la cadena de valor de la electricidad (generación, transmisión y distribución). Cada sector tiene su metodología de cálculo, que dependerá del tipo de mercado en el que se encuentre cada una; asimismo, toda la tarifación es regulada por OSINERGMIN. En la tabla 1 se hace un resumen del proceso regulatorio de las tarifas eléctricas por sector y en el gráfico 1 se muestra una proporción de la tarifación por concepto de pago. [29]

Etapa	Tipo de mercado	Metodología de cálculo	Periodo de cálculo
--------------	------------------------	-------------------------------	---------------------------

Generación	Potencialmente competitiva	Licitaciones de energía, potencia y Mercado de corto plazo, fijación de precio en barra	En cada licitación y Anualmente
Transmisión	Monopolio natural regulado	Contratos BOOT y RAG; Ingreso Tarifario y Peaje	Cada licitación, cada 4 años y anualmente
Distribución	Monopolio natural regulado	VADMT + VADBT	Cada 4 años

Tabla 1. Desglose de costos regulados de electricidad

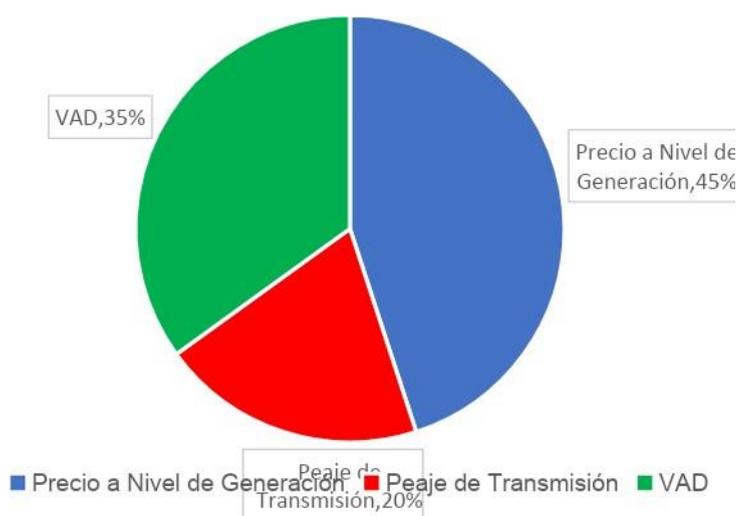


Figura 1, Proporción de la tarifación por concepto de pago

II.2.5 Valor Agregado de Distribución (VAD)

El VAD se calcula cada cuatro años y está compuesto de la anualidad del Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) de una empresa eficiente (sistema adaptado) y de los costos de Operación, Mantenimiento, Administración y Comercialización. El concepto de sistema adaptado o empresa eficiente se utiliza para así incentivar a la empresa concesionaria a hacer uso eficiente de sus recursos e inversiones, debido a que no se le reconocen los costos realmente incurridos, sino los calculados en el sistema adaptado. Dicho sistema es uno adaptado a la demanda y condiciones actuales, recurriendo a la tecnología eficiente y con sus precios actuales de mercado. [30]

Para el cálculo del VAD, se toma en consideración el sector típico de distribución al que pertenece cada concesionaria, los cuales han sido definidos en su última revisión tomando criterios económicos, pudiéndose encontrar dentro de los 5 siguientes sectores descritos en la tabla 2. [31]

Sector Típico	Descripción
1	Urbano de Alta Densidad
2	Urbano de Media y Baja Densidad
3	Urbano-Rural de Baja Densidad
4	Urbano-Rural de Baja Densidad
Sistemas Eléctricos Rurales (SER)	SER calificado por el MINEM de acuerdo con LGER

Tabla 2. Sectores típicos de distribución

Por último, es importante explicar que el VAD se calcula por separado para redes de Baja Tensión (VADBT) y Media Tensión (VADMT), pues los usuarios finales cuyo suministro es en MT no deberán abonar lo correspondiente al VADBT, obteniendo así un beneficio económico. [32]

II.2.6 Opciones tarifarias al usuario final

Actualmente se cuenta con una amplia gama de opciones tarifarias para los usuarios finales, los cuales son definidos a la hora de establecer su contrato con la empresa concesionaria, pudiendo migrar hacia otra opción de requerirlo así y solicitándolo. Se tienen distintas tarifas en MT y BT (discriminación por nivel de tensión), las cuales asimismo varían unas de otras de considerar pago por energía, potencia y discriminando horario de consumo. Se resumen las opciones tarifarias en le tabla 3. [33]

Tarifa	Nivel de tensión	Descripción
MT2	MT	Doble medición de energía activa, contratación de dos potencias y un cargo fijo.
MT3	MT	Doble medición de energía activa y contratación de una potencia.
MT4	MT	Una sola medición de energía activa y de potencia.
BT2	BT	Doble medición de energía y medición de dos potencias.
BT3	BT	Doble medición de energía y contratación de una potencia.
BT4	BT	Una sola medición de energía y de potencia.
BT5A	BT	Doble medición de energía dependiendo de la demanda máxima mensual.

BT5B No Residencial	BT	Medición simple de energía a usuarios con algún tipo de comercio.
BT5B Residencial	BT	Medición simple de energía a usuarios residenciales.
BT5C	BT	Tarifa diseñada para el alumbrado público.
BT6	BT	Tarifa con cargo fijo por potencia.
BT7	BT	Medición simple de energía pre pago, dirigido al sector rural.

Tabla 3. Tarifas en MT y BT reguladas

II.2.7 Subestación Eléctrica

De acuerdo con [34] una subestación eléctrica es un elemento de una red eléctrica, limitada a una zona dada, incluyendo principalmente terminales de las líneas de transmisión o distribución, equipos de maniobra y control, edificaciones y transformadores. Una estación generalmente incluye dispositivos de seguridad y control (por ejemplo, protección (relés, fusibles, etc)). Asimismo, se define como el conjunto de instalaciones, incluyendo las eventuales edificaciones requeridas para albergarlas, destinado a la transformación de la tensión y al seccionamiento y protección de circuitos y está bajo el control de personas calificadas.

La subestación debe modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía pueda ser transportada y distribuida. El transformador de distribución es el equipo principal de una subestación. Una Estación de transformación y/o subestación eléctrica es una instalación, o conjunto de dispositivos eléctricos, que forma parte de un sistema eléctrico de distribución. Su principal función es la de elevar o reducir la tensión; también la producción, transformación, regulación, repartición y distribución de la energía eléctrica a las diferentes cargas. [34]

Tipos de subestaciones

Subestación de distribución aérea monoposte (SAM)

Son subestaciones que están soportadas en un poste (generalmente de concreto armado pretensado). En las subestaciones aéreas monoposte,

se instalan 2 o 3 transformadores monofásicos de 25 kVA en conexión trifásica, aunque también podría instalarse un transformador trifásico de hasta 100 kVA como máximo si su peso así lo permite. [35]

Subestación de distribución aérea biposte (SAB)

Son subestaciones que están soportadas en 2 postes unidos entre sí por una plataforma en la que se asienta el transformador (generalmente de concreto armado pretensado). En la subestación aérea biposte se instala un transformador trifásico. Si la SAB es de 10/0.23 kV, el transformador puede ser de: 50, 100, 160, 250, 400 o 630 kVA nominales. [34]

Subestación de distribución compacta tipo bóveda (SCB)

La subestación compacta es tipo bóveda si el transformador está instalado en una bóveda de concreto subterránea bajo la vereda de la vía pública. Las potencias nominales de los transformadores utilizados son de: 50, 100, 160 o 250 kVA. [34]

Subestación de distribución compacta tipo pedestal (SCP)

La subestación compacta es de tipo pedestal si el transformador está instalado sobre una base de concreto a nivel de la superficie del piso en un área libre de terreno de 3x3 m². Las potencias nominales de los transformadores utilizados son de: 100, 160, 250, 400 o 630 kVA. [34]

Subestación intemperie

Se construyen al exterior, por lo que su sistema de protección debe soportar condiciones atmosféricas adversas dependiendo de la zona de ubicación. Generalmente se alimentan mediante líneas aéreas de MT. [34]

Subestación de interior

Se instalan en el interior de edificios. Esta solución se adopta en subestaciones transformadoras secundarias, ya que, al emplear tensiones menores, permite disminuir el espacio ocupado por la subestación. [34]

Subestaciones blindadas

Las partes activas sometidas a tensión se encuentran encerradas en el blindaje por cuyo interior circula un gas aislante SF6. Este sistema consigue una reducción de espacio muy importante y su forma modular permite ampliaciones posteriores. [35]

II.2.8 Celdas

Estas celdas se emplean en el sistema de distribución eléctrica secundaria de media tensión. En particular pueden ser instaladas para el mando y protección de motores, transformadores, generadores. Las distintas unidades se pueden combinar según los esquemas pedidos por el cliente. La fabricación con elementos estandarizados ofrece la posibilidad de modificar o ampliar también, cabinas ya instaladas con anterioridad. [36]

Según [37] Las Celdas de Media Tensión tipo Metalclad, están definidas según la norma IEC 60298, y sus principales características son:

- Equipos en compartimientos con grado de protección IP2X o mayor.
- Separaciones metálicas entre compartimientos.
- Al extraer un equipo de Media Tensión, existirán barreras metálicas (“shutters”) que impedirán cualquier contacto con partes energizadas.
- Compartimientos separados al menos por: cada interruptor o equipo de maniobra, elementos a un lado del equipo de maniobra (por ej.: Cables de poder), elementos al otro lado del equipo de maniobra (por ejm: Barras) y equipos de baja tensión (por ejm: relés)
- Cuando las celdas son de doble barra, cada conjunto de barras debe ir en compartimiento separado.

II.2.9 Transformador de distribución

Se entiende por transformador de distribución aquellos transformadores cuya tensión sea de 23.000 V o inferior. Esta clase de transformador de distribución se suele utilizar para el abastecimiento eléctrico de bloques

de apartamentos, almacenes, centros comerciales y zonas rurales. Tomar una elección adecuada sobre qué transformador de distribución se debe elegir es una tarea laboriosa. Para escoger adecuadamente se deben conocer bien el consumo eléctrico que se tendrá y las características de la red de media tensión a la cual se conectará. [38]

II.2.10 Tablero

Componente eléctrico donde se pueden encontrar interruptores (ITM's, ID), barras equipotenciales, etc. Los cuales sirven como protección y control de todos los circuitos derivados que salgan para alimentar a los diferentes equipos eléctricos de una estación. [39]

II.2.11 Puesta a Tierra

Parte básica de una instalación eléctrica el cual sirve como protección ante descargas eléctricas limitando la tensión que presentan las estructuras metálicas. [40]

La función de la puesta a tierra (P.A.T.) de una instalación eléctrica es de forzar la derivación, al terreno, de las instalaciones de corriente, de cualquier naturaleza que puedan originar, ya se trate de corrientes de defecto, bajo frecuencia industrial, o debidas a descargas atmosféricas de carácter impulsional. [41]

II.2.12 Red Subterránea

Los cables de la red subterránea particular no deberán pasar por el subsuelo de otro inmueble; debiendo guardar en cuanto a su trayecto las distancias mínimas indicadas en el Código Nacional de Electricidad, con respecto a otras redes subterráneas de agua, desagüe, teléfono y gas. Se utilizarán cable tipo N2XSY de conformación dúplex o triplex. [42]

II.2.13 Sala eléctrica

Espacio donde encuentran los componentes de la Subestación Eléctrica particular de Media Tensión (Transformador, celdas (de remonte y

salida-protección), pozos a tierra, tableros, gabinete de EPP's, extractores, etc). Para que la Subestación entre en funcionamiento, la concesionaria tiene que verificar que todo el equipamiento de la sala eléctrica cumpla con todos sus requerimientos. [43]

II.2.14 Punto de Medición a la Intemperie (PMI)

Punto de medición al intemperie o también llamado *punto* de diseño para sistema de utilización en media tensión, es el punto de conexión entre la concesionaria y el sistema de utilización del cliente particular. [44]

II.2.15 Sistema de Protección

Rojas en [45] definió al Sistema de Protección como el conjunto de equipamiento eléctrico que actúa ante posibles fallas presentadas en el sistema perjudicando su correcta funcionalidad, dependiendo del sistema que se proteja, los equipos de protección pueden variar y además se pueden presentar de la siguiente manera:

Fusibles media tensión

Debido a sus grandes ventajas en seguridad, fiabilidad, amigabilidad con el medio ambiente y bajo costo, los fusibles de son el principal dispositivo de protección usado por las concesionarias en todo el mundo. [45]

Los Fusibles de media tensión generalmente se dividen en dos categorías: Fusibles de expulsión y Fusibles limitadores de corriente. Estos últimos, a su vez se dividen en tres clases reconocidas internacionalmente como: "Back-up" (respaldo), "General Purpose" (aplicaciones generales), "Full Range" (recorrido total) que interrumpen cualquier corriente por debajo del poder de corte que funde los elementos de fusión del fusible. [45]

Interruptores de Potencia de Media Tensión

Dispositivo encargado de desconectar una carga o parte del sistema eléctrico; la operación del interruptor puede ser manual o automática

accionada por la señal de un relé de protección.

Los interruptores de potencia deben cerrar y cortar todas las corrientes dentro de los valores asignados, desde pequeñas corrientes de carga inductivas y capacitivas hasta la corriente de cortocircuito, y esto bajo todas las condiciones de defecto de la red tales como defectos a tierra, oposición de fases etc. Los interruptores de potencia para exteriores se emplean para las mismas aplicaciones, pero están expuestos a las influencias meteorológicas por lo que se debe conocer la zona para poder instalarlo sin ningún tipo de inconveniente. [45]

Seccionadores

Los seccionadores se utilizan para la apertura y cierre de circuitos eléctricos casi sin carga. Durante esta maniobra pueden cortar corrientes despreciables (esto son corrientes de hasta 500 mA, corrientes capacitivas de embarrados o transformadores de tensión) o corrientes superiores si no se produce ningún cambio importante de tensión entre los terminales durante el proceso de corte, por ejemplo, durante la conmutación a otro embarrado en celdas con embarrado doble cuando un acoplamiento transversal está cerrado en paralelo. Sin embargo, la función verdadera de los seccionadores es establecer una distancia de seccionamiento para poder trabajar de forma segura en los equipos que hayan sido “aislados” por el seccionador. Por este motivo, la distancia de seccionamiento debe satisfacer grandes exigencias en cuanto a fiabilidad, visibilidad y rigidez dieléctrica. [45]

Interruptores-seccionadores

Los interruptores-seccionadores combinan las funciones de un interruptor con el establecimiento de una distancia de seccionamiento (seccionador) en un solo dispositivo. Por ello se emplean para cortar corrientes de carga hasta la magnitud de su corriente asignada en servicio continuo. Al conectar consumidores no se puede excluir la posibilidad de cerrar sobre un cortocircuito existente. Por este motivo, los interruptores-seccionadores disponen hoy de capacidad de cierre en cortocircuito. En combinación con fusibles, los interruptores (interruptores-seccionadores) también pueden utilizarse para cortar corrientes de cortocircuito. [45] Durante este proceso, la corriente de cortocircuito es interrumpida por los fusibles. A continuación, los fusibles disparan los tres polos del interruptor (-seccionador), desconectando la derivación defectuosa de la red. [45]

II.2.16 Normativa

Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución.

Fue aprobada mediante R.D. N° 018-2002-EM/DGE con fecha 26 de setiembre de 2002. Dicha norma cuenta con 14 títulos y es de importancia para el trabajo de investigación pues es la referente a la hora de presentar la documentación a la empresa concesionaria para la elaboración de proyectos de Sistemas de Utilización en Media Tensión y su consecuente ejecución de obra. En ella se fijan las etapas del proceso, la documentación necesaria, los plazos de atención y las responsabilidades de cada parte.

El alcance de esta norma, además de Sistemas de Utilización de Media tensión, se compone de los siguientes: Subsistemas de Distribución Primaria, Subsistemas de Distribución Secundaria, Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias. Mientras que las bases legales están presentes en la Ley de Concesiones Eléctricas y su reglamento. [3]

En la norma se define Sistema de Utilización en Media Tensión como aquel conjunto de instalaciones eléctricas de MT, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. Dichas instalaciones podrán ubicarse en la vía pública o en propiedad privada, con excepción de la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. [3]

En la tabla 4 se resumen las etapas del proceso de tramitación que cada proyecto debe seguir.

Etapa	Descripción	Plazo
Factibilidad	Documento queda la conformidad por parte de la concesionaria que la atención sea factible.	5 días útiles
Punto de Diseño	Documento en el la concesionaria delimita el punto de la red eléctrica desde el cual partirá el proyecto.	Para Sistemas de Distribución: 15 días útiles. Para Sistemas de Utilización en MT: 10 días Vigencia: 2 años
Elaboración de proyecto	Documentación que desarrolla un ingeniero proyectista y debe contener la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos, cálculos justificativos, metrado, presupuesto y cronograma de ejecución.	<u>Revisión</u> Para Sistemas de Distribución: 20 días útiles primera revisión y 15 días útiles segunda revisión. Para Sistemas de Utilización en MT: 10 días ambas revisiones <u>Aprobación</u> Para Sistemas de Distribución: 15 días útiles. Para Sistemas de Utilización en MT: 10 días
Ejecución de obras	Carta dando aviso del inicio de obra cumpliendo con los requisitos indicados.	7 días útiles

Tabla 4. Procedimiento de solicitud de un Sistema de Utilización

Código Nacional de Electricidad Suministro

El objetivo del CNE Suministro, es establecer las reglas preventivas que permitan salvaguardar a las personas (sea de la concesionaria, contratistas y) y las instalaciones, durante la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura. Es un referente para toda la actividad en el sector eléctrico y se deben cumplir todas sus disposiciones, es por ello que se debe tener presente y estudiar para la elaboración del proyecto de tesis.

El código establece los niveles de tensión existentes y recomendados para el sistema eléctrico, los cuales se enlistan en la tabla 5. [44]

Nivel de tensión	Consideraciones
0,38 / 0,22 kV y 0,44 / 0,22 kV	De cuatro hilos, punto neutro de transformador puesto a tierra de manera efectiva y neutro con múltiples puesta a tierra.

20 kV, 22,9 kV y 33kV	De tres hilos, punto neutro de transformador puesto a tierra de manera efectiva.
22,9 / 13,2 kV 33 / 19 kV	De cuatro hilos (neutro corrido), y punto neutro de transformador puesto a tierra de manera efectiva.
60 kV, 138 kV, 220 kV y 500 kV	De tres hilos, punto neutro de transformador puesto a tierra de manera efectiva.

Tabla 5. Niveles de tensión Perú

Asimismo, se detallan las tolerancias en la variación de tensión admisibles en los puntos de entrega, en el caso general la variación admisible es de 5%; mientras que en sectores rurales y urbano-rurales, es admisible una variación del 7.5% para BT y 6% para MT. [44]

Se describen también las instalaciones subterráneas y su requerimiento, indica que Se deberá coordinar con anticipación y notificar al municipio, a los propietarios u operadores de otras instalaciones próximas, y a los usuarios del servicio eléctrico que puedan afectarse por las nuevas instalaciones. Las líneas y el equipo deberán cumplir con estas reglas de seguridad en el momento de ser puestos en servicio, así como deberán hacerse las pruebas necesarias que lo demuestren. El cable estará diseñado y construido de tal manera que cada componente esté protegido de efectos dañinos de otros componentes. [44]

Un punto importante a considerar del código, es el apartado de distancias mínimas de seguridad, las cuales son discriminadas de acuerdo con distancias verticales horizontales y al terreno en el cual se encuentren: ríos, caminos, cruces de calle, avenidas, si es carrozable, cercano a límites de propiedad, puentes, carteles, entre otros. También se diferencian las distancias de seguridad de acuerdo con el nivel de tensión y si el conductor en cuestión se encuentra aislado o desnudo. Asimismo, en el apartado de instalaciones subterráneas se describen las distancias de seguridad con respecto al nivel del suelo que deben tener las redes subterráneas, de tal manera que el conductor no sufra daños durante su operación. La tabla 6 resume lo indicado. [44]

Nivel de tensión	Profundidad de instalación (m)
Baja Tensión	0.6
Media Tensión	1.0
Alta Tensión	1.5

Tabla 6. Distancias de seguridad en redes subterráneas

II.2.17 Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos

El objetivo de dicha Norma es establecer los niveles de calidad de los servicios eléctricos mínimos, y las obligaciones de las empresas eléctricas y Clientes en el marco de la Ley de Concesiones Eléctricas. [23]

En [23] se establecen 4 criterios de calidad, así como sus respectivos indicadores. En la tabla 7 se describe cada uno de ellos

Criterio	Indicadores	Verificación
Calidad de producto	Tensión, frecuencia, perturbaciones	Tensión 5%, frecuencia 0.6% sostenidas
Calidad de suministro	Interrupciones	SAIDI, SAIFI
Calidad de servicio	Trato y medios de atención, precisión de medida	Nuevas solicitudes, reconexiones, reclamos, facturaciones
Calidad de alumbrado público	Deficiencias	Control semestral

Tabla 7. Indicadores de calidad de energía

II.3 Marco conceptual

II.3.1 Cable para red subterránea N2XSY 18/30 kV

El cable se utiliza para nuevas instalaciones o renovaciones de las redes eléctricas subterráneas en media tensión y pueden instalarse directamente enterrados, en ductos de PVC o en ductos de concreto aligerado. [46]

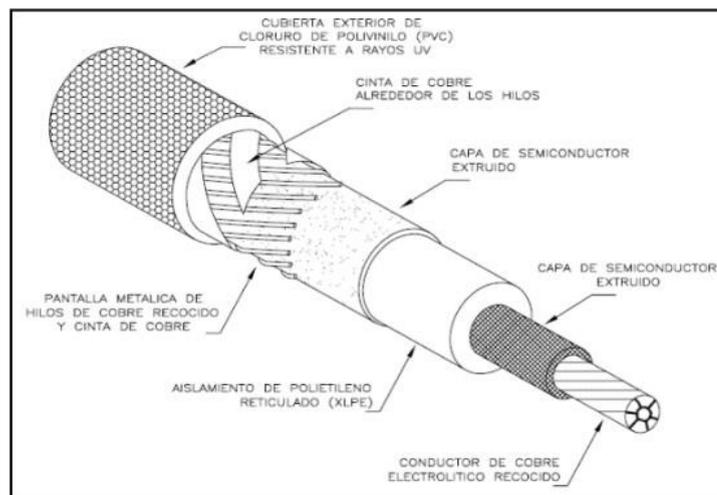


Figura 2, Cable de enería N2XSY 18/30 KV

II.3.2 Cinta señalizadora color rojo

El material de la cinta es de polietileno de alta calidad resistente a los álcalis y los ácidos, que sirve para poder señalar e identificar la presencia de cables eléctricos subterráneo de media tensión, llevando impreso letras con la inscripción “Peligro de muerte”, “Riesgo eléctrico” o “Cables de energía eléctrica 20000 voltios”. [47]



Figura 3, Cinta señalizadora color roja

II.3.3 Cinta señalizadora particular color celeste

La cinta de identificación es una película de vinil con adhesivo de caucho, resistente a la abrasión y a las mayorías de solventes comunes, que se empleara para señalar que los cables tendidos en la vía pública no son propiedad del concesionario. [47]



Figura 4, Cinta señalizadora azul

II.3.4 Ductos de concreto aligerado

Los ductos de concreto serán utilizados para brindar una mayor protección mecánica al cable subterráneo cuando este realice cruces en pavimentos o toda zona destinada al tránsito vehicular. Los ductos que se comercializan son de 2 y 4 vías. [48]



Figura 5, ducto de concreto de cuatro vías

II.3.5 Terminal exterior para cable seco N2XSY

Los terminales exteriores son materiales usados para realizar subidas o bajadas de cables subterráneos a redes aéreas, por ejemplo, para la conexión de la red eléctrica con el trafomix o con algún otro equipo instalado en una estructura aérea de media tensión. [49]



Figura 6, Terminal exterior de media tensión

II.3.6 Zanjas de media tensión

Las zanjas se usarán para la instalación de los cables eléctricos subterráneos, ya sea directamente enterrados, en ductos de PVC o en ductos de concreto aligerado. La zanja será de 1.20 metros de profundidad por 0.6 metros de ancho. [50]

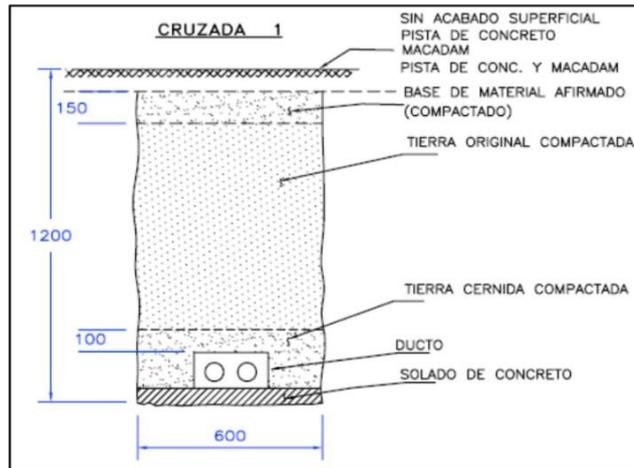


Figura 7, Detalle de Zanja de Media Tensión

II.3.7 Subestación de distribución convencional

La subestación convencional cuenta con una caseta con espacio suficiente para mantenimientos y maniobras donde albergará todo el equipamiento eléctrico en su interior. Si la convencional se ubica en la superficie se denomina tipo caseta a nivel de piso, pero si se ubica en sótanos se denomina convencional tipo subterránea. [51]



Figura 8, Subestación de Distribución Convencional

II.3.8 Celda de remonte y de protección

Las celdas de remonte se utilizan para el ingreso y subida de los cables en media tensión; mientras que las celdas de protección serán usadas para la protección del transformador ante fallas por cortocircuito y sobrecargas, asimismo permiten la conexión y desconexión del transformador mediante seccionadores de potencia. [52]



Figura 9, Celda de remonte y de protección

II.3.9 Celda de transformación

Estas celdas serán usadas para montar en su interior a un transformador seco, y tendrá envoltivo en resina epóxica. [53]



Figura 10, Celda de transformación

II.3.10 Transformador seco

Es una máquina eléctrica estática, que tiene la función de adecuar los valores de tensión para su distribución, son diseñados para uso interior como, por ejemplo, en centros comerciales, edificios, industrias, hospitales, colegios, entre otros. [54]



Figura 11, Transformador tipo seco

II.3.11 Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra es una parte básica de cualquier instalación eléctrica, y tiene como objetivo limitar la tensión que presentan las masas metálicas respecto a tierra, asegurar actuación de las protecciones, proteger a las personas de contactos eléctricos y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material eléctrico utilizado. [44]

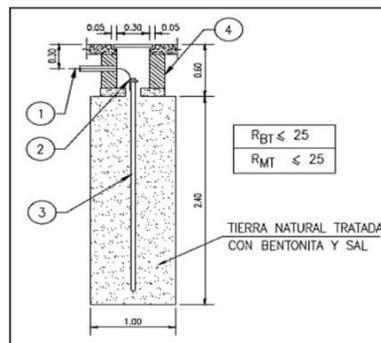


Figura 12, Detalle de Puesta a Tierra

II.3.12 Relé ABB

Son relés de protección y control dedicados a alimentadores, y destinado al Control y Protección de empresas de energía eléctrica y sistemas de potencia industriales en redes de distribución. [55]



Figura 13, Relé ABB

II.3.13 Fusible tipo CEF

Los fusibles de alta capacidad de ruptura son diseñados y ensayados de acuerdo con las Normas IEC. 282-1. Los fusibles tienen alta capacidad de ruptura, baja pérdida de corriente, bajo arco de voltaje, alta capacidad para abrirse. [56]



Figura 14, Fusible tipo CEF

II.4 Definición de términos básicos

Celda: Conjunto de secciones verticales, en las cuales se ubican equipos de maniobra (seccionador), medida (transformadores de tensión y corriente), protección y control (relés); montados en uno o más compartimientos insertos en una estructura metálica externa, y que cumple la función de recibir y distribuir la energía eléctrica. [57]

Conductor de MT: La función de todo conductor en un cable para Media o Alta Tensión o en un conjunto de cables, es la de transportar energía eléctrica. Los materiales usualmente utilizados son el cobre y bajo condiciones especiales de instalación se emplea el aluminio. [58]

Demanda Eléctrica: La demanda eléctrica es una medida de la tasa que promedia el consumo de las instalaciones eléctricas en un período de tiempo concreto. [59]

Fusible: Dispositivo de protección ideal para circuitos de distribución por su velocidad de operación y gran capacidad de limitación de corriente en caso de un cortocircuito. [60]

PMI: Punto donde se da el registro y entra de suministro eléctrico a los clientes particulares, consta de un Trafomix conjuntamente con su murete de concreto, donde se fija la caja portamedidor. [44]

Potencia: La potencia se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo. En los circuitos eléctricos la unidad de potencia es el Vatio (en castellano) o Watt. [61]

Relé: Dispositivo eléctrico que se usa para proteger circuitos, equipos y operadores de una variedad de condiciones eléctricas indeseables cortando la energía del circuito de control cuando se detecta una falla. [62]

Sistema de Puesta a Tierra: La denominación de puesta a tierra es básicamente a la unión eléctrica, que se realiza entre dos o todas las superficies y dispositivos de material metálico de una instalación y un electrodo, ésta ligadura que suele ser generalmente una placa o una pica de cobre o hierro galvanizado (o un conjunto de ellos), los cuales son enterrados en el suelo, con dispositivos que protegen a la varilla, con la finalidad de conseguir una perfecta unión eléctrica entre las superficies metálicas y tierra, y que debe tener un valor mínimo de resistencia eléctrica posible, T. [63]

Sistema de Utilización en Media Tensión: Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. [3]

Subestación: Instalación destinada a transformar los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica para facilitar el transporte y distribución de la energía. [44]

Tablero: Es un gabinete en el que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente. [39]

Tensión: La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra. [44]

Transformador: Es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna manteniendo la potencia. El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. [4]

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

III.1 Hipótesis General e Hipótesis Específicas

III.1.1 Hipótesis General

H.G. El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión atiende la demanda eléctrica de la corporación Primax en Huachipa en 2023.

H0. El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión no atiende la demanda eléctrica de la corporación Primax en Huachipa en 2023.

III.1.2 Hipótesis Específicas

- a) El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión atiende la potencia contratada de la corporación Primax en Huachipa en 2023.
- b) El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión brinda beneficio económico a la corporación Primax en Huachipa en 2023.

III.2 Operacionalización de variables

III.2.1 Variable Independiente X

- Sistema de Utilización en Media Tensión.

Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. [3]

III.2.2 Variable Dependiente Y

- Atención de la Demanda Eléctrica de Corporación Primax.

La demanda eléctrica es una medida de la tasa que promedia el consumo de las instalaciones eléctricas en un período de tiempo concreto. [57]

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Sistema de Utilización en Media Tensión	Variable Independiente	Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. [3]	Especificaciones técnicas	Calidad de equipo
			Sistema de Protección	Coordinación
			Desarrollo de diseño	Precisión
Demanda Eléctrica de Corporación Primax	Variable Dependiente	La demanda eléctrica es una medida de la tasa que promedia el consumo de las instalaciones eléctricas en un período de tiempo concreto. [57]	Potencia Contratada	Potencia Activa
				Ahorro
			Beneficio económico	VAN TIR

Tabla 8. Operacionalización de Variables

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

IV.1 Diseño metodológico

Una investigación del tipo aplicada es el conocimiento donde se aplica de manera directa y enlaza la teoría con el producto. Este proceso sirve para el mejoramiento y el desarrollo de nuevos conocimientos de las tecnologías existentes. [58]

Este trabajo es, de acuerdo con el autor, una investigación del tipo aplicada, pues se utilizan los conocimientos de ingeniería ya existentes para el desarrollo de un proyecto en beneficio de una empresa, el cual puede ser replicado por otras compañías en pro de obtener un beneficio técnico-económico.

Una investigación tiene un diseño no experimental transversal cuando estudia variables sin manipularlas deliberadamente para ver su efecto sobre otras variables y cuyos datos se recogen en un único momento durante la investigación. [5]

Este trabajo tiene, de acuerdo con el autor, un diseño no experimental transversal, toda la información fue recolectada en un solo momento.

Una investigación tiene un nivel descriptivo cuando se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio además que se soporta principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental. Además, dichos autores mencionan que una investigación tiene un nivel correlacional cuando se examina asociaciones, pero no relaciones causales, donde un cambio en un factor influye directamente en otro. [6]

Este trabajo tiene, de acuerdo con el autor, un nivel descriptivo correlacional, ya que se describen todas las características del Sistema de Utilización en Media Tensión y nos apoyamos de la observación, revisión documental y examinamos asociaciones, pero no relaciones causales.

IV.2 Método de investigación

El método hipotético - deductivo consiste en partir de unas proposiciones como hipótesis e intentar refutar o falsificar dichas hipótesis y sacar conclusiones de ellas. [6]

El estudio de investigación que se utilizará es, de acuerdo con el autor, hipotético - deductivo, debido a que se toman datos reales aplicados a las variables para comprobar las hipótesis y validar el desarrollo del proyecto de utilización.

IV.3 Población y muestra

Se considera población si cumplen con un conjunto de elementos comunes donde se estudian y dan origen a datos de investigación. [59]

Si la dimensión de la población es menor a 50 sujetos, la muestra y la población son idénticas. [60]

La población y muestra del trabajo de investigación son las cargas de los equipos que conforman la estación de la corporación Primax ubicada en la urbanización Santa María de Huachipa distrito de Lurigancho – Chosica.

En el método de muestreo no probabilístico se seleccionan individuos o casos típicos sin intentar que sean estadísticamente representativos de una población determinada. [6]

El método de muestreo del presente estudio es, de acuerdo con el autor, del tipo no probabilístico.

CUADRO DE CARGAS

AREA	ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (KW)	CARGA INSTALADA (kW)	FACTOR DE DEMANDA (*)	MÁXIMA DEMANDA (kW)
TABLERO GENERAL	1	Grupo Aire Reserva	1.00	68.13	68.13	0.90	61.31
	2	Grupo de luminarias interior y exterior	1.00	38.13	38.13	0.90	34.31
	3	Grupo de motores y otros 1	1.00	85.56	85.56	1.00	85.56
	4	Grupo de motores y otros 2	1.00	44.73	44.73	1.00	44.73
	5	Sector de compresor de aire	1.00	46.63	46.63	1.00	46.63
	6	Sector de sistema contra incendio 1	1.00	30.81	30.81	0.70	21.57
CARGA INSTALADA (kW)							313.98
MÁXIMA DEMANDA (kW)							294.11
FACTOR DE SIMULTANIEDAD (**)							0.85
DEMANDA MAXIMA (kW)							249.99

CARGA TOTAL SISTEMA TRIFASICO - DEMANDA MAXIMA 250 KW.

Tabla 9. Cuadro de cargas de Corporación Primax

IV.4 Lugar de estudio

El lugar de estudio es la ubicación geográfica de la empresa de estudio, la cual se ubica en la zona de concesión de la empresa de distribución Luz del Sur en el distrito de Lurigancho-Chosica.

El periodo desarrollado es el que tomará el desarrollo de la tesis, la cual se llevará a cabo desde el mes de agosto del año 2023 hasta octubre del mismo año, siendo la sustentación proyectada a finales de octubre.

IV.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La investigación cuantitativa utiliza generalmente una gran variedad de instrumentos y técnicas para la recolección de información. La observación directa permite obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un procedimiento sistematizado y muy controlado. Mientras que el análisis de documentos se basa en fichas bibliográficas que tienen como propósito analizar material impreso. [6]

Las técnicas para la recolección de la información son, de acuerdo con el autor, la observación y análisis documentario, para lo cual se realiza una inspección en campo, se evalúa la información enviada por el cliente y se evalúa las tarifas eléctricas reguladas para calcular el beneficio económico.

Los instrumentos son los apoyos que se tienen para que las técnicas cumplan su propósito. Los instrumentos de observación son libretas de notas o cuadernos de apuntes, dispositivos mecánicos, entre otros. Los instrumentos para el análisis documentario son libros, publicaciones, estadísticas, entre otros. [8]

Los instrumentos para la recolección de los datos serán, de acuerdo con el autor, las libretas de notas, dispositivos mecánicos para la toma de fotografías, documentación del cliente, libros, publicaciones y estadísticas.

Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. La confiabilidad se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto reproduce el mismo resultado; la validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir; y la objetividad se refiere al grado en que éste es o no permeable a la influencia de los sesgos y tendencias del investigador o investigadores que lo administran, califican e interpretan. [5]

Las técnicas e instrumentos seleccionados se aplicarán sobre las variables teniendo en cuenta los requisitos de confiabilidad, validez y objetividad.

IV.6 Análisis y procesamiento de datos

El procesamiento de datos debe realizarse mediante el uso de herramientas estadísticas con el apoyo del computador, utilizando alguno de los programas estadísticos que hoy fácilmente se encuentran en el mercado. [6]

La estadística descriptiva se encarga de organizar, sintetizar y describir la información de los datos de manera fácil y rápida, con lo cual se obtienen conclusiones. [61]

De acuerdo con los autores, el análisis y procesamiento de datos se llevará a cabo con la utilización de tablas en la hoja de datos Excel y la aplicación de fórmulas económicas para evaluar el beneficio económico que conllevará el proyecto. Asimismo, se hace uso de estadística descriptiva para la presentación de los datos y la obtención de conclusiones.

IV.7 Aspectos éticos de investigación

Se tendrá en cuenta ciertos aspectos éticos, como el respeto a los derechos de propiedad intelectual, es decir haciendo uso de referencias y mencionando a los autores de quienes nos hemos apoyado para presentar este proyecto, además del uso de herramientas de recolección de datos, el uso de la normativa nacional e internacional, papers, revistas entre otros, se procurará evitar de perjudicar a las personas involucradas en la investigación; así como también se dará el respeto hacia su privacidad e identidad.

También los resultados en esta investigación serán justos y confiables de acuerdo con las normas nacionales vigentes. Estos se darán respetando

la normativa y aspectos técnicos de los catálogos de fabricantes, aceptando las recomendaciones y constatando con los resultados propuestos a fin de estar dentro de los estándares y parámetros técnicos.

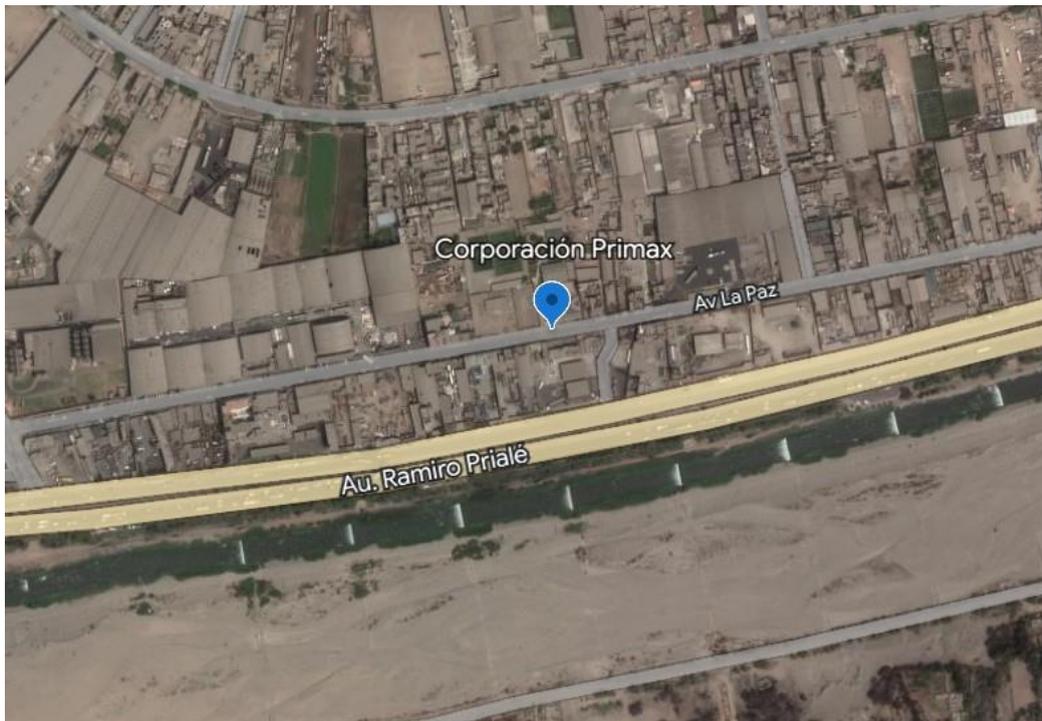
V. RESULTADOS

V.1 Resultados descriptivos

V.1.1 Memoria descriptiva

Generalidades

El presente proyecto, conformado por memoria, especificaciones técnicas y planos, tiene por objeto efectuar el diseño de la red distribución de acometida de media tensión y su respectiva subestación particular del Sistema de Utilización en 22.9 kV (Operación inicial 10 kV), la cual suministrará energía eléctrica a Corporación Primax S.A., ubicada en Carretera Ramiro Prialé km 8.3 Santa María de Huachipa, en el distrito de Lurigancho - Chosica, de la Provincia y Departamento de Lima. El recorrido de la red de Media Tensión se ubicará en Av. La Paz, la cual es una avenida paralela a la carretera Ramiro Prialé.



El giro de negocios de la empresa Corporación Primax S.A. es utilizada como una planta de llenado y almacenamiento de gas.

01 celda de Transformación (seco) de 400 kVA, 22.9 – 10 kV / 0.23 kV. El contratista ejecutor, antes de empezar la obra, deberá obtener los permisos municipales correspondientes para efectuar trabajos en la vía pública y coordinar con la concesionaria de distribución toda posible interferencia con sus redes eléctricas de BT y MT.

Descripción del proyecto

Nivel de tensión

La red distribución de acometida de media tensión se ha proyectado para instalación subterránea, sistema trifásico de tres hilos a la tensión nominal de 22.9 kV. (Operación Inicial 10 Kv.), y frecuencia de 60 ciclos por segundo.

Cables de energía MT

La red de media tensión será subterránea. Se utilizará cable seco unipolar de cobre tipo N2XSY de 50 mm², para 18/30 kV, en una longitud aprox. de 145 m, desde el punto de diseño (ubicado a 12 metros del PMI existente – 7723) hasta la subestación particular proyectada.

Terminaciones para cable de MT

Las terminaciones serán termocontraíbles de 24kV, para cable de cobre de 50mm².

Subestación particular

La subestación modular compactada se ubicará en el interior del predio. La subestación proyectada se ubicará a N.P.T. +/- 0.00 m.

Estará constituida por:

Una celda modular de remonte de 24 kV, 3Ø, 60Hz, 20 kA, (llegada y conexión de cables) con aislador capacitivo de 24Kv, 60Hz y transformador toroidal con relación 50-100/1A.

Una celda modular de salida, con seccionador de potencia tripolar en SF6, 24 kV, 630 A, 20 kA, con poder de cierre de 50 kA, con fusible de 40 A en 12 - 24 kV además de contar con relé digital multifunción (50-51 / 50N-51N) y un cargador de batería de 120 W.

Un Transformador tipo seco, de 400 kVA, 22.9 – 10 / 0.23 kV, el cual estará en su respectivo gabinete.

- Conexión a tierra de los equipos

Los equipos y partes metálicas que no conducirán corriente se conectarán a los pozos a tierra de media, baja tensión y neutro del Transformador, según corresponda.

En la subestación eléctrica particular contará con un sistema de puesta a tierra en MT, BT y Neutro del Transformador; cuyos valores de las resistencias de la puesta a tierra tanto para MT como para BT serán de 25 Ω .

Bases de cálculo

Para el dimensionamiento de equipos y materiales especificados en el presente proyecto se ha considerado lo siguiente:

- Caída de tensión máxima permisible = 5%
- Tensión nominal = 22.9 kV
- Tensión de diseño = $E_o / E = 18 / 30$ kV
- Frecuencia = 60 Hz.
- Demanda Máxima = 250kW
- Potencia Instalada = 400 kVA
- Factor de potencia = 0,85

- Potencia de cortocircuito en PD (3f) = 100 MVA en 10 kV
= 200 MVA en 22.9 kV
- Tiempo de actuación de la protección = 0,02 s
- Tipo de cable subterráneo = 50 mm² – N2XSY 18/30 kV

Distancias mínimas de seguridad

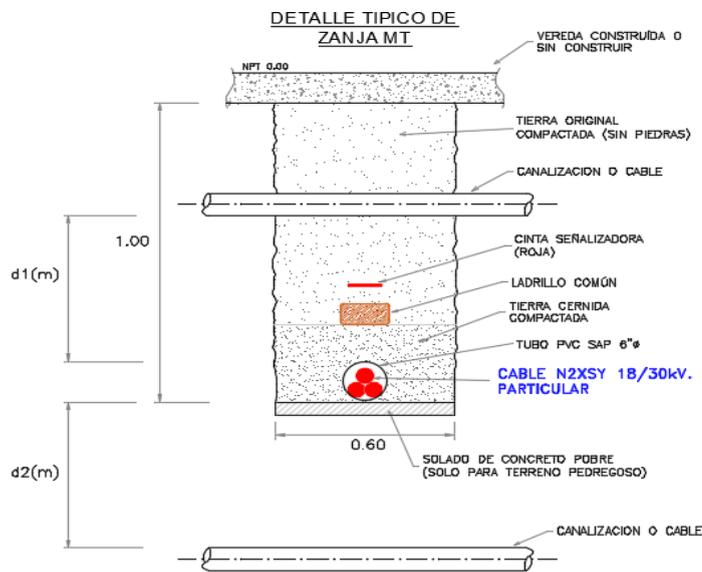


Figura 15, distancias mínimas de seguridad de red subterránea a otra red o canalización

TIPO DE CANALIZACION	d1(m)	d2(m)
CABLE O CANALIZACION DE B.T.	0,30	
CABLE O CANALIZACION DE M.T.	0,30	
CABLE O CANALIZACION TELEFONIA	0,30	
CANALIZACION DE GAS	0,50
CANALIZACION DE PETROLEO KEROSENE, U OTRO DERIVADO DEL PETROLEO	1,20
CANALIZACION DE AGUA	0,30	0,30
CANALIZACION DE DESAGUE	0,50

Tabla 10. distancias mínimas de seguridad de red subterránea a otra red o canalización

Distancias mínimas de seguridad para redes subterráneas de MT

El Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, en su sección 23 establece las distancias mínimas de seguridad (DMS), referidas a líneas de media tensión.

Al momento de realizar la canalización en media tensión se tendrá en cuenta el cumplimiento de las DMS con respecto a redes existentes de energía, redes de gas natural y redes de agua y desagüe, las distancias se detallan en el grafico siguiente:

Así mismo, las tablas que se muestran a continuación son aquellas en las que el Código Nacional de Electricidad establece las distancias mínimas de seguridad que deben cumplir las redes de media tensión y subestaciones de distribución, las distancias ya fueron sustentadas en la tabla 6, entonces la profundidad a la que irá la red MT será de mínimo 1.0m.

V.12 Especificaciones técnicas de materiales

Las siguientes especificaciones técnicas indican las características mínimas que deben cumplir los materiales y accesorios comprendidos en el presente proyecto.

Cabe mencionar que todos los equipos y materiales mencionados en el presente expediente, tendrán una garantía de doce (12) meses contados desde la fecha de prueba o puesta en servicio del proyecto.

Cable de energía 18/30 kV

El conductor es de cobre electrolítico recocido o cableado concéntrico, o sectorial, pantalla interna capa semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), pantalla externa capa semiconductor, alambre o cinta de cobre, cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC). El cable de energía de referencia es de fabricación Indeco y sigue la norma de Fabricación ITINTEC 370.001, NTP-IEC 60502-2

- Sección (mm²) 50
- Tipo : N2XSY
- Capacidad de corriente a 20°C (A) 203
- Tensión nominal de trabajo (kV) 20
- Tensión nominal de diseño (kV) : 18/30
- Temperatura máxima de operación (°C) 90
- Resistencia DC a 20 °C : 0.387 ohm / km.
- Resistencia AC : 0.4937 ohm / km.
- Reactancia inductiva : 0.2362 ohm / km.
- Diámetro del conductor : 7.9 mm.
- Diámetro exterior : 28 mm.
- Peso : 1062 Kg/Km.

Conformación

Cable de energía con conductor de cobre electrolítico recocido, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta externa de cloruro de polivinilo (PVC).

Conductor

Sección (mm ²)	50
Conformación del conductor	Cobre electrolítico recocido, cableado, redondo compactado (clase 2) (sentido de la mano izquierda)

Tabla 11. Sección y material de conductor MT del Sistema de Utilización

Aislamiento y Pantallas Eléctricas

El cable lleva sobre el conductor una capa de material semiconductor del tipo extruido, resistente a la deformación. El aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE) con grado de aislamiento 18/30kV y sobre éste es adherida una capa de semiconductor del tipo extruido de fácil retiro (easy – stripping)

Blindaje Metálico

Está constituido por cintas de cobre recocido (Resistencia Eléctrica máxima de 1,2 Ohm/km) colocadas sobre la parte semiconductor, en el sentido de la mano izquierda.

Sobre la pantalla metálica se coloca una cinta de poliéster que actúa como una barrera térmica de protección.

Cubierta externa

Está constituido por un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC)

Colores

El aislamiento del cable es color natural y la cubierta externa del cable roja.

Dimensiones

Sección	φ conductor	Espesor aislam.	Espesor PVC	φ exterior	Peso
50 mm ²	7,9 mm	8,00 mm	2,0 mm	28 mm	1062 kg/km

Tabla 12. Dimensiones Físicas del conductor MT del Sistema de Utilización

Parámetros Eléctricos

Sección mm ²	Resist. DC 20°C Ohm/km	Resist. AC Ohm/km	React. Induct. Ohm/km	Capac. Corriente A
50	0,387	0,4938	0,1665	203

Tabla 13. Parámetros Eléctricos del conductor MT del Sistema de Utilización

Características mecánicas

Buena resistencia a la tracción, alta resistencia al impacto, a la abrasión, a la luz solar e intemperie, excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Alta resistencia al ozono, ácidos y álcalis a temperaturas normales.

Pruebas de fabricación

Todos los cables eléctricos son sometidos antes, durante y después de la fabricación a los siguientes ensayos:

- Ensayos a la materia prima.
- Ensayos durante el proceso de producción.
- Ensayos al producto terminado.

Esta parte de la NTP-IEC 60502-2 especifica la construcción, las dimensiones y los requisitos de ensayos de cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) hasta 30 kV ($U_m = 36$ kV), para instalaciones fijas tales como las redes de distribución o las instalaciones industriales.

Cinta señalizadora

Cinta señalizadora color rojo

Será de polietileno de alta calidad, resistente a los álcalis y ácidos, de 152 mm de ancho x 1/10 mm de espesor, elongación 250%. Llevará la

siguiente inscripción con letras negras que no pierdan su color con el tiempo: PELIGRO DE MUERTE 20 000 VOLTIOS.

Cinta señalizadora celeste (cliente particular)

Será de polivinílico PVC dieléctrico con cierta resistencia al traqueo y al medio ambiente, de 100 mm. de ancho, de forma lineal y lisa. Esta cinta será utilizada para diferenciar los cables particulares con los cables de ENEL, pues la cinta señalizadora adhesiva particular es de color celeste.

Zanjas

El cable será instalado en zanja de 0.60 x 1.10 m. de profundidad, sobre una capa de tierra cernida compactada de 10 cm. de espesor, señalizada en todo su recorrido por una hilera continua de ladrillos a 0.15 m por encima del cable y cinta señalizadora plástica de color rojo especial colocada a 0.20 m. por encima de la hilera de los ladrillos. Según se indica en los planos. La tierra de será compactada por capas cada uno de 0.20m.

Tubos de PVC SAP 6" Ø.

Se utilizarán tubos de PVC – SAP, Fabricadas bajo la Norma Técnica peruana (NTP) 399.006:2003. TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO de paredes lisas destinadas a instalaciones eléctricas. Los ductos deben hallarse en perfecto estado a simple vista, no presentar perforaciones, fisuras, desintegración en escamas, deformaciones en el sentido del eje del ducto (curvatura) ni en el sentido diametral del ducto (disminución del diámetro), líneas de falla, signos de maltrato, etc. El extremo de los ductos dentro de las cámaras debe presentar los bornes redondeados y lisos para evitar que hieran los cables.

- Peso Específico : 1,42 gr/cm³ a 25° C
- Estabilidad Dimensional a 150° C : < 5%
- Coeficiente de dilatación térmica : 0,08 mm/m/°C

- Inflamabilidad : auto extingüible
- Coeficiente de fricción : $n = 0,009$
- C Hazen & William : 150 Punto
- Tensión de diseño : 100 kg/cm³
- Resistencia a la tracción : 560 kg/cm³
- Resistencia a la flexión : 750 -780 kg/cm³
- Resistencia a la compresión : 610 -650 Kg/cm³
- Módulo de Elasticidad : 30000 kg/cm³

Terminal interior para cable seco 24 kV

Serán del tipo corto, termocontraíble, para uso interior para cable de 50 mm², N2XSY, 18/ 30 kV.

Estará compuesto por el sistema de tubos de goma termocontraíble con la necesidad de fuentes de calor o fuego, la contracción deber ser hermética para evitar la penetración de humedad y evite la formación de burbujas de aire. Se deberá de incluir una cinta de control de campo de un alta constante dieléctrica, para la reducción de los gradientes de potenciales en el campo eléctrico que rodea al terminal, en la parte donde se ha cortado el blindaje electrostático.

- Tensión nominal : 24 kV
- A.C. resistencia, 1min : 65 kV
- D.C. resistencia, 15min : 105 kV
- Resistencia al impulso 1,2 x 50 μ s : 150 kV
- Resistencia en humedad, 10 s : 60 kV

- Resistencia en seco, 6 horas : 55 kV
- Línea de fuga mínima : 500 mm

Obras civiles

La subestación tendrá el área necesaria para albergar los equipos de llegada y protección al transformador. Será un cuarto de material noble con las paredes de 0,15 m. El acabado de los pisos será de cemento pulido y los muros tienen un acabado caravista en la parte externa y tarrajeo en el lado interno.

Tendrá las siguientes dimensiones externas:

- Longitud : 4.50 m
- Ancho : 5.20 m
- Altura : 2.80 m

Empotrados en el piso se dejarán los rieles para el soporte y fijación del transformador.

El acceso principal a la subestación será a través de una puerta metálica del tipo doble hoja de 1.90 m x 2,00 m

Celdas de media tensión

Las celdas serán del tipo modular compacta, y sus características se muestran en el catálogo referencial adjunto (ver anexos).

El sistema de celdas 24 kV, estará compuesto por unidades modulares y compactas bajo cubierta metálica, compartimentadas, con aparatos de corte y/o seccionamiento en ejecución fija y atmósfera SF6.

Este tipo de celdas autoportadas son fabricadas con estructuras de plancha de fierro LAF doblada de hasta 3,0 mm, puertas de 2,5 mm, techo y tapas de 2,0 mm; así mismo son fabricadas a prueba de arco interno y poseen ensayos de tipo según las normas IEC 60694 y 62271-200.

Las unidades cumplen con las recomendaciones de las normas:

- IEC 298, 265, 129, 694, 420, 56.
- UTE: NFC13.100, 13.200, 64130, 64160.

El sistema se encuentra dimensionado para montaje interior y exterior, grado de protección IP2X, siendo el color estándar de pintura de terminación gris RAL9002.

Todas las funciones de comandos se encuentran centralizadas en la parte frontal de las distintas unidades, recomendándose por lo tanto el montaje contra la pared, separadas a 10 cm de la misma, con el consiguiente ahorro en la obra civil asociada.

El sistema dispone de características de seguridad para el operador, a través de una serie de enclavamientos que imposibilitan el acceso a partes bajo tensión, así como también la imposibilidad de maniobras erróneas.

Es importante señalar que, para la conexión de cables de media tensión a las distintas unidades del sistema, no deberá requerirse el uso de terminales de cables especiales. Las celdas tendrán las siguientes dimensiones:

Tipo Celda	Frente (mm)	Altura (mm)	Profund. (mm)
Llegada (remonte).	500	1950	1000

Salida y Protección del transformador.	375	1950	1300
--	-----	------	------

Tabla 14. Dimensiones de las celdas

Celda modular de remonte (llegada)

Equipamiento

- Aislador Capacitivo 24kV, 60Hz
- Lámparas señalizadoras de Presencia se tensión
- Resistencia de calefacción 150W, 220Vac

Transformador de corriente toroidal

Transformador de Corriente Toroidal, encapsulado en resina epóxica

Características

- Aplicación : Protección
- Relación : 50-100 / 1 A
- Potencia : 1 VA
- Clase de Precisión : 5P20
- Nivel de Aislamiento B.T. : 50kV
- Diámetro Interior : Interior

Accesorios

- Placa de características

- Tapa de bornes en el lado de B.T
- Borne para conexión de puesta a tierra
- Niples para fijación

Celda modular de salida

Equipamiento

Seccionador de Potencia Tripolar, uso interior, de apertura de arco en SF6, mando manual para maniobra desde el frente de la celda.

Características

- Tensión Nominal : 24kV
- Corriente Nominal : 630A
- Corriente de Interrupción : 630A
- Poder de Cierre : 50kA
- Corriente de corta duración Ith : 20kA
- BIL : 125kV
- Tensión de Ensayo 60Hz : 50kV
- Ejecución : Fija
- Montaje : Lateral

Accesorios

- Bases portafusibles de 200A, con sistema de desconexión automática a la fusión de cualquiera de los fusibles.
- Enclavamiento mecánico con seccionador 89T.
- Enclavamiento mecánico con la puerta.
- Bobina de disparo 24Vcc
- Block de contactos auxiliares
- Cartucho fusible de alto poder de ruptura 24kV, 40A, e=442mm

Relé trifásico digital multifunción

Características

- Funciones de Protección : 50N/51N
- Tensión Auxiliar : 24Vcc
- In Fase : No aplica
- In Neutro : 1/5A
- Frecuencia : 60Hz

Accesorios

- Entradas digitales : No aplica
- Salidas Digitales : 1/5A
- Puerto RS485, con protocolo : 60Hz

Cargador de baterías

Características

- Potencia salida : 120 W
- Tensión de entrada : 240Vac
- Tensión de salida : 24Vcc
- Corriente salida : 5A
- Contacto de salida N : Falla de carga

Transformador de potencia tipo seco (400 KVA)

Equipamiento

Transformador Trifásico marca GBE/ITALIA, seco encapsulado en resina epóxica al vacío, refrigerado por ventilación natural del aire, núcleo de hierro silicoso de grano orientado a bajas pérdidas y bobinado de Aluminio, fabricado de acuerdo a normas IEC.

Características

- Potencia Nominal : 400kVA
- Tensión Primaria : 22.9 – 10 kV
- Regulación de tensión : $\pm 2 \times 2,5\% + 3.3\%$
- Tensión secundaria en vacío : 0.23 kV
- Maniobra de regulación de tensión : Manual en vacío
- Grupo de conexión en MT : YNyn6-Dyn5

- Altura de instalación : 1000 m.s.n.m
- Frecuencia : 60 Hz
- Nivel de ruido : 56/76 dB
- Nivel aislamiento primario
 - Tensión máxima en la red : 24 – 12 kV
 - Tensión de sostenimiento: : 50 – 28 kV
- Nivel aislamiento secundario
 - Tensión máxima en la red : 1.1 kV
 - Tensión de sostenimiento: : 3 kV
- Montaje : Interior
- Servicio : Continuo
- Grado de protección : IP-21
- Tipo de enfriamiento : AN
- Norma de fabricación : IEC 60076
IEC 60076 – 12

Accesorios

- Monitor de temperatura electrónico T154 con contactos de alarma y disparo.
- Sondas PT100 universal (incluido).

- Incluye barras de aluminio para cambio de grupo y tensión en BT, de 400 a 231 V.

Puesta a tierra de subestación

Comprende tres sistemas de puesta a tierra, uno en el lado de Media Tensión, otro en Baja Tensión y otro para neutro del transformador.

Cada pozo a tierra tiene las dimensiones de 1m x 1m x 3.00m, cubierta con tierra vegetal mezclada con aditivos del tipo SANICK-GEL o similar, las dosis necesarias para mejorar la conductividad del terreno.

En el centro del pozo hay una varilla de cobre electrolítico (copperweld) de 5/8" Φ x 2.40m de longitud en cuyo extremo superior, con un conector de cobre tipo A-B a presión para conectar al cable troncal de tierra de la Subestación de calibre 35mm². Para mayor contacto la varilla de cobre está rodeada de un conductor de cobre desnudo de 35mm² de sección en forma helicoidal.

Al pozo de tierra de media tensión irán el cuerpo del transformador, seccionadores y demás elementos soportes de 22.9 kV. (Operación Inicial en 10 Kv.)

La resistencia equivalente a tierra de los pozos de Media, Baja Tensión no será mayor a 25 ohm.

Equipos de seguridad y maniobra

Contará con los siguientes equipos para la puesta en servicio y futuras maniobras en su subestación particular, el cual se encontrarán en un gabinete cercano a la subestación

Pértiga

Pértiga telescópica, tipo tropicalizada para trabajo pesado, de material aislante de alta resistencia mecánica a la tracción y la flexión, con espiga

para accionar los seccionadores unipolares sin carga, con las siguientes características:

Tensión Nominal	: 24 kV
Corriente Nominal	: 400 A
Nivel básico de aislamiento	: 150 kV
Longitud	: 1,6 m

Revelador de tensión

Será un instrumento de prueba, que emplea el gradiente del campo electrostático, a medida que se aproxime al conductor energizado. Vendrá provisto con luces centellantes y sonidos audibles que alerten al operador.

Vendrá provisto con un selector de rango de la tensión a probar (0-60 kV), la alimentación será con baterías alcalinas a 9 V.

Varilla extractora de fusibles de alta tensión

Se proveerá de una varilla aislada hasta 24 kV, vendrá provistas con muelas de extracción, adecuadas para fusibles de alta tensión que se prevén, tendrán una longitud mínima de 1335 mm y vendrán provisto de una pantalla intermedia de no menos de 12 cm de diámetro, la muela de extracción permitirá fusibles de hasta 80 mm de diámetro.

Banco de Maniobras

Consistente en una plataforma de 0,80 x 0,80 m de material aislante de 40 mm de espesor, aproximadamente de modo que pueda resistir un peso de 100 kg.

La plataforma será soportada por cuatro aisladores con tacos de caucho de resistencia mecánica a la compresión, impacto y dureza con pieza de fijación a la plataforma.

Zapatos Dieléctricos

Un par de la talla del operador, con suela y tacones de jebe de alto aislamiento eléctrico, los que deberán ser clavados con clavijas de madera o cocidos, no se permitirán clavos o partes metálicas. Fabricados según normas NTP 241.004 Y NTP241.016

Casco

El casco Dieléctrico fabricados según norma ANSI Z89.1-1997, clase E, Tipo II, serán de polietileno de alta densidad, no inflamable, resistente al impacto y a la penetración, no permite la absorción del agua.

Guantes

Un par de guantes N° 10, de jebe u otro material aislante para uso eléctrico a una tensión nominal de 24 kV.

Piso de Jebe

De ancho y largo de acuerdo con dimensiones del ambiente interior de la subestación, mínimo de ½" de espesor aproximado, de una sola pieza, superficie lisa, según indicaciones del código Nacional de Electricidad.

Señalización-Cartilla

En cada celda llevará la señalización en las puertas con el símbolo de presencia de corriente eléctrica, y leyenda "Alta Tensión Peligro de Muerte", en letras y símbolo de color rojo con fondo amarillo.

Se colocará una cartilla en idioma castellano con instrucciones de primeros auxilios en caso de accidentes por contacto eléctrico, de dimensiones no menor de: 1,00 x 0,80 metros.

Diagrama Unifilar

En marco de aluminio protegido con acrílico indicado en las celdas de media tensión, así como en los tableros generales de baja tensión.

Lentes de Seguridad

Anteojos de policarbonato 56 CL, con protección lateral y patilla fija, la montura y las lunas serán a la medida de cada trabajador.

Se fabricarán según normas internacionales ANSI Z87.1 – 1989.

V.1.3 Cálculos justificativos

Dimensionamiento del Transformador de Distribución

Demanda máxima: 250 kW

Teniendo en cuenta que por recomendación del proveedor el transformador debe de funcionar en un 70 – 80% se realiza el siguiente calculo:

$$\begin{array}{rcl} 250 \text{ kW} & \longrightarrow & 70\% \\ X & \longrightarrow & 100\% \end{array}$$

$$X = \frac{250 \text{ kW} * 100\%}{70\%}$$

$$X = 357.143 \text{ kW}$$

Aplicando un factor de potencia de 0.85 se tiene:

$$\text{Potencia (kVA)} = 357.143 / 0.85 = 420.168 \text{ kVA}$$

Por lo que se instalará un transformador de 400 kVA, con el cual se tendrá un funcionamiento del 73.5% de su capacidad total.

Cálculos justificativos en 10 kV

Dimensionamiento del cable subterráneo 10 kV

Condiciones:

Potencia a transmitir: 400 kVA

Demanda máxima: 250 kW

Tensión nominal: 10 kV

Factor de potencia: 0.85

Potencia de cortocircuito:	100 MVA
Tiempo actuación de protección:	0.02 s
Temperatura del terreno:	25 °C
Profundidad de instalación del cable:	1.10 m
Tipo de cable a utilizar:	N2XSY
Sección:	50 mm ²

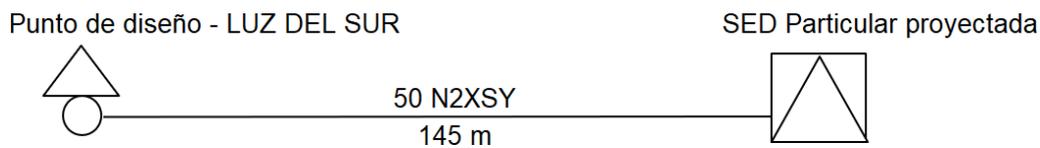


Figura 16, Diagrama Simplificado del Sistema de Utilización en MT para 10kV

Condiciones de instalación del cable tipo N2XSY, consideradas como normales:

- a. Resistividad térmica del terreno: 1.5 K.m/ W.
- b. Temperatura del terreno: 20 °C.
- c. Profundidad de instalación: 1.00 m
- d. Capacidad del cable bajo las condiciones indicadas: 203 A

Cálculo por corriente de carga

Factores de corrección por condiciones de instalación:

- Resistividad térmica del terreno 3.0 K.m/ W.
Tabla 5B (CNE): 0.96
- Temperatura de instalación 25°C
Tabla 5A (CNE): 0.96
- Profundidad de instalación: 1.10m
- Por proximidad con otros cables tendidos

bajo el suelo (2 circuitos) Tabla 5D (CNE): 0.90

$$F_{eq} = 0.96 \times 0.96 \times 0.97 \times 0.9 = 0.805$$

$$I_n = \frac{P(kVA)}{\sqrt{3}xV(kV)} = 23.094 A$$

Luego, la corriente de diseño: $I_d = I_n \times 1.2 = 27.71 A$

La corriente de carga será: $I_c = Cap_N \times F_{eq} = 163.33 A$

El cable 3-1 x 50 mm², N2XSY, con capacidad nominal de 203 A, transportará la corriente actual y la posible futura.

Cálculo por caída de tensión

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}LxI}{1000} (rcos\phi + xsen\phi)$$

L, longitud del circuito: 145 m

I, corriente nominal: 23.094 A

r, resistencia por unid. de longitud: 0.4937 Ω / Km

x, reactancia por unid. de longitud: 0.2362 Ω / Km

Sen ϕ : 0.527

Reemplazando valores:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 145 \times 23.094}{1000} (0.4937 \times 0.85 + 0.2362 \times 0.527)$$

$$\Delta V = 3.16V$$

$$0.0316\% \text{ de } 10 \text{ kV}$$

Por la tanto se cumple que: $\Delta V \ll 3.5\% \text{ de } 10kV$

Cálculo de corriente de cortocircuito en el cable

Condiciones:

I_{cc}: Corriente de cortocircuito permanente

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}(MVA)}{\sqrt{3}xV(kV)}$$

$$I_{cc} = \frac{100 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV}} = 5.774 \text{ kA}$$

Cálculo de corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el cable (I_{km})

I_{km}: Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable

S: Sección del cable

t: Duración del cortocircuito

$$I_{km} = \frac{0.143 \times S}{\sqrt{t}}$$

$$I_{km} = \frac{0.143 \times 50}{\sqrt{0.02}} = 50.558 \text{ kA}$$

Se calculó I_{cc} = 5.774 kA en el sistema.

Como I_{cc} es menor que I_{km}, el cable puede soportar la corriente de cortocircuito.

Determinación de la potencia de cortocircuito (P_{ccl}) en la S.E. proyectada

Impedancia del sistema:

$$Z_l = \frac{V^2}{P_{ccl}} \text{ Ohm}$$

$$Z_l = \frac{10^2}{100} = j1.000 \text{ Ohm}$$

Impedancia del cable:

Las características del cable seleccionado son:

$$r: 0.4937 \text{ Ohm/Km}$$

$$x: 0.2362 \text{ Ohm/Km}$$

$$L: 0.145 \text{ Km}$$

Luego:

$$Z_c: (r + jx)L$$

$$Z_c: (0.4937 + j0.2362) \times 0.145$$

$$Z_c: 0.0715865 + j0.034249$$

La impedancia total hasta las barras de M.T. es:

$$Z_u: Z + Z_c$$

$$Z_u: 0.0715865 + j1.034$$

$$|Z_u|: 1.0367 \text{ Ohm}$$

Luego la potencia de cortocircuito en la subestación particular es:

$$P_{ccl} = \frac{V^2}{Z_u}$$

$$P_{ccl} = \frac{10^2}{1.0367} = 96.458 \text{ MVA}$$

Cálculo de la corriente de cortocircuito en barras:

$$I_{ccl} = \frac{P_{ccl}}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_{ccl} = \frac{96.458}{\sqrt{3} \times 10} = 5.569 \text{ kA}$$

Cálculos justificativos en 22.9 kV

Dimensionamiento del cable subterráneo 22.9 kV

Condiciones:

Potencia a transmitir: 400 kVA

Demanda máxima: 250 kW

Tensión nominal: 22.9 kV

Factor de potencia: 0.85

Potencia de cortocircuito: 200 MVA

Tiempo actuación de protección: 0.02 s
 Temperatura del terreno: 25 °C
 Profundidad de instalación del cable: 1.10 m
 Tipo de cable a utilizar: N2XSY
 Sección: 50 mm²

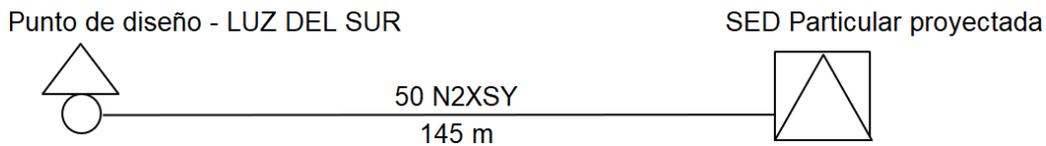


Figura 17, Diagrama Simplificado del Sistema de Utilización en MT para 22.9kV

Condiciones de instalación del cable tipo N2XSY, consideradas como normales:

- a. Resistividad térmica del terreno: 1.5 K.m/ W.
- b. Temperatura del terreno: 20 °C.
- c. Profundidad de instalación: 1.00 m
- d. Capacidad del cable bajo las condiciones indicadas: 203 A

Cálculo por corriente de carga

Factores de corrección por condiciones de instalación:

- Resistividad térmica del terreno 3.0 K.m/ W.
 Tabla 5B (CNE): 0.96
- Temperatura de instalación 25°C
 Tabla 5A (CNE): 0.96
- Profundidad de instalación: 1.10m
- Por proximidad con otros cables tendidos

bajo el suelo (2 circuitos) Tabla 5D (CNE): 0.90

$$F_{eq} = 0.96 \times 0.96 \times 0.97 \times 0.9 = 0.805$$

$$I_n = \frac{P(kVA)}{\sqrt{3} \times V(kV)} = 10.085 A$$

Luego, la corriente de diseño: $I_d = I_n \times 1.2 = 12.10 A$

La corriente de carga será: $I_c = Cap_N \times F_{eq} = 163.33 A$

El cable 3-1 x 50 mm², N2XSY, con capacidad nominal de 203 A, transportará la corriente actual y la posible futura.

Cálculo por caída de tensión

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} L x I}{1000} (r \cos \phi + x \sin \phi)$$

L, longitud del circuito: 145 m

I, corriente nominal: 10.09 A

r, resistencia por unid. de longitud: 0.4937 Ω / Km

x, reactancia por unid. de longitud: 0.2362 Ω / Km

Sen ϕ : 0.527

Reemplazando valores:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 145 \times 10.09}{1000} (0.4937 \times 0.85 + 0.2362 \times 0.527)$$

$$\Delta V = 1.38V$$

$$0.0060\% \text{ de } 22.9 \text{ kV}$$

Por la tanto se cumple que: $\Delta V \ll 3.5\% \text{ de } 22.9 \text{ kV}$

Cálculo de corriente de cortocircuito en el cable

Condiciones:

I_{cc}: Corriente de cortocircuito permanente

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}(MVA)}{\sqrt{3} \times V(kV)}$$

$$I_{cc} = \frac{200 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 22.9 \text{ kV}} = 5.042 \text{ kA}$$

Cálculo de corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el cable (I_{km})

I_{km}: Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable

S: Sección del cable

t: Duración del cortocircuito

$$I_{km} = \frac{0.143 \times S}{\sqrt{t}}$$

$$I_{km} = \frac{0.143 \times 50}{\sqrt{0.02}} = 50.558 \text{ kA}$$

Se calculó I_{cc} = 5.042 kA en el sistema.

Como I_{cc} es menor que I_{km}, el cable puede soportar la corriente de cortocircuito.

Determinación de la potencia de cortocircuito (P_{cc}) en la S.E. proyectada

Impedancia del sistema:

$$Z_l = \frac{V^2}{P_{cc}} \text{ Ohm}$$

$$Z_l = \frac{22.9^2}{200} = j2.622 \text{ Ohm}$$

Impedancia del cable:

Las características del cable seleccionado son:

$$r: 0.4937 \text{ Ohm/Km}$$

$$x: 0.2362 \text{ Ohm/Km}$$

$$L: 0.145 \text{ Km}$$

Luego:

$$Z_c: (r + jx)L$$

$$Z_c: (0.4937 + j0.2362) \times 0.145$$

$$Z_c: 0.0715865 + j0.034249$$

La impedancia total hasta las barras de M.T. es:

$$Z_u: Z + Z_c$$

$$Z_u: 0.0715865 + j2.656$$

$$|Z_u|: 2.6573 \text{ Ohm}$$

Luego la potencia de cortocircuito en la subestación particular es:

$$P_{ccl} = \frac{V^2}{Z_u}$$

$$P_{ccl} = \frac{(22.9)^2}{2.6573} = 197.350 \text{ MVA}$$

Cálculo de la corriente de cortocircuito en barras:

$$I_{ccl} = \frac{P_{ccl}}{\sqrt{3} \times V} = \frac{197.350}{\sqrt{3} \times 22.9} = 4.976 \text{ kA}$$

Cálculo de puesta a tierra

Datos del Terreno, resistividades medidas a distancias (a):

$$a=1\text{m} \quad \rho=125 \text{ ohm-m}$$

$$a=2\text{m} \quad \rho=130 \text{ ohm-m}$$

$$a=3\text{m} \quad \rho=112 \text{ ohm-m}$$

Para nuestro caso tenemos una resistividad del terreno promedio de 122 ohm-m, que se ubica dentro de los valores del tipo de Resistividad del Grupo B de la tabla N° 10.

Utilizando dos dosis por pozo del tratamiento químico, como es el compuesto THORGEL o similar mezclado con tierra vegetal, se reducirá la resistencia hasta mantener una Resistencia menor a 25 Ohm. (CNE).

Grupo	Características	N° de pozos	Dosis por pozo	R(Ohm)	Holgura	Nivel de resistividad
A	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	1	S/T	20	20%	Muy baja
B	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	1	2	20	20%	Baja
C	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	1	4	20	20%	Media
D	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	1	5	20	20%	Media
E	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	1	7	17.5	25%	Alta
F	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	2	5	17.5	25%	Alta
G	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	3	7	17.5	25%	Muy alta
H	Suelos de resistividad menor a 50 Ohm/m	4	7	17.5	25%	Muy alta

Tabla 15. Características técnicas en suelo de diferente resistividad

Estos valores serán confirmados en obra.

Para el Cálculo de la puesta a tierra, se ha considerado según el Código Nacional de Electricidad, una resistencia máxima de puesta a tierra de 25 ohmios, tanto para baja como media tensión, para lo cual se ha considerado la siguiente expresión:

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{1.36d} \times \frac{2h+L}{4h+L}\right)\Omega$$

Donde:

R1 = Resistencia de la puesta a tierra, ohmios.

ρ = Resistividad del terreno, ohm-m

L = Longitud del electrodo, m.

d = Diámetro del electrodo, m.

h = Altura del electrodo debajo del nivel del piso, m.

Para el caso de un pozo de tierra típico se tendrá un electrodo tipo Copperweld o de cobre de 2,40m, 5/8"Ø (16mmØ). Para nuestro caso tenemos una resistividad del terreno de 122 ohm-m, a 0,40m debajo del nivel del piso.

Reemplazando datos se tiene:

R1 = 47,46 Ohmios.

Utilizando tratamiento químico, como el compuesto THORGEL ó similar mezclado con tierra vegetal, se reduce esta resistencia hasta un 50%.

Considerando una reducción del 50% se obtendría una resistencia de:

$$R1 = 23.73 \text{ Ohmios} < 25 \text{ ohmios}$$

En el caso materia del proyecto se contará con dos pozos de tierra, lo que garantiza que se cumple con lo recomendado por el Código Nacional de Electricidad.

Estos valores serán confirmados en obra.

Selección del fusible de protección

El dimensionamiento del fusible se ha tomado de la “Tabla de Selección N°1” del fabricante “ABB”.

Dimensionamiento del fusible 10 kV:

Para elegir los fusibles 10 kV adecuados que protegerán el transformador de 400 kVA, se aplicará el siguiente criterio:

La intensidad nominal del fusible tiene que ser superior a 1,3 Inom.

La corriente nominal se determina: Inom. = 23.094 A.

$$I_{fus} = 1,30 \times 23.094 \text{ A} = 30.02 \text{ A.}$$

Entonces se elige fusible limitador de corriente tipo CEF de 40A.

Dimensionamiento del fusible 22.9 kV:

Para elegir los fusibles 22.9 kV adecuados que protegerán el transformador de 400 kVA, se aplicará el siguiente criterio:

La intensidad nominal del fusible tiene que ser superior a 1,3 Inom.

La corriente nominal se determina: Inom. = 10.085 A.

$$I_{fus} = 1,30 \times 10.085 \text{ A} = 13.11 \text{ A.}$$

Entonces se elige fusible limitador de corriente tipo CEF de 20A.

Tensión de Línea [kV]	POTENCIA DEL TRANSFORMADOR [kVA]																			
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3500
3	16	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*				
5	10	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*	315*	
6	10	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315	315*
10	6	10	10	16	16	16	25	25	25	31,5	40	63	63	63	80	100	100	160	200	250*
12	6	10	16	16	16	16	25	25	25	31,5	40	63	63	63	80	100	160	160	200	250*
15	6	10	10	16	16	16	16	20	25	25	31,5	40	63	63	63	100	100	125	200	200
20	6	10	10	10	16	16	16	20	20	20	31,5	31,5	40	63	63	80	100	125	160	
24	6	10	10	10	10	16	16	20	20	20	31,5	40	63	63	63	80	100	125	125	
30	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	40	2x40	2x40		
36	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	2x40	2x40		
Baja Tensión	FUSIBLES DE ALTATENSION I_n [A]																			
220V		80	100	125	160	200	250	250	315	400	500	630								
380V		50	63	100	100	125	125	200	250	250	350	400	400	500	630					
500V		40	50	80	80	100	100	160	160	200	250	350	350	400	500	630				

Figura 18, Fusibles tipo CEF según fabricante – Tabla de selección

Para lograr una buena protección, es necesario hacer un análisis de las curvas de operación Tiempo – corriente de las protecciones involucradas en el circuito.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3}xV} = \frac{400}{\sqrt{3}x10} = 23.094 A$$

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3}xV} = \frac{400}{\sqrt{3}x22.9} = 10.085 A$$

Donde:

P : Potencia nominal transformador, kVA.

V : Voltaje nominal, V.

I_n : Corriente nominal, A.

Cálculo de corriente de inserción del transformador

Un factor importante a considerar, es la corriente de inserción que se origina en la conexión del transformador, la cual según norma ANSI llega a ser 12 veces la corriente a plena carga del transformador durante un tiempo de 0.1 s. Frente a esta corriente de inserción el fusible de 16A no debe operar.

- **Para 10 kV:**

$$I(\text{inserción}) = 12 I_n.$$

$I(\text{inserción}) = 277.128 \text{ A.}$

▪ **Para 22.9 kV:**

$I(\text{inserción}) = 12 I_n.$

$I(\text{inserción}) = 121.02 \text{ A.}$

Determinación de la potencia de cortocircuito en la SE proyectada.

En 10 kV

Corriente de Cortocircuito trifásico en la SED (LUZ DEL SUR), en 10kV.

$$I_{cc3\emptyset} = 5.774 \text{ kA}$$

Corriente de Cortocircuito bifásico en el SED (LUZ DEL SUR)

$$I_{cc2\emptyset} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{cc3\emptyset}$$

$$I_{cc2\emptyset} = 5 \text{ kA}$$

Corriente de Cortocircuito trifásico en S.E. particular.

$$I_{cc3\emptyset} = 5.569 \text{ kA}$$

Corriente de Cortocircuito bifásico en S.E. particular.

$$I_{cc2\emptyset} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{cc3\emptyset}$$

$$I_{cc2\emptyset} = 4.823 \text{ kA}$$

Determinación de la potencia de cortocircuito en la SE proyectada.

En 22.9 kV

Corriente de Cortocircuito trifásico en la SED (LUZ DEL SUR), en 20kV.

$$I_{cc3\emptyset} = 5.042 \text{ kA}$$

Corriente de Cortocircuito bifásico en el SED (LUZ DEL SUR)

$$I_{cc2\emptyset} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{cc3\emptyset}$$

$$I_{cc2\emptyset} = 4.367 \text{ kA}$$

Corriente de Cortocircuito trifásico en S.E. particular.

$$I_{cc3\phi} = 4,976 \text{ kA}$$

Corriente de Cortocircuito bifásico en S.E. particular.

$$I_{cc2\phi} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{cc3\phi}$$

$$I_{cc2\phi} = 4.309 \text{ kA}$$

Criterios adoptados para la coordinación de fusibles

Por el extremo de la carga, el transformador de potencia de 400 kVA está protegido con fusibles de 40 A en 10 kV y 20 A en 22.9 kV.

De acuerdo al manual del fusible, la selección del fusible 40 A y 20 A es adecuada para el transformador.

En la figura adjunta, se presentan las curvas de selectividad propuestas, considerando los niveles de corrientes de cortocircuitos trifásicos y bifásicos, es en base a estas curvas que se hace el presente análisis:

- a) Si la falla no es eliminada por el interruptor termomagnético, debe operar el fusible de 20 A ubicado en la subestación. Con los ajustes propuestos, el fusible despeja la falla trifásica y bifásica en un tiempo menor a 0,01 s.
- b) Para una falla trifásica o bifásica del transformador de potencia, el fusible de 20 A actúa en un tiempo instantáneo.
- c) El fusible ubicado en la SE de Luz del Sur actuaría como respaldo en el despeje de la falla en un tiempo de 0,02s.

Coordinación de las protecciones

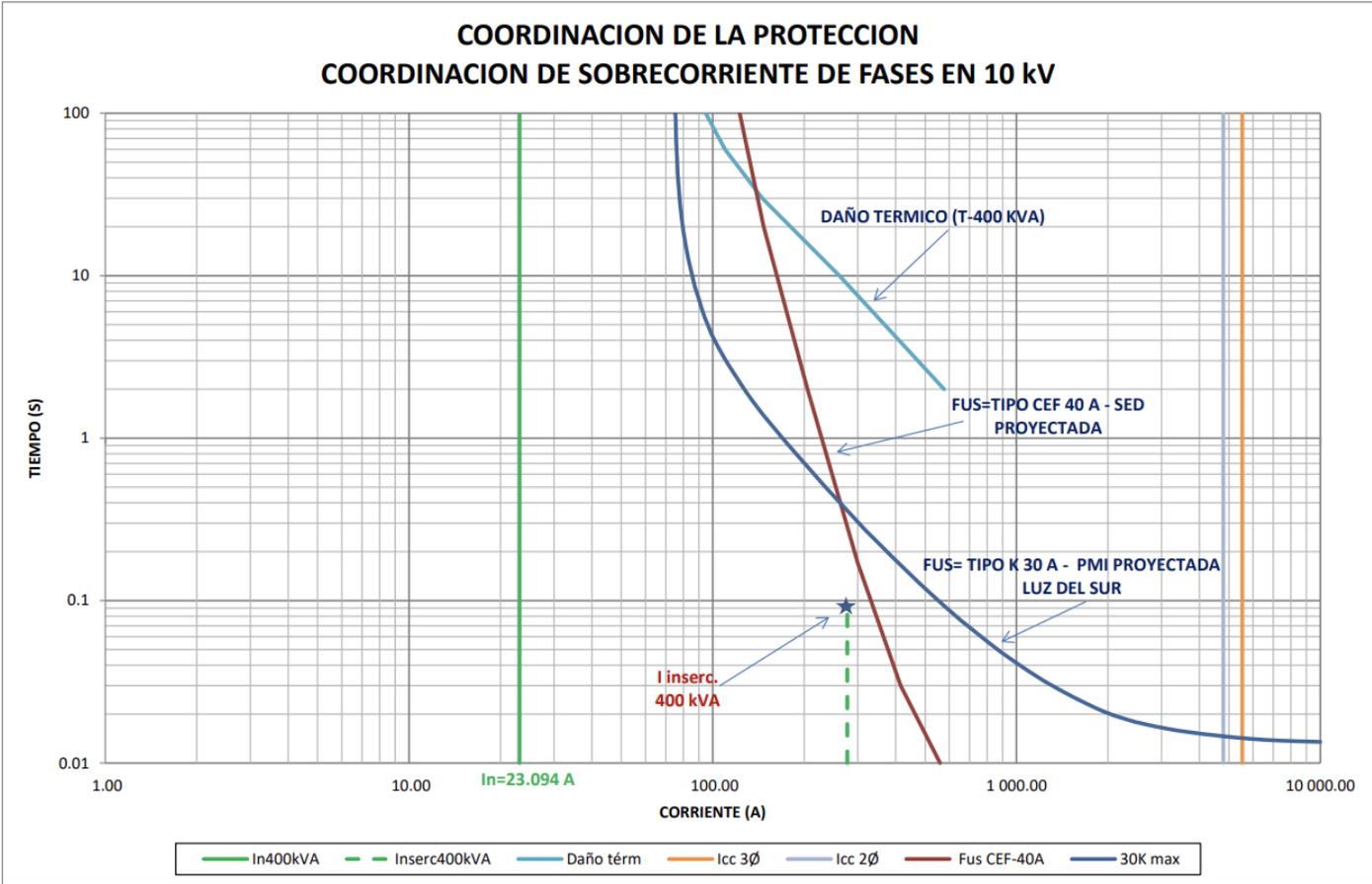


Figura 19, Coordinación de la protección de sobrecorriente en 10kV

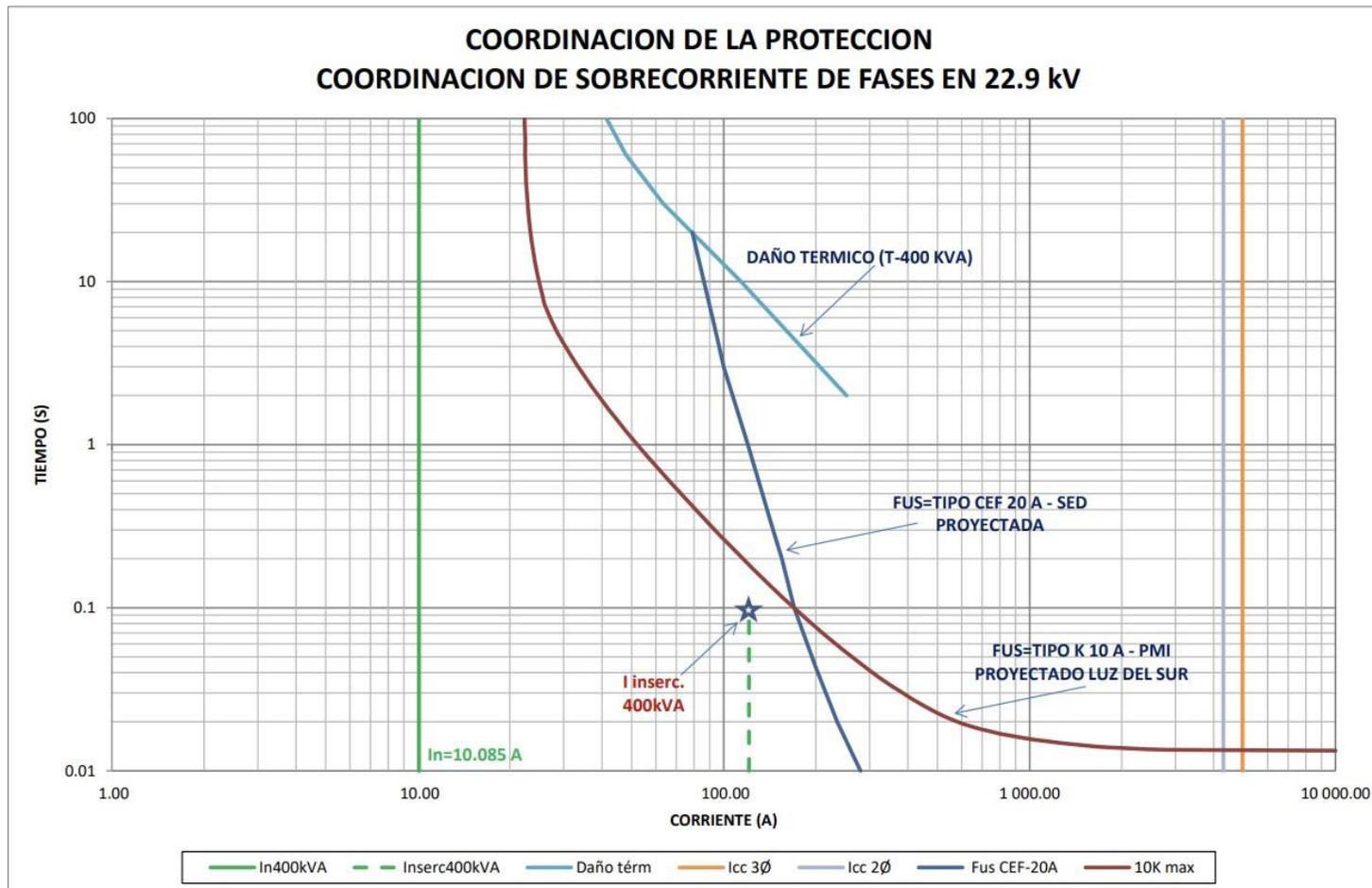


Figura 20, Coordinación de la protección de sobrecorriente en 22.9kV

V.1.4 Metrado

CLIENTE : CORPORACION PRIMAX S.A.
DESCRIPCIÓN : SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9kV (OPERACIÓN INICIAL 10KV)
N
DIRECCIÓN CARRETERA RAMIRO PRIALE KM 8.3 SANTA MARIA DE HUACHIPA.

ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCION
------	-------	-------	-------------

RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA MT (SUBTERRÁNEA)

1	145	Mt.	Cable Seco Unipolar N2XSY 18/30 kV - 3-1x50 mm2
2	2	Kit	Terminal Exterior Cable Seco N2XSY 24 kV - 50 mm2
3	120	Mt.	Apertura y cierre de zanja para redes de media tensión (Cualquier tipo de terreno)
4	109	M2	Rotura y reparación de veredas > 10 cm. de espesor (baldosas)
5	11	M2	Rotura y reparación de pista (cruzada)
6	0.5	Millar	Ladrillo común durante el recorrido
7	145	Mt.	Conductor Tipo TW - Cableado - 35.0 mm2 Amarillo
8	120	Mt.	Cinta Plástica Señalizadora MT - Celeste
9	120	Mt.	Cinta Plástica Señalizadora MT - Roja

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COMPACTA MODULAR DE 400 KVA

1	3	Unid.	Pozo de Tierra Convencional
2	9	Unid.	Sal higroscópica P. Pozo Puesta Tierra (bolsa 7 Kg)
3	1	Cjto.	Conexión Puesta a Tierra de S.E.
4	1	Kit	Terminal Exterior Cable Seco N2XSY 24 kV - 50 mm2
5	1	Cjto.	Fusible tipo CEF (40 A)
6	1	Cjto.	Celda de Remonte
7	1	Cjto.	Celda de Protección de Transformador en SF6
8	1	Cjto.	Transformador trifásico seco, 400 kVA, 22.9-10/0.23 kV, 60 Hz.
9	1	Kit	Terminal Interior Cable Seco N2XSY 24 kV - 50 mm2
10	50	Mt.	Conductor Tipo TW - Cableado - 35.0 mm2 Amarillo
11	4	Unid.	Terminal a Presión de 1 hueco de Cobre - 35 mm2

Tabla 16. Metrado del Sistema de Utilización en MT

V.15 Selección de opción tarifaria

Usuario Industrial con suministro en M.T con los siguientes datos:

	MD (kW)	
	HP	HFP
Julio	82.1	81.2
Agosto	82.7	82.9
Septiembre	85.6	80.5
Octubre	84.1	79.0
Noviembre	82.7	80.2
Diciembre	83.0	80.5
Promedio	84.9	82.1

Tabla 17. Demanda Eléctrica mensual de Corporación PRIMAX

Energía	
EA HP =	6,144 kWh
EA HFP =	26,616 kWh
Emes =	32,760 kWh
Cos φ =	0.945

Tabla 18. Demanda Eléctrica de Corporación PRIMAX

Energía reactiva		
Energía mes	= 6,144 + 26,616	kWh
Energía mes	= 32,760	kWh (Energía mes de diciembre)
<p style="text-align: center;">$P = 32,760 \text{ kWh}$</p>		
$Q = P \text{ tg}(\cos^{-1}0.945)$		
Energía reactiva (Q)	= 11,338	kVarh
30% E Mes = $0.3 \cdot 32,760$	= 9,828	kWh
E. reactiva = 11,338.44 - 9,828	= 1,510.438	kVarh

Tabla 19. Energía reactiva e Corporación PRIMAX

Proyectamos la energía en HP y HFP para la demanda máxima futura, detallada en el cuadro de cargas, y calculamos las tarifas eléctricas con el pliego tarifario actual, con la tarifa actual en BT y las distintas tarifas MT.

Tarifa BT4 (1E,1P)						
	Cargos	Consumo	Unidad	Tarifa	Unidad	Facturación (S/.)
1	Cargo Fijo			4,47	S/.	4,47
2	Cargo E.A. mes	96,352	kWh	0,3018	S/./kWh	29,079,034
3	Pot. Gen. HP/HFP	241,2	kW	59,44	S/./kW	14,336,928
4	Pot. Dist. HP/HFP	246,6	kW	68,42	S/./kW	16,872,372
5	Energía Reactiva	4,442,422	kVarh	0,053	S/./kVarh	235,448
					TOTAL	60,528.25

Tabla 20. Tarifa con la demanda máxima proyectada en BT4 (tarifa actual)

Tarifa MT2 (2E,2P)						
	Cargos	Consumo	Unidad	Tarifa	Unidad	Facturación (S/.)
1	Cargo Fijo			5,22	S/.	5,22
2	E.A. Punta	18,069	kWh	0,3175	S/./kWh	5,736,908
3	E.A. f. Punta	78,283	kWh	0,2659	S/./kWh	20,815,450
4	Pot. Gen. HP	241,2	kW	59,63	S/./kW	14,382,756
5	Pot. Dist. HP	246,6	kW	16,28	S/./kW	4,014,648
6	Exc. Pot. Dist. H.F.P.	0,0	kW	16,71	S/./kW	0,000
7	Energía Reactiva	4,442,422	kVarh	0,053	S/./kVarh	235,448
					TOTAL	45,190.43

Tabla 21. Tarifa con la demanda máxima proyectada en MT2

Tarifa MT3 (2E,1P)						
	Cargos	Consumo	Unidad	Tarifa	Unidad	Facturación (S/.)
1	Cargo Fijo			4,47	S/.	4,47
2	E.A. Punta	18,069	kWh	0,3175	S/./kWh	5,736,908
3	E.A. f. Punta	78,283	kWh	0,2659	S/./kWh	20,815,450

4	Pot. Gen. HP/HFP	241,2	kW	54,51	S./kW	13,147,812
5	Pot. Dist. HP/HFP	246,6	kW	17,64	S./kW	4,350,024
6	Energia Reactiva	4,442,42 2	kVarh	0,053	S./kVar h	235,448
					TOTAL	44,290.11

Tabla 22. Tarifa con la demanda máxima proyectada en MT3

Tarifa MT4 (1E,1P)						
	Cargos	Consumo	Unidad	Tarifa	Unidad	Facturacion (S/.)
1	Cargo Fijo			4,47	S/.	4,47
2	Cargo E.A. mes	96,352	kWh	0,277 8	S./kWh	26,766,586
3	Pot. Gen. PHP/HFP	241,2	kW	54,51	S./kW	13,147,812
4	Pot. Dist. HP/HFP	246,6	kW	17,64	S./kW	4,350,024
5	Energia Reactiva	4,442,42 2	kVarh	0,053	S./kVar h	235,448
					TOTAL	44,504.34

Tabla 23. Tarifa con la demanda máxima proyectada en MT4

Visualizamos que la tarifa en MT3 resulta más conveniente, pues se obtiene un monto menor de las tres tarifas en MT, la cual es S/. 44,290.11. Ahora realizamos un comparativo con la tarifa en BT4 S/. 60,528.25, obteniendo una rentabilidad mensual de:

$$\text{Ahorro mensual} = 60,528.25 - 44,290.11$$

$$\text{Ahorro mensual} = \text{S/}. 16,238.14$$

Entonces, considerando una tasa de retorno del 6%, tomada como una tasa de inflación conservadora, y una vida útil del proyecto de 25 años (300 meses), así como la inversión inicial tomada del presupuesto, evaluamos el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto.

Calculamos el VAN:

$$VAN = -246,821 + \frac{16,238.14}{(1+0.005)^1} + \frac{16,238.14}{(1+0.005)^2} + \dots + \frac{16,238.14}{(1+0.005)^{300}}$$

$$VAN = 2,273,449.79$$

Calculamos la TIR:

$$0 = -246821 + \frac{16.238.14}{(1+TIR)^1} + \frac{16.238.14}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{16.238.14}{(1+TIR)^{42}}$$

$$TIR = 6.58\% \text{ mensual}$$

Con un VAN positivo y un TIR muy favorable, determinamos que el proyecto es rentable. También es posible determinar que a partir del mes número 16, es decir 1 año y 4 meses, ya se empiezan a obtener rentabilidad, pues el VAN empieza a resultar positivo, considerando la misma tasa de interés de la evaluación anterior.

$$VAN = -24,6821 + \frac{16.238.14}{(1+0.005)^1} + \frac{16.238.14}{(1+0.005)^2} + \dots + \frac{16.238.14}{(1+0.005)^{16}}$$

$$VAN = 2,270.85$$

V.1.6 Planos

Planos del proyecto

IE-01 recorrido de cable de MT (Plano de ubicación, distribución, detalle de instalación de la red MT, cortes, leyenda, notas, etc.).

IE-02 equipamiento electromecánico de MT (cortes, detalles, leyendas, notas, etc.).

IE-03 servicios auxiliares y gabinete de epp's y equipos de maniobra. (cortes, detalles, leyendas, notas, etc.).

Los planos se adjuntan en el anexo.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

VI.1 Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados

Hipótesis General

Se comprueba la hipótesis “El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión atiende la demanda eléctrica de la corporación Primax en Huachipa en 2023”, en base a los resultados obtenidos, considerando la población de estudio, el cuadro de cargas, se realizaron los cálculos correspondientes, de esta manera determinamos la potencia del transformador del tipo convencional con el cual aseguramos que el sistema de Utilización en Media Tensión atiende la demanda eléctrica de la empresa en estudio.

Hipótesis Específica 1

Se comprueba la hipótesis “El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión atiende la potencia contratada de la corporación Primax en Huachipa en 2023”, en base a los resultados obtenidos, habiendo determinado la potencia del transformador del tipo convencional, aseguramos que el sistema de Utilización en Media Tensión atiende la potencia contratada de la empresa en estudio.

Hipótesis Específica 2

Se comprueba la hipótesis “El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión brinda beneficio económico a la corporación Primax en Huachipa en 2023”, en base a los resultados obtenidos, dado que se tomó en consideración la demanda eléctrica en Horas de Punta y Horas Fuera de Punta y se simuló el costo total del servicio aplicando las distintas tarifas eléctricas en Media Tensión y su comparación con una tarifa en Baja Tensión, tomadas del pliego tarifario vigente, determinamos que el

sistema de utilización en media tensión brinda beneficios económicos a la empresa en estudio.

VI.2 Contratación de los resultados con otros estudios similares

En la investigación de Merino y Leiva [15], que tuvo como objetivo determinar de qué manera el Sistema de utilización en 13,2kV Tipo MRT influye en la calidad de servicio de energía para la estación Base Repetidor, Chugay de Propiedad de América Móvil Perú S.A.C, 2019, se logró determinar que existe relación significativa entre el Sistema de Utilización en 13,2 kV tipo MRT con la calidad del servicio eléctrico para la estación base repetidor de estudio, para lo cual la investigación tuvo un diseño no experimental transversal. En nuestra investigación se aplicó el mismo diseño de investigación y se determinó que el Sistema de Utilización en Media Tensión brinda un beneficio económico a la Corporación Primax.

En la investigación de Aliaga et al [16], que tuvo como objetivo determinar de qué manera el Sistema de Utilización en Media Tensión mejora los servicios de salud del hospital de apoyo Daniel Alcides Carrión en Ayacucho, se logró determinar que el Sistema de Utilización en Media Tensión mejora los servicios de salud del hospital de estudio, para lo cual se utilizó un tipo de investigación es descriptivo, explicativo y correlacional. En nuestra investigación se aplicó asimismo el tipo de investigación correlacional y se determinó que el Sistema de Utilización en media tensión brinda un beneficio económico a la Corporación Primax.

En la investigación de Bravo [17], que tuvo como objetivo diseñar un Sistema de Utilización a nivel de 22,9 kV y subestación eléctrica tipo caseta de 1000 kVA con interruptor automático SF6 como sistema de protección, destinado para suministrar energía eléctrica a la planta industrial productora de hielo en bloques para la empresa “Congelados Gutiérrez”, se logró el diseño de un sistema de utilización en media

tensión a nivel 22,9 kV y subestación tipo caseta y demás equipos electromecánicos para satisfacer las necesidades de demanda de energía de la empresa de estudio, en el que se tuvo un enfoque en el diseño y selección de equipos y/o materiales. En nuestra investigación se aplicó el enfoque en la selección de equipos y/o materiales y conseguimos diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para la atención de la demanda eléctrica de Corporación Primax.

En la investigación de Ccapa [4], que tuvo como objetivo diseñar el Sistema de Utilización en media tensión 22,9kV (operación inicial 10kV) para suministrar energía eléctrica a las instalaciones de la empresa MDH-PD S.A.C, se logró el diseño de un Sistema de Utilización en media tensión y mediante cálculos se determinó la selección del transformador de distribución, celdas de protección, fusible y sistema de puesta a tierra. En nuestra investigación se desarrollaron los cálculos justificativos correspondientes y diseñamos el Sistema de Utilización en Media Tensión para la atención de la demanda eléctrica de Corporación Primax.

En la investigación de Fernández [18], que tuvo como objetivo diseñar y seleccionar una metodología de gestión para el estudio del montaje y puesta en servicio del Sistema de utilización en Media y Baja Tensión de 10 kV en cumplimiento con los requisitos legales y técnicos, se logró desarrollar un método para la gestión de proyectos de Sistemas de Utilización, en el que se tuvo un apartado específico para el desarrollo de las especificaciones técnicas del Sistema de Utilización. En nuestra investigación se detallaron las especificaciones técnicas, en las que indicamos las especificaciones de los conductores, transformador, cálculos justificativos, protecciones eléctricas y planos del Sistema de Utilización.

VI.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

En la presente investigación se tuvo en cuenta como aspectos éticos el respeto a los derechos de propiedad intelectual, es decir haciendo uso de referencias y mencionando a los autores de quienes nos hemos apoyado para presentar este proyecto, también se evitó perjudicar a las personas involucradas en la investigación. Finalmente, aseguramos la confiabilidad de los resultados en esta investigación y nos responsabilizamos enteramente por la información emitida en la presente tesis.

VII. CONCLUSIONES

1. Se realizó un correcto diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la demanda eléctrica de Corporación Primax, desarrollando cálculos eléctricos justificativos, elaborando los planos eléctricos de recorrido de cable de Media Tensión, Equipamiento y Servicios Auxiliares y basándonos en normas nacionales e internacionales respetando las distancias mínimas de seguridad.
2. Teniendo en cuenta la potencia contratada solicitada por Corporación Primax, se logró realizar un correcto dimensionamiento del transformador de distribución con un uso del 73.5% como máximo de su capacidad asegurando el buen funcionamiento del Sistema de Utilización y prolongando la vida útil de sus componentes.
3. Se comprobó mediante simulaciones de pagos, cálculos financieros (VAN y TIR) y teniendo en cuenta el pliego tarifario del mes de setiembre del año 2023 de la página de OSINERGMIN, que la tarifa MT3 es la más adecuada para dar mayor beneficio económico a la Corporación Primax, recuperando lo invertido en 16 meses.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para el desarrollo del proyecto se debe conocer a detalle el espacio geográfico en el que se va a intervenir, contar con especificaciones técnicas adecuadas que aseguren nuestro correcto dimensionamiento, así como es importante generar plantillas de cálculos bien detallados para tenerlos disponibles en cualquier proyecto que se quiera desarrollar y tener un compendio con las normas internacionales y nacionales para que sirvan de referencia y consulta en cualquier etapa del proyecto y futura ejecución.
2. Se recomienda que para el cálculo del transformador de distribución se tenga en consideración proponer un margen de reserva para que el transformador opere entre un 70 y 80 por ciento de su capacidad nominal, así prolongamos la vida útil del activo y tenemos la posibilidad de desarrollar futuras ampliaciones, de esta manera la potencia contratada estará cubierta por la capacidad de transformación y con un margen de disponibilidad que otorgue flexibilidad al sistema de utilización, finalmente es importante dimensionar las protecciones en Media Tensión con mucho detalle y considerando los parámetros indicados por la empresa concesionaria de distribución..
3. Se recomienda tener especial cuidado con la valorización del proyecto, pues el monto obtenido será un dato de entrada para calcular el beneficio económico por medio de fórmulas financieras VAN y TIR, asimismo es importante tener el pliego tarifario vigente en el momento de llevar a cabo los cálculos para hacer un comparativo y seleccionar la tarifa que otorgue un mayor beneficio, finalmente se sugiere que cuando el proyecto esté en marcha se monitoree el comportamiento de las tarifas para asegurar que el retorno de la inversión del proyecto se lleve a cabo en el tiempo ofrecido.

IX. Bibliografía

- [1] L. R. Román, "Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio", tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2016.
- [2] N. E. Mendoza y . L. J. Chamorro., "Estudio de pre inversión de un proyecto de normalización del servicio eléctrico en el asentamiento nuevo Israel distrito VI Managua", tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua, 2018.
- [3] MINEM, "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución", Lima, Perú, 2002.
- [4] P. Ccapa, "Diseño del sistema de utilización en media tensión 22,9kV (operación inicial 10kV) para suministrar energía eléctrica a las instalaciones de la empresa MDH-PD S.A.C", tesis de grado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Villa el Salvador, Perú, 2019.
- [5] R. Hernandez, C. Fernandez y P. Baptista, "Metodología de la Investigación", México, 2020.
- [6] C. Bernal, "Metodología de la Investigación", Colombia, 2016.
- [7] S. Palella y F. Martins, "Metodología de la Investigación Cuantitativa", Venezuela, 2012.
- [8] G. Baena, "Metodología de la Investigación", México, 2017.
- [9] Universidad Privada de Tacna, "Protocolo de Investigación de la Facultad de Ciencias Empresariales", Perú, 2014.

- [10] C. Diaz, "Metodología de la Investigación Científica", Perú, 2006.
- [11] C. Alfaro, "Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería", Perú, 2012.
- [12] J. S. Buelvas, "Metodología para la formulación de proyectos que se ajuste a los parámetros establecidos", tesis de grado, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia, 2021.
- [13] J. A. Bravo y A. R. Ochoa, "Diseño de redes eléctricas en medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público para urbanizaciones", tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2022.
- [14] C. D. Sousa, "Redes eléctricas de média e baixa tensão Aspectos de projecto, licenciamento e exploração em contexto operacional", tesis de maestría, Universidad de Porto, Porto, Portugal, 2010.
- [15] J. C. Merino y K. J. Leiva, "Sistemas de Utilización en 13,2 kV tipo MRT para la estación Base Repetidor – Chugay de propiedad de América Móvil Perú S.A.C", tesis de grado, Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú, 2019.
- [16] L. E. Aliaga, J. Balvin y K. Huarhuachi, "Sistema de Utilización en Media Tensión 10.0 kV para el mejoramiento de los servicios de salud del Hospital de apoyo de Huanta "Daniel Alcides Carrión", distrito de Huanta, provincia de Huanta - Ayacucho, 2022", tesis de grado, Universidad Nacional del C, Callao, Perú, 2022.
- [17] V. A. Bravo, "Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión a nivel de 22.9kV y subestación tipo Caseta de 1000 KVA para la empresa Congelados Gutiérrez", tesis de grado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, 2018.

- [18] C. Fernández, "Diseño del sistema de utilización en media y baja tensión para conjuntos habitacionales en Juliaca", tesis de grado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Junín, Perú, 2018.
- [19] A. Y. Oroncoy, "Rediseño de suministro de media tensión 10kV para máxima demanda de 850kW en la empresa UNICON", tesis de grado, UNTELS, Lima, Perú, 2019.
- [20] J. Tamayo, J. Salvador, A. Vásquez y V. Carlo, "La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país", Osinergmin, Lima, Perú, 2016.
- [21] A. Dammert, F. Molinelli y M. A. Carbajal, "Fundamentos Técnicos Y Económicos Del Sector Eléctrico Peruano", Osinegmin, Lima, Perú, 2011.
- [22] G. Rojas, "Manual de líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica", Gedisa, Caracas, Venezuela, 2010.
- [23] MINEM, "Norma técnica de calidad de servicios", Lima, Perú, 2011, p. 4.
- [24] T. Gönen, "Electric Power Distribution Engineering", 3rd Ed, California State University, Sacramento, USA, 2014.
- [25] Structuralia, "Aisladores en líneas eléctricas: materiales, tipos y características principales", 2018.
- [26] EATON, "Reconectores: conceptos fundamentales de los reconectores", 2023.
- [27] M. Salinas, "Crucetas y ménsulas de compuesto polimérico para redes aéreas de media tensión", tesis de grado, UNI, Lima, Perú, 2006.

- [28] MINEM, "Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes primarias para electrificación rural", Lima, Perú, 2003, p. 71.
- [29] Osinergmin, "Fundamentos técnicos económicos del sector eléctrico peruano", Lima, Perú, 2004, p. 187.
- [30] Osinergmin, "Fundamentos técnicos económicos del sector eléctrico peruano", Lima, Perú, 2004, p. 183.
- [31] Osinergmin, "Fundamentos técnicos económicos del sector eléctrico peruano", Lima, Perú, 2004, p. 180.
- [32] Osinergmin, "Fundamentos técnicos económicos del sector eléctrico peruano", Lima, Perú, 2004, p. 185.
- [33] Osinergmin, "Fundamentos técnicos económicos del sector eléctrico peruano", Lima, Perú, 2004, p. 186.
- [34] R. Z. Armas, "Equipamiento y mantenimiento de subestaciones eléctricas de distribución", Instituto de Educación Superior en Perú, Lima, Perú, 2022.
- [35] U. Fenosa, "Documento de información de riesgos", Distribuidora de electricidad de grupo, España, 2016.
- [36] TEC, "Automatizando el crecimiento energético", 2023.
- [37] Revistel, "Celdas de media tensión", 2013.
- [38] C. Transformadores, "Transformadores CH", 2019.
- [39] MINEM, "Código Nacional de electricidad - Utilización", Lima, Perú, 2006, p. 18.
- [40] Cirprotec, "Importancia del sistema de puesta a tierra", 2016.

- [41] I. Barría, "Importancia de la puesta a tierra en el Sistema Eléctrico", 2017.
- [42] MINEM, "Conexiones eléctricas en baja tensión en zonas de concesión de distribución", Lima, Perú, 2004, p. 17.
- [43] Electroindustria, "Conceptos básicos sobre salas eléctricas", 2014.
- [44] MINEM, "Código Nacional de electricidad - Suministro", Lima, Perú, 2011.
- [45] P. Rojas, "Diseño del sistema de utilización en media tensión 22,9KV", tesis de grado, UNTELS, Lima, Perú, 2019.
- [46] Indeco, "Redes de Transmisión y Distribución de Energía", 2018.
- [47] Luz del Sur, "CE-1-809 Identificación de cables particulares", Lima, Perú, 2008, p. 1.
- [48] Inccosac, "Ductos de concreto", 2020,.
- [49] Promotores Eléctricos S.A., "Terminación exterior unipolar", 2021.
- [50] Luz del sur, CI-1-025 Instalación de cables subterráneos en ductos, Lima, Perú, 2008, p. 1.
- [51] Instituto de Educación Superior Tecsup, "Tipo de subestaciones", Lima, Perú, 2021, p. 9.
- [52] BHM Industrial, "Celda de remonte", 2018.
- [53] BHM Industrial, "Celda de transformación".
- [54] BHM Industrial, "Transformador seco encapsulado", 2018,.
- [55] Feeder protection REF601, "Relé numérico básico para redes de distribución", 2023.

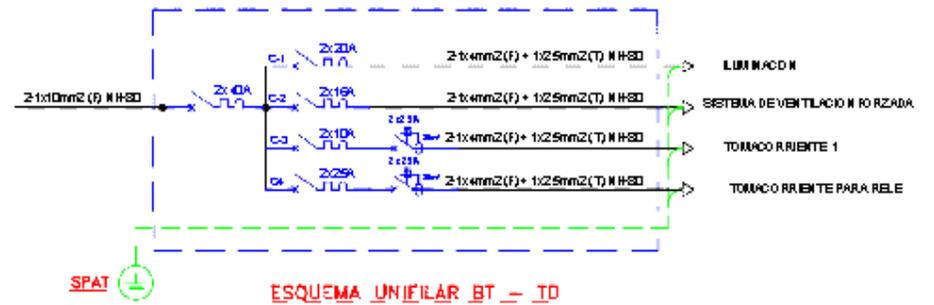
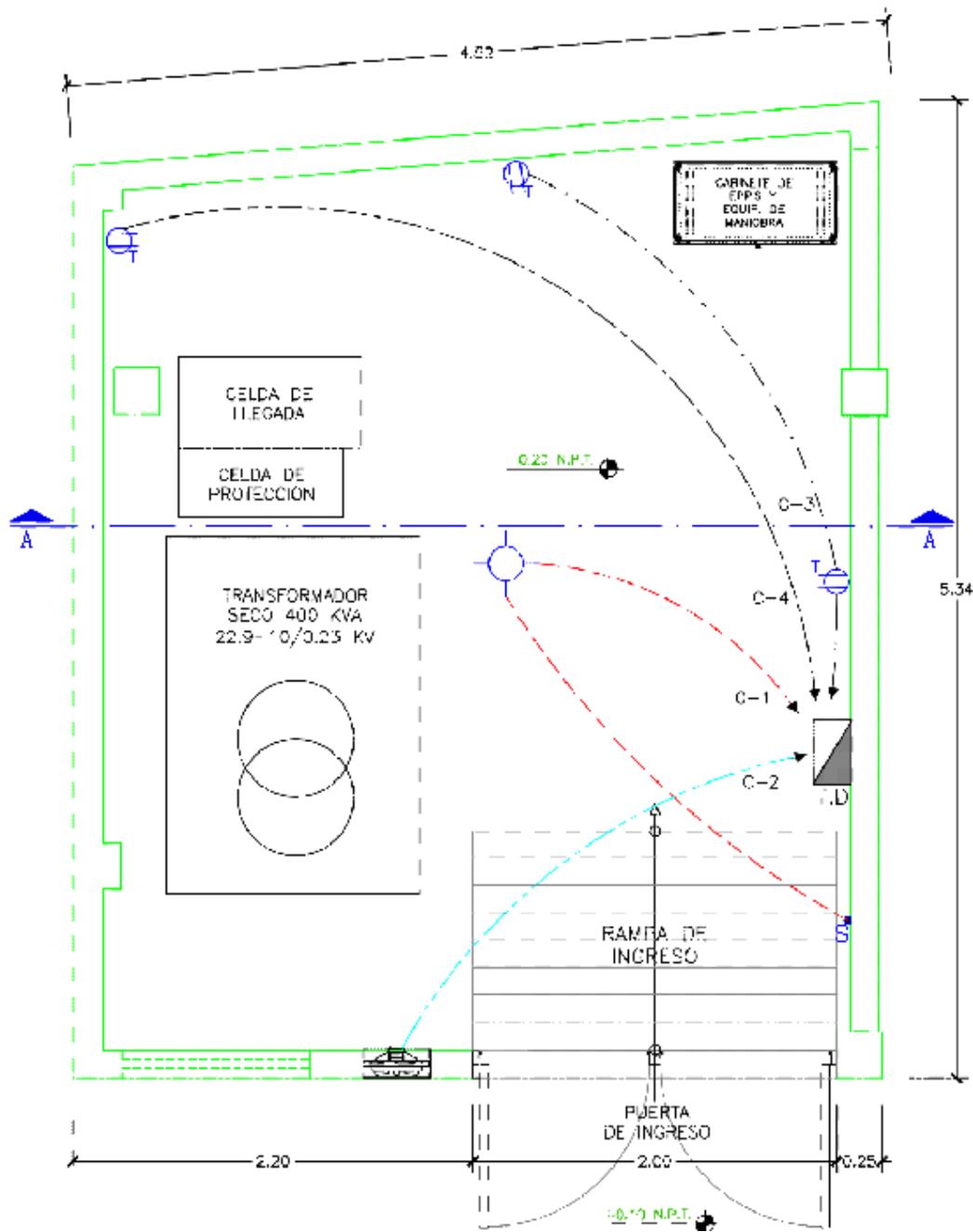
- [56] Fusibles Limitadores de Corriente, "CEF Fusibles para Aplicaciones de Protección", EEUU, 2021, p. 2.
- [57] Promelsa, «Celdas secundarias de Media Tensión - Ficha Técnica,» [En línea]. Available: <https://www.promelsa.com.pe/media/PDF/celdas-aislamiento-mixto-promelsa.pdf>. [Último acceso: octubre 2023].
- [58] Centelsa, «Cables para Media Tensión,» *Cables & Tecnología*, p. 4, abril 2008.
- [59] A. Ortigosa y F. J. Cara, "Comparación de modelos espacio de los estados multivariantes para la predicción de la demanda eléctrica", trabajo fin de grado, Madrid, España, 2016.
- [60] EATON, «Protección confiable para circuitos de media tension,» *Bussman series*, p. 6, 2019.
- [61] Escuela Nacional de la Plata, «Ley de Ohm - Potencia y Energía Eléctrica,» *Escuela Universitaria de Oficios*, p. 4.
- [62] Verox, «Verox.pe,» [En línea]. Available: <https://www.verox.pe/producto/reles-de-proteccion>. [Último acceso: octubre 2023].
- [63] L. Castro, «Diseño de un sistema de puesta a tierra para mejorar las condiciones de operación del área de Cancha de Materiales, CPSAA,» UCV, Perú, 2020.
- [64] J. Lozada, "Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria", Ecuador, 2014.
- [65] B. Robles, "Población y muestra", Perú, 2019.

- [66] A. Quispe, D. Pinto, M. Huamán, B. Gilda y A. Valle-Campos, "Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con SATA y R", Perú, 2020.
- [67] R. Mayorga, K. Sillis, A. Martínez, D. Salazar y U. Mota, "Cuadro comparativo Estadística inferencial y descriptiva", México, 2020.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Diseño metodológico	Población y Muestra
<p><u>Problema general</u></p> <p>¿Cómo diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la demanda eléctrica de corporación Primax en Huachipa en 2023?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la demanda eléctrica de la corporación Primax en Huachipa en 2023.</p>	<p><u>Hipótesis general</u></p> <p>El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión atiende la demanda eléctrica de la corporación Primax en Huachipa en 2023.</p>	<p><u>Variable independiente</u></p> <p>Sistema de Utilización en Media Tensión.</p> <p>Conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador.</p>	<p><u>Tipo de investigación</u></p> <p>El tipo de investigación utilizado es aplicada.</p>	<p><u>Población</u></p> <p>Cargas de los equipos que conforman la estación de la corporación Primax.</p>
<p><u>Problemas específicos</u></p> <p>a) ¿Cómo diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la potencia contratada de la Corporación Primax en Huachipa en 2023?</p> <p>b) ¿Cómo diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para brindar beneficio económico a la corporación Primax en Huachipa en 2023?</p>	<p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>a) Diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para atender la potencia contratada de la Corporación Primax en Huachipa en 2023</p> <p>b) Diseñar el Sistema de Utilización en Media Tensión para brindar beneficio económico a la Corporación Primax en Huachipa en 2023.</p>	<p><u>Hipótesis específicas</u></p> <p>a) El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión atiende la potencia contratada de la corporación Primax en Huachipa en 2023.</p> <p>b) El diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión brinda beneficio económico a la corporación Primax en Huachipa en 2023</p>	<p><u>Variable dependiente</u></p> <p>Demanda Eléctrica de Corporación Primax.</p> <p>La demanda eléctrica es una medida de la tasa que promedia el consumo de las instalaciones eléctricas en un período de tiempo concreto</p>	<p><u>Diseño de investigación</u></p> <p>El diseño que se desarrolla en la tesis es el no experimental. transversal</p> <p><u>Método de investigación</u></p> <p>El método de investigación que se utilizará es el hipotético deductivo.</p>	<p><u>Muestra</u></p> <p>Cargas de los equipos que conforman la estación de la corporación Primax</p>



LEYENDA	
	ILUMINACION (FLUORESCENTE)
	TOMACORRIENTE
	REJILLA (SYSTEMA DE VENTILACION)
	TRANSFORMADOR 22.9-10 / 0.25 KV
	TABLENO DE DISTRIBUCION
	INTERRUPTOR SUPLE

