

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**“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 PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**AUTORES:**

**ALIAGA OLIVERA, LUIS EDSON**

**BALVIN GONZALES, JEANPIERRE**

**HUARHUACHI PILLACA, KILDER**

**ASESOR:** Mg. Ing. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Ingeniería y Tecnología

Callao, 2022

PERÚ



## INFORMACIÓN BÁSICA

- **FACULTAD**

Facultad de ingeniería eléctrica y electrónica

- **UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

Escuela de Pregrado

- **TÍTULO**

“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”

- **AUTOR(ES)**

Nombre: Kilder Huarhuachi Pillaca

DNI:73688850

Código ORCID: 0000-0001-5265-8582

Nombre: Luis Edson Aliaga Olivera

DNI: 45633729

Código ORCID: 0000-0002-1918-2356

Nombre: Jeanpiere Balvin Gonzales

DNI: 73676910

Código ORCID: 0000-0001-9886-3960

- **ASESOR**

Nombre: Carlos Humberto Alfaro Rodríguez

DNI: 17998963

Código ORCID: 0000-0001-8465-9248

- **LUGAR DE EJECUCIÓN**

Hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”

- **UNIDAD DE ANÁLISIS**

Sistema de Utilización de media tensión 10 kV

- **TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Tipo: Descriptiva, explicativo y correlacional / enfoque: cuantitativo / Diseño: No experimental

- **TEMA OCDE**

Ingeniería y Tecnología

**HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO**  
**MIEMBROS DEL JURADO**

DR.Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ	PRESIDENTE
DR.Lic. ADÁN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS	SECRETARIO
Mg.Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	VOCAL
Mg.Lic. ANTENOR LEVA APAZA	SUPLENTE
M.Sc Ing. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ	ASESOR

Nº.DE LIBRO: 02

FOLIOS:210

FECHA DE APROBACIÓN:07-12-2022

RESOLUCIÓN DIRECTORIAL:135-2022-DFIEE-FIEE



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

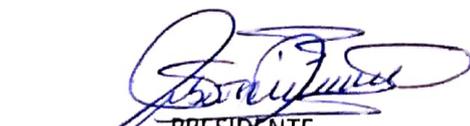
A los 07 días del mes de diciembre del 2022 siendo las 16:00 Horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Res. Resolución DECANAL N° 135-2022-DFIEE- FIEE)

Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ	Presidente
Dr. Lic. ADÁN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS	Secretario
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Vocal

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres ALIAGA OLIVERA, LUIS EDSON; HUARHUACHI PILLACA, KILDER y BALBIN GONZALES, JEANPIERRE quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada "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", con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por APROBADO Calificativo BUENO nota: QUINCE (15) a los expositores ALIAGA OLIVERA, LUIS EDSON; HUARHUACHI PILLACA, KILDER y BALBIN GONZALES, JEANPIERRE, con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 17:15 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 210 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria está dedicada a:

A Dios, por que el señor es firme y nos protege del mal y está con nosotros hasta el día de hoy.

A nuestros padres que con amor, Paciencia y esfuerzo nos guiaron para poder cumplir un sueño más.

A nuestros hermanos que siempre nos brindaron su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso.

Finalmente a todos nuestros amigos que estuvieron apoyándonos en momentos difíciles

## **AGRADECIMIENTO**

Al haber logrado este resultado, que desde los inicios como estudiantes siempre soñamos solo nos queda decir gracias.

Todo el trabajo realizado fue posible gracias a nuestros padres y familiares cercanos que siempre estuvieron con nosotros apoyándonos.

Gracias a Dios por haberlos puesto en nuestro camino y guiado a lo largo de la carrera universitaria.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	4
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	5
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	9
1.2. Formulación del problema.....	10
1.3. Objetivos .....	11
1.4. Justificación .....	11
1.5. Delimitantes de la investigación .....	12
II. MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Antecedentes .....	13
2.2. Bases teóricas .....	19
2.2.1. Sistema de utilización en media tensión 10 kV .....	19
2.2.2. Servicios de Salud.....	22
2.3. Marco conceptual.....	23
2.4. Definición de términos básicos .....	24
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	26
5.1. Hipótesis .....	26
5.1.1. Operacionalización de variable.....	27
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
4.1. Diseño metodológico.....	28
4.2. Método de investigación .....	28
4.3. Población y muestra.....	28
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	28
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	29
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	29
4.7. Aspectos éticos en investigación .....	29
RESULTADOS.....	31
5.1. Ubicación y Estudio Climático.....	31

5.2. Información general .....	32
5.3. Cálculos eléctricos .....	34
5.4. Suministros y materiales .....	60
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	99
5.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados .....	99
5.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares .....	100
5.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	102
VI. CONCLUSIONES.....	103
VII. RECOMENDACIONES .....	104
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	105
ANEXOS .....	108

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Emergencia del Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión” – Huanta - Ayacucho .....	10
Figura 2. Ubicación del sistema de utilización.....	32
Figura 3. Planteamiento del sistema de utilización .....	33
Figura 4. Diagrama Unifilar .....	38
Figura 5. Diagrama del factor corrector según DIN 43671 .....	47
Figura 6. Recloser.....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	27
Tabla 2. Características del cable .....	35
Tabla 3. Condiciones de operación.....	36
Tabla 4. Características del cable subterráneo .....	39
Tabla 5. Cálculo de parámetros del cable subterráneo .....	39
Tabla 6. Selección de corrientes - Trafomix.....	42
Tabla 7. Dimensiones de las barras de cobre .....	46
Tabla 8. Tensiones elevadas y soportadas .....	50
Tabla 9. Categorías de ambiente, riesgo de corrosión y velocidad de corrosión .....	52
Tabla 10. Protección por años según espesor de capa de zinc v tipo de atmósfera .....	52
Tabla 11. Factores de corrección voltaje por altitud.....	53
Tabla 12. Factores de corrección por altitud .....	54
Tabla 13. Factores de Corrección por altitud IEC .....	54
Tabla 14. Factores de corrección por altitud ANSI.....	55
Tabla 15. Niveles de aislamiento normalizados para las tensiones asignadas	60
Tabla 16. Características de las ménsulas .....	62
Tabla 17. Características de fabricación .....	83
Tabla 18. Características Técnicas .....	83
Tabla 19. Características de los Interruptores termo magnéticos .....	86
Tabla 20. Nivel de aislamiento de las celdas de media tensión .....	92
Tabla 21. Datos técnicos del recloser .....	97

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

ENEL: Ente nacional para la energía eléctrica

kV: Kilovoltio

KVAR: Kilovoltamperio reactivo

OIT: Organización internacional del trabajo

SPSS: Programa estadístico informático

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar de qué manera el sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

**Metodología:** El tipo de investigación es descriptivo, explicativo y correlacional con un método cuantitativo. La población estuvo conformada por sistema de utilización en media tensión 10 kV del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

**Resultados:** La red primaria consta con un armado de medición en poste tipo PMI-SECC y una S.E.D tipo caseta, transformador Trifásico tipo seco, potencia de 1630 KVA, compuesto por dos transformadores de 1000KVA y 630KVA que tendrán una relación de transformación en baja tensión doble de 10kV/380-220v, 3Ø). El sistema de protección estará equipado con un Recloser Trifásico 27kV, 630A, 12.5kA y seccionadores unipolar rígido de 27KV, 600A, 150 KV BIL. Pararrayos poliméricos de trabajo a la intemperie con características 15KV, 10 KA, 150 KV BIL. La Caseta de la subestación estará equipado con una Celda Compacta de remonte 24kV, 20kA, Celda Compacta de Salida y Protección con Interruptor de potencia en SF6, 24kV, 630A, 20kA, Celda Compacta de Salida 24kV, 20kA, Celda Compacta de Salida con Interruptor de potencia en SF6, 24kV, 630A, 20kA, transformador seco encapsulado de 1000KVA, 630KVA, 10/0.38-0.22 kV, Dyn5, 3000msnm, uso Interior y su Gabinete de Transformación 1000KVA, y de 630KVA Uso Interior, Grado de Protección IP21.

**Conclusiones:** El sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

**Palabras clave:** utilización, servicios de salud, eléctrico.

## **ABSTRACT**

**Objective:** To determine how the 10.0 kV medium voltage utilization system improves the health services of the "Daniel Alcides Carrión" support hospital, district of Huanta - Ayacucho, 2022.

**Methodology:** The type of research is descriptive, explanatory and correlational with a quantitative method. The population was made up of the 10 kV medium voltage utilization system of the "Daniel Alcides Carrión" support hospital, district of Huanta - Ayacucho, 2022.

**Results:** The primary network consists of a PMI-SECC-type pole metering assembly and a booth-type S.E.D, three-phase dry-type transformer, power of 1630 KVA, composed of two parallel transformers of 1000KVA and 630KVA that will have a transformation ratio of double low voltage 10kV/380-220v, 3Ø). The protection system will be equipped with a 27kV, 630A, 12.5kA Three-Phase Recloser and 27KV, 600A, 150 KV BIL rigid single-pole disconnectors. Polymeric lightning rod for outdoor work with 15KV, 10 KA, 150 KV BIL characteristics. The substation booth will be equipped with a 24kV, 20kA, Compact Cell for riser, Compact Output Cell with SF6 power switch, 24kV, 630A, 20kA, encapsulated dry transformer 1000KVA, 630KVA, 10/0.38-0.22 kV, Dyn5 , 3000msnm, Indoor use and its 1000KVA Transformation Cabinet, and 630KVA Indoor Use, Degree of Protection IP21.

**Conclusions:** The 10.0 kV medium voltage utilization system improves the health services of the "Daniel Alcides Carrión" support hospital, district of Huanta - Ayacucho, 2022.

**Keywords:** utilization, health services, electricity.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad hay muchos centros de salud que no cuentan con un sistema de energía eléctrica que sea lo suficientemente eficiente para cubrir la demanda energética que requiere, en los centros de salud es de vital importancia mantener un flujo de energía ininterrumpido o disminuir los riesgos de interrupciones lo máximo posible dado que en muchos casos la vida de personas depende de los equipos de salud, por lo tanto cuando se tienen ampliaciones en los centros de salud se debe considerar el aumento de niveles energéticos que se solicite, así como el planteamiento de medidas preventivas y de seguridad que busquen aminorar al máximo los riesgos de fallas de los equipos de salud.

La industria eléctrica se ha convertido en uno de los factores más importantes del crecimiento tanto social como económico de los países, debido a que es imprescindible para la elaboración de bienes y servicios, por lo cual el suministro debe ser confiable. La energía eléctrica provee un desarrollo de la sociedad y de la calidad de vida, ya que en muchos casos la electricidad permite a las localidades contar con establecimientos como hospitales, comisarias o diversos servicios tecnológicos.

Por ello se plantea determinar de qué manera el sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad alrededor del mundo existen muchos centros de salud sobre todo en zonas alejadas de la capital que no cuentan con un sistema eléctrico estable, lo cual es un aspecto bastante preocupante ya que la energía eléctrica en centros de salud es de vital importancia, ya que en muchos de los casos de esta depende la vida de muchas personas, ya sea que estén en algún procedimiento de cirugía en el cual se necesitan monitores de salud e imágenes para proceder o en personas que están en cuidados intensivos. De ahí es que los centros de salud cuentan con motores que permitan mantener su autonomía eléctrica por un tiempo hasta que el servicio de salud se restablezca, sin embargo en muchos casos no se le brinda mantenimiento y cuando llega el momento de utilizarlos no funcionan correctamente. El sistema de utilización en media tensión debe estar diseñado para cubrir la demanda de energía eléctrica que el hospital o centro de salud requiera.

En el Perú, en zonas de la sierra y selva que están más alejadas de la capital se encuentra con muchos centros de salud que inclusive solo tienen electricidad por unas cuantas horas al día, por lo cual no pueden brindar servicios de salud de manera adecuada, los sistemas de utilización en muchos de los casos son antiguos y al pasar el tiempo en los poblados más alejados cada vez hay más población eso incrementa la cantidad de demanda energética que debe cubrir el hospital al atender a una mayor cantidad de personas, así mismo los equipos se van modernizando y en muchos de los casos se requiere una mayor cantidad de energía.

En el hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión” es un centro hospitalario público de Segundo Nivel II que ofrece servicios especializados en salud, administrado por el Gobierno Regional ubicado en el distrito ayacuchano de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho. El establecimiento de salud tiene más de 50 años de construido, ha tenido su última ampliación en el año 2021, originalmente fue construido para brindar atención a más de 100,000 habitantes. Actualmente el

hospital tiene problemas de caídas de energía eléctrica debido a que su sistema eléctrico no puede cubrir la demanda eléctrica que se requiere y que se ha tenido con las últimas ampliaciones.

Por ello se plantea el objetivo de determinar de qué manera el sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.



*Figura 1. Emergencia del Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión” – Huanta - Ayacucho*

## **1.2. Formulación del problema**

### **Problema general**

¿De qué manera el sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022?

### **Problemas específicos**

- ¿De qué manera el diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022?

- ¿De qué manera la calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022?
- ¿De qué manera los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022?

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar de qué manera el sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar de qué manera el diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.
- Determinar de qué manera la calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.
- Determinar de qué manera los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

### **1.4. Justificación**

#### **Justificación teórica**

La presente investigación se justifica en el ámbito teórico ya que busca brindar conocimiento acerca de la importancia del buen diseño e implementación de los sistemas de utilización en media tensión para los hospitales dado que la energía eléctrica es de vital importancia para poder atender a los pacientes de manera oportuna y con ello poder brindar un servicio de calidad.

### **Justificación practica**

En el ámbito practico los resultados de la investigación permitirán dar a conocer la mejora que se puede obtener en servicios de salud, teniendo un sistema de utilización que les permita gestionar la demanda eléctrica de manera adecuada para evitar tener caídas o interrupciones durante algún procedimiento.

### **Justificación metodológica**

En el ámbito metodológico la investigación hará uso de una encuesta para establecer un estado situacional de la calidad de los servicios a algunos de los pacientes, con ello se pretende establecer el diseño y los equipos que se requieren para mejorar la calidad de los servicios de salud.

## **1.5. Delimitantes de la investigación**

### **Delimitante teórica**

La investigación se verá limitada en este aspecto a la que se puede obtener por parte del Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión” y los permisos que se obtenga para realizar encuestas en sus instalaciones.

### **Delimitante temporal**

La investigación estará limitada a un desarrollo durante 6 meses.

### **Delimitante espacial**

La investigación se llevará a cabo únicamente en el Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión” – Huanta – Ayacucho.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### Antecedentes internacionales

En la investigación realizada por Preciado (2019), la cual titulaba “Análisis de la regulación de tensión mediante banco de capacitores en serie, en alimentador de distribución de larga distancia de la subestación de 69 KV Fortín de la ciudad de Guayaquil” y planteó como objetivo analizar la regulación de tensión en alimentador de distribución de larga distancia de la subestación de 69 KV Fortín de la ciudad de Guayaquil, mediante banco de capacitores en serie. El tipo de investigación fue descriptivo, exploratorio y de campo. Se desarrolló en el ámbito analítico, experimental y evaluativo. Se concluyó que se estableció un método iterativo para la ubicación correcta de los bancos de capacitores mediante una herramienta de simulación de potencia, la cual realizó un análisis óptimo de acuerdo a una metodología de medición en medio voltaje, mediciones coincidentes, factores de crecimiento vegetativo, modelamientos de cambios en la red, además de presentar los cálculos relacionados a la obtención de un mejor factor de potencia y pérdidas de energía técnicas a nivel de distribución, determinando que este sistema requiere de tres bancos de capacitores de 100 KVAR ubicado el primero a 1,6 Km de la subestación el segundo a 1,4 Km del primero y el tercero a 1,4 Km del segundo.

En la investigación realizada por Rivero (2019), la cual titulaba “Sistema de control y protecciones para generador de 4900 kVA 11 kV del laboratorio de centrales” y planteó como objetivo Análisis de la regulación de tensión mediante banco de capacitores en serie, en alimentador de distribución de larga distancia de la subestación de 69 KV Fortín de la ciudad de Guayaquil. El tipo de investigación es tecnológica y aplicada. Las conclusiones fueron que se ha conseguido realizada unas tablas con los ajustes propuestos para cada una de las protecciones de generador. Con el desarrollo de estas tablas se ha entendido a a la perfección la base teórica de cada una de las protecciones ajustadas y se ha aprendido a interpretar de forma correcta el manual de un relé de protección

y sus diferentes secciones. Se ha logrado el objetivo de calcular una resistencia de desexcitación adecuada para este caso entendiéndose así la importancia de la búsqueda de soluciones de compromiso en ingeniería. Además, el ajuste del regulador de tensión del generador ha obligado a la utilización de otro manual completamente diferente profundizando así en la competencia adquirida de trabajo con documentación externa.

En la investigación realizada por Adriano (2019), la cual titulaba “Estudio y análisis de la calidad de la energía eléctrica de un banco de transformadores en media tensión a la empresa Hidalgo & Hidalgo en la ciudad de Guayaquil” y planteó como objetivo realizar el análisis de la calidad de la energía eléctrica entregada por un banco de transformadores en media tensión a la empresa Hidalgo e Hidalgo S.A. El tipo de investigación fue tecnológica y aplicada, se realizó investigación de campo y documental. Se concluyó que los rangos de Tensión de ambas plantas se encuentran dentro de los valores normados por lo tanto las averías de las máquinas eléctricas obedece a otros factores; y la planta de asfalto presenta una cargabilidad media en el período laboral del 45% con picos máximos del 85% por lo que presenta reservas suficientes para asumir el trabajo de la totalidad de las cargas. El estudio y análisis de calidad de la energía es indispensable a nivel industrial y comercial, se deben hacer estudios periódicos sobre calidad de energía eléctrica, para cumplir con la normativa vigente, consumos correctos, funcionamientos estables de máquinas y ahorro económico para el desarrollo de nuevos proyectos.

En la investigación realizada por Hernández (2020), la cual titulaba “Análisis del fenómeno de escalación de tensión en fallas intermitentes en media tensión de sistemas eléctricos industriales” y planteó como objetivo analizar el comportamiento del fenómeno de escalación de tensiones, ocasionado por fallas intermitentes en sistemas de media tensión, con el neutro eléctricamente flotado, mediante la simulación digital, con el software ATP/EMTP de sistemas eléctricos industriales. La investigación es de tipo aplicada y descriptiva. Se concluyó que cuando ocurre una falla a tierra franca, en un sistema industrial, con su neutro conectado a tierra con baja resistencia, se genera una sobre tensión de 1.73 p.u, en las fases no falladas. Sin embargo, como la protección de sobre corriente

detecta la falla a tierra y la libera, las sobre tensiones en las fases no dañadas, se eliminan rápidamente, sin ocasionar daños; y si se presenta una falla a tierra franca, en un sistema industrial, con su neutro flotado, se genera una sobre tensión de 1.73 p.u, en las fases no falladas. Sin embargo, como la protección de sobre corriente no detecta la falla a tierra y no la libera, las sobre tensiones en las fases no dañadas, permanece peligrosamente. Esto puede ocasionar una segunda falla en bancos de capacitores o en apartarrayos.

En la investigación realizada por Roque (2018), la cual titula “Protección y coordinación del sistema eléctrico rural de media tensión en 22,9 kv, para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica del distrito de Ichuña – provincia general Sánchez Cerro – región Moquegua, año 2016” plantea como objetivo optimizar la protección y coordinación del sistema eléctrico rural de media tensión en 22,9 kv, para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica del Distrito de Ichuña – Provincia General Sánchez Cerro – Región Moquegua, año 2016. El tipo de investigación fue tecnológico con un diseño no experimental. Los resultados fueron que el total de horas de interrupción o desconexión del servicio de energía eléctrica a los usuarios del Distrito de Ichuña – Provincia General Sánchez Cerro – Región Moquegua; siendo un total de 152 horas con 32 minutos; lo cual evidencia el elevado número de horas que los usuarios de dicho sector se vieron perjudicados con el corte del servicio de energía eléctrica no programado; la cantidad de horas exceden las tolerancias en los indicadores de Calidad de Suministros para clientes conectados en distintos niveles de tensión que da a conocer la norma técnica de la calidad del sistema eléctrico rural. Se concluye que se logró optimizar la protección y coordinación del sistema eléctrico rural de media tensión en 22,9 kv, para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica del Distrito de Ichuña – Provincia General Sánchez Cerro – Región Moquegua, año 2016.

### **Antecedentes nacionales**

En la investigación realizada por Palomino (2021), la cual titulaba “Desarrollo de un sistema de utilización en media tensión de 22.9 kV, en el aumento de carga en 300 KW en la planta C.M. Mineralium en Lurigancho Chosica” y planteó como

objetivo desarrollar un sistema de utilización de media tensión de 22.9 kV, en el aumento de carga de 300 kW de la planta C.M. Mineralium en Huachipa, Lurigancho Chosica, Lima. El enfoque de la investigación es cuantitativo, el tipo es una investigación aplicada, se dio a nivel explicativo; la población fue el conjunto de sistemas de utilización de MT que ostenta Luz del Sur. Los resultados obtenidos fueron el desarrollo del sistema de utilización de media tensión ha permitido optimizar la facturación de la planta C.M. Mineralium mediante los objetivos planteados. En primer lugar, el nivel de seguridad del sistema ha mejorado significativamente, luego de pasar de un estado de emergencia a un estado normal, enfocando al tercer objetivo planteado. En segundo lugar, la facturación se ha reducido estadísticamente en un 40 % de lo que era antes, debido al montaje electromecánico de una subestación aéreo biposte de 400 KVA, enfocando al segundo objetivo planteado. Se concluyó que se logró desarrollar el sistema de utilización y la red subterránea de MT en 22.9 kV, en el aumento de carga de 300 kW en la Planta C.M. Mineralium en Huachipa, Lurigancho Chosica, Lima.

En la investigación realizada por Angeles (2020), la cual titulaba “Diseño de un sistema de utilización en media tensión a 10 KV para mejorar la calidad de suministro del Nodo de Acceso LI5019 – Cuyo - Huaral” y planteó como objetivo diseñar un sistema de utilización en media tensión a 10000 voltios con la finalidad de mejorar la calidad de suministro del Nodo de Acceso Cuyo ubicado en el Centro Poblado Cuyo, Lima, Perú. El tipo de investigación fue aplicada y un diseño pre experimental, la población de estudio fueron las redes de distribución en media tensión a 10 kV del distrito de Hornillo, para la recolección de información se usó la observación y registro fotográfico. Los resultados obtenidos fueron que las condiciones actuales del sistema eléctrico del Centro Poblado Cuyo ubicado en la provincia de Huaral, Departamento de Lima, las cuales actualmente alimentan a una carga de 9.36 Kva, muy cercano a la Potencia nominal del transformador existente de 10Kva. Se determinó que la nueva demanda requerida con el incremento de las cargas que se instalaran para el funcionamiento del nodo de acceso es de 17.22 kw. Se concluyó que el desarrollo de la investigación ha permitido identificar las condiciones actuales en

la que se encuentran las redes eléctricas del Centro Poblado Cuyo, ubicado en la provincia de Huaral, departamento de Lima, logrando determinar que las redes del Centro Poblado Cuya cuenta actualmente con una carga de 9.36 KVA que son alimentadas por un transformador de 10 KVA, por lo tanto se encuentra al límite de su capacidad nominal. Así mismo, la minicentral que alimenta las redes del Centro Poblado Cuyo no cuenta con la capacidad necesaria para poder realizar un incremento de carga.

En la investigación realizada por Benites (2020), la cual titulaba “Optimización del sistema eléctrico en media tensión por calidad de servicio, cambio de sistema bifásico a trifásico, mediante sistema convencional caserío de santo tomas” y planteó como objetivo optimizar el sistema eléctrico en media tensión por calidad de servicio, cambio de sistema bifásico a trifásico, mediante sistema convencional en el caserío santo tomas, distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque. El tipo de investigación fue tecnológica y aplicada, la población fue el sistema eléctrico del caserío santo tomas. Se concluyó que la realidad problemática de los moradores del caserío Santo Tomás, es que por el costo que realiza cada uno para pagar el servicio eléctrico es muy elevado; aparte que dicho servicio ofrecido es de baja calidad, el estudio de ruta de la línea de media tensión es el más adecuado ya que teniendo como carretera una trocha carrozable, el cual ha sido medio de realizar un correcto trazado de la línea y así el uso de ductos por la presencia de camiones. Los Costos que se han definido en la actividad están relacionados a precios de mercado así mismo los costos de montaje y desmontaje de tanto línea como estructuras a intervenir están relacionados. Teniendo como coste de ejecución total: S/167,169.30; como costo general el cual se subdivide en: S/167,169.30; como costo de Suministro de Materiales, S/10,265.00; como costo de Desmontaje de Electromecánico y S/120,091.24; como costo de Montaje Electromecánico.

En la investigación realizada por Sabino (2020), la cual titula “Ampliación de carga del sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote” y planteó como objetivo diseñar el sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote. El tipo de investigación fue de tipo descriptivo y no experimental porque se

describe todos los elementos que conforman este nuevo sistema de utilización, con una propuesta de diseño seleccionando los componentes eléctricos, especificaciones técnicas y presupuesto. Los resultados obtenidos fueron que El incremento de la demanda eléctrica es de 169.4 KW, con una potencia instalada de 176.9 KW, mediante el cual se busca mejorar el servicio de salud pública, con lo cual la máxima demanda de todo el Hospital se incrementa a 426.40 KW, con lo cual se selecciona un transformador de 600 KVA de potencia aparente con una relación de transformación de 13,2 +- 2,5% / 0,22 KV con una partida presupuestal de S/ 700 400.94, donde los costos directos representan el 70 % del presupuesto total, siendo los mayores montos en la asignación de partidas el suministro y montaje del transformador. Las conclusiones fueron que la carga total actual del Hospital ESSALUD III de Chimbote es de 282 KW en 220 voltios, la cual es suministrado a través de la Empresa Concesionaria Hidrandina S.A. esta proviene desde el alimentador CHN013 AMT "Humboldt" de la SET Chimbote Norte, en 13,2 kV mediante una acometida subterránea hasta la subestación tipo caseta CH 7003 ubicado dentro del Hospital.

En la investigación realizada por Mechán (2019), la cual titula "Suministro, transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio de equipos de protección en la línea de media tensión 22,9 kv, en el fundo lote norte - Arena Verde S.A.C., Olmos Lambayeque" y planteó como objetivo implementar un adecuado Sistema de Protección con un Interruptor Automático, en la Línea de Media Tensión 22,9 KV, en el Fundo Lote Norte - Arena Verde S.A.C, Olmos – Lambayeque. El tipo de investigación fue descriptivo, la población fue la línea de Media Tensión 22,9 kV, en el Fundo Lote Norte – Arena Verde S.A.C., Olmos – Lambayeque. Los resultados fueron que se ubicaron diez (10) sistemas de protección para la Línea de Media Tensión 22,9 kV; se realizaron los cálculos justificativos para la selección de fusibles tipo K, que van en cada sistema de protección. Se concluyó que el suministro transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio de equipos de protección en la línea de media tensión 22,9 kv ayuda aminorando los accidentes y fallas en equipos eléctricos.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sistema de utilización en media tensión 10 kV**

Como menciona Bravo (2018), 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 pública 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. (p. 22)

Según Fernández (2018), 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. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados. (p. 7)

El sistema de explotación está formado por un conjunto de instalaciones eléctricas de tensión, que se forman desde el punto eléctrico hasta los bornes de tensión del transformador, y que tienen por objeto abastecer al inmueble con una pequeña cantidad de electricidad. Estos sitios pueden estar ubicados en la vía pública o en propiedad privada, con excepción de una subestación tipo caseta, que deberá instalarse siempre en la propiedad del interesado. Es claro que la electrificación de departamentos y centros residenciales queda excluida de este concepto.

Los niveles de tensión utilizados para un Sistema de Utilización son los siguientes mencionados: - Media Tensión: 10, 13,2, 22,9 Kv.

### **Acometida eléctrica**

Parte de la instalación de la conexión formada por la red de distribución secundaria a los terminales de entrada de la caja o toma de conexión; incluye

conexiones y cables o conductores instalados. Habrá una sola acometida por edificio, pero se podrán instalar acometidas separadas en edificios cuyas especiales características lo requieran. Si es posible, todos los elementos de la junta deben permanecer fuera del edificio.

### **Acometida aérea**

Aquel cuyo cable se realice a partir de la red de distribución de antena secundaria y que cumpla con los requisitos de conexión de antena de la norma DGE 011-CE1. El aislamiento de los conductores de los cables multipolares está aislado o cubierto con termoplástico o algún otro material similar y es concéntrico. Los conductores deben tener suficiente amperaje para la carga de trabajo. El calibre mínimo utilizable se especifica en la norma DGE correspondiente. Distancia:

- a) En el techo. Debe evitarse el paso por la junta en la cubierta del edificio y, si esto no es posible, debe respetarse una distancia mínima.
- b) En la Tierra. En aceras y aceras, la distancia entre los hilos del conector de la antena debe ser de al menos 3 m. 120 es la distancia mínima requerida para las redes secundarias en vías públicas motorizadas.
- c) Aberturas de edificios. Los cables de conexión deben estar al menos a 1 metro de distancia de ventanas, puertas, salidas de emergencia o aberturas similares.

La conexión de la red secundaria deberá realizarse de forma que no dañe la integridad de los cables, postes y demás elementos que aseguren la estabilidad de la red. La verificación de la conexión en cualquier punto del vano debe realizarse de acuerdo a la norma DGE correspondiente. Se debe considerar una mayor profundidad en áreas con condiciones de congelamiento que puedan dañar el cable.

### **Acometida subterránea**

Aquel cuyo cable se realice a partir de una red de distribución secundaria subterránea y que cumpla con los requisitos de conexión subterránea definidos en la norma DGE 011CE1.

Los cables de conexión subterráneos no pueden atravesar la superficie de otra propiedad; En cuanto a la colocación, se deberán observar las distancias mínimas estipuladas en la Ley de Electricidad con las demás redes subterráneas de agua, alcantarillado, telefonía y gas. Los planos nº CE5 y 5a muestran varios detalles correspondientes a este tipo de instalación.

Una tubería o tubería conectada a un sistema de suministro subterráneo debe, según la experiencia, estar sellada en uno o ambos extremos para evitar la entrada de agua o gases.

El espacio entre el sistema de tuberías y otras estructuras subterráneas paralelas debe ser lo suficientemente ancho para permitir el mantenimiento del sistema sin dañar las estructuras paralelas.

Todas las conexiones subterráneas o de antena/tierra deben instalarse en el lado de la propiedad que no se usa para agua, alcantarillado, teléfono, televisión por cable o red de gas. Su longitud será no mayor de (4 m) y doce metros (12m) respectivamente.

### **Acometida Aéreo Subterránea**

Es aquella cuya derivación se efectúa desde una red de distribución secundaria aérea y que mediante una protección adecuada desciende al subsuelo para cumplir, desde este punto, los requisitos de una acometida subterránea.

En toda acometida Subterránea o Aéreo Subterránea deberá utilizarse cable aislado, de acuerdo a las especificaciones indicadas en las Reglas 321 y 331.

Excepción: Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:

- a) Un conductor de cobre desnudo en un conducto o canalización.
- b) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es resistente a las influencias de dicho terreno de instalación.

Una tubería o tubo conectado a un sistema de suministro subterráneo debe sellarse en uno o ambos extremos, según la experiencia, para evitar la entrada de agua o gases.

### **2.2.2. Servicios de Salud**

Como menciona Del Carmen (2019), los servicios de salud son uno de los sectores fundamentales de la sociedad y la economía. La OIT refrenda los principios fundamentales del derecho humano a la salud y a la protección social. Proporcionar protección social de la salud e igualdad de acceso a una atención de salud de calidad tiene considerables efectos positivos en la salud individual y pública, además de potenciar el crecimiento económico y el desarrollo. (p.289)

Según Henao, Giraldo y Yepes (2017), la calidad en los servicios de salud se ha convertido en un tema relevante desde la década de los ochenta, esto dado por el aumento de los usuarios y su participación en los servicios de salud. Estos servicios deben orientarse a las necesidades de los pacientes y de esta forma ofrecer nuevos enfoques y soluciones a las demandas de los usuarios. La calidad además es considerada un factor clave en la diferenciación y excelencia de los servicios, ya que los centros de salud pueden prestar servicios similares, pero con diferente calidad, lo que genera una ventaja distintiva en los usuarios. La mejora en la calidad de los servicios de salud influye de forma decisiva en el número de pacientes satisfechos y por lo tanto en la lealtad del paciente hacia el centro de salud. (p. 2)

Servir es el acto y efecto de servir. El término se refiere al acto de realizar una acción específica para satisfacer una necesidad. Los servicios suelen proporcionar algo que no es tangible, a diferencia de los productos, que son bienes tangibles. La idea de salud, en cambio, se refiere al bienestar físico y psíquico de una persona. Si una persona goza de buena salud, su cuerpo puede realizar sus tareas con normalidad y su psique no cambia.

Los servicios de salud son, por lo tanto, bienes que brindan atención médica. Puede decirse que la articulación de estos servicios conforma un sistema de atención orientado a preservar, restaurar y promover la salud de las personas. Es importante recordar que los servicios de salud no involucran solamente el diagnóstico y tratamiento de enfermedades o trastornos. También incluyen todo lo relacionado con la prevención de enfermedades y la promoción de estilos de vida saludables. La mayoría de los países cuentan con servicios de salud

públicos y privados. El estado administra y financia los servicios de salud pública, mientras que los servicios de salud privados son producidos por empresas con fines de lucro.

- Dado que el estado de la atención médica en los Estados Unidos ha mejorado significativamente en las últimas décadas, las políticas sociales destinadas a aliviar la pobreza y mejorar la salud y el bienestar han dado como resultado una esperanza de vida significativa, mejores resultados de salud y la participación de los sistemas de salud pública.
- Las políticas que apoyan la sostenibilidad y la inversión en los sistemas de salud y la estabilidad social y económica contribuyen directa e indirectamente a mejorar la salud y el bienestar, aliviar la pobreza, eliminar la desigualdad y sostener el sistema de salud.
- Los sistemas de salud siguen siendo muy vulnerables a los riesgos que afectan significativamente la salud local, nacional y mundial, lo que reduce la rendición de cuentas de los sistemas de salud y pierde beneficios para los resultados de salud y el desarrollo social y económico.

La atención (o cuidado) de la salud se define como el conjunto de procesos mediante los cuales se define la provisión de beneficios y atención en salud a un individuo, grupo familiar, comunidad y/o población. La atención de la salud con un propósito supone que se puede influir en la salud proporcionando un paquete de tratamiento que permita principalmente mantener la salud de las personas. En segundo lugar, prevenir el deterioro del estado de salud de la población, en la medida en que lo permitan los conocimientos médicos y los recursos disponibles. Tercero, restaurar la salud de los enfermos para que puedan recuperarse. Cuarto, detectar lo antes posible y prevenir el deterioro, especialmente de enfermedades para las que aún no se ha encontrado cura. Quinto, aliviar el dolor y disminuir el sufrimiento de aquellos pacientes gravemente enfermos que no pueden curarse.

### **2.3. Marco conceptual**

Sistema de utilización en media tensión

- Diseño de subestación: Todo diseño de subestación eléctrica así como ampliaciones, tienen como principio la necesidad inherente al crecimiento de los sistemas de distribución.
- Calidad energética: La calidad de la energía es el contraste entre las diferentes formas de energía, los diferentes niveles de nutrientes de los ecosistemas y la tendencia a convertir la energía de una forma a otra. Este concepto se refiere a la experiencia empírica de las propiedades o cualidades de diferentes formas de energía a medida que fluyen y se transforman.
- Equipos eléctricos: Tiene como finalidad el realizara tareas que involucran energía eléctrica, cambiándola, transformándola, ampliándola, reduciéndola o interrumpiéndola.

#### Servicios de salud

Los servicios de salud con los que cuenta el Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión” son:

- Medicina General
- Pediatría
- Neonatología
- Cirugía
- Ginecología

#### **2.4. Definición de términos básicos**

- Subestaciones Eléctricas: Una subestación eléctrica es una instalación diseñada para establecer niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Calidad del suministro: Es la normalización del suministro de energía mediante reglas fijas de niveles, parámetros fundamentales, formas de onda, armónicos, niveles de distorsión armónica, interrupciones, etc.
- Confiabilidad: Se define como la característica con la que una subestación puede mantener su suministro eléctrico, siempre que al menos un componente de la subestación pueda ser reparado durante su operación.

- Flexibilidad: Propiedad de una instalación para adaptarse a las diferentes condiciones que puedan presentarse, por mantenimiento, cambios de sistema o averías.
- Subestación de transformación: El voltaje de salida es diferente del voltaje de entrada; Son niveles de tensión que permiten aumentar o disminuir los niveles de tensión desde los puntos de generación, pasando por los niveles más altos de transmisión hasta los niveles más bajos de subtransmisión o distribución.
- Subestación de maniobra: Su función es conectar ciertas líneas de transmisión con otras líneas de distribución, a fin de garantizar una mayor confiabilidad y continuidad del servicio; los niveles de voltaje son únicos, por lo que no se utilizan transformadores de potencia para aumentar o disminuir el voltaje.

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **5.1. Hipótesis**

##### **Hipótesis General**

El sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

##### **Hipótesis Específica**

- El diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.
- La calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.
- Los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

### 5.1.1. Operacionalización de variable

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
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.	Diseño de subestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Red primaria</li> <li>• Caseta de subestación</li> </ul>
		Calidad energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética</li> <li>• Interrupciones</li> </ul>
		Equipos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ménsulas y accesorios de concreto</li> <li>• Postes de concreto</li> <li>• Aisladores</li> <li>• Conductores</li> </ul>
Servicios de salud	Son uno de los sectores fundamentales de la sociedad y la economía. La OIT refrenda los principios fundamentales del derecho humano a la salud y a la protección social.	Servicios de salud del Hospital de Apoyo "Daniel Alcides Carrión"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medicina General</li> <li>• Pediatría</li> <li>• Neonatología</li> <li>• Cirugía</li> <li>• Ginecología</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia del autor

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1. Diseño metodológico**

El tipo de investigación es descriptivo, explicativo y correlacional, se estudiará la relación entre las variables de estudio y se describirá cada una de ellas.

El diseño de investigación será no experimental dado que no se manipularán las variables de estudio, se realizará el análisis de las variables tal como se encuentran.

### **4.2. Método de investigación**

El método de investigación será cuantitativo ya que se realizará una encuesta la cual será cuantificable para evaluar la relación que se tiene entre el sistema de utilización en media tensión y los servicios de salud.

### **4.3. Población y muestra**

#### **Población**

La población estará conformada por el sistema de utilización en media tensión 10 kV del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

Para un análisis situacional se establecerá una población dada por los pacientes del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

#### **Muestra**

La muestra estará conformada por el mismo sistema de utilización en media tensión 10 kV del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

### **4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado**

La investigación se llevará a cabo en el hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

Se desarrolló durante 6 meses.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

Para la recolección de información se usará una encuesta la cual pretende capturar datos acerca de los pacientes con los servicios de salud que brinda el hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

Con dicha encuesta se pretende analizar la influencia que tienen los sistemas de utilización de media tensión en los servicios de salud.

- Técnica: La Encuesta y observación.
- Instrumento:  
El cuestionario: Se usará será la encuesta para determinar la situación entre el sistema de utilización en media tensión y los servicios de salud.
- Codificación: Las preguntas seguirán la escala de Likert la cual consta de 5 valores que para este caso serán nunca (1), casi nunca (2), a veces (3), casi siempre (4) y siempre (5).
- Validez: Para la elaboración del instrumento se tendrá en cuenta la validez del 95%, según la prueba piloto.
- Confiabilidad: Se obtendrá según partes de jueces al 5% de precisión de las preguntas.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

El procesamiento y análisis de datos se realizará de la siguiente manera:

1. Se capturarán los datos con los instrumentos determinados.
2. Se registrarán los datos en una hoja de cálculo de Excel 2019 donde se tabularán.
3. Los datos serán exportados al paquete estadísticos SPSS Statistics 26 con el cual se generarán las tablas de frecuencia y gráficos.
4. Se elaborará el informe de resultados.

#### **4.7. Aspectos éticos en investigación**

Los aspectos éticos de este estudio son:

Beneficencia, quiere decir que todos los participantes obtendrán algún beneficio.

Autonomía, quiere decir que los participantes dan su consentimiento informado para participar en la investigación.

Justicia, se refiere a lo que es bueno y justo cuando todos reciben los mismos beneficios.

No maleficencia, lo que indica que no se usará el nombre de nadie sin su consentimiento para participar primero en la investigación sin dañarlos.

## RESULTADOS

### 5.1. Ubicación y Estudio Climático

Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Huanta
Distrito	: Huanta
Calle	: Av. Mariscal Castilla, esquina Jirón Zarumilla.
Altitud	: 2635 m.s.n.m.

El clima de Huanta es templado y seco, con intensa radiación solar y dificultad para conservar el calor por la baja humedad atmosférica lo cual provoca a su vez una marcada diferencia entre la estación húmeda y la estación seca.

La estación seca se produce en los meses de mayo a agosto que son los de mayor insolación. La estación de lluvia en la región, en estos últimos periodos está variando. Por lo general, se inicia en los meses de octubre. Noviembre con precipitaciones recurrentes (fluctuantes), siendo de intensidad máxima en los meses de enero a febrero, prolongándose hasta marzo en forma intermitente. La precipitación promedio anual es de 494.4 mm, en tanto que la temperatura promedio es de 16.4 °C, la mínima es de 2.2° en los meses de junio a agosto.”  
Asolamiento: En el distrito de Huanta el clima oscila entre 4°C - 25 0C, promedio de 14°C a 17°C; se tiene un clima seco – Alto Montano, con dos estaciones muy marcadas al año; el Invierno (Octubre – Marzo) que es bastante lluvioso entre los 350 a 500mm de precipitación pluvial promedio anual y Verano (Abril – Septiembre) hay sol permanente y alcanza temperaturas de hasta 24°C.

Vientos: En el área del terreno la dirección predominante de los vientos es de sur-sur-oeste a nor-nor-este. La velocidad promedio de los vientos es de 15 km/h y se presentan mayormente por las tardes.

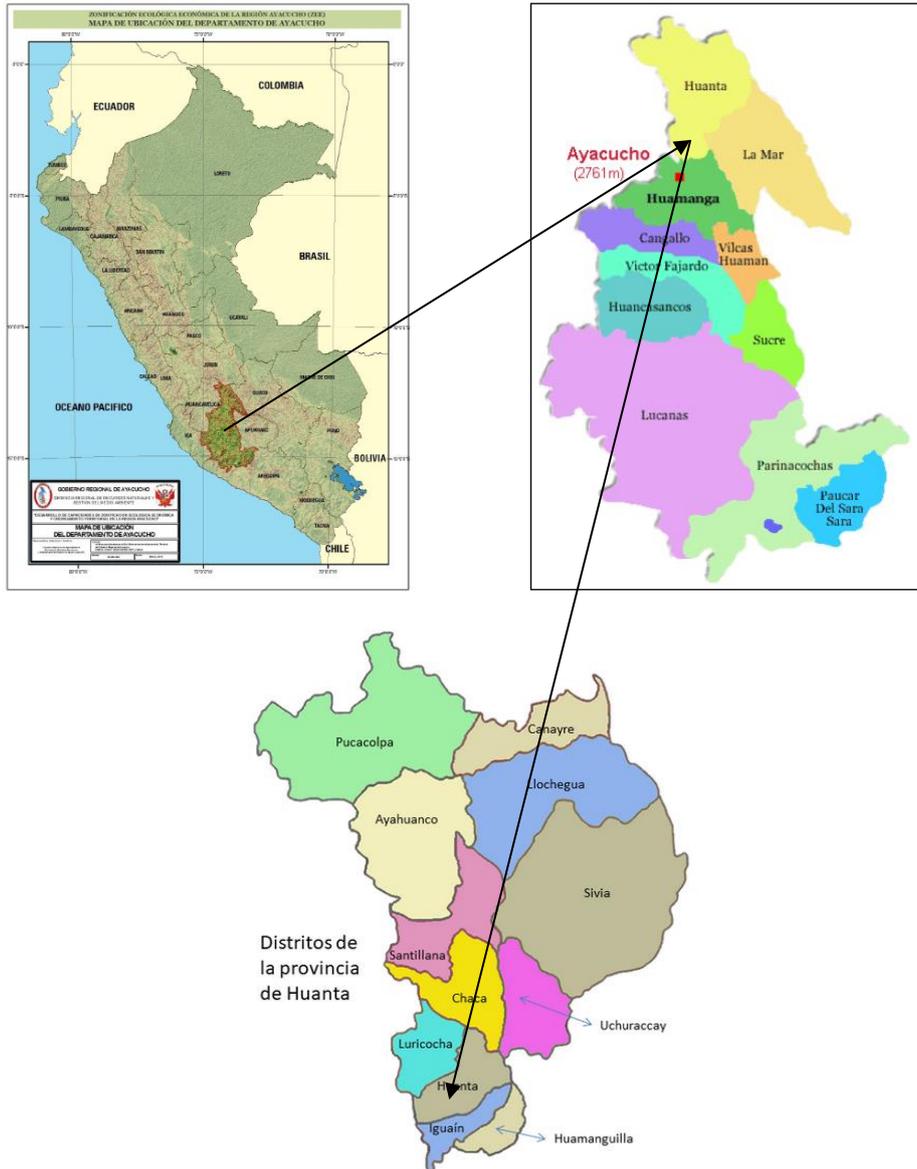


Figura 2. Ubicación del sistema de utilización

## 5.2. Información general

El adicional de obra comprende el suministro y la construcción del Sistema de Utilización en Media Tensión, que consta de Red Primaria aérea, Punto de Medición y seccionamiento, red subterránea y celda de subestación de 1630KVA, compuesto por dos transformadores de 1000KVA y 630KVA con sus celdas de protección como se muestra en el diagrama unifilar.

La red primaria consta con un armado de medición en poste tipo PMI-SECC y una S.E.D tipo caseta, transformador Trifásico tipo seco, potencia de 1630 KVA, compuesto por dos transformadores de 1000KVA y 630KVA que tendrán una



Dyn5, 3000msnm, uso Interior y su Gabinete de Transformación 1000KVA, y de 630KVA Uso Interior, Grado de Protección IP21.

Consta de una red primaria con un armado de empalme del tipo PS1V-3, y un único armado de Medición y Seccionamiento tipo PMI-SECC y una S.E.D tipo Caseta, con dos transformadores Trifásicos de 1000 KVA y 630KVA relación de transformación 10/0.38-0.22 KV., El sistema de protección estará equipado con un Recloser 27kV, 630A, 12.5kA instalado en el PMI-SECC y seccionadores unipolares rigidos de 27KV, 600A, 150 KV BIL. Pararrayos poliméricos de trabajo a la intemperie con características 15 KV, 10 KA, 150 KV BIL.

### 5.3. Cálculos eléctricos

#### Cálculos de red eléctrica subterránea (10,0 kV)

- Cálculo por Capacidad de Corriente

$$I_d = \frac{P(kVA)}{\sqrt{3} \times V}$$

Datos:

Potencia Instalada total	: 1630 kVA.
Transformador N°01	: 630 kVA
Transformador N°02	: 1000 kVA
Tensión de servicio	: 10.0 kV
Corriente de Diseño	: $I_d$

$$I_{d_{10,0kV}} = 94.11A$$

Del resultado de la corriente de diseño calculado, se recomienda seleccionar cable de energía tipo N2XSY (18/30KV), de 50 mm<sup>2</sup> de sección mínima, de tipo unipolar, con aislamiento de XLPE, el cual presenta una capacidad de corriente de 250 A.

Tabla 2. Características del cable

Uso	Derivación Subterránea y conexionado entre celdas
Tipo	N2XSY
Material	Cobre recocido
Sección	50 mm <sup>2</sup>
Designación	1x50 mm <sup>2</sup>
Tensión Nominal Eo/E	18/30 kV
Temperatura máxima a condiciones normales	90°C
Temperatura máxima en cortocircuito (5s)	250 °C
Nº de hilos	19
Densidad a 20 °C	8.89 gr/cm <sup>3</sup>
Resistividad eléctrica a 20°C	0.017241 Ωmm <sup>2</sup> /m
Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	0.387 Ohm/km
Capacidad de corriente	250A

Fuente: Elaboración propia del autor

- Cálculo por Capacidad Térmica

Según el fabricante el cable está diseñado para operar bajo las siguientes condiciones:

- Profundidad de Instalación en Tierra : 1,20 m
- Temperatura del Suelo-Ambiente : 20°C

Resistividad Específica al paso del calor:

- Resistividad Térmica del Terreno : 80°C x cm/W
- Resistividad de Aislamiento y Protección : 55°C x cm/W
- Temperatura Máxima de Operación del Conductor : 80°C.

Si estas condiciones de instalación varían se aplicará los factores de corrección a la capacidad de la corriente para cables de energía de acuerdo a la norma IEC y al Código Nacional de Electricidad.

Las condiciones de Operación son:

Tabla 3. Condiciones de operación

Profundidad de Instalación	1.20 m 1.00 m	Fc1 = 0.95 Fc1 = 0.96
Temperatura del Terreno a la Profundidad del Cable	25°C.	Fc2 = 0.96
Resistividad Térmica del Terreno (cables unipolares)	120°C x cm/W	Fc3 = 0.92
Proximidad de otros cables en la zanja	3 cables (01 sistema).	Fc4 = 1.00

Fuente: Elaboración propia del autor

Luego la corriente real ( $I_{cr}$ ) se calcula mediante:

$$I_{cr} = I_n (F_{c1} \times F_{c2} \times F_{c3} \times F_{c4})$$

Donde:

$I_{cr}$  : Capacidad de Corriente corregida.

$I_n$  : Capacidad de corriente nominal (250 A), para cable seco de 50 mm<sup>2</sup>

$$I_{cr} = 250(0.95 \times 0.96 \times 0.92 \times 1.00)$$

$$I_{cr} = 209.76A$$

Luego:  $I_{cr} \gg I_d$

Del resultado de la corriente corregida calculada, se recomienda seleccionar cable de energía tipo N2XSY (18/30KV), de 50 mm<sup>2</sup> de sección mínima, de tipo unipolar, el mismo que supera a la corriente de diseño.

- Cálculo por corriente de Cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V_n}$$

Dónde:

$I_{cc}$  : Corriente de cortocircuito (kA)

$S_{cc}$  : Potencia de corto circuito (MVA)

$V_n$  : Tensión nominal de servicio (V)

Los valores de la corriente de cortocircuito, no deberán superar a los valores obtenidos con la fórmula anterior, puesto que daría lugar en caso de fallas a altas temperaturas finales inadmisibles. Para nuestro proyecto asumimos que el tiempo de duración del cortocircuito será 0.02 segundos, entonces tenemos:

1. Calculamos la Corriente de Cortocircuito ( $I_{cc}$ ) en el Punto de Diseño:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V_n}$$

Dónde:

Corriente de corto circuito (KA)	: $I_{cc}$
Potencia de corto circuito 3Ø ( $S_{cc}$ )	: 0.2749 MVA
Tensión nominal de servicio ( $V_n$ )	: 10.0 kV

Reemplazando valores tenemos:  $I_{cc} = 0.0159$  kA

2. Cálculo de Corriente de Cortocircuito proyectada que soportara el cable ( $I_{ck}$ ):

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

Dónde:

Corriente de cortocircuito (Ka)	: $I_{ck}$
Sección del cable (mm <sup>2</sup> )	: 50
Tiempo recomendado para actuación (s)	: 0.02

Reemplazando valores tenemos:

$$I_{ck} = \frac{0.143 \times 50}{\sqrt{0.02}}$$

$$I_{ck} = 50.56 \text{ KA}$$

$$I_{cc} \ll I_{ck}$$



$$Z = R_{75^\circ C} \cos \phi + XL \sin \phi$$

$$R_{75^\circ C} = R_{20^\circ C} (1 + \alpha \Delta t)$$

$$\alpha = 0.0038^\circ C^{-1}$$

$$\Delta t = 55^\circ C$$

Tabla 4. Características del cable subterráneo

CARACTERISTICAS DEL CABLE SUBTERRANEO:			
TIPO	SECC. mm <sup>2</sup>	R (20°C) Ω/Km	I Permissible A
N2XSY (18/30KV)	50	0.494	250

Fuente: Elaboración propia del autor

Temperaturas que intervienen:

Según datos del conductor T1: 20 °C

Según Operación del conductor T2: 75 °C

Factor de Potencia (INDUCT.) Cosφ 0.85 Sinφ 0.53

Tabla 5. Cálculo de parámetros del cable subterráneo

CALCULO DE PARAMETROS DEL CABLE SUBTERRANEO:			
TIPO	R(75°C) Ω/Km	X3Φ Ω/Km	Z3Φ Ω/Km
N2XSY (18/30KV)	0.5978	0.2761	0.6536

Fuente: Elaboración propia del autor

Conforme a la siguiente fórmula, se efectuará los cálculos de caída de tensión para el cable seco.

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_c \times L \times (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

### CUADRO DE VALORES DE CAIDA DE TENSION

SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 10,0 KV, SISTEMA TRIFÁSICO, PARA EL MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL DE APOYO DE HUANTA "DANIEL ALCIDES CARRIÓN", DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA - AYACUCHO

Tension de operacion: 10,0 kV

Tipo de Conductor:

Tipo de Cable Seco: N2XSY (18 / 30 kV)

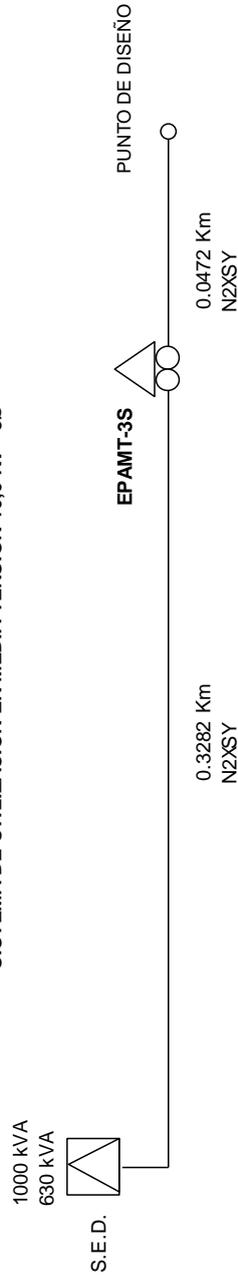
50 mm<sup>2</sup>

Longitud adicional por flecha: 5%

PUNTO	kVA	Σ KVA	KV	SECCION (mm <sup>2</sup> )	LONG. (Km)	Z <sub>3φ</sub> (Ω/Km)	AV (%)	ΣAV (Σ%)
PTO.ALIM.								4.000000
EPAMT-3S	1630	1630	10.0	N2XSY - 50	0.0495	0.6536	0.05274	4.052741
S.E.D.	1630	1630	10.0	N2XSY - 50	0.3282	0.6536	0.34959	4.402334

RESUMEN : CAIDA DE TENSION = 4.4023 % < 5 % OK!

### DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSIÓN 10,0 KV - 3Ø



## Justificación de la máxima demanda

La Máxima Demanda para efectos de cálculos es de 1159.08 kW, la misma que representa la sumatoria de todos los consumos del servicio de alumbrado interior, alumbrado exterior, alumbrado de emergencia; consumo de tomacorriente normal, consumo de tomacorriente estabilizado; consumo de cargas especiales como son: equipamiento biomédico, sistema de alarma contra incendios, sistema de Data, sistema de Video Vigilancia, sistema de Ventilación Mecánica, sistema de Aire Acondicionado, Cisterna, entre otros.

### 1.- CÁLCULO DE LA MÁXIMA DEMANDA EN EL HOSPITAL DE APOYO DE HUANTA "DANIEL ALCIDES CARRION"

#### 1.1 CUADRO DE AREAS

DESCRIPCIÓN	(m <sup>2</sup> )
AREA DE AMBIENTES	21,812.65
AREA DE ALTA INTENSIDAD ATENCIÓN DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS, SALA DE PROCEDIMIENTOS DE ENFERMERIA, SALA DE OBSERVACION, ESTACION DEOBSTETRICES, SALA DE DILATACION, SALA DE PUERPERIO INMEDIATO, SALA DE PARTO, MONITOREO DE RECIEN NACIDO.	6,898.20
<b>AREA TOTAL</b>	<b>28,710.85</b>

#### 1.2 OTRAS CARGAS:

El hospital tiene las siguientes Cargas:

Descripción	Potencia (W)
CALEFACCION AMBIENTAL ELECTRICA :	-
AIRE ACONDICIONADO :	207,800.00
	29,800.00
CARGAS DE EQUIPAMIENTO :	206,928.00

#### 1.3 POTENCIA INSTALADA EN EL TABLERO GENERAL (PI)

PASOS	REGLA	DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADA (W)	F.D	MÁXIMA DEMANDA	
(1)	050-206(1)	AREA TOTAL DEL HOSPITAL	28710.85	m <sup>2</sup>		
(2)		AREA TOTAL DE AREAS DE ALTA INTENSIDAD	6898.20	m <sup>2</sup>		
		CARGA [W/m <sup>2</sup> ]				
(3)	050-206(1) (a)	CARGA BASICA DEL HOSPITAL	28710.85	m <sup>2</sup> x	20 W/m <sup>2</sup>	
(4)	050-206(1) (b)	CARGA DE LAS AREAS DE ALTA INTENSIDAD	6898.20	m <sup>2</sup> x	100 W/m <sup>2</sup>	
(5)	050-206(1) (c)	<b>CARGAS</b>				
		CALEFACCION AMBIENTAL ELECTRICA :			0.00	
		AIRE ACONDICIONADO :		NORMAL	207,800.00	
				PRECISION	29,800.00	
		CARGAS DE EQUIPAMIENTO :			206,928.00	
		<b>TOTAL PASO 3</b>			<b>444,528.00</b>	
(6)		<b>CARGA TOTAL DEL EDIFICIO</b>				
		SUMANDO LOS PASOS (3),(4) Y (5)			<b>1,708,565.00</b>	
(7)		<b>CARGA TOTAL DEL EDIFICIO MENOS CUALQUIER CARGA DE CALEFACCION</b>				
		PASO (6) - CALEFACCION			<b>1,470,965.00</b>	
(8)	050-206(2)	<b>APLICANDO FACTORES</b>				
	050-206(2)(b)(i)	CARGA DE CALEFACCION (DE ACUERDO CON LA SECCION 270)			207,800.00	
					29,800.00	0.80
	050-206(2)(b)(ii)	<b>CARGA DE EDIFICIO SIN LA CALEFACCION</b>				
		LOCAL CON AREAS > DE 900m <sup>2</sup>				
		POTENCIA AREA	1,470,965.00	W		
			28,710.85	m <sup>2</sup>		
		LA CARGA x M2 SERA:	51.23	W/m <sup>2</sup>		
	050-206 (2)(b)(ii) A	CARGA POR LOS PRIMEROS 900 m <sup>2</sup>	900	m <sup>2</sup> x	51.23 W/m <sup>2</sup>	
	050-206 (2)(b)(ii) B	CARGA PARA AREA RESTANTE	27810.85	m <sup>2</sup> x	51.23 W/m <sup>2</sup>	
		<b>SUMA RESULTANTE</b>			<b>1,708,565.00</b>	

POTENCIA INSTALADA	1,708.57	KW
MÁXIMA DEMANDA - CNE	1,159.08	KW
RESERVA (20%)	231.82	KW
MÁXIMA DEMANDA TOTAL	1,390.90	KW
FACTOR DE SIMULTANEIDAD (fs)	0.80	KW
MÁXIMA DEMANDA TOTAL GENERAL	1,112.72	KVA

Se solicitará un transformador trifásico tipo seco encapsulado de 1000 kVA y otro transformador trifásico tipo seco encapsulado de 630 kVA, que cumplan con la relación de transformación de tensión: 10.0 / 0.40 - 0.23 KV.

### Selección de corrientes para Trafomix

Para la selección de las corrientes del Trafomix se tendrá en cuenta:

1. Nivel de tensión.
2. Máxima demanda inicial.
3. Máxima demanda futura.

Tabla 6. Selección de corrientes - Trafomix

SELECCIÓN DE CORRIENTES - TRAFOMIX						
<b>DATOS GENERALES :</b>						
TENSION INICIAL (KV): 10,0		MAXIMA DEMANDA DEL PROYECTO				1 159.08 KW (1 448.85 KVA)
TENSION FUTURO (KV): 10,0		PROYECCION FUTURA MAXIMA DEMANDA				1 304.00 KW (1 630 KVA)
<b>PARA 10,0 kV</b>						
	<b>Maxima Demanda</b>	<b>Tension (KV)</b>	<b>Corriente (A)</b>			<b>Selección (A)</b>
Inicial	347.72	10.0	22.28			22
Proyecto	1159.08	10.0	74.28			74
Futura	1304.00	10.0	83.57			84
SELECCIONAMOS TRAFOMIX CON RELACION: (22 - 84) / 5 A						

Fuente: Elaboración propia del autor

Para este proyecto, se considera la selección de un trafomix de relación doble (22 - 84 / 5A) para uso exterior, con aisladores laterales, del tipo TMEB-33, el mismo que se instalará en la estructura de protección aérea de media tensión (EPAMT-3S) proyectada.

### Selección de fusibles Tipo “K”

Para la protección en mantenimientos futuros de las estructuras aéreas de media tensión, se instalarán seccionadores unipolares tipo CUT OUT con fusibles tipo “K”; estos fusibles, en la primera aérea que se indique en el proyecto, tendrán capacidad no será mayor del 150% de la corriente nominal o de plena carga de la Subestación proyectada.

Potencia Instalada total	: 1630 kVA.
Transformador N°01	: 630 kVA
Transformador N°02	: 1000 kVA
Tensión de servicio	: 10,0 kV
Corriente de Diseño	: $I_d$
Corriente Selección de fusible	: $I_{SF}$

$$I_d = \frac{P}{(V \times \sqrt{3})} \quad (A)$$

$$I_d = \frac{1430}{(10.0 \times \sqrt{3})} \quad iD = 94.11A$$

$$I_{SF} = 1.5 \times (I_d) \quad \rightarrow \quad I_{SF} = 141.16A$$

Se recomienda el uso de fusibles tipo "K" de 140 amperios para uso en seccionadores Cut Out que serán instalados en la estructura de medición y protección aérea de media tensión (EPAMT-3S) proyectada. Cabe mencionar que estos seccionadores Cut Out podrán sustituirse por seccionadores unipolares tipo cuchilla de 400 amperios.

### **Selección de conductores de baja tensión**

Para la selección del conductor conductores de baja tensión se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Potencia de transformador(es).
2. Tensión de servicio en baja tensión.

Potencia de transformador(es)	: 1630 kVA.
a) Transformador N°01	: 630 kVA
b) Transformador N°02	: 1000 kVA
Tensión de servicio en BT	: 0,38 kV
Factor de potencia (f.p.)	: 0,80
Corriente de Diseño	: $I_d$

$$I_d = \frac{P}{(V \times \sqrt{3})} \quad (A)$$

$$I_d = \frac{630}{(0.38 \times \sqrt{3})} = 957.19A$$

$$I_{TD01} = 1.5 \times (I_d) = 1.5 \times 957.19 = 1435.78A$$

$$I_d = \frac{1000}{(0.38 \times \sqrt{3})} = 1519.34A$$

$$I_{TD02} = 1.5 \times (I_d) = 1.5 \times 1519.34 = 2279.01A$$

- Para el cableado que derivará del transformador N°01 (630 kVA) al tablero general de emergencia, seleccionamos el cable NYY 0,6/1.0 kV de sección 400 mm<sup>2</sup>, cuya capacidad de corriente es de 790 amperios, para montaje aéreo. La configuración del cable será: 2 (3-1x400mm<sup>2</sup> (F) + 1x400mm<sup>2</sup>(N)).
- Para el cableado que derivará del transformador N°02 (1000 kVA) al tablero general normal, seleccionamos el cable NYY 0,6/1.0 kV de sección 400 mm<sup>2</sup>, cuya capacidad de corriente es de 790 amperios, para montaje aéreo. La configuración del cable será: 3 (3-1x400mm<sup>2</sup> (F) + 1x400mm<sup>2</sup>(N)).

### **Cálculo del interruptor termomagnético (ITM)**

Para protección de los tableros de distribución de baja tensión, se instalarán interruptores termomagnéticos (ITM) generales, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Potencia de transformador(es)	: 1630 kVA.
a) Transformador N°01	: 630 kVA
b) Transformador N°02	: 1000 kVA
Tensión de servicio en BT	: 0.38 kV
Factor de potencia (f.p.)	: 0.80
Corriente de Diseño	: I <sub>d</sub>
Corriente de cableado	: I <sub>ITM</sub>

$$I_d = \frac{P}{(V \times \sqrt{3})} \quad (A)$$

$$I_d = \frac{630}{(0.38 \times \sqrt{3})} = 957.19 A$$

$$I_{TD01} = 1.5 \times (I_d) = 1.25 \times 759.67 = 1196.48 A$$

$$I_d = \frac{1000}{(0.38 \times \sqrt{3})} = 1519.34 A$$

$$I_{TD02} = 1.5 \times (I_d) = 1.25 \times 1519.34 = 1899.18 A$$

Seleccionamos:

#### INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (TG-E)

Corriente : 3 x 1250 A  
 Corriente C.C. : 70 kA (380/415 Vac)  
 Tensión nominal : 690 Vac  
 Tensión aislamiento : 1000 Vac  
 Regulación :  $I_r = 0.5$  a  $1.0 I_n$

#### INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (TG-N)

Corriente : 3 x 2000 A  
 Corriente C.C. : 85 kA (380/415 Vac)  
 Tensión nominal : 690 Vac  
 Tensión aislamiento : 1000 Vac  
 Regulación :  $I_r = 0.5$  a  $1.0 I_n$

#### **Selección de sección de barras de cobre**

Para realizar una adecuada selección de las barras colectoras de las celdas de media tensión de la subestación de distribución, se realizará el cálculo de la corriente de diseño ( $I_d$ ), para ello se tendrá en cuenta lo siguiente:

Potencia total real : 1287.87 kVA  
 Tensión de servicio en MT : 10,0 kV  
 Corriente de Diseño :  $I_d$

Corriente de barra de cobre : Ibarra Cu

$$I_d = \frac{P}{(V \times \sqrt{3})} \quad (A)$$

$$I_{\text{barra Cu}} = I_d \times 1.5$$

$$I_{d_{10,0Kv}} = \frac{1287.87}{(10.0 \times \sqrt{3})} = 74.36A$$

$$I_{\text{barra Cu}} = I_d \times 1.5 = 74.36 \times 1.5 = 111.53A$$

La corriente que deben soportar las barras de cobre colectoras, para atender de forma continua y segura, la máxima demanda total del proyecto, será de 111.53 amperios.

Los fabricantes de barras colectoras de cobre tienen definido las secciones de barras desnudas y sus capacidades de corriente, en la tabla adjunta, se selecciona una barra de sección 15mm x 2mm, que presenta una capacidad de corriente permanente de 128 amperios de nuestro proyecto.

Tabla 7. Dimensiones de las barras de cobre

Anchura x espesor mm	Sección mm <sup>2</sup>	Peso <sup>1)</sup>	Material <sup>2)</sup>	Intensidad en régimen permanente, en A			
				Corriente alterna hasta 60 Hz		Corriente continua + corriente alterna 16 Hz	
				Barra desnuda	Barra pintada	Barra desnuda	Barra pintada
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	108	123	108	123
15 x 2	29,5	0,262		128	148	128	148
15 x 3	44,5	0,396		162	187	162	187
20 x 2	39,5	0,351		162	189	162	189
20 x 3	59,5	0,529		204	237	204	237
20 x 5	99,1	0,882		274	319	274	320
20 x 10	199,0	1,770		427	497	428	499
25 x 3	74,5	0,663		245	287	245	287
25 x 5	124,0	1,110		327	384	327	384
30 x 3	89,5	0,796		285	337	286	337
30 x 5	149,0	1,330		379	447	380	448
30 x 10	299,0	2,660		573	676	579	683
40 x 3	119,0	1,060		366	435	367	436
40 x 5	199,0	1,770		482	573	484	576
40 x 10	399,0	3,550		715	850	728	865
50 x 5	249,0	2,220		583	697	588	703
50 x 10	499,0	4,440		852	1020	875	1050
60 x 5	299,0	2,660		688	826	696	836
60 x 10	599,0	5,330		985	1180	1020	1230
80 x 5	399,0	3,550		885	1070	902	1090
80 x 10	799,0	7,110	1240	1500	1310	1590	
100 x 10	999,0	8,890	1490	1810	1600	1940	

<sup>1)</sup> Calculado con una densidad de 8,9 kg/dm<sup>3</sup>

<sup>2)</sup> Base de referencia para los valores de la intensidad (valores tomados de la norma DIN 43 671)

Fuente: Norma DIN 43671

Según lo indicado en la Norma DIN 43671 “Barras de cobre diseñadas para carga continua de corriente”, se verificará la capacidad de corriente corregida de la barra de cobre desnuda seleccionada, para ello se tendrá en cuenta lo siguiente:

Temperatura ambiente máxima media : 24.1°C

Temperatura ambiente mínima media : 7.9 °C

Temperatura media : 15.9 °C

La temperatura ambiente de las barras colectoras debe ser de como máximo 40 °C, la temperatura de las barras se asume de 85°C. Con la ayuda del factor corrector (k2) existe la posibilidad de corregir los valores básicos de la corriente en la tabla adjunta, según la temperatura de servicio desviada. El grado de emisión más favorable, la intensidad nominal aumenta entre 6 al 10%, para este proyecto se asumirá 8%.

Ibarra corregida = Ibarra Cu \* K2 + 8% (A)

Temperatura Ambiente : 25°C

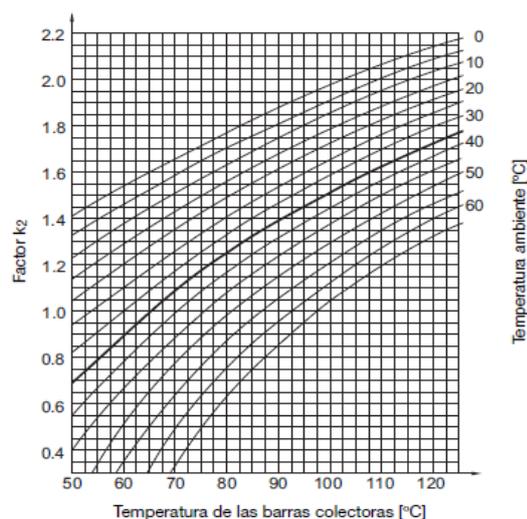
Temperatura de barras : 85°C

Del diagrama se tiene K2 : 1.4

Ibarra corregida = 128 \* 1,40 \* 1,08 (A)

Ibarra corregida = 193,53 A

**Diagrama del factor corrector según DIN 43 671**



*Figura 5. Diagrama del factor corrector según DIN 43671*

Los fabricantes de celdas para subestaciones de media tensión, instalan barras colectoras con capacidades de corrientes de 400 A (sección de barra de 30mm x 5mm) o 630 A (sección de barra de 50mm x 5mm); se concluye, que las barras de cobre de las celdas de media tensión cumplirían en cubrir con las capacidades de corriente de nuestro proyecto.

### **Cálculo de la resistencia de puesta a tierra**

Los cálculos para el Sistema de Puesta a Tierra han sido desarrollados de conformidad con los lineamientos establecidos en el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2,006.

#### **Bases de Cálculo**

Para los cálculos de diseño del presente Proyecto se ha tenido en cuenta los requisitos establecidos en el nuevo Código Nacional de Electricidad – Utilización, las Normas NTP 370.056 y las IEC, NEC y NEMA.

#### **Parámetros de Cálculo**

Resistencia para el Sistema de Puesta a Tierra	: 25 $\Omega$
Resistividad del Terreno	: 55.20 $\Omega$ -m
Longitud del Electrodo de Cobre electrolítico	: 2.40 m
Diámetro del Electrodo	: 0.016 m
Distancia entre electrodos	: 6.00 m
Profundidad del Pozo	: 3.00 m

Para el cálculo de la Resistencia de puesta a Tierra, se ha aplicado la siguiente Fórmula:

Para un electrodo o jabalina vertical en un pozo de tierra

La resistencia se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{1}{2 * \pi * L} \left[ p * \left( \ln \left( \frac{4L}{r_1} \right) - 1 \right) + p_1 * \left( \ln \left( \frac{4L}{r} \right) - 1 \right) - p_1 * \left( \ln \left( \frac{4L}{r_1} \right) - 1 \right) \right]$$

Dónde:

- R : Resistencia de la Puesta a Tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$  : Resistividad del Terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $\rho_1$  : Resistividad del terreno tratado ( $\Omega \cdot m$ )
- r : Radio de electrodo (m)
- r1 : Radio de electrodo con terreno tratado (m)
- L : Longitud del electrodo (m)
- $\emptyset$  : Diámetro de excavación (m)

Reemplazando se tiene una resistencia de dispersión de 16.13  $\Omega$ , valor que es menor que el recomendado por el C. N. E.

Considerando la misma resistencia de puesta a tierra se tiene:

$$\frac{R}{n} \leq 25\Omega \rightarrow n = 1 \quad R < 25\Omega$$

Se utilizará un electrodo de cobre de 2.40 m de longitud y 16mm (5/8") de diámetro, conectado a un conductor de cobre desnudo temple blando de 35 mm<sup>2</sup> o cable CPI de 25 mm<sup>2</sup>. En caso de no llegar a valores óptimos se aplicará más aditivo para mejorar la resistencia de la PAT. (Ver anexo N.º 2)

### **Nivel de aislamiento y línea de fuga**

#### a) Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento representa la aptitud de los materiales para soportar las sobretensiones a frecuencia industrial, las sobretensiones de origen atmosférico y las sobretensiones de maniobra de frente escarpado. Esta aptitud o nivel de aislamiento viene definida por los valores de: tensión de ensayo a la frecuencia industrial, tensión de ensayo de impulso tipo rayo y tensión de ensayo de impulso tipo maniobra.

Las tensiones soportadas están normalizadas (norma IEC 60071-1) y asociadas a la tensión más elevada para el material, siendo suficiente solo dos tensiones para definir su nivel de aislamiento normalizado. Para el nivel de tensión del proyecto, son suficientes la tensión soportada normalizada para impulso tipo rayo y la tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial.

*Tabla 8. Tensiones elevadas y soportadas*

Tensión más elevada del material KV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial KV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo KV (valor de cresta)
12	28	75
17.5	38	95
24	50	125
36	70	170

Fuente: Elaboración propia del autor

El nivel de aislamiento, de la instalación de MT, quedará definido de la siguiente manera:

Los aislamientos externos están expuestos a la contaminación presente en el ambiente, por lo que un proceso de descarga disruptiva por esta causa podría suscitarse. De aquí la importancia de considerar el nivel de contaminación en el sitio de la instalación de la red.

b) La Línea de Fuga (CREEPING DISTANCE)

Es la distancia medida a lo largo del aislamiento exterior del equipo, y es una medida de la capacidad del equipo respecto al riesgo de contorneo exterior en entornos contaminados. La línea de fuga mínima para un nivel de contaminación determinada se obtiene a partir de la línea de fuga especificada y de la tensión máxima del sistema.

La distancia de fuga fase-tierra mínima estará dada por la siguiente expresión:

$$L_{fuga} = L_{f0} * U_{max} * f_{ch}$$

Donde:

$L_{fuga}$  : Distancia de fuga fase-tierra mínima requerida. (mm)

$L_{f0}$  : Distancia de fuga nominal mínima. (mm/kV)

$U_{máx}$  : Tensión máxima de servicio. (kV)

$f_{ch}$  : Factor de corrección por altura.

Para nuestro caso, la zona del proyecto presenta un área con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación y frecuentes lluvias estacionales. Se asume una línea de fuga específica mínima de 20 mm/kV.

Por lo tanto, la longitud de línea de fuga mínima de los aislamientos a la intemperie será:

$L_{f0}$  : 20 mm/kV.

$U_{máx}$  : 12 kV.

$L_{fuga}$  :  $20,0 \times 12 = 240,00$  mm (mínimo)

NOTA: Según recomendaciones de la norma IEC 60071-1, las instalaciones eléctricas de proyectos situados a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m., la tensión máxima del sistema deberá ser multiplicada por un factor de corrección. Para casos en que la altitud de la zona del proyecto sea menor a 1000 msnm, el factor de corrección será igual a 1.

### **Selección del espesor mínimo de galvanizado**

La norma ASTM A153/A153 M, recomienda un espesor mínimo del galvanizado de 53  $\mu\text{m}$ , para pernos, arandelas, tuercas u otro material de ferretería que este expuesta a la intemperie; sin embargo, la zona del proyecto presenta un ambiente con un riesgo de corrosión moderado por el deterioro de la ferretería eléctrica, pero presenta frecuentes lluvias estacionales; teniendo en cuenta el valor de las pérdidas anuales de espesor de Zinc (galvanizado) que están estimadas según la norma UNE EN ISO 14713 y la ubicación del proyecto en zona urbana, se sugiere un espesor mínimo de galvanizado de 96  $\mu\text{m}$

Tabla 9. Categorías de ambiente, riesgo de corrosión y velocidad de corrosión

Categoría corrosiva (Ambientes)		Riesgo de corrosión	Velocidad de corrosión del zinc ( $\mu\text{m}/\text{año}$ )
C1	Interior: seco	Muy Bajo	$\leq 0,1$
C2	Interior: condensación ocasional	Bajo	0,1 a 0,7
	Exterior: rural en el interior		
C3	Interior: humedad elevada, aire ligeramente contaminado	Medio	0,7 a 2
	Exterior: urbano en el interior o costero de baja salinidad		
C4	Interior: piscinas, plantas químicas, etc.	Elevado	2 a 4
	Exterior: Menor, industrial en el interior o urbano costero		
C5	Exterior: Industrial muy húmedo o costero de elevada salinidad	Muy Elevado	4 a 8

Fuente: Norma UNE EN ISO 14713

Tabla 10. Protección por años según espesor de capa de zinc v tipo de atmósfera

	Espesor de la capa de Zinc en micras ( $\mu\text{m}$ )											
	10	20	33	43	53	66	76	86	96	106	119	129
<b>Tipo de Atmósfera</b>	Años de protección hasta el 5% de oxidación de la superficie											
Rural	7	12	19	25	31	38	43	50	57	62	68	74
Marino Tropical	5	10	15	20	24	29	33	39	43	48	53	58
Marino Templado	4	9	13	17	21	26	30	35	39	43	48	51
Sub - Urbano	3	6	10	14	18	21	24	29	32	36	40	42
Industrial Moderado	2	4	8	11	14	18	21	24	28	31	34	38
Industrial Pesado	1	2	4	7	9	11	13	15	15	19	21	22

Fuente: Elaboración propia del autor

Considerando que la zona del proyecto presente una atmosfera similar al tipo Sub – Urbano y habiéndose considerado una capa de protección galvanizada de 96  $\mu\text{m}$ , se garantizan aproximadamente 32 años de protección, según la tabla indicada.

### Factores de Corrección por altitud

La implementación de este sistema de utilización en media tensión se da a una altura de 2640 msnm, por lo que requiere calcularse los factores de corrección respectivos.

1. Según estandar IEC

El estándar IEC 62271-200 dentro de sus cláusulas para condiciones inusuales como la altitud, recomienda el uso de factores de corrección.

a) Factor de corrección por voltaje

Está relacionada con la dependencia de la presión atmosférica de la altitud, la cual esta referenciada en el estándar IEC 721-2-3. Para el cálculo del factor de corrección se utiliza la fórmula siguiente:

*Tabla 11. Factores de corrección voltaje por altitud*

Ítem	Factor	ACF
Voltaje	m = 1	$Ka = e^{\frac{m(H-1000)}{8150}}$

Fuente: Estandares IEC 60071-2:1996

Nota: El exponente m depende de varios parámetros, incluyendo la ruta de descarga mínima que es generalmente desconocido en la etapa de diseño. La determinación del exponente m se basa en el estándar IEC 60-1.

H: Altitud >1000 msnm (m)

m: 1,0 para coordinación por tensión atmosférica de impulso que puede soportar.

m: 1,0 para tensiones de frecuencia industrial que se puede soportar en espacios de aire y aisladores limpios.

b) Factor de corrección por corriente

La corrección por corriente está relacionada con la dependencia de la presión atmosférica con la altitud y se encuentra referenciado a la norma IEC 721-2-3. El factor de corrección puede ser calculado de la siguiente formula.

2. Según estándar ANSI

El estándar ANSI C37.20.2-1986 dentro de su cláusula 8.1.3; para condiciones inusuales como la altitud, recomienda el uso de factores de corrección para el voltaje y corriente, dados en la siguiente tabla:

*Tabla 12. Factores de corrección por altitud*

Altitud (m)	Altitud (ft)	ACF for dielectric withstand voltage	ACF for continuous current
1000	3300	1	1
1200	4000	0.98	1
1500	5000	0.95	0.99
1800	6000	0.92	0.99
2000	6600	0.91	0.99
2100	7000	0.89	0.98
2400	8000	0.86	0.97
2700	9000	0.83	0.97
3000	10000	0.80	0.96
3600	12000	0.75	0.95
4000	13000	0.72	0.94
4300	14000	0.70	0.94
4900	16000	0.65	0.925
5500	18000	0.61	0.91
6000	20000	0.56	0.90

Fuente: Estandar ANSI C37.20-1999

Para seleccionar los factores de corrección para voltaje y corriente, se deberá de realizar la interpolación respectiva.

Para la implementación de este sistema de utilización en media tensión, que se encuentra situado a una altura de 2640 msnm, con una tensión de operación de 10.0 kV, frecuencia 60Hz, se obtuvieron los siguientes factores de corrección por altitud:

*Tabla 13. Factores de Corrección por altitud IEC*

Rango	Características iniciales de operación a 2640 m.s.n.m	Factor ACF Voltaje	Factor ACF Corriente	Nueva característica de operación a 2640 m.s.n.m	Características técnicas a considerar
Tensión de servicio	10 kV				
Tensión máxima de operación	12.0 kV	1.2229		14.67 kV	27 kV
Tensión de frecuencia industrial	28 kV	1.2229		34.24 kV	50 kV
Tensión de descarga atmosférica	75 kV	1.2229		91.72 kV	125 kV
Corriente de Diseño	82.56 A		0.9672	79.85 A	82.56 A

Fuente: Estándares IEC

Tabla 14. Factores de corrección por altitud ANSI

Rango	Características iniciales de operación a 2640 m.s.n.m	Factor ACF Voltaje	Factor ACF Corriente	Nueva característica de operación a 2640 m.s.n.m	Características técnicas a considerar
Tensión de servicio	10 kV				
Tensión máxima de operación	12.0 kV	0.836		14.35 kV	27 kV
Tensión de frecuencia industrial	28 kV	0.836		33.49 kV	50 kV
Tensión de descarga atmosférica	75 kV	0.836		89.71 kV	125 kV
Corriente de Diseño	82.56 A		0.97	85.11 A	82.56 A

Fuente: Estándares ANSI

De los resultados obtenidos, la tensión nominal de las celdas de media tensión se mantendrá en 10.0 kV.

Las características técnicas indicadas en los cuadros de factores de corrección por altitud IEC o ANSI., solo servirán para la selección adecuada del nivel de aislamiento y de tensión máxima de operación de los dispositivos que se instalarán en el interior de las celdas MT; considerando que las nuevas características de operación a 2650 msnm no tienen equivalencia comercial, se ha considerado la selección de características técnicas de una tensión de servicio de 22.9kV.

Se deberá prever durante el proceso de adquisición de las celdas MT, que los fabricantes garanticen que las celdas MT, no generaran arco interno en su interior, considerando las nuevas características de operación a 2650 msnm, teniendo en cuenta que la tensión de servicio es de 10.0 kV.

Con respecto a la corriente de diseño, se verificaron variaciones significativas de hasta 5%; cabe mencionar que la aplicación del factor de corrección para corriente solo afectará a las llaves de protección termomagnéticas de los tableros de distribución general (TG) BT de la Subestación de distribución en caseta. Se debe tener en cuenta que estas llaves de protección serán de tipo regulable y en algunos casos no se requerirá modificar su selección.

Con respecto a la línea de fuga, se deberá de considerar la nueva característica de operación a 2640 m.s.n.m; para nuestro proyecto la nueva línea de fuga mínima será:

$$L_{fuga} = L_{f0} * U_{max} * f_{ch}$$

$$L_{fuga} = 20 * 12 * 1.2229 = 293.49mm$$

Del resultado obtenido se verifica que la línea de fuga mínima, no tiene equivalencia comercial, motivo por el cual se deberá de realizar su recálculo con la tensión máxima de operación indicada en características técnicas a considerar (27 kV):

Del resultado obtenido se verifica que la línea de fuga mínima, no tiene equivalencia comercial, motivo por el cual se deberá de realizar su recálculo con la tensión máxima de operación indicada en características técnicas a considerar (27 kV):

$$L_{fuga} = L_{f0} * U_{max}$$

$$L_{fuga} = 20 * 27 = 540mm$$

### **Cálculo de ventilación para subestación tipo caseta**

Para este proyecto se tiene considerado una Subestación tipo caseta, donde se instalará un transformador de distribución tipo seco encapsulado; de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes, es necesario verificar el cálculo de ventilación que requiere esta caseta y determinar si será ventilación natural o de tipo forzada.

Para determinar la ventilación de la Subestación tipo caseta proyectada, tomaremos en cuenta las siguientes premisas:

Potencia de transformador(es)	: 1430 kVA.
a) Transformador N°01	: 630 kVA
b) Transformador N°02	: 1000 kVA
Sistema	: 3Ø
Perdidas en el Fierro (W Fe1)	: 1411 W
Perdidas en el Fierro (W Fe2)	: 1612 W

Pérdidas en el Cobre (W Cu1)	: 8136 W
Pérdidas en el Cobre (W Cu2)	: 9396 W
Temperatura del aire al ingresar a la Subestación	: 30° C
Temperatura del aire al salir de la Subestación	: 45° C
- Incremento de Temperatura	: 15° C
- Pérdida Total Wcu + Wfe	: 20 555 W

Para efectos de cálculos, se puede partir de un aumento de temperatura del aire de  $\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$ , lo que corresponde a un flujo de aire de 4.5 m<sup>3</sup>/min, por cada 1,0 kW de calor transferido.

El intercambio de aire estará determinado por el tamaño de las aberturas de ventilación, la altura de la chimenea de salida y la resistencia en el trayecto de ventilación.

Esta resistencia es generalmente:

$$R = R1 + m^2 * R2$$

Donde:

R1 : Coeficiente de aceleración y resistencia en el canal de entrada

Aceleración	: 1
Rejilla de platinas	: 0.75
Rejilla de alambre	: 0.75
Cambio gradual de dirección	: 0.60

$$R1 = 3.10$$

R2 : Coeficiente de aceleración y resistencia en el canal de salida.

Aceleración	: 1
Rejilla de platinas	: 0.75
Rejilla de alambre	: 0.75
Cambio gradual de dirección	: 0.60

$$R1 = 3.10$$

m : Relación entre la sección A1(canal de entrada) y la sección A2(canal de salida).

Si el canal de salida se hace un 20% más grande que el canal de entrada, será:

$$m = \frac{A1}{A2} = \frac{1.0}{1.2} = 0.833$$

$$m^2 = 0.694$$

Luego

$$R = R1 + m^2 * R2$$

$$R = 3.10 + (0.694)(3.10)$$

$$R = 5.251$$

La ecuación de equilibrio para la circulación del aire es:

$$H * \Delta T^3 = \frac{13.2 * P^2 * R}{A1^2}$$

De donde se despeja A1:

$$A1 = \sqrt{\frac{13.2 * P^2 * R}{H * \Delta T^3}}$$

Donde:

P : Pérdida Total del Transformador, en kW

H : Altura, entre el medio del transformador y el ducto de Salida, en m.

$\Delta T$  : Incremento de temperatura en °C

R : Resistencia del flujo de aire

A1 : Sección del canal de entrada, en m<sup>2</sup>

La caseta donde se instalará la Subestación deberá cumplir con las siguientes áreas mínimas de ventilación:

$$A1 = 1.56228 \text{ m}^2 \quad (\text{INGRESO})$$

$$A2 = 1.87473 \text{ m}^2 \quad (\text{SALIDA})$$

En el proyecto, la Celda donde se instalará el transformador quedará con las siguientes áreas de ventilación:

Áreas de ingreso para la ventilación:

Rejilla de ingreso de ventilación (2 ventanas):

Ancho : 1.20 m

Alto : 0.65 m

Área : 0.78 m<sup>2</sup>

Haciendo un Área total de Ingreso (2 ventanas):

A1 : 1.56 m<sup>2</sup>

Áreas de Salida para la ventilación:

Ventanas Superiores (2 ventanas)

Ancho : 1.20 m

Alto : 0.80 m

Área : 0.96 m<sup>2</sup>

Haciendo un Área total de Ingreso (2 ventanas):

A1 : 1.92 m<sup>2</sup>

Resumiendo:

A1 = 1.56 m<sup>2</sup> (INGRESO) Valor similar al área mínima calculada

A2 = 1.92 m<sup>2</sup> (SALIDA) Valor superior al área mínima calculada

Por lo tanto, la ventilación será natural. Se podrán utilizar las paredes laterales de la caseta que no presentan equipamiento anclado; las ventanas de ventilación serán construidas de rejilla metálica tipo apersianadas, presentarán malla metálica y/o plástica que evite el ingreso de roedores o insectos.

Tabla 15. Niveles de aislamiento normalizados para las tensiones asignadas

Tensión máxima del equipo $U_m$ [kV] (valor eficaz)	Tensión de soportabilidad normalizada de corta duración a frecuencia industrial [kV] (valor eficaz)	Tensión de soportabilidad normalizada al impulso tipo rayo [kV] (valor pico)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
17,5	38	95
		75
24	50	95
		125
36	70	145
		170
52	95	250
72,5	140	325
123	[185]	450
	230	550
145	[185]	[450]
	230	550
	275	650
170	[230]	[550]
	275	650
	325	750
245	[275]	[650]
	[325]	[750]
	360	850
	395	850
	460	1050

Fuente: Elaboración propia del autor

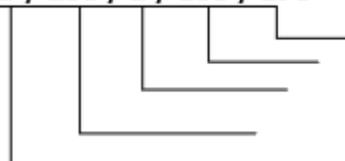
## 5.4. Suministros y materiales

### Postes de concreto

Características técnicas de los postes

Los postes de concreto armado centrifugado tendrán designada su identificación de la siguiente manera:

**13 / 200 / 2 / 150 / 270**



Diámetro de la base : 270 mm  
 Diámetro de la cima : 150 mm  
 Coeficiente de seguridad : 2  
 Carga de trabajo : 200 kg. |  
 Longitud total : 13 m

Los agujeros que deben tener los postes, así como sus dimensiones y espaciamientos entre ellos, se muestran en las láminas del proyecto.

#### Información técnica requerida

Se deberá adjuntar obligatoriamente en sus Propuestas Técnicas la información técnica siguiente:

1. Catálogo original completo de los postes en la cual se evidencie el cumplimiento de todos los requerimientos de las presentes especificaciones técnicas.
2. Como mínimo se incluirá la siguiente información: datos sobre sus componentes, dimensiones y pesos, características técnicas, acabado, tipo, diagramas estructurales, construcción, capacidad y performance, etc.
3. “Certificado de garantía de calidad técnica”, que garantice la obligatoriedad de reposición de algún suministro por fallas atribuibles al proveedor, por un período mínimo de 2 (dos) años, contados a partir de la fecha de entrega en almacenes de las Empresas de Distribución, esta garantía deberá indicar también que los postes cumplen con todas las características técnicas garantizadas en el presente suministro.
4. “Certificado de garantía de vida útil” de los postes por un período mínimo de veinte 20 años emitido por el fabricante, para garantizar que los postes cumplirán como mínimo un período de vida útil de veinte (20) años en condiciones normales de funcionamiento especificadas en el punto 3, este período se cuenta a partir de la fecha de entrega de los postes en los almacenes de las Empresas de Distribución.
5. Especificación Técnica del fabricante del Aditivo Inhibidor de corrosión propuesto a utilizar.

#### **Ménsulas y accesorios de concreto**

Todos los accesorios de concreto armado vibrado deberán ceñirse a normas NTP 339.027 y NTP 341.031 referentes a hormigón, concreto, 334.088 aditivo inhibidor de corrosión. El acabado externo deberá ser liso y sin fisuras. El recubrimiento mínimo de concreto armado vibrado (C.A.V) sobre la estructura metálica deberá ser de 30 mm.

a) Ménsulas

Deberán ceñirse a normas NTP 339.027 y NTP 341.031 referentes a hormigón, concreto, 334.088 aditivo inhibidor de corrosión. Las ménsulas serán de concreto armado vibrado. El acabado externo deberá ser liso y sin fisuras. El recubrimiento mínimo de C.A.V. sobre la estructura metálica deberá ser de 30 mm. En ella se instalarán los aisladores de acuerdo a los detalles respectivos.

Características de algunas ménsulas usadas:

*Tabla 16. Características de las ménsulas*

- Tiro Transversal (T) Kg	500	500	500	300	300	300	500	300
- Longitud (L)	1.50	1.20	1.00	1.50	1.20	1.00	0.80	0.80
- Factor de Seguridad	2	2	2	2	2	2	2	2
- Trabajo Vertical Kg	150	150	150	150	150	150	150	150
- Peso (Kg)	50	50	50	30	30	30	30	30

Fuente: Norma NTP 339.027

Una ménsula se designará de la siguiente manera:

Ejemplo:



b) Media loza

Deberá ceñirse a normas NTP 339.027, NTP 341.031, 334.088. Será de concreto armado vibrado. El acabado externo deberá ser liso y sin fisuras. El recubrimiento mínimo de C.A.V. sobre la estructura metálica deberá ser de 40 mm.

En la subestación su denominación será 1,10/750 Y 1.30/750 que corresponde a una longitud de 1,10m y 1,30 m respectivamente con carga de trabajo vertical de 750 Kg. Su carga de rotura mínima será de 2 250 Kg.

c) Palomilla

Deberá ceñirse a normas NTP 339.027, NTP 341.031, 334.088. Será de concreto armado vibrado. El acabado externo deberá ser liso y sin fisuras. El

recubrimiento mínimo de C.A.V. sobre la estructura metálica deberá ser de 30 mm.

Se instalará para soporte de los cortacircuitos CUT OUT. Su denominación será 1,50/150, donde 1,50 m es la longitud nominal y 150 Kg. la carga de trabajo vertical. Su carga de rotura nominal mínima será de 300 Kg.

## **Aisladores**

### Aisladores Poliméricos Tipo Pin

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

IEC 61109: Composite insulators for A.C. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000V–Definitions, test methods and acceptance criteria.

ASTM D 624 : Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers.

DIN 53504: Determination of tensile stress/strain properties of rubber.

IEC 60587: Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.

ANSI C29.1: Test methods for electrical power insulators.

ANSI C29.7: Porcelain insulators-high voltage line-post type

ASTM G 154: Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials.

ASTM G 155: Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials.

ASTM A 153/A153 M: Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and Steel hardware.

### Características de los Aisladores Poliméricos Tipo Pin

Tensión de diseño : 27 kV

Material dieléctrico : Goma silicona

Diámetro	: Según diseño de fabricante
Altura	: Según diseño de fabricante
Nivel de contaminación	: Medio Nivel II. (Zona Selva Alta o de las Yungas)
Distancia de Fuga mínima	: 20 mm/Kv ( $\geq 550\text{mm}$ )
Esfuerzo mecánico	: 12.5 KN.
Tensión de flameo a baja frecuencia	
En seco	: 115KV
En lluvia	: 105KV
Tensión crítica de flameo al impulso	
Positiva	: 160KV
Negativa	: 200KV
Recubrimiento mínimo de A°G°	: 100 $\mu$
Peso unitario	: Según diseño de fabricante

#### Características generales de los aisladores poliméricos

##### Núcleo.

El núcleo será de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, resistente a los ácidos y, por tanto, a la rotura frágil; tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga mecánica aplicada al aislador. El núcleo deberá estar libre de burbujas de aire, sustancias extrañas o defectos de fabricación.

##### Cubierta

El material aislante del recubrimiento es goma de silicona. El aislador completo está moldeado totalmente en una sola pieza (cubierta y núcleo), eliminando la necesidad de adhesivos o selladores en su parte aislante.

El material de la cubierta es de silicona de diámetros alternos; con la finalidad de maximizar la distancia de fuga con diámetros los más pequeños posibles en la cubierta y prevenir también el puenteo de las cubiertas adyacentes. La silicona utilizada es inmune a los rayos ultravioleta (UV), así como ofrece una destacada resistencia al medio ambiente.

Elementos terminales.

Los aisladores terminan en un extremo con un terminal de lengüeta y en el otro extremo con un terminal. Ambos terminales son de aluminio estirado. El terminal de horquilla se proveerá con un pin de 16 mm y un pasador de aleación a base de acero inoxidable. El método para acoplar los elementos terminales al cuerpo del aislador es el estampado de alta presión; este método debe ser capaz y proporcionar la resistencia mecánica indicada, así como asegurar un sellado total del aislador.

Los elementos complementarios que unen a los aisladores con las estructuras de apoyo (cruzeta) y con los conductores, son de hierro maleable galvanizado con características de resistencia mecánica a las tracciones superiores a la de los aisladores.

Condiciones técnicas

a) Condiciones ambientales de servicio

Los aisladores se instalarán en los sistemas eléctricos de la Concesionaria eléctrica, cuyas características ambientales son las siguientes:

Temperatura ambiente	:	4.4 °C a 28.6 °C
Humedad relativa	:	51% a 92%
Altura máxima	:	2650 m.s.n.m.
Contaminación	:	Medio Nivel II. (Zona Selva Alta o de las Yungas)
Precipitaciones	:	Intensas. (Zona Selva Alta o de las Yungas).

b) Condiciones de operación del sistema

Las características de operación del sistema son las siguientes:

Nivel de tensión : 10.0 kV.

Frecuencia de servicio : 60 Hz.

c) Tipos de acoplamiento

Los acoplamientos serán según la norma IEC 61466-1 pudiendo ser:

- Ball B, fabricado de acero forjado.
- Socket S, fabricado de acero forjado o de hierro fundido maleable o dúctil.
- Tongue T, fabricado de acero forjado.
- Clevis C, fabricado de acero forjado o de hierro fundido maleable o dúctil.
- Eye E, fabricado de acero forjado.
- Y-Clevis Y, fabricado de acero forjado o de hierro fundido maleable o dúctil.

d) Designación

Los aisladores se designarán de la siguiente manera: CS (SML) XZ- 60/195

Donde:

Las letras CS seguidas por el número que indica la carga mecánica especificada (SML) en kilo Newton (kN).

Las letras XZ representan a las letras: B, S, T, C, E, Y que representan el tipo de acoplamiento según la norma IEC 61466-1. Cuando se utilice una combinación de acoplamientos, la primera letra debe siempre referirse al acoplamiento del extremo superior. El extremo superior es definido en relación a la inclinación de las aletas. Si las aletas son simétricas, cualquier orden de las letras es aceptable.

Los números 60/195 representan respectivamente lo siguiente:

(Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50us en kV) / (Mínima distancia de fuga en mm)

## Conductores

### Condiciones Generales

#### a) Condiciones ambientales de servicio

Los cables se instalarán en los sistemas eléctricos de la concesionaria de distribución eléctrica cuyas características ambientales son las siguientes:

Temperatura ambiente	:	4.4°C a 28.6°C
Humedad relativa	:	51% a 92%
Altura máxima	:	2650 m.s.n.m.
Contaminación	:	Medio - Nivel II. (Zona Selva Alta o de las Yungas)
Corrosión	:	Moderada (Zona Selva Alta o de las Yungas).
Precipitaciones	:	Intensas. (Zona Selva Alta o de las Yungas).

#### b) Condiciones de operación del sistema

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de tensión : Hasta 10.0 kV.
- Frecuencia de servicio : 60 Hz.

#### > Cable Tipo N2XSY

#### Normas Técnicas de Fabricación y Pruebas a cumplir

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

IEC 60228: Conductors of insulated cables.

NTP IEC 60228: Conductores para cables aislados.

IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV). Part 2: Cables for rated voltages of 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV)

NTP IEC 60502-2: Cables de energía con aislamiento extruído y sus accesorios para tensiones nominales desde 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) hasta 30 kV ( $U_m = 36$  kV).  
Parte 2: Cables para tensiones nominales de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) hasta 30 kV ( $U_m = 36$  kV)

IEC 60811: Common test methods for insulation and sheathing materials of electric cables.

IEC 60332-1: Test on electrical cables under fire conditions Part 1; test on single vertical insulated cable.

### Condiciones Generales

#### a) Condiciones ambientales de servicio

Los cables se instalarán en los sistemas eléctricos de la Concesionaria eléctrica cuyas características ambientales son las siguientes:

Temperatura ambiente: 4.4°C a 28.6°C

Humedad relativa: 51% a 92%

Altura máxima: 2650 m.s.n.m.

Contaminación: Medio - Nivel II. (Zona Selva Alta o de las Yungas)

Corrosión: Moderada (Zona Selva Alta o de las Yungas).

Precipitaciones: Intensas. (Zona Selva Alta o de las Yungas).

Los cables serán instalados en las redes de distribución de media tensión, a la intemperie y estarán sometidos a las condiciones meteorológicas imperantes indicadas, a la presencia brisa marina y al ataque de elementos químicos en zonas industriales, cabe indicar que estarán expuestos a condiciones extremas de calor en la parte norte de la costa y de frío en la parte sur de la sierra central.

#### b) Condiciones de operación del sistema

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de tensión : Hasta 10.0 kV.

- Frecuencia de servicio : 60 Hz.

### ZANJA PARA INSTALACIÓN DE CABLE N2XSY– 18/30 kV

La zanja tendrá 0.80 m de ancho x 1.20 m de profundidad, la misma que será ejecutada para montaje subterráneo de cable seco, directo en zanja y/o mediante ductos de concreto.

Para todos los casos de montaje de cable seco, el fondo de la zanja deberá presentar un acabado nivelado. Luego de la instalación del cable seco o de los ductos de concreto, se ira colocando capas de tierra cernida compactada cada 0.20 m. de espesor, que deberán ser compactadas. De acuerdo a la lámina de montaje se colocará la hilera continua de ladrillos y a 0.20 m encima de la base de ladrillos se colocará la cinta señalizadora de color rojo. La tierra cernida no deberá tener elementos que puedan afectar el aislamiento del cable seco.

Tensión fase a fase (V)	Profundidad de instalación (mm)
Menor o igual a 600	600
601 a 50 000	1000
50 001 a 250 000	1500

### DUCTOS DE CONCRETO

Para efectuar los cruces de paso de vehículos, donde se instalará el cable de energía subterráneo, se utilizará ductos de concreto de 04 vías con las siguientes características técnicas:

Diámetro de vías	:	90 mm
Sección del ducto	:	255 mm x 255 mm
Longitud	:	1000 mm
Resistencia mínima a carga de trabajo	:	≥ 20 kN/m
Coeficiente de seguridad	:	2

## TUBO DE F°G° PARA PROTECCIÓN DE CABLE N2XSY

Para la protección del cable tipo N2XSY (aislamiento de polietileno reticulado XLPE), en las subidas / bajadas, se utilizará un tubo de F° G° de 4"  $\Phi$  x 4.5 m de longitud.

## LADRILLO

Serán de arcilla, del tipo King Kong; se instalarán en la zanja que contiene al cable subterráneo, en la posición que se indica en las láminas de montaje.

## CINTA SEÑALIZADORA COLOR ROJO

Para señalar la presencia de cable subterráneo se utilizará una cinta plástica, con inscripciones que indique el tipo de cable subterráneo, la tensión de operación y será de:

Material: Polietileno de alta calidad y resistente a los ácidos y álcalis.

Dimensiones: 5" ancho x 1/10 mm espesor

Color: Rojo

Elongación: 25%

## **Accesorios de Morseteria**

La fijación de los aisladores a crucetas y/o ménsulas en los postes se efectúa mediante los siguientes accesorios:

### a) Pernos Maquinados

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente. Las cabezas de estos pernos serán cuadrados y estarán de acuerdo con la norma ANSI C135-1. Las tuercas y contratueras serán también cuadradas.

Los pernos serán de 16 y 19 mm de diámetro y longitudes de acuerdo a las láminas del proyecto. Las cargas de rotura mínima serán de 55 y 77 kN según tabla técnica.

Cada perno maquinado deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

b) Perno ojo

Cumplirá la norma de fabricación ANSI C135.4. En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado, y será roscado en el otro extremo.

Será de 16 mm de diámetro y longitudes de 305 y/o 203 mm, será de acero SAE 1020 con galvanizado en caliente un espesor de 120 micras según norma NT ASTM A-153.

La carga de rotura mínima será de 55 kN. El suministro incluirá una tuerca cuadrada y una contratuerca.

c) Perno doble armado

Serán de acero SAE 1020, de 16 mm Ø x 457 mm de longitud y de 19 mm Ø x 508 mm de longitud; con galvanizado en caliente un espesor de 120 micras, tendrán tuerca cuadrada y contratuerca.

La carga de rotura mínima será de 55 kN. El suministro incluirá una tuerca cuadrada y una contratuerca.

d) Tuerca Ojo

Será de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Estará adecuada para perno de 16 mm. Su carga mínima de rotura será de 55 kN.

e) Grillete tipo lira

De acero galvanizado en caliente según Norma ASTM A-153, de 71 KN a la tracción, con pin de acero galvanizado de 16 mm Ø, con rosca o pasador de bronce.

f) Grapa de anclaje

Serán fabricadas de aleación de aluminio, del tipo pistola. Se aseguran mediante dos y tres pernos tipo U de diámetro 13 mm. Tienen un espaciamiento adecuado

al conductor y al aislador utilizado. El diámetro del pin de conexión es de 16 mm. El fabricante señalará los torques de apriete que deben aplicarse.

Las cargas de rotura mínima serán de 71 kN (dos pernos) y 81KN (tres pernos).

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieran.

Se usará grapas de 2 pernos para secciones de conductor 35-50 mm<sup>2</sup>.

Se usará grapas de 3 pernos para secciones de conductor 70-120 mm<sup>2</sup>.

#### g) Grapa de Suspensión

Serán fabricadas de A°G° para Cable Auto portante de MT. Son del tipo conductor pasante, y fabricado con aleación de aluminio de primera fusión, resistente a la corrosión comprobada, tales como Al-Mg, Al-Si, Al-Mg-Si. El fabricante señala los torques los torques de apriete que se aplican. La carga de rotura mínima de la grapa de anclaje es de 70 KN.

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de 25, 35, 50 70 y 95 mm<sup>2</sup> de sección.

#### h) Arandelas

Serán de acero galvanizado y tendrán las siguientes dimensiones:

- Arandela cuadrada plana de 57 mm de lado y 5mm de espesor, con agujero central de 18 y 20 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 41 kN.

- Arandela cuadrada curva de 57 mm de lado y 5mm de espesor, con agujero central de 18. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 41 kN

#### i) Fleje de acero inoxidable y hebilla

Será de acero inoxidable no magnético de 19 mm de ancho, deberá tener un acabado liso y sin bordes cortantes. La hebilla se empleará como seguro del fleje de sujeción, será del mismo material y acabado del fleje.

#### j) Varilla de armar

La varilla de armar será de aleación de aluminio, del tipo premoldeado, adecuada para conductor de aleación de aluminio.

Tendrá por objeto proteger el punto de sujeción del conductor con el aislador tipo pin o grapa angular, de los efectos abrasivos, así como de las descargas que se puedan producir entre conductor y tierra.

Son simples y dobles y de longitudes adecuadas para cada sección de conductor.

k) Cinta Plana de armar.

Será de aluminio de 2,54 cm de ancho y servirá para proteger al conductor de aluminio en los puntos de apriete de la grampa tipo pistola, en las cadenas de anclaje.

l) Alambre de amarre

El alambre de amarre será de aluminio recocido de 16 mm<sup>2</sup> y de cobre de 10 mm<sup>2</sup>.

m) Perfiles de A°G°

Serán de acero SAE-1020 o superior y del tipo horizontal (perfiles tipo "U"), para emplearse en las estructuras bipostes como soporte para los Cut-Out y transformadores de distribución.

Perfiles tipo "U" 50 x 50 x 75 x 6 x 2400 mm.

Lado del Perfil: 50 x 50 mm.

Espesor del Perfil: 6 mm.

Longitud: 2.40 m.

Espesor mínimo del galvanizado : 120 µm.

Prestación : para soporte de cut-out

Perfiles tipo "U" 50 x 50 x 100 x 9.5 x 2800 mm.

Lado del Perfil : 50 x 50 mm.

Espesor del Perfil : 9.5 mm.

Longitud : 2.80 m.

Espesor mínimo del galvanizado : 120  $\mu\text{m}$ .

Prestación : para soporte de trafo

### **Seccionador Unipolar Rígido y Accesorios**

#### Condiciones técnicas

#### Garantía de calidad Técnica

La garantía, entendida como la obligatoriedad de reposición de algún suministro por fallas atribuibles al proveedor, será de 2 (dos) años como mínimo, contados a partir de la fecha de entrega en almacenes.

Para cada lote entregado, el fabricante deberá presentar un certificado el cual garantice que los seccionadores fusible tipo expulsión y los accesorios respectivos que conforman dicho lote, cumplen con todas las características técnicas ofertadas para el presente suministro.

#### Información técnica requerida

Se deberá adjuntar obligatoriamente la información técnica siguiente:

- Catálogo original completo actualizado del fabricante, con las características de diseño y construcción de los seccionadores fusible tipo expulsión.
- Catálogos originales de información actualizados a la fecha, diseño, características técnicas y reporte de protocolos de pruebas de los accesorios: Fusible, aislador, tubo porta fusible, accesorios de fijación y pértiga para maniobra con carga.
- Curvas tiempo corriente de los fusibles.
- La información técnica podrá ser en idioma español o inglés.

### **Sistema de puesta a tierra**

#### Puesta a Tierra Tipo Varilla

El sistema de Puesta a Tierra tipo varilla, constará de lo siguiente:

a) Conductores para Puesta a Tierra

Conductor de cobre electrolítico recocido

- Norma de fabricación: NTP 370.042/ASTM B8
- Material del conductor: Cobre electrolítico recocido
- Pureza: 99.9%
- Sección nominal: 35 mm<sup>2</sup>
- Número de alambres: 7
- -Resistencia eléctrica en cc a 20°C: 0.534 Ohm/km

b) Varilla o electrodo de puesta a tierra

Electrodo macizo de cobre electrolítico, 99.9% de pureza de (5/8") 16mm Ø x 2.40m de longitud, cumplirá con la norma de fabricación NTP 370.056 y la norma de materiales ASTM B-18.

c) Conector de varilla

Conector de bronce de alta conductibilidad eléctrica y resistencia a la corrosión, del tipo Anderson Electric-AB, para conexión del electrodo de 16 mm Ø con el conductor de PAT.

Material del borne: bronce

Material prisionero: bronce al silicio

d) Conector tipo perno partido

Para el aterramiento de elementos en el armado de la estructura, se emplearán conectores del tipo perno partido, con cuerpo de cobre electrolítico y tuerca de bronce para secciones de conductor hasta 35 mm<sup>2</sup>. Cumplirá con las normas de fabricación UL 486A y UNE21-159.

e) Tratamiento del pozo

Se debe de acondicionar el relleno del pozo PAT, para ello se deberá de mezclar bentonita o cemento conductivo, con tierra agrícola cernida libre de impurezas;

luego se colocará en capas de acuerdo a lo indicado en las láminas de detalles o en las especificaciones de montaje.

f) Planchas tipo "J"

Será de cobre en forma de J construida con platina de 3 mm de espesor x 40 mm de ancho y 94 mm de longitud. Tendrá un orificio de 22 mm Ø. Fabricado según Norma ASTM B-187.

g) Tubo PVC SAP

Permitirá evitar el contacto directo del conductor de Cobre con el concreto de cimentación cuando sale por la parte inferior del poste; se usará tubo de PVC SAP de 3/4" x 3 m acoplado a codos de PVC-SAP; cantidad: 01 Und.

h) Tubo de A°G°

Permitirá proteger físicamente al conductor de Cu de 25 mm<sup>2</sup> de sección. Cuando se instale la puesta a tierra por el exterior del poste, se protegerá con tubo de A°G° de 1" Ø x 6.40 m de longitud, el tubo se adosará al a estructura con flejes de cinta tipo Band It de 3/4" de ancho y hebillas de sujeción.

i) Caja de inspección

Constará de:

Caja de concreto

Norma: NTP 334.081

Materiales: Según numeral 4.1 de NTP 334.081

Fabricación: Según numeral 4.2 de NTP 334.081

Requisitos de acabado: Según numeral 5.1 de NTP 334.081

Resistencia del concreto: Según numeral 5.3 de NTP 334.081

Diámetro exterior: 396 + 2 mm

Espesor de la pared: 53 + 2 mm

Altura total: 300 + 2 mm

Radio de abertura para la tapa: 173 mm

Diámetro de abertura para

paso del conductor: 30 mm

#### Tapa de concreto

Norma: NTP 350.085 en lo aplicable

Materiales: Según numeral 4.1.1 de NTP 350.085

Condiciones generales: Según numerales 3.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.4, 3.5, 3.6 de NTP 350.085

Acabado: Textura adecuada, sin rajaduras, cangrejas, grietas, porosidades, esquinas o bordes rotos o despostillados.

Unión de la armadura: Por puntos de soldadura según NTP 350.002

Proporción de cemento mínima

con respecto al volumen

de hormigón: 380 Kg/m<sup>3</sup>

Resistencia a la flexión en

el centro de la tapa: 20 KN

Marco de la tapa:

Material: Fierro fundido, núcleo gris, grano fino y uniforme.

Dimensiones: Platina de 1/16" (1.58 mm)

Norma: ISO 1083

Diámetro exterior: 340 + 3 mm

Espesor total: 25 + 3 mm

Huelgo: 3 + 1 mm

Las cajas y tapas de concreto serán rotuladas en bajo relieve y pintado con tinta indeleble, de acuerdo a lo indicado en plano adjunto, con la siguiente nomenclatura:

Logo : De las Empresas de Distribución, con los colores característicos.

MF : Marca del fabricante, color negro.

XY : Año de fabricación, color negro.

Adicionalmente se deberá rotular en las cajas de concreto el símbolo de puesta a tierra, con los colores característicos: fondo amarillo y símbolo de color negro. Las dimensiones serán las indicadas en planos.

### **Transformador de distribución tipo seco encapsulado en resina de 1000kVA y 630kVA**

#### Condiciones técnicas

#### Garantía de Calidad Técnica

La garantía, entendida como la obligatoriedad de reposición de algún suministro por fallas atribuibles al proveedor, será de 2 (dos) años como mínimo, contados a partir de la fecha de entrega en almacenes.

El proveedor deberá presentar un certificado el cual garantice que los transformadores que conforman dicho lote, cumplen con todas las características técnicas ofertadas para el presente suministro, indicando los N°s de serie.

#### Características técnicas

El transformador será fabricado bajo las normas IEC60-076-11, ENCAPSULADO EN RESINA EPOXICA (CAST RESIN), cumple estándares E3 - C2 - F1, clase de aislamiento F, Bobinado de alta y baja tensión con aluminio de alta conductividad y pureza, nucleo con láminas de acero (hierro) silicoso de alta eficiencia grano orientado; materiales aislantes de alta calidad

Norma de fabricación: IEC 60076-11.

Refrigeración: AN (aire natural)

Potencia Cont: 1000 KVA, 630KVA

Tensión Primaria: 10,000Vac

Conexión: Delta

Regulación de tensión: +/- 2x2.5% en 10kv

Tensión Secundaria: 400V + Neutro (en vacío), 380V + Neutro con

Carga: (F-F=380Vac, F-N=220Vac)

Conexión: Estrella + Neutro

Frecuencia: 60 Hz

Grupo de conexión: Dyn5

Material de Bobinado: AT Aluminio / BT Aluminio de alta pureza y eficiencia

Material aislante: AT ENCAPSULADO AL VACIO en resina epoxi,

BT IMPREGNADO en resina epoxi.

Eficiencia: 98% @ 51.0% de Carga.

Clase de aislamiento: Tipo "F/F"

Rise Temperatura: 100/100 K°

Clase Térmica: F1

Clase Ambiental: E3

Clase Climática: C2

Nivel de descargas parciales: < 10pC.

Tensión de C.C.: 6%

Nivel de Aislamiento Int AT: 24-50-125KV

Nivel de Aislamiento Int BT: 1,1/ 3 KV BIL

Enclosure: Metálico autoventilado con grado de protección IP21 para uso interior.

Altitud de operación: 3,000 msnm

Accesorios:

- \* Ganchos de izaje para levantar la parte activa o el transformador completo
- \* Envoltorio metálico para uso interior IP21, tratamiento con galvanizado en caliente 70µm, pintura base anticorrosiva, acabado con pintura electroestática RAL 7032.
- \* Juego de ruedas orientables en 02 planos
- \* Placa de características en acero inoxidable con esquemas de conexión grabado en bajo relieve.
- \* 02 Borne de puesta a tierra colocadas a los lados transformador.
- \* 03 sondas Pt100 ubicadas en cada Bobina del transformador
- \* 01 Controlador Digital de temperatura con seteo, protecciones alarma y disparo. Alimentación auxiliar 24 / 240 V AC/DC y puerto de comunicación RS485, deberá de contar con el cableado de accionamiento de alarma, accionamiento de ventilación y disparo de Interruptor por sobre temperatura.
- \* Juego barras metálicas para los taps de regulación.

Suministro Incluye:

- \* Incluye Protocolo de pruebas de rutina en Laboratorio conforme a normas IEC Pub 076, supervisadas por personal del comprador ó representante designado
- \* Embalaje de madera para transporte terrestre.
- \* Incluye carta de garantía comercial x 02 años contra defectos de fabricación.

Información Técnica Requerida

Se deberá presentar obligatoriamente la información técnica siguiente:

- Catálogo original completo actualizado del proveedor, con las características de diseño, construcción y operación de los transformadores.
- Protocolos de las pruebas realizada a transformador.
- Catálogos y especificaciones técnicas de la chapa magnética del núcleo y su proceso de fabricación.
- Curvas tiempo corriente (límite térmico) típicas de transformadores similares a los ofertados.
- Curvas de los niveles de sostenimiento eléctrico del transformador.
- Especificaciones y detalles del conmutador.
- Sistemas de protección internos en caso de ser equipos autoprotegidos y niveles de sobrecarga recomendados para los transformadores ofertados.
- Proceso de pintado.
- Recomendaciones y experiencias para el buen funcionamiento de los suministros.
- La información técnica podrá ser en idioma español o inglés.

### **Transformador mixto (Trafomix)**

#### Características

Será transformador integrado de medida de tensión (tres bobinas de tensión y tres bobinas de corriente) y corriente sumergido en aceite dieléctrico (refrigeración ONAN), fabricado de acuerdo a las exigencias de las normas vigentes, el mismo que presentará las siguientes características:

	Tensión	Corriente
Potencia :	3 x 50 VA	3 x 30 VA
Relación de transformación	:10.0 / 0,22 KV	(135) / 5 A.
Clase de Precisión :	0.2	0.2
BIL :	125 KV	
Aisladores pasatapas :	≥ 550 mm	

Refrigeración : ONAN

Resistencia: Anti ferro resonante

Condiciones Ambientales de operación

Temperatura ambiente: 4.4°C a 28.6°C

Humedad relativa: 51% a 92%

Altitud del área del proyecto: 2650 msnm.

Clima : Variado según estacionalidad (Zona Selva Alta o de las Yungas).

Contaminación: Medio - Nivel II.

Corrosión: Moderada.

Precipitaciones: Intensas.

### **Medidor electrónico trifásico Multitarifa**

Se instalará un medidor trifásico electrónico de las siguientes características:

Marca: ELSTER

Modelo: A1800

Sistema: Trifásico

Precisión:  $\pm 0,2 \%$

Rango de tensión: 46 – 528 VAC

Rango de corriente: 2.5 (20) A

Frecuencia: 60 Hz  $\pm 5\%$

Rango de °T de operación : -40°C a +85°C (en interior de medidor)

Tarifa: Múltiple

Consumo interno: < 3 W

Nº de hilos: 3

Comunicación: Con tecnología de telemedición.

Puerto: RS 485 u otro que solicite la concesionaria.

El sistema de Medición llevará una Puesta a Tierra exclusiva para el Medidor de Energía y cuyo valor se recomienda no sea superior a 5 ohmios.

### **Caja portamedidor**

La caja tipo “LTM” se ubicará en un murete junto a la estructura de protección y medición, con la finalidad de brindar facilidad al personal de la Concesionaria eléctrica, para la toma de lectura del medidor, y presenta las siguientes características:

*Tabla 17. Características de fabricación*

- Unión.	: Puntos de soldadura por resistencia 50 mm de separación
- Cortes y dobleces.	: Por estampados sin filos ni cortantes ni rebabas.
- Pintado tapa y marco exterior - Bases - Acabado	: Epóxica de cromato de zinc, capa de 50 µm mínimo. : Epoxi gris, capa de 90 µm mínimo.
- Pintado parte restante - Bases - Acabado	: Epoxi polvo de zinc capa de 30 µm mínimo. : Pintura asfáltica capa de 45 µm mínimo.

Fuente: Elaboración propia del autor

**Tabla 18. Características Técnicas**

- Marca, Tapa, ángulo de puesta a tierra refuerzos y topes.	: Acero laminado en frío brillante, PL 2 mm, Espesor.
- Cajón.	: Acero laminado en frío brillante, PL 0.9 mm
- Dimensión cajón	: 520 x 245 x 200 mm.
- Dimensiones tapa LT	: 491 x 216 x 2.00 mm

Fuente: Elaboración propia del autor

### **Material Accesorio**

#### a) Cable N2XOH 0,6/1.0 kV

El cable de baja tensión que derivará desde las celdas de transformación de 1000 kVA o 630 kVA hasta los tableros de baja tensión que les corresponda, será del tipo N2XOH 0.6/1.0 kV:

	<b>Fase</b>	<b>Neutro</b>
Material	: cobre electrolítico	cobre electrolítico
Temple	: blando	blando
N° de hilos	: 61	61
Sección	: 3 - 1 x 400 mm <sup>2</sup>	1 x 400 mm <sup>2</sup>
Aislamiento	: 2.0 mm	2.0 mm
Chaqueta	: 1.4 mm	1.4 mm
Intensidad admisible	: 955 A (Aéreo)	955 A (Aéreo)
	680 A (Ducto)	680 A (Ducto)
Peso	: 11640 Kg/Km	3877 Kg/Km
Conformación	: Triplex	Unipolar

#### b) Cable NLT

Servirá para el conexionado entre el Trafomix y el medidor electrónico, con calibres:

		<b>Circuito de Tensión</b>	<b>Circuito de Corriente</b>
Sección (mm <sup>2</sup> )	:	4 x 2,5	4 x 4
N° de hilos	:	50	80
Ø de cada hilo (mm)	:	0,25	0,30
Ø del conductor (mm)	:	2,1	2,8
Espesor: Aislamiento	:	0,80	1,00
	Chaqueta	:	1,80
		1,80	1,80
Ø Exterior (mm)	:	16	18
Peso (Kg/Km)	:	330	450
Corriente (A)	:	20	26
Temp. de operación (°C)	:	75	75

#### c) Tubo de F°G° para protección de cable NLT

Para la protección del cable NLT de comunicación Trafomix-medidor, se utilizará tubo de F°G° de 1" Ø x 6.40 m, y se sujetará al poste mediante Cinta Band – It y presillos.

d) Conectores

Para el conexionado del conductor de la red primaria, se usará conectores tipo cuña, serán conformados por un cuerpo en forma de "C" y una cuña para el ajuste de los conductores. Con un diseño adecuado para ejercer un efecto de resorte, e impregnados con pasta anti óxido. El material será tal que permita su uso para aluminio - aluminio como también bimetálico aluminio cobre.

e) Terminales para prensar

Se instalarán en los extremos de cables y/o conductores de media tensión, donde sea necesario su conexión con los bushing un transformador, trafomix y/o algún equipo de protección. Estos terminales serán de cobre estañado para evitar la corrosión, serán seleccionado conforme a la sección del cable o conductor, así como al nivel de la tensión de servicio.

f) Tubo cuadrado (Soporte de seccionadores Cut Out)

Se empleará en estructuras que requiere cumplimiento de distancias mínimas de seguridad (D.M.S.). El tubo de acero laminado con o sin costura, de una sola pieza, con recubrimiento galvanizado mínimo de 96 µm, con dimensiones de 102 mm x 102 mm x 6.5 mm y 2.40 m de longitud y diámetro de agujeros de 21 mm.

g) Perfil "U" (Soporte de cable seco)

Se empleará como complemento para soporte de cableado aéreo de media tensión o para cumplir con distancias mínimas de seguridad (D.M.S.). El perfil será de acero forjado, de una sola pieza, con recubrimiento galvanizado mínimo de 96 µm, con dimensiones de perfil 76,2 x 76,2 x 6 mm y 2.40 m de longitud y diámetro de agujeros de 21 mm.

h) Perfil "U" (Soporte de Trafomix y/o transformador)

Se empleará en estructuras que requiere cumplimiento de distancias mínimas de seguridad (D.M.S.). El perfil será de acero forjado, de una sola pieza, con recubrimiento galvanizado mínimo de 96 µm, con dimensiones de perfil 102 x 76.2 x 9.5 mm y 2.80 m de longitud y diámetro de agujeros de 21 mm.

i) Interruptores termo magnéticos

Se instalarán para el control del suministro eléctrico que deriva de las celdas de transformación hacia los tableros de distribución de baja tensión que correspondan, serán del tipo ITM regulables en caja moldeada

*Tabla 19. Características de los Interruptores termo magnéticos*

Norma de fabricación y pruebas	IEC 60947-2	IEC 60947-2
N° de polos	3	3
Corriente nominal		
Servicio particular	1250 A	2000 A
Alumbrado público	-	-
Frecuencia	60 Hz	60 Hz
Tensión nominal	380 - 415 Vac	380 - 415 Vac
Tensión de aislamiento	≥ 1000 Vac	≥ 1000 Vac
Capacidad de ruptura	70 kA (380/415 Vac)	85 kA (380/415 Vac)
Regulación térmica	0,5 a 1,0 In	
Regulación magnética	2 a 12 In	
Grado de protección	≥ IP 20	≥ IP 20
Temperatura de funcionamiento	-10 a 40° C	-10 a 40° C

Fuente: Elaboración propia del autor

### **Subestación tipo caseta proyectada**

La subestación eléctrica ocupara la sala denominada “Subestación Eléctrica” ubicada en el interior de esta edificación hospitalaria, tal como se indica en el plano TRP-02; esta sala presenta un área interna de 7.82 m x 6.73 m y cuenta con zanjas de concreto que permitirán el ingreso y canalización de los cables de media tensión a las diferentes celdas.

- a) En los casos en que la caseta no conforme parte de la edificación, se recomienda que las paredes y techos de las bóvedas para transformadores deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso. Los pisos de las bóvedas

que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón y de un espesor mínimo de 0.20 m.

Las paredes y techos de la bóveda estarán construidas de hormigón armado de un espesor no menor de quince (15) cm (6 pulgadas). No se aceptarán plafones en las bóvedas. Las paredes internas deberán ser pañetadas.

Las paredes también podrán ser construidas de bloques de hormigón de (20) cm de espesor, con todas las cámaras llenas, con pañete en ambos lados. El piso deberá tener un espesor no menor de 10 cm (4 pulgadas), pero cuando la bóveda sea construida en un entrepiso; el piso deberá ser de hormigón armado de un espesor menor de 15 cm (6 pulgadas) y tener una resistencia mínima al fuego de tres (3) horas.

- b) La renovación de aire se realizará naturalmente, para ello se tiene previsto instalar aberturas apersianadas en la puerta de ingreso y ventanas altas apersianadas en la fachada de la subestación; asegurándose que este siempre ventilada con un sistema de ventilación natural.

### **Equipos de protección instalados en el interior de las celdas compactas**

Seccionador tripolar de corte bajo carga aislado en sf6

El Seccionador tripolar bajo carga, es una unidad modular que cuenta con envolventes metálicos del tipo compartimentadas, equipadas con aparatos de corte y seccionamiento que utilizan gas SF6 como elemento aislante a una presión relativa de 0.4 bar, con sellado de por vida.

El Seccionador tripolar bajo carga en gas SF6 presentara durancia eléctrica, clasificación E3 (100 operaciones a la capacidad de corriente nominal de 630 A) y durancia mecánica, clasificación M1 (2000 operaciones mecánicas).

El Seccionador de puesta a tierra en el mismo compartimiento de gas SF6 del seccionador bajo carga, con durancia eléctrica, clasificación E1 (02 operaciones de cierre sobre cortocircuito) y durancia mecánica, clasificación M0 (1000 operaciones mecánicas).

Contará con eje de maniobra del seccionador bajo carga y otro eje de maniobra para el seccionador de puesta a tierra. Dispondrá siempre de un dispositivo que indique su estado de apertura o cierre. Las partes activas están ubicadas en una envolvente aislante que cumple con la definición dada en el anexo EE de la norma IEC 56 para los sistemas sellados a presión.

#### Estanqueidad de la envolvente

La envolvente llena con gas SF6 satisface los requerimientos establecidos para los «sistemas sellados a presión» y la estanqueidad del sello es verificada en fábrica.

#### Seguridad en las operaciones

- El seccionador puede estar en una de las tres posiciones, «cerrado», «abierto» o «puesto a tierra», y esto representa un sistema natural de bloqueo que previene maniobras incorrectas. La rotación de los contactos móviles es efectuada por un mecanismo de operación rápida, independiente de la voluntad del operador accionado por resortes.
- El dispositivo combina las funciones de apertura y seccionamiento.
- El seccionador de puesta a tierra está inmerso en gas SF6, tiene capacidad de cierre en cortocircuito y cumple con los requerimientos de las normas.
- Cualquier sobrepresión accidental es eliminada por la apertura de la membrana de seguridad, en tal caso el gas es dirigido hacia la parte posterior de la unidad, eliminando los efectos indeseables en la parte frontal.

#### Principio de corte

Las excepcionales características del gas SF6 se utilizan para extinguir el arco eléctrico. Para aumentar el enfriamiento del arco se genera un movimiento relativo entre el arco y el gas. El arco aparece cuando los contactos fijos y móviles se separan. La combinación de la corriente de arco y un campo magnético provisto por un imán permanente provoca la rotación del arco alrededor del contacto fijo, logrando su alargamiento y enfriamiento hasta su

extinción cuando la corriente pasa por cero. Las distancias entre los contactos fijos y móviles son suficientes para resistir la tensión de restablecimiento. Este sistema simple y eficiente obtiene una importante mejora en la vida eléctrica del equipo, debido al mínimo desgaste de los contactos.

#### Seccionador de puesta a tierra

La función de protección estará provista de seccionadores de puesta a tierra situados entre las entradas/salidas de cables y el seccionador tripolar de corte bajo carga según se indican.

Los seccionadores de puesta a tierra contarán con poder de cierre conforme al nivel de cortocircuito establecido para la instalación. Serán trifásicos con accionamiento manual desde el frente de la celda.

Deberá existir un enclavamiento mecánico que impida cerrar el seccionador de puesta a tierra, si el interruptor correspondiente está en la posición de servicio.

Los seccionadores de puesta a tierra deberán estar conectados sólidamente a tierra mediante barras de cobre rectangulares o trencillas de una sección no inferior a 70 mm<sup>2</sup>.

En la función de protección con fusibles limitadores se dispondrá de dos seccionadores de puesta a tierra accionados por un mismo mando que pondrán a tierra ambos extremos del cartucho fusible, salvo en el caso que no se indique.

Cuando existan dos seccionadores, el situado a la salida del fusible tendrá un poder de cierre sobre cortocircuito mínimo de 2.5 kA (cresta). Los seccionadores poseerán contactos NA y contactos NC, que actuarán en las posiciones extremas.

En el caso de celdas aisladas en Aire, algunas distribuidoras por temas reglamentarios solicitarán la visualización directa de los seccionadores de tierra a través de visores en la parte posterior

#### Interruptor tripolar en vacío

Los interruptores de media tensión en vacío para uso interno, con mando lateral, están realizados con técnica de polos separados, dentro de cada polo hay una botella de vacío que, gracias a un especial proceso productivo, es encapsulada en resina directamente en la fase de estampado del cilindro. Esta técnica productiva garantiza la protección de la botella en vacío contra choques, polvo y condensación.

El mando es del tipo EL con acumulación de energía y disparo libre, con cierre y apertura independientes de la acción del operador. Mediante la aplicación de específicos accesorios eléctricos (motorreductor, relés de apertura y de cierre) resulta posible el control remoto del interruptor. El mando, los tres polos y los sensores de corriente (si están previstos) están montados en un bastidor metálico sin ruedas.

Los interruptores con mando lateral pueden ser equipados, bajo pedido, con dispositivo de protección contra cortocircuito instantáneo y retardado (50-51), contra defecto a tierra homopolar instantáneo y retardado (50N y 51N); detecta además la corriente magnetizante de un transformador trifásico para evitar así el disparo intempestivo al efectuar la inserción del transformador (68)

Los interruptores tripolares en vacío con mando lateral, son sistemas a presión sellados por toda la vida operativa; cumplirá con las normas internacionales y nacionales vigentes.

#### Enclavamientos

Las celdas deberán tener los enclavamientos recomendados por la norma IEC 62271-200 e IEC 60694, necesarios para garantizar la seguridad del personal y del propio material, imposibilitando falsas maniobras, tanto si son efectuadas con accionamiento eléctrico o mecánico.

En algunos casos, se podrá prever facilidades para asegurar los enclavamientos a través de algún sistema, por ejemplo: candados.

Cada celda incorporará los enclavamientos de seguridad pertinentes entre los accionamientos eléctricos del interruptor y seccionadores (motores) y los accionamientos manuales (manivela o palanca).

Para el caso de emergencias, se podrá realizar la operación manual, sin enclavamientos. En tal caso, el fabricante deberá indicar con claridad los elementos asociados y procedimientos para la operación.

El suministro de enclavamientos adicionales que requiera una distribuidora indicados en los anexos o alternativos estará sujeto al acuerdo entre el fabricante y el usuario, que se podrá en el proceso de compra o durante el proceso de homologación del producto. El fabricante deberá proporcionar toda la información necesaria sobre el carácter y la función de sistemas de enclavamiento.

### **Celdas compactas en media tensión**

#### ❖ Condiciones técnicas

##### ➤ Condiciones ambientales de servicio

Las celdas se instalarán en la concesión de la empresa de distribución, cuyas características ambientales son las siguientes:

Temperatura ambiente	:	4.4 °C a 28.6 °C
Humedad relativa	:	51% a 92%
Altura máxima	:	2650 m.s.n.m.
Contaminación	:	Medio - Nivel II. (Zona Selva Alta o de las Yungas)
Precipitaciones	:	Intensas. (Zona Selva Alta o de las Yungas).

##### ➤ Condiciones de operación del sistema

Las características técnicas del sistema, son las siguientes:

- Tensión nominal de la red	10.0 kV
- Tensión máxima de servicio	12.0 kV
- Frecuencia de la red	60 Hz.

##### ➤ Características constructivas para las celdas de media tensión

Serán modulares, auto soportadas y extensibles por la derecha o izquierda, fabricadas con planchas de fierro LAF dobladas. Las planchas de los soportes laterales y las estructuras tendrán un espesor de 2.5 mm (si el

cliente lo requiere se puede fabricar hasta 3 mm), las puerta y tapas tendrán un espesor de 2.0 mm

El grado de protección estándar será IP2X u otro requerido, presentará color RAL 7032 u otro color especificado por el usuario. Antes del pintado, las superficies metálicas son sometidas a un proceso de arenado comercial.

Las celdas que llevan equipos de protección, medición y control, disponen de un compartimiento de baja tensión con su propia puerta separada de la puerta que da acceso a la zona de media tensión. La celda tiene un punto de contacto enclavado con el mando del seccionador firmemente conectadas a una barra de tierra empernada a la estructura de la celda.

*Tabla 20. Nivel de aislamiento de las celdas de media tensión*

<b>Tensión Nominal (kV)</b>	<b>12</b>	<b>17.5</b>	<b>24</b>
Nivel de Aislamiento			
Aislamiento 60Hz, 1min (kV rms)	28	38	50
Aislamiento garantizado (kV rms)	32	45	60
Aislamiento 1.2/50us (kV pico)	75	95	125
Aislamiento garantizado 1.2/50us (kV pico)	87	110	145
Capacidad de apertura	630 – 1250 A	630 – 1250 A	630 – 1250 A
Corriente soportada de corta duración (KA - 1s)	20 / 16	20 / 16	20 / 16

❖ **Celda Modular con función de llegada y remonte**

Es la celda que permitirá la entrada del cable seco unipolar tipo N2XSY, el mismo que brindará el suministro eléctrico a toda la subestación eléctrica; asimismo, facilita realizar la derivación e interconexión con las celdas de salida y protección adyacentes. En esta celda los cables de media tensión ingresan por la parte inferior y se conectan con las barras tripolares de cobre, las mismas que llegan a la parte superior a un barraje de salida, que permitirá la interconexión con las celdas contiguas. Esta celda compacta presentara un diseño a prueba de arco interno.

La celda deberá ser de reconocida marca y/o fabricante. Sin ser limitativo, esta celda contendrá los siguientes componentes, equipos y accesorios:

- Juego de barras de cobre tripolar 24 kV, 630 A.
- Juego de Aisladores porta barras 24 kV.
- Juego de Aisladores capacitivos 24 kV.
- Indicadores luminosos de presencia de tensión en el frente de la celda.
- Resistencia anti condensación 220Vac, 60 Hz, controlada por termóstato.
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar, 24 kV, 630A.
- Soporte para terminal de cable seco 24 kV.
- Bancada de 350 mm de alto que permite mayor espacio para los terminales de cable.
- Diagrama Unifilar en el frente de la celda.

Características eléctricas:

Tensión nominal de la red	10.0 kV
Tensión de servicio máximo	12.0 kV
Frecuencia	60 Hz
Corriente Nominal	630 A

Características físicas (aproximadas):

Dimensiones: Alto (mm) = 2200, Ancho (mm) = 750, Fondo (mm) = 1400, Peso = 250 Kg.

La celda llevará un rotulado en el frente de la puerta el símbolo y leyenda "PELIGRO ALTA TENSION 10.0 KV" según lo indicado por la normativa vigente del sector eléctrico.

❖ Celdas modulares con función de salida y protección

Permitirán desde su posición, en caso de fallas de origen externo, la protección aguas arriba hasta la celda de transformación; en el caso de mantenimiento, se podrá realizar las maniobras de apertura y cierre del circuito de media tensión.

En estas celdas la interconexión inicial que brindará el suministro eléctrico, será por su parte superior mediante barras de cobre tripolar; la función de protección se dará con el Seccionador tripolar bajo carga en gas SF6, el Interruptor tripolar

en Vacío y el Relé de protección; la conexión con la celda de transformación se realizará por su parte inferior, mediante borneras donde se conectaran cables secos unipolares tipo N2XSY. Esta celda compacta presentara un diseño a prueba de arco interno.

La celda deberá ser de reconocida marca y/o fabricante. Sin ser limitativo, esta celda contendrá los siguientes componentes, equipos y accesorios:

- Seccionador Tripolar bajo carga en gas SF6, 24 kV, 630A, 20 kA, enclavamiento en la puerta, mando manual con tres posiciones: cerrado, abierto y abierto puesto a tierra.
- Interruptor Tripolar en vacío, 24 kV, 630A, 20 kA, autónomo, montaje fijo, mando manual lateral, con bobina de apertura 24 Vcc, contactos auxiliares 2NA+2NC.
- Relé electrónico de protección con funciones de protección 50N/51N y 50/51, tensión auxiliar 24 VCC.
- Juego de barras de cobre tripolar 24 kV, 630 A.
- Aisladores Porta Barras 24 KV
- Aisladores Capacitivos 24 KV.
- Indicadores luminosos de presencia de tensión en el frente de la celda.
- Mando motorizado para interruptor.
- Transformador de corriente monofásico encapsulado en resina, relación 25-50/5A, 15 VA en clase 5P20.
- Fuente auxiliar 24 VDC, 7 AH, con cargador 220 Vac, 60 Hz.
- Resistencia anti condensación 220 Vac, 60 HZ, controlada por termóstato.
- Transformador toroidal 50-100/1A, 1VA, clase 10P10.
- Bancada de 350 mm de alto que permite mayor espacio disponible para los terminales de cable; soporte para terminal de cable seco 24 kV.
- Diagrama Unifilar en el frente de la celda.
- Llaves para maniobras de celda

Características eléctricas:

Tensión nominal de la red            10.0 kV

Tensión de servicio máximo	12.0 kV
Frecuencia	60 Hz
Corriente Nominal	630 A

#### Endurancias Eléctricas

UNE-EN 60265-1, IEC 60265	100 ciclos cierre-apertura a $\ln \cos \phi = 0,7$ .
IEC 62271-105	Ensayo de intensidad de transición. 3 aperturas ( $\cos \phi = 0,2$ ) a: 1400 A / 24 kV.

#### Características físicas (aproximadas):

##### Endurancia Mecánica

UNE-EN 60265-1, IEC 60265	1000 maniobras.
---------------------------	-----------------

Dimensiones: Alto (mm) = 2200, Ancho (mm) = 1200, Fondo (mm) = 1400, Peso = 330 kg

La celda llevará un rotulado en el frente de la puerta el símbolo y leyenda "PELIGRO ALTA TENSION 10.0 KV" según lo indicado por la normativa vigente del sector eléctrico.

#### ❖ Celdas de transformación

En estas celdas se ubicarán los transformadores de distribución del tipo seco encapsulado en resina epóxica y sus accesorios. Antes del montaje de esta celda, se deberá prever el acondicionamiento de las bases de apoyo, tanto de la celda, como del transformador.

En esta celda, el ingreso del cable seco tipo N2XSJ de media tensión se realizará por la parte inferior de la celda, para ello se deberá realizar la modulación del cable antes de su instalación en los terminales de media tensión.

#### Características eléctricas

Tensión nominal de la red	10.0 kV
---------------------------	---------

Tensión de servicio máximo	12 kV
Frecuencia	60 Hz
Potencia de Transformadores	1000 kVA y 630 kVA, 3Ø, 10.0/0,40-0,23 kV, Dyn5,
Altitud de trabajo	3000 msnm.

#### Características físicas

- La celda de transformación será de uso interior, de acceso frontal, fabricada con perfiles de fierro angular de 2" x 2" x 3/16" o de plancha doblada, adecuado para el montaje sobre el piso o apoyos de concreto. Grado de protección IP2X.
- Los paneles y puertas serán fabricadas con plancha de fierro de 2 mm de espesor laminadas en frio o electro soldada; los paneles o puertas ubicados en la parte frontal de la celda, estarán provistas de rejillas de ventilación natural en su parte inferior tipo persiana y ventanas visoras.
- Esta celda estará dotada con puertas abisagradas con planchas de fierro LAF de 2 mm de espesor de una hoja de acceso frontal, con doblez de 3/4" de profundidad en todo el perímetro con chapas de tipo embutida y llave de seguridad.
- La estructura será sometida a un proceso de arenado a presión, luego se le aplicará pintura base epóxica y acabado epóxico. Las planchas serán pintadas utilizando el sistema que garantice una gran resistencia a la corrosión aún en los ambientes más contaminados cercanos al mar. Color de acabado recomendado RAL 7032.
- Cáncamos de izaje, capaz de resistir el peso total, incluido los aparatos contenidos (sin el transformador).
- Dimensiones: Alto (mm) = 2100, Ancho (mm) = 2200, Fondo (mm) = 1600, Peso = 390 kg (Sin Transformador)

La celda llevará un rotulado en el frente de la puerta el símbolo y leyenda "PELIGRO ALTA TENSIÓN 10.0 KV" según lo indicado por la normativa vigente del sector eléctrico.

## Especificaciones técnicas de recloser solido trifasico 27kv, 630A, 12.5kA

Dicho recloser deberá de ser totalmente equipado. Se deberá de deshabilitar la función de recierre.

Tabla 21. Datos técnicos del recloser

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
<b>1</b>	<b>Características Generales</b>			
1.1	País de Procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Modelo			
1.4	Tensión nominal		27 kV	
1.5	Corriente Nominal		630 A.	
1.6	Corriente de apertura y cierre		12.5 kA	
1.7	Línea de fuga		950 mm	
1.8	Operaciones mecánicas		10,000	
1.9	Tensión de descarga en seco.		60 Hz., 60kV	
1.10	Tensión de descarga sobre lluvia		60Hz., 50kV	
1.11	Nivel Básico de aislamiento		150kVp, BIL	
1.12	Temperatura de operación estándar		-40°C a +80°C	
1.13	Grado de protección de Recloser		IP55	
1.14	Cámara de extinción de arco en vacío, carcasa de acero inoxidable		SI	
1.15	Aisladores de resina epoxica		SI	
1.16	Conectores bimetálicos		SI	
1.17	Estructura metálica para		SI	

	montaje en poste			
1.18	Cables de comunicación Recloser-tablero		SI	
1.19	Cable de interface para configuración PC		SI	
1.20	Tablero de control, incluye RELE		SI	
1.21	Tensión Auxiliar		220Vac	
1.22	Funciones de Protección		50/50N, 51/51N, 27, 59, 59N, 46, 67	
1.23	Puertos de Comunicación		RS-232/RS- 485 y RJ-45	
1.24	Protocolo de comunicación		DNP 3.0, MODBUS, IEC60870-5- 101/104	
1.25	Transformador de Control para Recloser		SI	
1.26	Soportes en poste y otros		SI	

Fuente: Elaboración propia del autor



Figura 6. Recloser

## **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados**

#### **Hipótesis General**

Se puede comprobar la hipótesis “El sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022”, en base a los resultados, dado que al realizar los cálculos y suministros necesarios vemos que el sistema de utilización en media tensión es capaz de cubrir la demanda de cada uno de los servicios de salud, mejorando así cada uno de ellos.

#### **Hipótesis Específica 1**

Se puede comprobar la hipótesis “El diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022”, en base a los resultados obtenidos dado que el diseño planteado busca cubrir la demanda máxima de energía que requiere cada uno de los departamentos de salud a fin de evitar que haya cortes de energía.

#### **Hipótesis Específica 2**

Se puede comprobar la hipótesis “La calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022”, en base a los resultados obtenidos viendo que el sistema de utilización hace énfasis en la calidad energética haciéndose así con suministros de calidad con especificaciones detalladas para con ello mejorar los servicios de salud.

#### **Hipótesis Específica 3**

Se puede comprobar la hipótesis “Los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022”, en base a los resultados obtenidos ya que los equipos eléctricos que se están usando han

sido detallados en base a requerimientos específicos para conseguir la máxima utilización de los sistemas eléctricos para mejorar los servicios de salud.

## **5.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares**

En la investigación realizada por Palomino (2021), la cual planteó como objetivo desarrollar un sistema de utilización de media tensión de 22.9 kV, en el aumento de carga de 300 kW de la planta C.M. Mineralium en Huachipa, Lurigancho Chosica, Lima; obtuvo como resultados obtenidos fueron el desarrollo del sistema de utilización de media tensión ha permitido optimizar la facturación de la planta C.M. Mineralium mediante los objetivos planteados. En primer lugar, el nivel de seguridad del sistema ha mejorado significativamente, luego de pasar de un estado de emergencia a un estado normal, enfocando al tercer objetivo planteado. En segundo lugar, la facturación se ha reducido estadísticamente en un 40 % de lo que era antes, debido al montaje electromecánico de una subestación aérea biposte de 400 KVA, enfocando al segundo objetivo planteado. Esto se ve reflejada en nuestra investigación ya que se consiguió mejorar los servicios salud obteniendo un sistema de utilización estable basándose en equipos eléctricos y materiales de calidad con especificaciones según las normas.

En la investigación realizada por Angeles (2020), la cual planteó como objetivo diseñar un sistema de utilización en media tensión a 10000 voltios con la finalidad de mejorar la calidad de suministro del Nodo de Acceso Cuyo ubicado en el Centro Poblado Cuyo, Lima, Perú. Los resultados obtenidos fueron que las condiciones actuales del sistema eléctrico del Centro Poblado Cuyo ubicado en la provincia de Huaral, Departamento de Lima, las cuales actualmente alimentan a una carga de 9.36 Kva, muy cercano a la Potencia nominal del transformador existente de 10Kva. Se determinó que la nueva demanda requerida con el incremento de las cargas que se instalaran para el funcionamiento del nodo de acceso es de 17.22 kw. Esto se ve reflejado de manera similar en nuestra investigación dado que se empleó formulas y cálculos exactos para determinar los niveles de carga que se debían tener y la demanda para evitar interrupciones en el Hospital.

En la investigación realizada por Sabino (2020), la cual planteó como objetivo diseñar el sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote. Los resultados obtenidos fueron que El incremento de la demanda eléctrica es de 169.4 KW, con una potencia instalada de 176.9 KW, mediante el cual se busca mejorar el servicio de salud pública, con lo cual la máxima demanda de todo el Hospital se incrementa a 426.40 KW, con lo cual se selecciona un transformador de 600 KVA de potencia aparente con una relación de transformación de 13,2 +- 2,5% / 0,22 KV con una partida presupuestal de S/ 700 400.94, donde los costos directos representan el 70 % del presupuesto total, siendo los mayores montos en la asignación de partidas el suministro y montaje del transformador. Esto se ve reflejado de manera similar en nuestra investigación dado que la Caseta de la subestación estará equipado con una Celda Compacta de remonte 24kV, 20kA, Celda Compacta de Salida con Interruptor de potencia en SF6, 24kV, 630A, 20kA, transformador seco encapsulado de 1000KVA, 630KVA, 10/0.38-0.22 kV, Dyn5, 3000msnm, uso Interior y su Gabinete de Transformación 1000KVA, y de 630KVA Uso Interior, Grado de Protección IP21.

En la investigación realizada por Mechán (2019), la cual planteó como objetivo implementar un adecuado Sistema de Protección con un Interruptor Automático, en la Línea de Media Tensión 22,9 KV, en el Fundo Lote Norte - Arena Verde S.A.C, Olmos – Lambayeque. Los resultados fueron que se ubicaron diez (10) sistemas de protección para la Línea de Media Tensión 22,9 kV; se realizaron los cálculos justificativos para la selección de fusibles tipo K, que van en cada sistema de protección. Esto se ve reflejado de manera similar en nuestra investigación ya que la red primaria consta con un armado de medición en poste tipo PMI-SECC y una S.E.D tipo caseta, transformador Trifásico tipo seco, potencia de 1630 KVA, compuesto por dos transformadores de 1000KVA y 630KVA que tendrán una relación de transformación en baja tensión doble de 10kV/380-220v, 3Ø). El sistema de protección estará equipado con un Recloser Trifásico 27kV, 630A, 12.5kA y seccionadores unipolar rígido de 27KV, 600A, 150 KV BIL. Pararrayos poliméricos de trabajo a la intemperie con características 15KV, 10 KA, 150 KV BIL.

### **5.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**

En este estudio se consideraron las siguientes consideraciones éticas:

Autonomía o respeto a las personas, que se refiere al hecho de que se respete la capacidad de decidir y actuar por sí mismas, es decir, tenían la libertad de elegir si ser parte de acuerdo a su propio razonamiento y analizando los aspectos que ellos quieren.

Confidencialidad, porque se preservó la protección de la identidad y privacidad de cada persona que voluntariamente dio su opinión en el estudio.

Autenticidad Dado que todos los planteamientos, procedimientos y resultados de esta tesis son de Cañete Elektra Sistem, por favor no copiar o plagiar las ideas de otros autores bajo ninguna circunstancia.

Responsabilidad significa responsabilidad por todo lo relacionado con la investigación.

## **VI. CONCLUSIONES**

El sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

El diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

La calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

Los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta, provincia de Huanta – Ayacucho, 2022.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a todo profesional eléctrico, que para la elaboración de este tipo de instalaciones, utilizar y seguir todas las normativas del Ministerio de energía y Minas con respecto a electrificaciones. Los cuales están revisados y aprobados por profesionales especializados en el rubro.

Se recomienda realizar de manera periódica una revisión del sistema de puesta a tierra para evitar variaciones en el voltaje del sistema eléctrico, todo se lleva a cabo mediante las normativas eléctricas vigentes.

Se recomienda revisar el estado de los equipos eléctricos de manera periódica a fin de evitar interrupciones por fallo en los equipos, dado que es un hospital es imprescindible reducir a las interrupciones y su duración lo máximo posible.

Se recomienda la instalación de un grupo electrógeno para determinadas cargas principales.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PALOMINO Ugarte, Víctor. Desarrollo de un sistema de utilización en media tensión de 22.9 kV, en el aumento de carga en 300 KW en la planta C.M. Mineralium en Lurigancho Chosica. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Eléctrica). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2021. 106 pp.

ANGELES Siapo, Michael. Diseño de un sistema de utilización en media tensión a 10 KV para mejorar la calidad de suministro del Nodo de Acceso LI5019 – Cuyo – Huaral. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 146 pp.

BENITES Chero, Junior. Optimización del sistema eléctrico en media tensión por calidad de servicio, cambio de sistema bifásico a trifásico, mediante sistema convencional caserío de Santo Tomas. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2020. 181 pp.

PRECIADO Yépez, Nehemías. Análisis de la regulación de tensión mediante banco de capacitores en serie, en alimentador de distribución de larga distancia de la subestación de 69 KV Fortín de la ciudad de Guayaquil. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Eléctrica). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Eléctrico – Mecánica, 2019. 124 pp.

RIVERO Barneto, Eduardo. Sistema de control y protecciones para un generador de 4900 kvA 11 kV de laboratorio de centrales. Tesis (Maestría en Ingeniería Industrial). España: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, 2019. 149 pp.

BRAVO Revilla, Víctor. Diseño del sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9 kV y subestación tipo caseta de 1000kvA para la empresa Congelados Gutiérrez. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales, 2018. 155 pp.

ADRIANO Amaguaya, Wilson. Estudio y análisis de la calidad de la energía eléctrica de un banco de transformadores en media tensión a la empresa Hidalgo & Hidalgo en la ciudad de Guayaquil. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Eléctrica - Mecánica). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el desarrollo, 2019. 90 pp.

FERNÁNDEZ Taipe, Carlos. Diseño del sistema de utilización en media y baja tensión para conjuntos habitaciones en Juliaca. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, 2018. 116 pp.

DEL CARMEN Sara, José. Lineamientos y estrategias para mejorar la calidad de la atención en los servicios de salud. Rev Peru Med Exp Salud Publica [en línea]. Abril-junio 2019, n. ° 2. [Fecha de consulta: 24 de julio de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.362.4449>

HENAO Nieto, Daniel; GIRALDO Villa, Adriana y YEPES Delgado, Carlos. Instrumentos para evaluar la calidad percibida por los usuarios en los servicios de salud. Revista Gerencia y Políticas de Salud [en línea]. Abril-octubre 2017, n. ° 34. [Fecha de consulta: 24 de julio de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps17-34.iecp>

SABINO Valdivia, Julio. Ampliación de carga del sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Chimbote: Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2020. 163 pp.

MECHÁN Pisfil, José. Suministro, transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio de equipos de protección en la línea de media tensión 22,9 kv, en el Fundo Lote Norte - Arena Verde S.A.C., Olmos Lambayeque. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019. 65 pp.

HERNÁNDEZ Muñoz, Néstor. Análisis del fenómeno de escalación de tensión en fallas intermitentes en media tensión de sistemas eléctricos industriales. Tesis

(Maestría en Ingeniería Eléctrica y Electrónica). México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2020. 145 pp.

ROQUE Paucar, Iván. Protección y coordinación del sistema eléctrico rural de media tensión en 22,9 kv, para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica del distrito de Ichuña – provincia general Sánchez Cerro – región Moquegua, año 2016. Tesis (Licenciatura de Ingeniero Mecánico Eléctrico). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2018. 169 pp.

Norma UNE EN ISO 14713. Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Junio 2017

Norma ASTM A153. Recubrimiento de zinc (inmersión en caliente) en herrajes de hierro y acero. Marzo 2021.

Norma IEC 60071-1. Norma IEC para el estudio de niveles de aislamiento. Noviembre 1993.

Estándares IEC 60071-2:1996. Coordinación del aislamiento en instalaciones de corriente alterna en alta y extra alta tensión. Diciembre 1996.

Estándar ANSI C37.20.2-1986. Norma para la Calificación de Ensamblajes de Aparatos para Aplicaciones de Clase 1E en Estaciones de Generación de Energía Nuclear. Diciembre 1986.

## ANEXOS

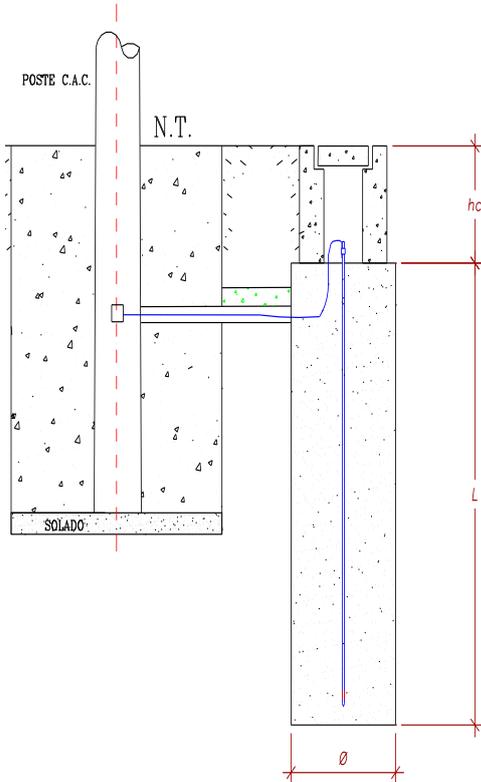
## ANEXO N.º 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TEMA: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 10.0 KV PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL DE APOYO “DANIEL ALCIDES CARRIÓN”, DISTRITO DE HUANTA – AYACUCHO, 2022**

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General:	General:	Principal:	V.I.  Sistema de utilización en media tensión 10 kV	Diseño de subestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Red primaria</li> <li>Caseta de subestación</li> </ul>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Descriptivo Explicativo Correlacional  <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> No experimental  <b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Cuantitativo  <b>POBLACIÓN:</b> La población estará conformada por el sistema de utilización en media tensión 10 kV del Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión”  <b>MUESTRA:</b> La muestra estará conformada por el sistema de utilización en media tensión 10 kV del Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión”
¿De qué manera el sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022?	Determinar de qué manera el sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.	El sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.		Calidad energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencia energética</li> <li>Interrupciones</li> </ul>	
Específicos:	Específicos:	Secundarias		Equipos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ménsulas y accesorios de concreto</li> <li>Postes de concreto</li> <li>Aisladores</li> <li>Conductores</li> </ul>	
¿De qué manera el diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022?	Determinar de qué manera el diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.	El diseño de la subestación en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.		V.D.  Servicios de Salud	Servicios de salud del Hospital de Apoyo “Daniel Alcides Carrión”	
¿De qué manera la calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022?	Determinar de qué manera la calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.	La calidad energética del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.	Los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.			
¿De qué manera los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022?	Determinar de qué manera los equipos eléctricos del sistema de utilización en media tensión 10.0 kV mejora los servicios de salud del hospital de apoyo “Daniel Alcides Carrión”, distrito de Huanta – Ayacucho, 2022.					

## ANEXO N.º 2: CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1

\* UNA VARILLA TIPO PAT - 1 (con tratamiento)



**Datos Preliminares:**

$L = 2.40 \text{ m}$   
 $r = 0.008 \text{ m}$   
 $hc = 0.30 \text{ m}$   
 $\varnothing = 0.80 \text{ m}$   
 $\rho_1 \text{ (suelo artificial)} = 15.00 \Omega \cdot \text{m}$   
 $r_1 \text{ (suelo artificial)} = 0.30 \text{ m}$

$$R = \frac{1}{2 * \pi * L} \left[ \rho * \left( \ln \left( \frac{4L}{r_1} \right) - 1 \right) + \rho_1 * \left( \ln \left( \frac{4L}{r} \right) - 1 \right) - \rho_1 * \left( \ln \left( \frac{4L}{r_1} \right) - 1 \right) \right]$$

Nº	Descripción del Terreno	Resistividad terreno (ohm-m)	R PAT-1 (ohm)	R Requerido (ohm)	Observación
1.00	Tierra vegetal / arcilla húmeda	55.20	12.63	< 25	Cumple