



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTANDARIZACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE ALTA
TENSIÓN, DE LAS SUBESTACIONES DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA NACIONAL, DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN**

Edwar Sacarias de León Ecute

Asesorado por el Ing. José Guillermo Bedoya Barrios

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADOR	Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo
EXAMINADOR	Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTANDARIZACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN, DE LAS SUBESTACIONES DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NACIONAL, DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 1 de febrero de 2018.



Edwar Sacarias de León Ecute

Guatemala, 30 de agosto de 2019

Ingeniero
Fernando Alfredo Moscoso Lira
Coordinador del Área de Potencia
Escuela de Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Moscoso:

Por este medio tengo a bien informarle que he realizado la revisión técnica del Trabajo de Graduación titulado **“ESTANDARIZACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN, DE LAS SUBESTACIONES DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NACIONAL, DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN”** desarrollado por el estudiante Edwar Sacarias de León Ecute, carnet número 2004-16152; por lo cual considero que el trabajo de graduación cumple completamente con el alcance y los objetivos definidos para su desarrollo, habiéndolo encontrado satisfactorio en su contenido y resultados se somete a su consideración la aprobación del mismo, siendo responsables del contenido técnico el estudiante y el suscrito en calidad de asesor.

Sin otro particular,

Atentamente,

José Guillermo Bedoya Barrios
Colegiado 4846

**ING. ELECTRICISTA
JOSE GUILLERMO BEDOYA BARRIOS
COLEGIADO No. 4846**



REF. EIME 55. 2019.
24 de SEPTIEMBRE 2019.

Señor Director
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN, DE LAS SUBESTACIONES DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NACIONAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN**, del estudiante; **Edwar Sacarias de León Ecute**, que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fernando ~~Alfredo~~ Moscoso Lira
Coordinador de Potencia





REF. EIME 55. 2019.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante: EDWAR SACARIAS DE LEÓN ECUTE titulado: ESTANDARIZACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN, DE LAS SUBESTACIONES DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NACIONAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN, procede a la autorización del mismo.

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo



GUATEMALA, 27 DE SEPTIEMBRE 2019.



DTG. 501.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN, DE LAS SUBESTACIONES DE LA RED DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NACIONAL, DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN,** presentado por el estudiante universitario: **Edwar Sacarias de León Ecute,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2018

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme permitido culminar este trabajo, dándome la fuerza y la sabiduría necesaria.
- Mi madre** Brígida del Rosario Ecuté Bian, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, quien me apoyó y me dio el aliento necesario para terminar mi carrera universitaria.
- Mi padre** Zacarías de León Juárez. A su memoria.
- Mis hermanos** Floridalma, Carmen y Diego de León Ecute, por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
- Mis sobrinas** Wanda y Valentina de León, por su amor incondicional. Su amor será siempre mi inspiración.
- Mi familia** A quienes agradezco su apoyo en este largo camino.
- Mis amigos** Por su amistad incondicional y por ser el soporte en el cual me apoyé en los largos años de estudio.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Un agradecimiento especial a la casa de estudios que me brindó la oportunidad de formarme profesionalmente.

Facultad de Ingeniería

Por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

**Empresa de Transporte
y Control de Energía
Eléctrica**

Por permitirme llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo de graduación, en sus instalaciones.

Usted

Que hoy me acompaña en este momento tan importante de mi vida y que me honra con su presencia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN.....	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Misión y visión de la institución.....	2
1.3. Estructura organizacional	2
1.4. Entes reguladores y marco regulatorio.....	5
2. DEFINICIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS DE ALTA TENSIÓN EN SUBESTACIONES DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	7
2.1. Transformador de potencia.....	7
2.1.1. Partes de un transformador	8
2.1.1.1. Parte activa.....	8
2.1.1.2. Parte pasiva.....	8
2.1.2. Accesorios de un transformador	9
2.2. Transformadores de medición	11
2.2.1. Transformadores de corriente.....	12
2.2.2. Transformadores de potencial	13
2.3. Interruptor de potencia.....	14

2.3.1.	Partes de un interruptor de potencia	16
2.3.2.	Accesorios del interruptor	16
2.4.	Seccionadores	17
2.5.	Pararrayos.....	19
2.5.1.	Tipos de pararrayos	20
2.5.1.1.	Cuernos de arqueo.....	20
2.5.1.2.	Pararrayos auto-valvulares.....	21
2.5.1.3.	Pararrayos de óxidos metálicos	21
2.6.	Cable de potencia	22
2.7.	Red de tierras.....	23
2.7.1.	Elementos de la red de tierras.....	24
2.8.	Relés de protección.....	25
2.8.1.	Principios en los que se basan los relevadores.....	26
2.8.2.	Características de los relevadores	27
2.9.	Estructuras de una subestación eléctrica.....	28
2.10.	Bases de concreto para estructuras y equipo	29
2.10.1.	Tipo de cimiento	30
3.	CONDICIONES FÍSICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LOS MUNICIPIOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, DONDE SE UBICAN LAS SUBESTACIONES DE ETCEE-INDE	33
3.1.	Geografía de Guatemala.....	33
3.2.	El clima en Guatemala	34
3.2.1.	Factores condicionantes.....	35
3.2.2.	Tipos de clima	35
3.2.2.1.	Clima templado	35
3.2.2.2.	Clima cálido.....	36
3.2.2.3.	Clima frío	36
3.3.	Mapas climatológicos de la República de Guatemala	36

3.3.1.	Niveles de humedad relativa promedio anual	37
3.3.2.	Velocidad del viento promedio anual, dirección predominante del viento nodal anual	38
3.3.3.	Niveles isoceráunicos de días con relámpagos en la lejanía, promedio anual.....	38
3.3.4.	Niveles isoceráunicos de días con relámpagos locales, promedio anual	38
3.3.5.	Niveles isoceráunicos de días con descargas eléctricas o truenos promedio anuales	38
4.	LA RED DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ETCEE-INDE (SNI)	39
5.	NORMAS APLICABLES.....	43
5.1.	IEC <i>International Electrotechnical Commission</i>	43
5.1.1.	IEC 60071-1 Coordinación de aislamiento parte 1	44
5.1.2.	IEC 60071-2 coordinación de aislamiento parte 2 ..	44
5.1.3.	IEC 62271-1 (2007) equipo de maniobra y control de alto voltaje, parte 1	45
5.1.4.	IEC 60044-1 transformadores de corriente.....	45
5.1.5.	IEC 60044-2 transformadores inductivos de voltaje	45
5.1.6.	IEC 60038 voltajes estandarizados	46
5.1.7.	IEC 60059 clasificaciones estándar de corriente	46
5.1.8.	IEC 60099-4 pararrayos de óxido de metal sin huecos para sistemas a.c.	46
5.1.9.	IEC 62271-100 interruptores automáticos de corriente alterna de alto voltaje.....	46

5.1.10.	IEC 62271-102 desconectores de corriente alterna y seccionadores de puesta a tierra.....	47
5.2.	ANSI <i>American National Standards Institute</i>	47
5.3.	IEEE <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>	48
5.3.1.	IEEE Std C57.13-1993 requisitos estándar para transformadores de instrumentos.....	49
5.3.2.	IEEE Std C57.19.100 guía para la aplicación de bujes de aparatos de potencia	49
5.3.3.	IEEE Std C62.22 guía para la aplicación de pararrayos de óxido de metal para sistemas de corriente alterna	49
6.	ASPECTOS TÉCNICOS DE ESTANDARIZACIÓN	51
6.1.	Condiciones normales de operación	51
6.2.	Presión del aire	51
6.2.1.	Rigidez dieléctrica del aire.....	52
6.3.	Grado de contaminación	53
6.4.	Distancia de fuga mínima.....	54
6.5.	Nivel de tensión.....	56
7.	PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	57
7.1.	Definición para nombrar las tablas	58
7.2.	¿Por qué Utilizar normas ANSI IEEE o IEC?	59
7.3.	Interruptor de potencia tanque muerto	60
7.4.	Interruptor de potencia tanque vivo	85
7.5.	Seccionador	109
7.6.	Transformador de corriente	126
7.7.	Transformador de potencial	142
7.8.	Pararrayos.....	161

CONCLUSIONES	187
RECOMENDACIONES	189
BIBLIOGRAFÍA.....	191
APÉNDICE.....	195
ANEXO	197

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general INDE	4
2.	Transformador de potencia	7
3.	Transformador de corriente	13
4.	Transformador de potencial	14
5.	Interruptor de potencia	17
6.	Seccionador	19
7.	Pararrayos óxido de zinc.....	20
8.	Cable de potencia	22
9.	Diseño eléctrico de un relevador sencillo.....	26
10.	Solenoide y electroimán.....	27
11.	Relevador de disco tipo Watthorimetro	27
12.	SNI de ETCEE-INDE.....	41
13.	Perfil de estructura metálica para equipo de potencia	180
14.	Pletina superior de estructura metálica	181
15.	Pletina inferior de estructura metálica	181
16.	Perfil de anclaje.....	183
17.	Perfil de cimentación	183
18.	Planta cimentación.....	184
19.	Planta de la pletina.....	184
20.	Planta zapata	185

TABLAS

I.	Condiciones normalizadas de operación	51
II.	Factores de corrección por presión barométrica.....	52
III.	Distancias de fuga recomendadas (Norma IEC 60071-2).....	55
IV.	Nivel de tensión ETCEE-INDE.....	56
V.	Abreviaturas de nombres de equipos	58
VI.	Intm-1500-13,8 kV	61
VII.	Intm-1500-34,5 kV	63
VIII.	Intm-1500-69 kV	65
IX.	Intm-1500-138 kV	67
X.	Intm-1500-230 kV	69
XI.	Intm-1500-400 kV	71
XII.	Intm-2500-13,8 kV	73
XIII.	Intm-2500-34,5 kV	75
XIV.	Intm-2500-69 kV	77
XV.	Intm-2500-138 kV	79
XVI.	Intm-2500-230 kV	81
XVII.	Intm-2500-400 kV	83
XVIII.	Intv-1500-13,8 kV.....	85
XIX.	Intv-1500-34,5 kV.....	87
XX.	Intv-1500-69 kV	89
XXI.	Intv-1500-138 kV	91
XXII.	Intv-1500-230 kV	93
XXIII.	Intv-1500-400 kV	95
XXIV.	Intv-2500-13,8 kV.....	97
XXV.	Intv-2500-34,5 kV.....	99
XXVI.	Intv-2500-69 kV	101
XXVII.	Intv-2500-138 kV	103

XXVIII.	Intv-2500-230 kV	105
XXIX.	Intv-2500-400 kV	107
XXX.	Sec-1500-13,8 kV	109
XXXI.	Sec-1500-34,5 kV	110
XXXII.	Sec-1500-69 kV	112
XXXIII.	Sec-1500-138 kV	113
XXXIV.	Sec-1500-230 kV	115
XXXV.	Sec-1500-400 kV	116
XXXVI.	Sec-2500-13,8 kV	118
XXXVII.	Sec-2500-34,5 kV	119
XXXVIII.	Sec-2500-69 kV	121
XXXIX.	Sec-2500-138 kV	122
XL.	Sec-2500-230 kV	123
XLI.	Sec-2500-400 kV	125
XLII.	Tc-1500-13,8 kV.....	126
XLIII.	Tc-1500-34,5 kV.....	128
XLIV.	Tc-1500-69 kV.....	129
XLV.	Tc-1500-138 kV.....	130
XLVI.	Tc-1500-230 kV.....	132
XLVII.	Tc-1500-400 kV.....	133
XLVIII.	Tc-2500-13,8 kV.....	134
XLIX.	Tc-2500-34,5kV.....	136
L.	Tc-2500-69 kV.....	137
LI.	Tc-2500-138 kV.....	138
LII.	Tc-2500-230 kV.....	140
LIII.	Tc-2500-400 kV.....	141
LIV.	Tp-1500-13,8 kV	143
LV.	Tp-1500-34,5 kV	144
LVI.	Tp-1500-69 kV	146

LVII.	Tp-1500-138 kV	147
LVIII.	Tp-1500-230 kV	149
LIX.	Tp-1500-400 kV	150
LX.	Tp-2500-13,8 kV	152
LXI.	Tp-2500-34,5 kV	153
LXII.	Tp-2500-69 kV	155
LXIII.	Tp-2500-138 kV	156
LXIV.	Tp-2500-230 kV	158
LXV.	Tp-2500-400 kV	159
LXVI.	Prr-1500-13,8 kV	161
LXVII.	Prr-1500-34,5kV	162
LXVIII.	Prr-1500-69 kV	163
LXIX.	Prr-1500-138 kV	164
LXX.	Prr-1500-230 kV	165
LXXI.	Prr-1500-400 kV	166
LXXII.	Prr-2500-13,8 kV	167
LXXIII.	Prr-2500-34,5 kV	168
LXXIV.	Prr-2500-69 kV	169
LXXV.	Prr-2500-138 kV	170
LXXVI.	Prr-2500-230 kV	171
LXXVII.	Prr-2500-400 kV	172
LXXVIII.	Relevador diferencial de transformador de potencia	173
LXXIX.	Relevadores de sobrecorriente	175
LXXX.	Relevador diferencial de banco de transformación	176
LXXXI.	Relevadores de protección diferencial de línea	178
LXXXII.	Estructura metálica para Tc, Tp y Parr	180
LXXXIII.	Cimentaciones para equipo de potencia (Tp, Tc y Parr).....	182

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
O	Apertura
C	Cierre
CO	Cierre-apertura
Hz	Hertz
SF6	Hexafloruro de azufre
kA	Kiloamperio
kJ	Kilojoule
Km/hora	Kilómetros por hora
kV	Kilovoltio
MVA	Mega voltamperio
m	Metro
mm	Milímetro
mm/kV	Milímetro por kilovoltio
ms	Milisegundos
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
μs	Microsegundo
nm	Nanómetro
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
ZnO	Óxido de zinc
s	Segundo
SIN	Sistema Nacional Interconectado

VAC	Voltaje de corriente alterna
VDC	Voltaje de corriente directa
VA	Voltamperio
V	Voltio

GLOSARIO

Aislamiento	Acción de cubrir un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad.
Altitud	Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.
AMM	Administrador del Mercado Mayorista.
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
Aparamenta	Conjunto de aparatos utilizados en las instalaciones eléctricas, cualquiera que sea su tensión.
Bifásico	Sistema que tiene dos corrientes eléctricas alternas iguales, procedentes del mismo generador.
Bobina	Componente de un circuito eléctrico formado por un hilo conductor aislado y arrollado repetidamente.
Bushing	Aisladores huecos que se sitúan en la tapa del transformador.

Característica	Cualidad o circunstancia que es propia o peculiar de una persona o una cosa y por la cual se define o se distingue de otras de su misma especie.
Ciclo	Serie de fases o estados por las que pasa un acontecimiento o fenómeno y que se suceden en el mismo orden hasta llegar a una fase o estado a partir de los cuales vuelven a repetirse en el mismo orden.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
Conductor	Material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica.
Conmutador	Dispositivo eléctrico o electrónico que permite modificar el camino que deben seguir los electrones.
Contaminación	Introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso.
Corriente	Flujo de carga eléctrica que recorre un material.
Densidad eléctrica	Magnitud vectorial que tiene unidades de corriente eléctrica por unidad de superficie, es decir, intensidad por unidad de área.

Descarga atmosférica	Igualación violenta de cargas de un campo eléctrico que se ha creado entre una nube y la tierra o, entre nubes.
Distribución	Proceso que consiste en hacer llegar físicamente el producto al consumidor.
Electricidad	Conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas.
Electrodo	Conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito.
Electroimán	Imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica.
Electrostática	Efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como consecuencia de sus cargas eléctricas.
Entrehierros	Resistencia al paso de un flujo magnético cuando es influenciado por un campo magnético.
Falla eléctrica	Pérdida del suministro de energía eléctrica en un área.
Flameo	Inestabilidad aeroelástica por la cual una estructura al vibrar absorbe energía del fluido circundante, de tal forma que es incapaz de disipar en un ciclo de vibración toda la energía que absorbe.

Freático	Que está acumulado en el subsuelo sobre una capa impermeable y puede aprovecharse mediante pozos.
Frecuencia	Número de veces que aparece, sucede o se realiza una cosa durante un período o un espacio determinados.
Generación de energía	Transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica.
Hidroeléctrica	Planta generadora de energía eléctrica a base de energía hidráulica.
Hormigón	Material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos (agregado), agua y aditivos específicos.
Humedad	Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.
IEC	Comisión Internacional Electromecánica.
IEEE	Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
Impedancia	Resistencia aparente de un circuito dotado de capacidad y autoinducción al flujo de una corriente eléctrica alterna.

ISO	Organización Internacional de Normalización.
Línea de transmisión	Estructura material de geometría uniforme utilizada para transportar eficientemente la energía de radiofrecuencia desde un punto a otro.
Mantenimiento	Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
Monofásico	Sistema eléctrico que está formado por una sola fase.
Norma	Principio que se impone o se adopta para dirigir la conducta o la correcta realización de una acción o el correcto desarrollo de una actividad.
Parámetro	Función definida sobre valores numéricos que caracteriza una población o un modelo.
Potencia	Es la proporción por unidad de tiempo, o ritmo, con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico.
Presión atmosférica	Presión que ejerce la atmósfera sobre la superficie de la tierra.

Relámpago	Resplandor vivo y momentáneo producido por un choque entre nubes tormentosas cargadas de electricidad estática.
Resistencia	Oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica.
Selenoide	Bobina formada por un alambre enrollado en espiral sobre una armazón cilíndrica que crea un campo magnético cuando circula una corriente continua por su interior.
Semiconductor	Material o substancia que tiene una resistencia apreciablemente más alta que la de los buenos conductores e inferior a la de los aisladores, la cual decrece al aumentar la temperatura.
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central.
Sobretensión	Aumento por encima de los valores establecidos como máximos, de la tensión eléctrica entre dos puntos de un circuito o instalación eléctrica.
Subestación eléctrica	Instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Trifásico

Sistema que tiene tres corrientes eléctricas alternas iguales, procedentes del mismo generador.

RESUMEN

Los equipos de potencia son elementos importantes dentro las subestaciones eléctricas, porque estos permiten el aseguramiento de las mismas en caso de fallas o mantenimientos. Debido a ello, es de suma importancia la realización de una estandarización de especificaciones técnicas de los equipos de potencia para asegurar un funcionamiento óptimo de los mismos.

El objetivo de esta estandarización es determinar cada una de las características con que deben cumplir los equipos de potencia, basados en criterios tomados de normas técnicas internacionales, de las necesidades actuales de empresa y de las buenas prácticas de ingeniería que se requiere en para la operación de cada subestación eléctrica. Además esta estandarización es una guía para la normalización de dichos equipos dentro de la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica, que permitirá tener beneficios técnicos operativos, económicos y de gestión de adquisición.

Los aspectos más importantes tomados para este estudio es el nivel de tensión, el grado de contaminación y la altura sobre el nivel del mar, porque estos aspectos impactan directamente en cuestiones de aislamiento interno y externo de cualquier equipo eléctrico, las condiciones de operación es otro factor que se tomó en cuenta, ya que en conjunto con la característica anterior, son los aspectos propios de los lugares en los que operaran los equipos de alta tensión. Estas condiciones fueron proporcionadas por el personal operativo de la ETCEE-INDE.

OBJETIVOS

General

Proporcionar a la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica una guía de criterios de selección y especificación estandarizada para la operación y adquisición de equipos de potencia, que le permitirá cumplir de mejor forma con su misión, que consiste en el transporte de la energía eléctrica de forma continua, eficiente y de calidad, utilizando tecnología de vanguardia; entre generadores y los centros de distribución de forma optimizada.

Específicos

1. Suministrar una base técnica para la adquisición de equipos de alta tensión.
2. Contar con equipo de alta tensión en bodega que pueda ser utilizado en caso de emergencia.
3. Reducir el tiempo de compra y adquisición de equipo de alta tensión.
4. Normalizar la calidad en los equipos de alta tensión.

INTRODUCCIÓN

La Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica, ETCEE, es la empresa propiedad del INDE que fue creada a través de la Resolución contenida en el punto sexto del Acta Número 40-97 de la Sesión celebrada por el Consejo Directivo del INDE, el día 14 de octubre de 1997 y se encarga del transporte y control de la energía eléctrica. Su función es mantener en óptimas condiciones la red de transmisión existente y con ello brindar un servicio continuo, confiable y de calidad a los usuarios del servicio de energía eléctrica a nivel Nacional y del Mercado Eléctrico Regional.

Debido a que, como principio general de transparencia, toda compra que efectúe el Instituto Nacional de Electrificación, INDE, sus Empresas y Gerencias, debe ser pública y asegurar condiciones de competitividad, razón por la que ETCEE ha adquirido equipo de alta tensión de diferentes marcas, y hace que las características y especificaciones técnicas varíen entre equipos del mismo tipo.

La elaboración del presente trabajo de graduación, constituye un aporte importante para la ETCEE, proporcionando información confiable sobre las características técnicas requeridas y necesarias para especificar los equipos de alta tensión, la cual podrá ser utilizada para realizar esquemas de estandarización de cada uno de ellos, para darle solución a la falta de homologación de equipos de alta tensión que son utilizados en la red de transmisión de energía eléctrica.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN

1.1. Reseña histórica

A mediados de la década de los años cincuenta se inicia la construcción de la Hidroeléctrica Río Hondo, departamento de Zacapa. Fue en el gobierno del Coronel Carlos Castillo Armas cuando por iniciativa del Ingeniero Oswaldo Santizo Méndez, profesional graduado en Estado Unidos y del ingeniero José Manuel Dengo (ciudadano Costarricense) se redactó la ley de la institución que se dedicaba por completo a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, que en ese entonces era una función del Departamento de Electrificación Nacional, dependencia del Ministerio de Comunicaciones y Obras públicas.

Con el transcurrir del tiempo, los problemas de energía eléctrica se acrecentaron y fue así como mediante el Decreto No. 1 287 del Congreso de la República, se creó en el 27 de mayo de 1959, el Instituto Nacional de Electrificación, INDE. El objetivo de su fundación se encaminó a dar solución pronta y eficaz a la escasez de energía eléctrica en el país, así como mantener la energía disponible a efecto de satisfacer la demanda normal e impulsar el desarrollo de nuevas industrias, incrementar el consumo doméstico y el uso de la electricidad en las áreas rurales. La primera sede del Instituto se ubicó en la 13 calle "A"10-29 zona 1 y el Ing. Martín Prado Vélez fue su primer Presidente.

El INDE en cumplimiento con lo establecido en la Ley General de Electricidad Decreto No. 93-96 según el artículo 7, en apego a la separación de funciones y administración de las actividades de distribución, generación y transmisión de energía eléctrica, se organizó la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica (ETCEE), la Empresa de Generación de Energía Eléctrica (EGEE) y la Empresa de Comercialización de Energía Eléctrica (ECOE).

La ETCEE es la empresa que tiene como finalidad el transporte de energía eléctrica de manera continua en el Sistema Nacional Interconectado (SIN) y en las interconexiones regionales, operación, mantenimiento, mejoras y ampliaciones de la infraestructura de transformación y transporte de energía eléctrica, control y comunicaciones. Así como de participar en el sub-sector eléctrico nacional como empresa de servicio para el transporte de energía eléctrica.

La EGEE es la empresa encargada de operar las centrales, plantas y unidades de generación para comercializar energía eléctrica en el mercado eléctrico nacional y regional.

La ECOE es la empresa que tiene como finalidad comercializar los servicios y bienes propios del INDE y/o aquellos adquiridos de terceros, mediante la compra

y venta de bloques de potencia y energía eléctrica, con carácter de intermediación en el mercado mayorista guatemalteco y mercado eléctrico regional.

Actualmente el INDE está regido por su Ley Orgánica, Decreto 64-94, la cual establece que es una entidad estatal autónoma y autofinanciable, que goza de autonomía funcional, patrimonio propio, personalidad jurídica y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones en materia de su competencia. Las oficinas centrales del Instituto Nacional de Electrificación (INDE), se encuentran ubicadas en la 7ª. Av. 2-29 zona 9, Edificio La Torre, con teléfono de planta No. 2422-1800 y correo electrónico: www.inde.gob.gt.¹

1.2. Misión y visión de la institución

Misión: contribuir al desarrollo del mercado eléctrico nacional y regional, a través de la producción Transporte y Comercialización de Electricidad, permitiendo como Empresa Nacional, cumplir su función social, incrementar la electrificación rural, suministrar un servicio eficiente y de calidad para el progreso de Guatemala.

Visión: ser la Institución Eléctrica Nacional líder e impulsadora del desarrollo del mercado eléctrico nacional y regional cumpliendo con estándares de calidad mundial, a través de la actualización tecnológica de su recurso humano.²

1.3. Estructura organizacional

Desde 1988 existe en el INDE una estructura de puestos de clase ancha, conformada por 173 clases de puestos nominales y 452 puestos funcionales; así mismo, se cuenta con una escala salarial conformada por 25 categorías salariales más de 14 categorías con literal, haciendo un total de 39 categorías salariales, sin incluir la nómina gerencial.

La estructura organizacional del INDE comprende todas las unidades administrativas de la institución, y se encuentra estructurado funcionalmente de la siguiente forma:

¹ INDE. *Historia*. www.inde.gob.gt. Consulta: 6 de marzo de 2019.

² INDE. *Misión y visión*. www.inde.gob.gt. Consulta: 6 de marzo de 2019.

Consejo Directivo: órgano superior de la administración del INDE y se encuentra integrado de la siguiente forma:

- Un director titular y un suplente, designado por el Ministerio de Energía y Minas.
- Un director titular y un suplente, designado por el Ministerio de Economía.
- Un director titular y un suplente, designado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
- Un director titular y un suplente, designado por la Asociación Nacional de Municipalidades.
- Un director titular y un suplente, designado en representación de las Asociaciones Empresariales y Entidades Sindicales.

Gerencia General: encargada de la ejecución de las instrucciones y directrices emanadas del Consejo Directivo, además debe llevar a cabo la administración y gobierno de la Institución

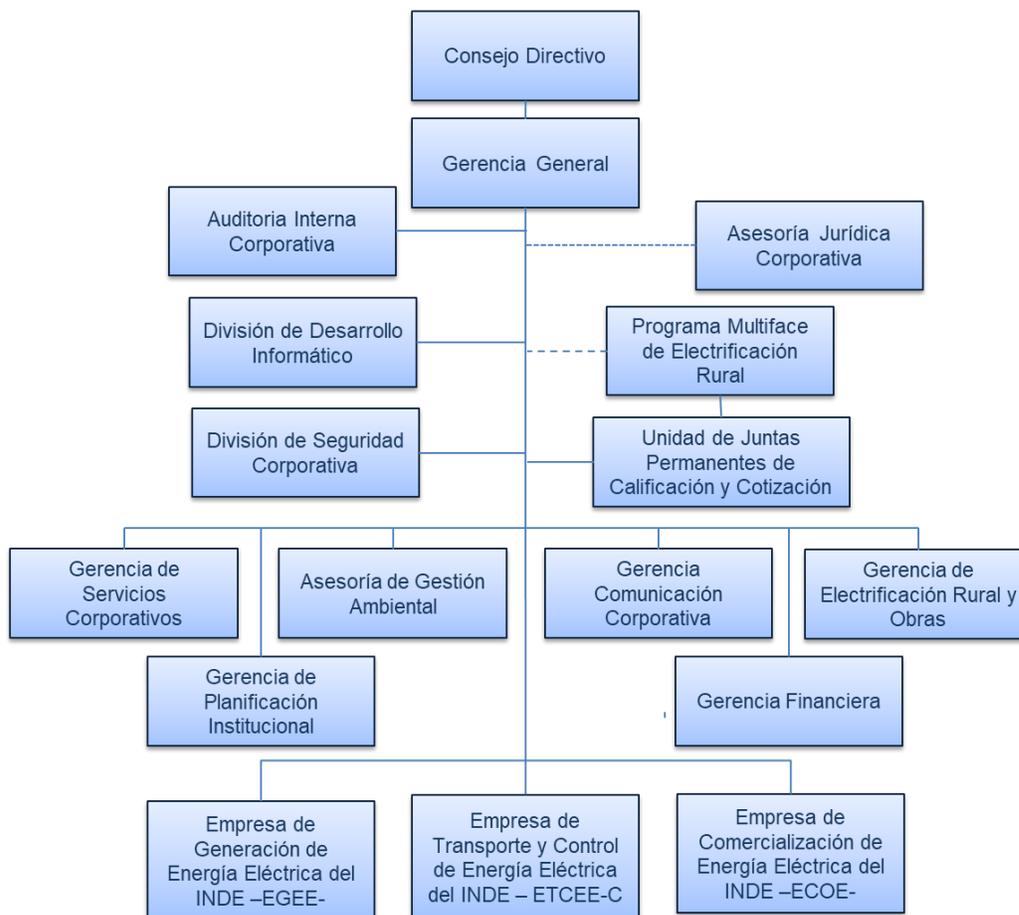
Ente corporativo:

- Gerencia General
- Auditoría Interna Corporativa
- Asesoría Jurídica Corporativa
- Gerencia de Servicios Corporativos
- Gerencia de Planificación Institucional
- Asesoría de Gestión Ambiental
- Gerencia de Comunicación Corporativa
- Gerencia Financiera
- Gerencia de Electrificación Rural y Obras

Las empresas del INDE:

- Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE, EGEE
- Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica del INDE, ETCEE
- Empresa de Comercialización de Energía Eléctrica del INDE, ECOE

Figura 1. Organigrama general INDE



Fuente: elaboración propia.

1.4. Entes reguladores y marco regulatorio

La Ley General de Electricidad describe que el marco institucional del subsector eléctrico está conformado por tres entidades, siendo éstas: El Ministerio de Energía y Minas (MEM) (ente rector); la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) (ente regulador) y el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) (ente operador del sistema y del mercado eléctrico).

El marco regulatorio que rige al subsector eléctrico está conformado por la Ley General de Electricidad y su Reglamento; el Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista; el Acuerdo Número AG-110-2002; el Acuerdo Gubernativo No. 244-2003; la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable y su Reglamento; otros acuerdos ministeriales publicados por el MEM; las normas y resoluciones emitidas por la CNEE y el AMM; y la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, y el Decreto Número 68-86.

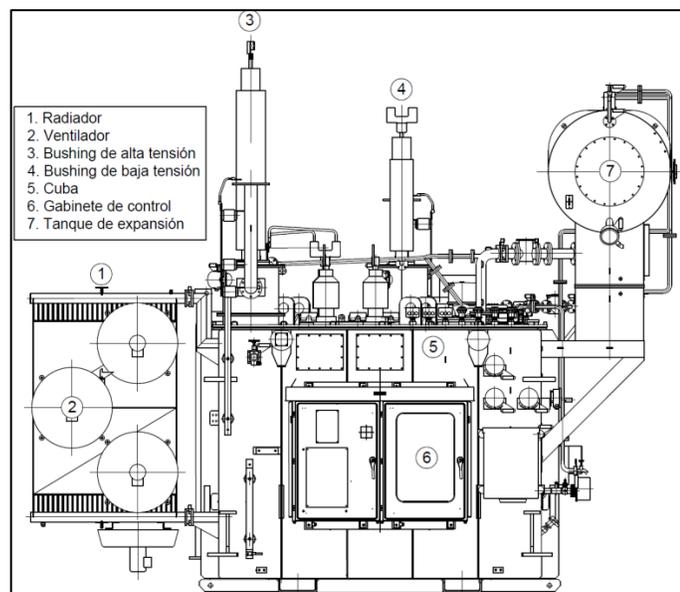
Actualmente el INDE se encuentra en constante atención y cumplimiento a lo regulado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), este regula la gestión ambiental y promueve el desarrollo sostenible en Guatemala.

2. DEFINICIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS DE ALTA TENSIÓN EN SUBESTACIONES DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.1. Transformador de potencia

Una subestación eléctrica de transformación tiene la capacidad de variar la capacidad de tensión de una red eléctrica, para que la energía se pueda llevar y repartir de un punto a otro. Por tal motivo, el transformador de potencia es el elemento clave en una subestación eléctrica, porque es el encargado de cambiar la magnitud de las tensiones eléctricas.

Figura 2. Transformador de potencia



Fuente: elaboración propia, empleado AutoCAD 2010.

2.1.1. Partes de un transformador

La estructura básica de los transformadores eléctricos es esencialmente la misma en todos los ámbitos, por lo que a continuación se describen las partes principales de un transformador.

2.1.1.1. Parte activa

Se denomina parte activa de un transformador al conjunto formado por los dos circuitos eléctricos y el circuito magnético. Esta parte agrupa los siguientes elementos:

- Núcleo: el núcleo de un transformador constituye el circuito magnético, que es la zona por la que circula el campo magnético entre los devanados primario y secundario, está formado de láminas de acero al silicio.
- Bobinas: los transformadores están formados por una o más bobinas devanadas sobre un núcleo, estas bobinas constituyen el circuito eléctrico. Se fabrican generalmente utilizando alambre de cobre o aluminio.
- Cambiador de derivaciones: este es el mecanismo que se utiliza para elevar o reducir la tensión secundaria de un transformador.
- Bastidor: es el conjunto de estructuras que rodean el núcleo y bobinas.

2.1.1.2. Parte pasiva

Consiste en el tanque o cubierta que cubre la parte activa y se utiliza en transformadores en donde la parte activa está sumergida en líquido aislante.

De acuerdo a su diseño hay tanques lisos, con aletas, con ondulaciones y con radiadores, dependen del tipo de aceite y medio de refrigeración para su selección. En general, consiste en una caja rectangular dividida en dos compartimientos.

- Un compartimiento que contiene el conjunto convencional de núcleo-bobinas.
- Un segundo compartimiento para terminaciones y conexiones de los cables.

2.1.2. Accesorios de un transformador

Son todas las partes y dispositivos que ayudan en la operación y facilitan el mantenimiento del mismo.

Los accesorios principales de un transformador son:

- **Cambiador de derivaciones:** permite la modificación del voltaje secundario del transformador.
- **Relevador Buchholz:** es un aparato imprescindible para proteger y supervisar transformadores con recipiente de expansión que contienen líquido aislante y bobinas de puesta a tierra, así como para la supervisión separada de boquillas de paso llenas con aceite o de cajas terminales de cables. Se instala en el circuito de enfriamiento del aparato a supervisar y reacciona a perturbaciones tales como la formación de gas, pérdidas y corrientes demasiado fuertes del fluido aislante.

- Relevador de flujo: este relevador es de protección y opera por el movimiento brusco de un líquido. Se instala en la tubería entre el cabezal del cambiador de derivaciones y el recipiente de expansión del aceite, siendo activado por el caudal de aceite que se dirige de la cámara del aceite del cambiador de derivaciones al recipiente de expansión del aceite.
- Termómetros: normalmente los transformadores de potencia disponen de un termómetro localizado en su parte superior, los cuales tienen contactos auxiliares que posibilitan el accionamiento de la señalización de advertencia o de la apertura del interruptor cuando la temperatura supera los niveles preestablecidos, lo que evita que los transformadores sean sometidos a sobrecargas y por ende a elevaciones de temperatura inadmisibles.
- Relevador de presión súbita: es un accesorio que está diseñado para operar en el momento de producirse una presión positiva en el interior del tanque del transformador, esta presión puede ser producida por alguna falla de los componentes internos como devanados, cambiadores de derivaciones, aislamientos, entre otros.
- Válvula de alivio de presión: la diferencia entre un relevador de súbita presión y una válvula de alivio de presión, es que el primero actúa durante la ocurrencia de una variación instantánea de presión interna, y la segunda opera en la eventualidad de que la presión rebase un límite establecido. Estas válvulas deben tener contactos eléctricos auxiliares que deben permitir la desconexión del interruptor de protección.

- Indicador de nivel de aceite: estos tienen como finalidad indicar el nivel de los líquidos y cuando están previstos de contactos para alarma también sirven como protección.
- Pasatapas: son aisladores huecos por medio de los cuales pasan los conductores terminales de los devanados, externamente tienen los dispositivos para acoplamiento con los conductores de línea.
- Boquillas: su función es permitir la conexión eléctrica entre las terminales de devanados y el circuito exterior del transformador.
- Radiador: dispositivos que permiten intercambiar calor entre dos medios para disipar el calor.
- Ventilador: dispositivos que permite incrementar la disipación de calor dentro del radiador.
- Gabinete de control: su función principal es la de encontrar de forma fácil todas las conexiones de las terminales de los dispositivos, alarmas, transformadores de corriente, entre otros.

2.2. Transformadores de medición

Son transformadores que convierten las corrientes y los voltajes de manera proporcional y en fase en corrientes y voltajes medibles y normalizados. Estos transformadores pueden alimentar instrumentos u otros aparatos de medición.

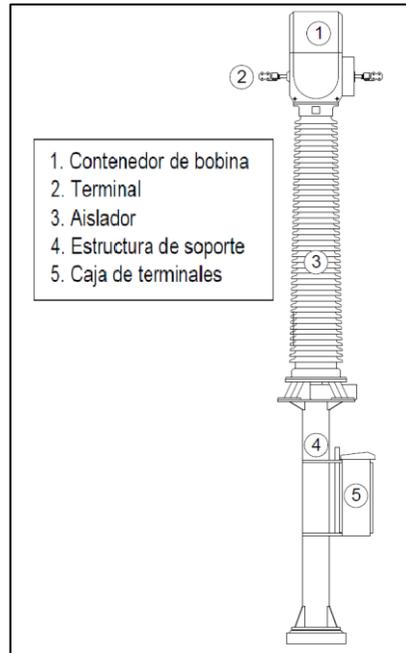
2.2.1. Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros dispositivos de medida y control.

Los diferentes tipos de transformadores de corriente según su construcción son los siguientes:

- Tipo primario devanado: consta de dos devanados primarios y secundarios totalmente aislados y montados permanentemente sobre el circuito magnético.
- Tipo barra: es similar al tipo primario devanado, excepto en que el primario es un solo conductor recto de tipo barra.
- Tipo toroidal (ventana): tiene un devanado secundario totalmente aislado y montado permanentemente sobre el circuito magnético y una ventana a través de la cual puede hacerse pasar un conductor que proporciona el devanado primario.
- Tipo para bornes: es un tipo especial toroidal proyectado para colocarse en los bornes aislados de los aparatos, actuando el conductor del borne como devanado primario.

Figura 3. **Transformador de corriente**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Los transformadores de corriente se clasifican de acuerdo con el aislamiento principal usado, como de tipo seco, rellenos de compuestos, moldeados o en baño de líquido.

2.2.2. Transformadores de potencial

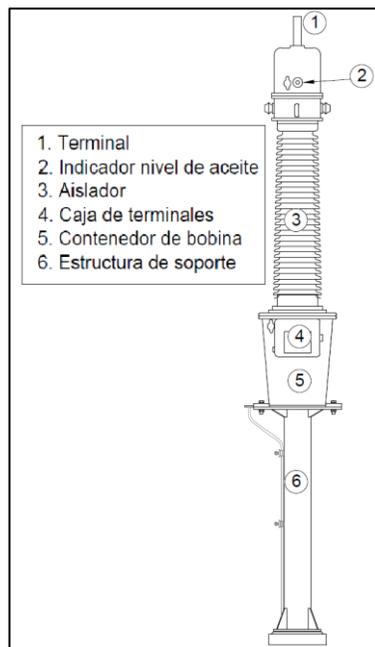
Los transformadores de potencial transforman altas tensiones en tensiones medibles. Estos transformadores de potencial tienen un sólo núcleo magnético y pueden ser realizados con uno o varios arrollamientos secundarios.

Es un transformador devanado especialmente, con un primario de alta tensión y un secundario de baja tensión. Tiene una potencia nominal muy baja y

su único objetivo es suministrar una muestra de voltaje del sistema de potencia, para que se mida con instrumentos incorporados.

Estos transformadores se construyen para todas las tensiones de circuitos normalizados. Normalmente son de tipo seco o moldeado para tensiones inferiores a 23 kV y en baño de líquido para tensiones superiores.

Figura 4. **Transformador de potencial**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

2.3. **Interruptor de potencia**

El interruptor de potencia es un dispositivo electromecánico de maniobra cuya función principal es la de conectar y desconectar circuitos eléctricos bajo condiciones normales o de falla. Adicionalmente se debe considerar que los

interruptores deben tener también la capacidad de efectuar recierres cuando sea una función requerida por el sistema.

Son denominados interruptores de potencia para diferenciarlos de otros dispositivos que no son capaces de interrumpir un circuito en caso de falla por no tener la capacidad de ruptura necesaria, aun cuando están diseñados para aislar partes del circuito.

El interruptor es, después de un transformador de potencia, el dispositivo más importante dentro de una subestación eléctrica. El comportamiento de éste, determina el nivel de confiabilidad que se puede tener en las subestaciones eléctricas y por consiguiente en un sistema eléctrico de potencia.

Los interruptores de potencia cuentan con una cámara de extinción de arco eléctrico, este puede llevarse a cabo por medio de:

- Aceite
- Vacío
- Hexafloruro de azufre (SF₆)
- Soplo de aire
- Soplo de aire-magnético

Cuenta con un mecanismo de almacenamiento de energía que le permite cerrar hasta cinco veces antes de que la energía sea interrumpida completamente; este mecanismo puede ser:

- Neumático
- Hidráulico
- Neumático-hidráulico

- Mecanismo de resorte

2.3.1. Partes de un interruptor de potencia

- Parte activa: se refiere a las cámaras de extinción de arco que soporta los contactos y el mecanismo de operación, que debe establecer o interrumpir la corriente de alimentación en el circuito de alta tensión donde está instalado el interruptor, la sección de mando debe desarrollar la energía necesaria para ejecutar estas operaciones, el enlace entre la sección de mando y la sección activa es usualmente una varilla aislada.
- Parte pasiva: es la parte que aloja la parte activa, y además de proteger al interruptor, mecánica y eléctricamente ofrece puntos de apoyo para el alzamiento y transporte del interruptor, así como proporcionar el espacio para la instalación de accesorios y soportar los recipientes de aceite, si los tiene, además del gabinete de control.

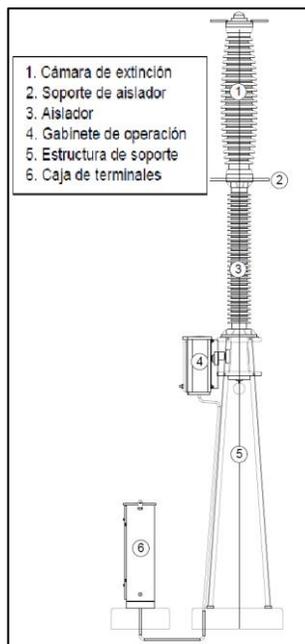
2.3.2. Accesorios del interruptor

Son partes ajenas a los mecanismos de accionamiento principales del interruptor, se mencionan a continuación:

- Válvulas
- Anillos y capacitores para la distribución equipotencial
- Bushings, con CT opcional
- Válvulas de llenado, descarga y muestreo del fluido aislante
- Conectores para conexión a tierra
- Contactos auxiliares
- Conmutador de contactos auxiliares

- Placa de conexión de aterrizaje
- Placa de datos
- Gabinete de control
- Indicador visual de la posición (cerrado o abierto)
- Cableado interno de control
- Contador de ciclos de operación

Figura 5. **Interruptor de potencia**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

2.4. Seccionadores

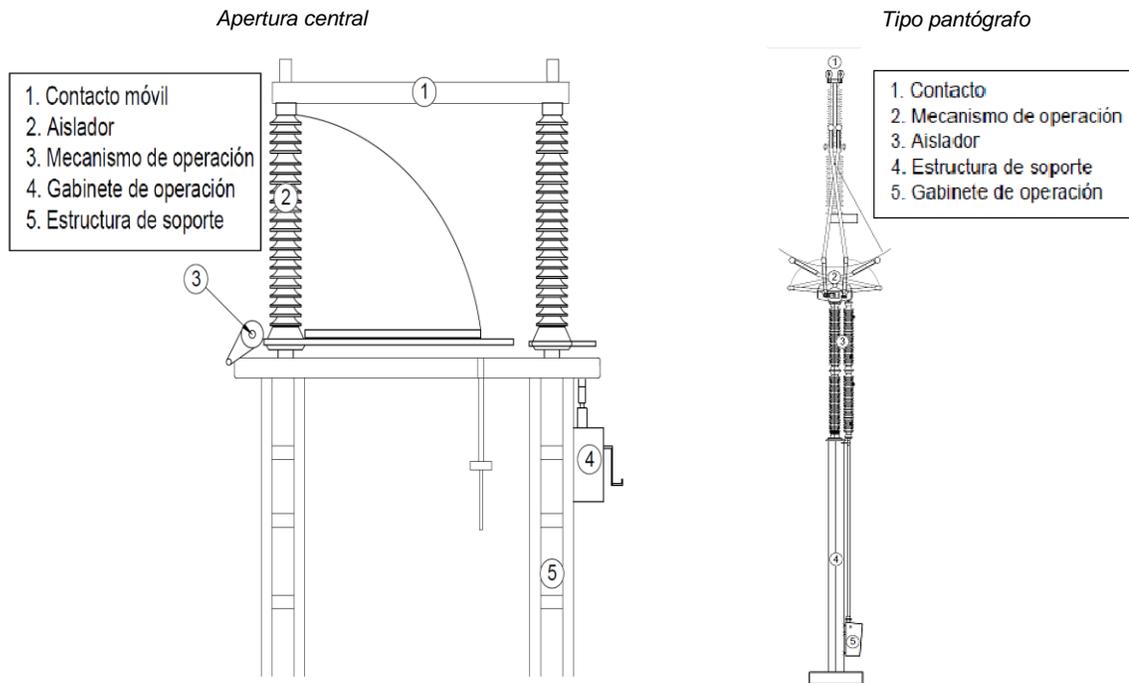
El seccionador es un dispositivo que sirve para conectar y desconectar los elementos de una instalación eléctrica en caso de tener que realizar maniobras de operación o bien para darles mantenimiento.

Los seccionadores a diferencia de un interruptor de potencia, no pueden abrir los circuitos cuando está fluyendo corriente a través de ellos (operan sin carga), siempre debe abrirse primero el interruptor de potencia correspondiente ante cualquier operación o falla en el sistema de potencia.

De acuerdo a su tipo de construcción, los seccionadores pueden ser de tipo:

- Horizontal: el mecanismo hace girar el poste central que origina el levantamiento de la parte móvil de la cuchilla. Para compensar el peso de la cuchilla, la hoja móvil tiene un resorte que ayuda a la apertura.
- Vertical: los aisladores se hallan en forma horizontal y la base está en forma vertical.
- Horizontal invertido: las columnas de aisladores se encuentran colgando de la base.
- Pantógrafo: son seccionadores de un solo poste aislante, sobre el soporta la parte móvil. Está formada por un sistema mecánico que tiene la forma de los pantógrafos.

Figura 6. **Seccionador**



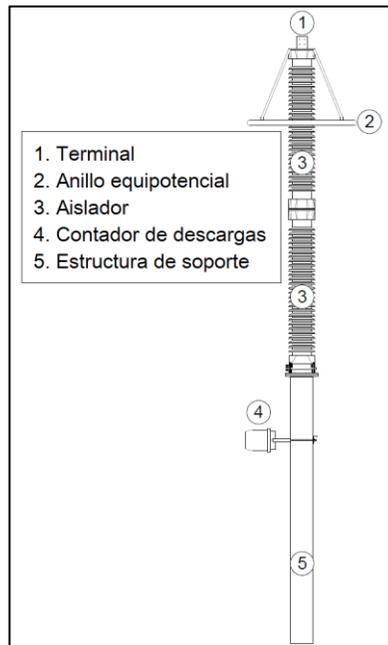
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

2.5. Pararrayos

Son dispositivos eléctricos formados por una serie de elementos resistivos no lineales, que limitan la magnitud de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas, operación de interruptores o desbalance de sistemas y conducen a tierra las corrientes producidas por estas sobretensiones.

Las dos funciones principales de los pararrayos son la de dirigir los rayos ionizantes y evitar que un rayo cause daños, entonces un pararrayos sirve para atraer los rayos, neutralizar su potencia y sobre todo para proteger a las personas y el entorno de los daños que pueda llegar a causar.

Figura 7. **Pararrayos óxido de zinc**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

2.5.1. Tipos de pararrayos

Los pararrayos se dividen en tres grupos: cuernos de arqueo, pararrayos auto-valvulares y pararrayos de óxidos metálicos, siendo éstos últimos los más utilizados en la actualidad.

2.5.1.1. Cuernos de arqueo

Es el caso más simple y económico para proteger los equipos de distribución. Deben ser capaces de soportar la tensión nominal más alta del sistema y producir la descarga cuando haya una sobretensión.

Una vez originado el arco, no son capaces de extinguir la corriente de 60 ciclos que precede a la corriente transitoria, produciéndose una falla a tierra que debe ser eliminada por el esquema de protección. Este inconveniente provoca que sea limitado su uso.

2.5.1.2. Pararrayos auto-valvulares

Están formados por un entrehierro y una resistencia no lineal. El entrehierro descarga las corrientes transitorias a tierra con una tensión de descarga baja; la resistencia presenta una alta impedancia a la corriente que sigue a la transitoria.

Durante una sobretensión debida a descargas atmosféricas, la corriente de descarga alcanza niveles altos de corriente, disminuyendo posteriormente una vez disipada la sobretensión. Los entrehierros del pararrayos deben interrumpir esa corriente posterior y permanecer bloqueados ante cualquier sobretensión momentánea que permanezca en las terminales del pararrayo.

Durante una sobretensión, la resistencia presenta poca oposición y la corriente transitoria fluye libremente.

2.5.1.3. Pararrayos de óxidos metálicos

Es un dispositivo de protección para sobretensiones basado en las propiedades semiconductoras de los óxidos metálicos, como el óxido de zinc (ZnO). Tiene mejores características de no linealidad que otros óxidos, debido a ello y a sus bajas pérdidas a tensiones nominales no utiliza entrehierro, permitiendo así reducir el tamaño y peso de estos equipos.

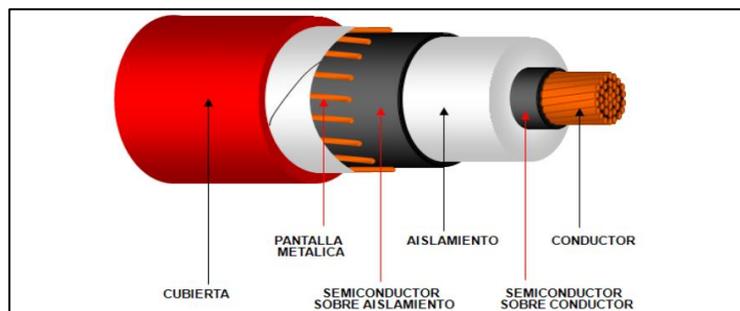
Debido a su característica tensión-corriente, éste pararrayos descarga únicamente a un valor de corriente predeterminado, mejorando el nivel de protección del sistema.

El comportamiento de estos dispositivos es sensible a la temperatura; a medida que la temperatura ambiente se eleva, la energía que debe disipar el pararrayos se incrementa, provocando que la corriente que circula a través de éste se eleve, incrementando nuevamente la temperatura y, por consiguiente, un calentamiento en el equipo. Por ello el pararrayos nunca debe trabajar por arriba de su capacidad térmica, de lo contrario puede fallar.

2.6. Cable de potencia

La función principal de los cables de potencia es la de transportar energía eléctrica desde un punto a otro, donde puede ser transformada en otras formas de energía. Son utilizados en instalaciones subterráneas, ductos o charolas, y en tensiones mayores a 5 kV.

Figura 8. Cable de potencia



Fuente: Condumex. *Características del cable de potencia.*

Catalogo.condumex.com.mx/.ficha/admin/ficha_visita.aspx?tipo=1&id=53. Consulta: 6 de marzo de 2019.

Construcción básica de un cable de potencia:

- Conductor metálico: es el encargado de transportar la corriente eléctrica y se considera que es el elemento central del cable.
- Pantalla semiconductor sobre el conductor: su función es mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor.
- Aislamiento: es el componente crítico del cable, porque ha de soportar el elevado campo eléctrico presente en el interior.
- Pantalla semiconductor sobre el aislamiento: Recubre totalmente el aislamiento. se realiza con compuestos poliméricos con alta concentración de negro de humo para obtener la propiedad semiconductor.
- Pantalla electrostática: esta pantalla está constituida por fibras de cobre colocadas en hélice recubriendo uniformemente todo el perímetro del cable.
- Cubierta exterior: esta es la capa más externa del cable y protege al cable de las agresiones mecánicas y químicas del entorno.

2.7. Red de tierras

Es la unión eléctrica con la tierra, de una parte de un circuito eléctrico o de un parte conductora no perteneciente al mismo, definida también como el conjunto formado por electrodos y malla de tierra que conecta a los elementos que deban estar puestos a tierra en una instalación eléctrica, que para este caso será el de una subestación eléctrica.

Una instalación de puesta a tierra es aquella que tiene como misión derivar corriente hacia tierra o establecer contacto con ella, las corrientes involucradas pueden ser de naturaleza estacionaria, de alta frecuencia o

electromagnética en forma de impulsos, corrientes que pueden ser originadas durante el funcionamiento de un sistema técnico hecho por el hombre o causado por un fenómeno natural.

La puesta a tierra más elemental satisface los requisitos para considerársele sistema, por tanto, se establece que una instalación de puesta a tierra es realmente un sistema de puesta a tierra.

Con un sistema de puesta a tierra se logrará limitar la diferencia de potencial, que en un momento dado puede presentarse entre estructuras metálicas y tierra, también se posibilita la detección de fallas a tierra así como asegurar la actuación y coordinación de las protecciones, además de limitar sobretensiones internas que pueden aparecer en la red eléctrica y evitar que las tensiones que originan las descargas de los rayos provoquen flámeos inversos, para el caso de instalaciones tipo exterior, particularmente en líneas aéreas de llegada a la subestación eléctrica.

2.7.1. Elementos de la red de tierras

El elemento central de una instalación de puesta a tierra es el electrodo, que es un elemento metálico (fierro, acero, cobre, aluminio, entre otros), por medio del cual se introduce la corriente a la tierra; los electrodos adoptan formas geométricas bien ensayadas para tal fin y son:

- Semiesfera
- Varilla (pica, tubo, bastón, entre otros)
- Conductor o banda
- Placa y anillo

Los elementos más importantes de un sistema de puesta a tierra son los conductores de tierra (unen al elemento por proteger con el electrodo), conductores colectores (unen a varios electrodos para la operación en paralelo), así como los conectores de unión (que hacen factible la unión correcta entre los diversos elementos del sistema de tierra).

2.8. Relés de protección

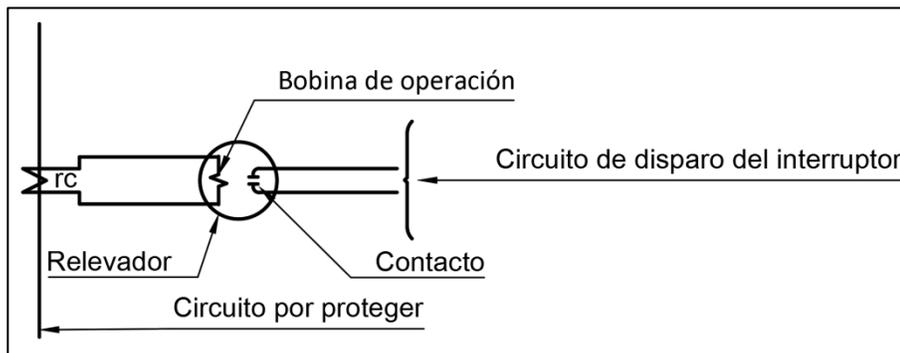
Un relé o relevador de protección es un dispositivo que mide o detecta una o varias características del sistema por proteger, y están diseñados para mantenerse inactivos mientras estas no varían. El fin de un relevador de protección es funcionar como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Hay un elemento intermedio entre los relevadores y el sistema por proteger, se trata de los transformadores de instrumentos (transformadores de corriente y transformadores de potencial). Estos transformadores de instrumento son los encargados de proveer las características y parámetros eléctricos del sistema que protegen los relevadores.

Al ocurrir una falla el relevador detecta y selecciona la característica del sistema por proteger con los valores y parámetros para los cuales fue programado, para actuar cerrando o abriendo algún contacto que pertenezca al sistema de apertura o cierre del interruptor que corresponda, para el aislamiento de la falla de la parte del sistema donde se creó.

Un relevador es un dispositivo que, colocado en un circuito eléctrico produce cambios en otro o en su propio circuito. Un relevador de tipo sencillo consta de una bobina y un contacto.

Figura 9. **Diseño eléctrico de un relevador sencillo**



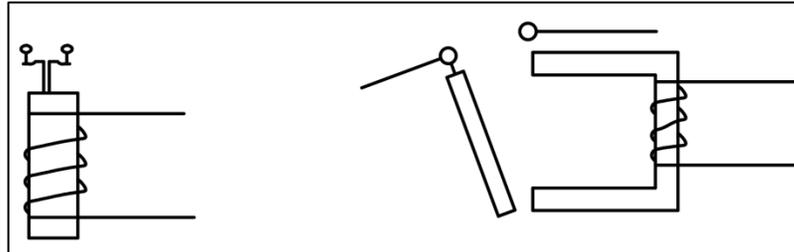
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

2.8.1. Principios en los que se basan los relevadores

Hay dos principios fundamentales en los que se basa la operación de los relevadores y estos son: atracción electromecánica e inducción electromecánica.

El primero consiste en un vástago dentro de un solenoide o una pieza magnética atraída por un electroimán.

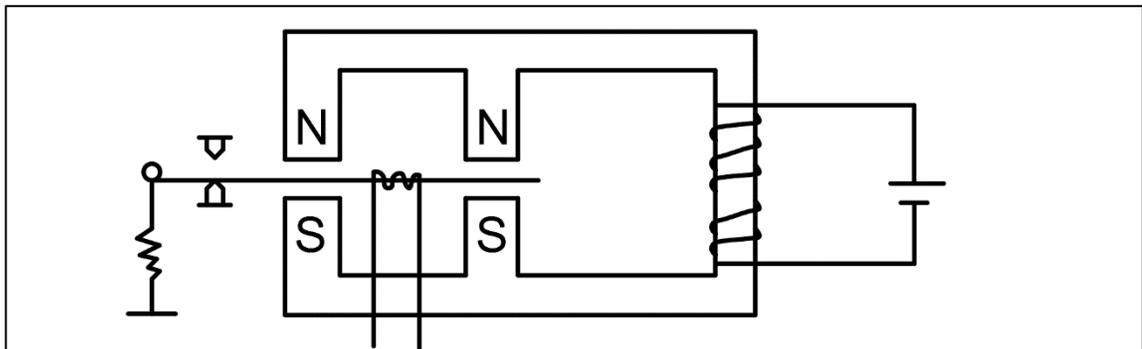
Figura 10. **Solenoides y electroimán**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El segundo opera según el principio del motor de inducción en los discos de un wathorímetro, que se basa en el último término en la acción de dos fuerzas magnéticas desfasadas.

Figura 11. **Relevador de disco tipo Wathhorimetro**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

2.8.2. **Características de los relevadores**

Entre las características principales de los relevadores se encuentra:

- Sensibilidad: es la propiedad que tiene de reconocer las fallas que puedan dañar la buena operación del sistema. Puede aparecer un grupo de señales en el relevador y este solo debe responder a la que señal que puede producir una falla al sistema.
- Seguridad: no puede permitirse que el relevador falle en el momento preciso. Para ello es necesario que sean suficientemente robustos sus contactos y que sus bobinas sean capaces de llevar las corrientes que por ellos puedan circular. Algunos relevadores y equipos de protección operan raras veces, quizá una vez al año, y sin embargo, deben estar prontos a operar en el momento que sean necesarios, en cambio otros lo hacen tan frecuentemente que su mantenimiento debe ser constante.

Se puede decir que los relevadores no son para evitar fallas en el sistema, sino para hacer operar mecanismos que hagan disminuir los efectos de las fallas cuando estas aparezcan.

2.9. Estructuras de una subestación eléctrica

Las principales aplicaciones de las estructuras son las siguientes:

- Soportes de equipos y barras de estaciones eléctricas
- Soportes de barras en instalaciones, y tableros eléctricos
- Bandejas portacables y sus elementos de soporte
- Elementos de instalaciones (máquinas, equipos, entre otros) que requieren bases, soportes, entre otros.

El elemento estructural único, aislado, no existe; siempre tiene algo que sostener, puntos donde apoyarse y transmitir fuerzas. Los elementos que componen las construcciones son las columnas, las vigas y las fundiciones.

Estos elementos están relacionados entre sí en la estructura. El hombre construye elementos, piezas, partes, y las estructuras son continuas cuando están constituidas por una sola pieza, discontinuas cuando se arman con piezas separadas.

Las estructuras sin continuidad son las más comunes, isostáticas; la deformación de un elemento no es transmitida a los otros, en las uniones no hay rigidez, son articulaciones.

Las estructuras con continuidad (especialmente de hierro, acero, soldadas) pueden ser hiperestáticas; en ellas la deformación de una parte se transmite a las otras.

Las estructuras hiperestáticas son más económicas, más livianas, menos deformables, más complejas.

2.10. Bases de concreto para estructuras y equipo

Las cimentaciones son estructuras que tienen como función principal transmitir las cargas actuantes en una estructura al terreno donde es construida. Para un buen comportamiento de la cimentación se deben cumplir las siguientes especificaciones:

- El nivel donde quedará la cimentación debe estar a una profundidad en donde no se perjudique por heladas, cambios diferenciales en el volumen del suelo, el nivel freático y excavaciones posteriores.

- Las dimensiones con las que se deben diseñar las cimentaciones no pueden superar la capacidad portante del suelo.
- La cimentación no puede producir asentamientos en el suelo que no sean absorbibles por la estructura.

2.10.1. Tipo de cimiento

El tipo de cimiento dependerá del área donde se ubicará la base y el tipo de estructura que se colocará sobre la misma.

- Superficiales o directas: este tipo de cimentación se construye cuando el suelo tiene la capacidad de soportar las cargas de la estructura superficialmente. La profundidad de la cimentación puede variar entre los 0,5 metros hasta los 4 metros, de ahí su nombre.
- Profundas: se utilizan principalmente cuando el sustrato de suelo con la capacidad portante requerida se encuentra a mucha profundidad, o cuando es necesario que una porción de la carga se transmita al suelo mediante fricción. Estos elementos son de una gran longitud con respecto a su sección transversal. Pueden ser hincados en el suelo o vaciados con concreto en una perforación realizada en el mismo terreno.
- Semiprofundas: este sistema de cimentación se usa cuando las condiciones del suelo y el punto óptimo para su estabilización se encuentran en niveles intermedios de los casos anteriores.

En general las bases de concreto para los equipos en una subestación eléctrica se componen de zapatas y cimentaciones.

Una zapata es una ampliación de la base de una columna o muro que tiene por objeto transmitir la carga al suelo, a una presión adecuada a las propiedades del suelo y los cimientos son en general piezas de volumen considerable con respecto al volumen de las piezas de la estructura. Los cimientos se construyen casi invariablemente en hormigón armado.

3. CONDICIONES FÍSICAS Y TOPOGRÁFICAS DE LOS MUNICIPIOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, DONDE SE UBICAN LAS SUBESTACIONES DE ETCEE-INDE

3.1. Geografía de Guatemala

La República de Guatemala es uno de los países que forman América Central. Limita al norte y el oeste con México, al norte y el este con Belice y el mar Caribe, al sur con el Océano Pacífico y al sur y el este con Honduras y El Salvador. Guatemala es un país de grandes y profundos bosques, en gran parte montañoso, con suaves playas en el sur y planicies bajas en el norte.

El territorio guatemalteco es atravesado de este a oeste por la Sierra Madre, cadena montañosa de origen volcánico, cuyo punto culminante es el volcán Tajumulco (4 211 m). Las tierras altas del centro se oponen a las planicies costeras de vertiente Pacífico, así como a las tierras cálidas del Petén, meseta calcárea que recubre el tercio norte del país, donde se encuentra una selva tropical muy densa.

La mayor parte de los volcanes del país están extinguidos, pero los temblores de tierra son frecuentes en proximidad a la cintura volcánica (más de 20 000 víctimas en 1976).

Los ríos más importantes de Guatemala son el Motagua, el Usumacinta, que constituye una parte de la frontera con México, el Chixoy y el Sarstún, formando éste una parte de la frontera con Belice. Los dos principales lagos son

el lago de Izabal, que comunica con el mar Caribe, y el gran lago Petén Itzá (100 km²), al centro de la región de Petén.

La fauna comprende ciervos, monos y pecaríes, sobre todo en las tierras bajas. Otros animales salvajes (jaguar, tapir, puma) viven en pequeño número, y cocodrilos pueblan algunos cursos de agua. Los pájaros son extremadamente numerosos. El quetzal de plumaje suntuoso es el pájaro símbolo de Guatemala.

El suelo, generalmente muy fértil, es el principal recurso de Guatemala, país esencialmente agrícola. Sin embargo, se encuentran napas de petróleo (explotadas desde 1975) en Petén, así como de níquel, plomo, zinc, cobre, antimonio y tungsteno. Existen por último pequeños yacimientos de uranio y de mercurio. La selva, muy densa, provee de madera de valor destinada a la exportación y a productos consumidos localmente.

3.2. El clima en Guatemala

El clima de Guatemala presenta temperaturas que varían considerablemente con la altitud. Por encima de los 1 000 metros, los días son templados y las noches frescas. La temperatura media anual es de alrededor de 20 °C. El clima de las llanuras costeras es más tropical, con una temperatura media anual de 28 °C. La estación húmeda se extiende de mayo a octubre.

Guatemala cuenta con un clima muy variado, como la superficie de su suelo, por lo que lo hace un país dichoso de no tener temperaturas extremas.

3.2.1. Factores condicionantes

Por la ubicación tropical y el relieve montañoso, Guatemala puede producir diversos cultivos, porque en todo el país se da el mismo tipo de clima, el cálido tropical, pero las temperaturas pueden variar con la altitud:

- Las elevaciones altas de Cobán entre los 915 metros y los 2 440 metros, en donde caen lloviznas que tardan semanas, a las cuales se les conoce como Chipi-Chipi, siendo la región más húmeda de todo el país, con sus días cálidos y sus noches frías, con una temperatura promedio anual de 20 grados centígrados.
- La Costa, cuyo clima en estas regiones es característicamente más tropical, como en la Costa Atlántica que cuenta con una temperatura media anual de 28 grados centígrados, siendo más húmeda que la del Pacífico.

3.2.2. Tipos de clima

Regularmente el clima es templado en las mesetas y semi-tropical en las costas, aunque básicamente existen tres climas de acuerdo a la temperatura:

3.2.2.1. Clima templado

Que es el que se da en los lugares que están entre 1 000 y 2 000 metros de altitud sobre el nivel del mar, con una temperatura agradable, que se puede gozar en la ciudad de Guatemala, El Progreso, Chimaltenango y Sacatepéquez.

3.2.2.2. Clima cálido

Es el clima de mucho calor que se da en los lugares con elevaciones de entre 0 y 1 000 metros sobre el nivel del mar, por lo que a las regiones que tienen este clima se las llama tierra caliente o costa, porque se encuentra por lo general en las costas, como Escuintla y Puerto Barrios.

Estas costas guatemaltecas son bajas, aunque la brisa de los océanos ayuda a que no sean tan cálidas como en otros lugares. Aunque hay algunos lugares secos donde llueve poco y el terreno es bajo, como Zacapa y que también se les conoce como tierra caliente.

3.2.2.3. Clima frío

El cual se da en lugares que se localizan entre los 2 000 y los 3 500 metros de altura sobre el nivel del mar, haciéndose notar más este clima en los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán y Huehuetenango, durante los meses de diciembre, enero y febrero, los cuales pueden llegar a tener en esa época temperaturas inferiores a los 16 grados centígrados.

3.3. Mapas climatológicos de la República de Guatemala

El conocimiento de la variación espacial de las diferentes variables climáticas de un país es esencial para el desarrollo de las intervenciones del sistema socioeconómico en el sistema natural. El compendio espacial de información climática a través del mapeo de diferentes variables climáticas es un medio para facilitar acceso a la información.

Un mapa climático ofrece un panorama extensivo de la información que sintetiza, y puede ser muy valiosa en la toma de decisiones para el aprovechamiento, conservación, protección y en general, la gestión integrada de los recursos naturales.

Los mapas climatológicos que se muestran en los anexos, describen las características que se presentan en Guatemala en lo referente a niveles isoceráunicos (descargas electro-atmosféricas o rayos), humedad relativa y fuerza de los vientos, que son fundamentales en el cálculo de las especificaciones técnicas de los equipos de potencia, así como en el diseño de líneas de transmisión y de subestaciones eléctricas.

3.3.1. Niveles de humedad relativa promedio anual

Simplemente es la humedad relativa promedio en cierto punto de la República. Expresa la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, en cualquier momento determinado, normalmente es menor que el necesario para saturar el aire.

En la atmósfera, a diferentes alturas sobre el nivel del suelo, el agua se puede encontrar en sus tres estados físicos, líquido, sólido o gaseoso; es decir como gotas de agua, hielo y vapor de agua. La humedad relativa es la relación o razón entre el contenido de humedad real del aire y el que tendría si estuviera saturado de vapor de agua. Esta relación es expresada en forma matemática por la siguiente expresión:

$$\text{HR (\%)} = \frac{\text{Cantidad de vapor de agua real contenida en el aire}}{\text{Cantidad de vapor de agua para saturar el aire}} \times 100$$

3.3.2. Velocidad del viento promedio anual, dirección predominante del viento nodal anual

Se refiere a la dirección y la velocidad del viento, en cierto punto del país. El viento es el movimiento del aire que está presente en la atmósfera, especialmente, en la troposfera, producido por causas naturales. La dimensional utilizada para la velocidad del viento es en km/hora.

3.3.3. Niveles isoceráunicos de días con relámpagos en la lejanía, promedio anual

Se refiere al número promedio de días al año, en los cuales es posible escuchar truenos en la lejanía de cierto punto del país, una descarga eléctrica-atmosférica.

3.3.4. Niveles isoceráunicos de días con relámpagos locales, promedio anual

Se refiere al número promedio de días al año, en los cuales es posible escuchar truenos localmente de cierto punto del país, una descarga eléctrica-atmosférica.

3.3.5. Niveles isoceráunicos de días con descargas eléctricas o truenos promedio anuales

Se refiere al número promedio de días al año, en los cuales es posible escuchar truenos de cierto punto del país, una descarga eléctrica-atmosférica.

4. LA RED DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ETCEE-INDE (SNI)

Todo el proceso de generación, transformación y distribución de la energía eléctrica en Guatemala se resume en el denominado Sistema Nacional Interconectado (SNI), el cual está integrado por un conjunto de instalaciones, centrales generadoras, subestaciones eléctricas, líneas de transmisión, redes de distribución, en general por toda la infraestructura eléctrica instalada en la república de Guatemala y destinada a la prestación del servicio público de energía eléctrica, en la forma y términos establecidos en los ordenamientos legales sobre la materia.

El sistema eléctrico guatemalteco, forma parte del sistema eléctrico regional a través de la interconexión con el país vecino de El Salvador en un nivel de voltaje de 230 kV. El 13 de junio de 2006, fueron inaugurados los trabajos de la línea de interconexión con México en un nivel de voltaje de 400 kV, trabajos realizados como parte de la construcción de la línea SIEPAC.

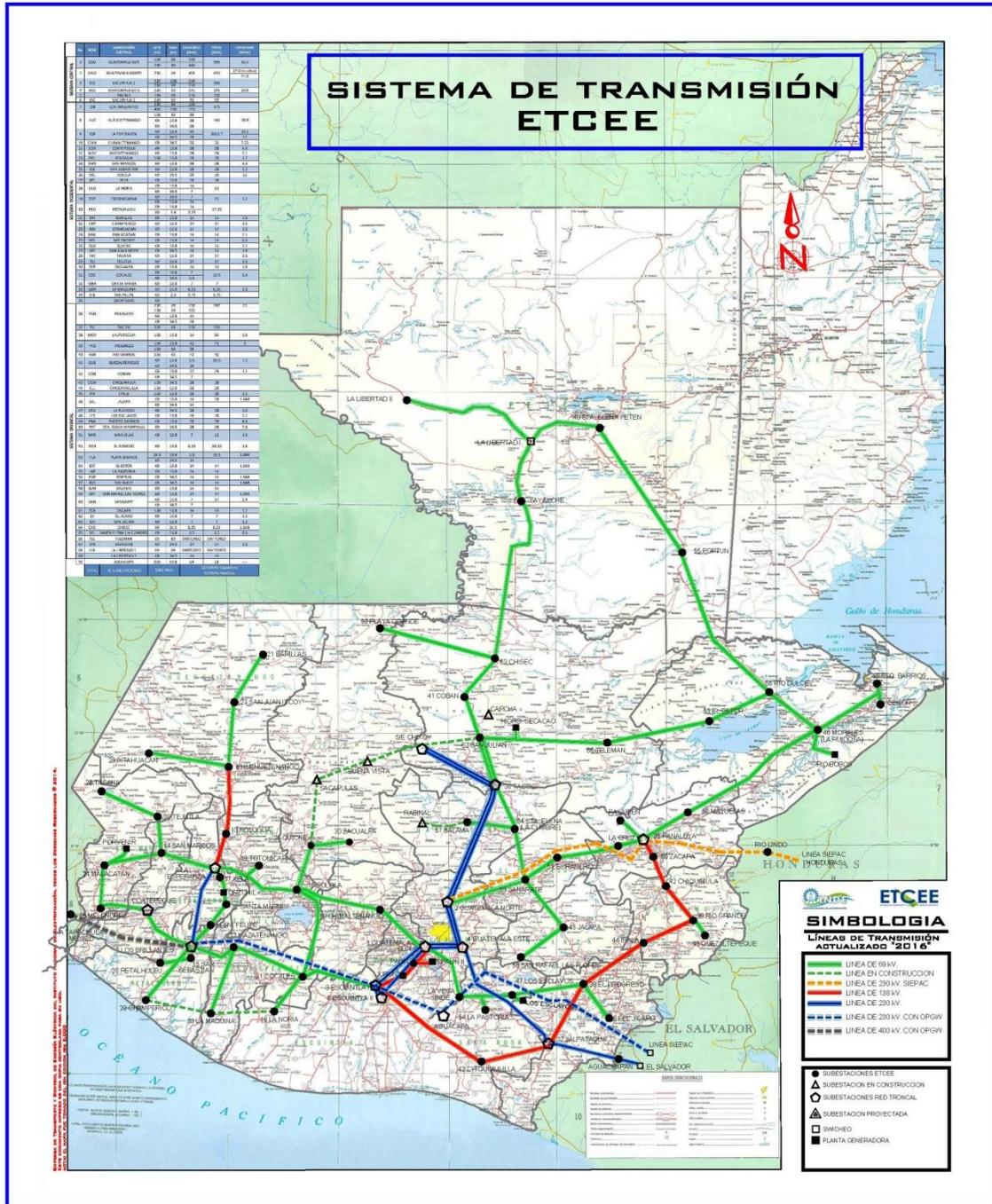
El sistema de transporte se rige por las disposiciones de la normativa, comenzando con la libertad que existe de prestar dicho servicio y está constituido por la interconexión de líneas de transmisión en tensiones de 69, 138, 230 y 400 kV. El troncal principal consiste en un conjunto de líneas de transmisión de 230 kV que atraviesa casi en su totalidad al país, partiendo de la central hidroeléctrica de Chixoy hasta la subestación Guatemala-Norte donde conforma una configuración en anillo entre las subestaciones Guatemala-Este y Guatemala-Sur.

Actualmente en Guatemala se cuenta con ocho transportistas de energía eléctrica, siendo estos: la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica (ETCEE-INDE), Transportista Eléctrica Centroamericana S.A. (TRELEC), DUKE Energy International Transmisión Guatemala, Redes Eléctricas de Centroamérica S. A., Transporte de Electricidad de Occidente (TREGO), Transmisora de Energía Renovable S. A. (Transnova), Transportadora de Energía de Centroamérica, S. A. (TRECOSA) y la Empresa Propietaria de la Red (EPR), siendo la ETCEE-INDE, la empresa que tiene mayor cobertura. Situación que tiende a mantenerse, debido a la importante inversión que se tiene planificada como parte del Fideicomiso de Electrificación Rural.

El sistema de transporte de energía eléctrica de la ETCEE-INDE tiene aproximadamente una red de 3 275,99 kilómetros, de los cuales 71,15 kilómetros corresponden a líneas de voltaje de 400 kV, 495,67 kilómetros corresponden a líneas de voltaje de 230 kV, 369,70 kilómetros corresponden a líneas de voltaje de 138 kV y 2 339,47 kilómetros corresponden a líneas de voltaje de 69 kV. La topología de la red de transporte es bastante radial, particularmente en voltaje 230 kV.

La ETCEE-INDE posee actualmente setenta (70) subestaciones eléctricas, y una capacidad instalada de 3 981 MVA, 214 MVAR Capacitivo y 32 MVAR Reactivo, registrada al año 2016, debiéndose entender que no necesariamente es capacidad disponible, esto debido a una serie de situaciones tales como limitaciones impuestas por la propia red de transporte, problemas eventuales que afecten a determinadas subestaciones, diseño propio de las subestaciones que limiten la potencia que esta pueda aportar al sistema, entre otros.

Figura 12. SNI de ETCEE-INDE



Fuente: Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica, ETCEE. INDE.

En la figura anterior se puede encontrar una lista de las subestaciones del Sistema Nacional Interconectado de la ETCEE-INDE, así mismo se puede hallar la capacidad instalada de cada una de ellas y la tensión de transporte. Además se logra divisar que la distribución geográfica de la capacidad instalada del SNI, muestra que los principales focos de generación se encuentran en el área norte y sur del país, debido a la existencia en el área norte de recursos hídricos abundantes, en tanto que el área sur se caracteriza por una mayor accesibilidad para el abastecimiento de los combustibles fósiles utilizado por los generadores ubicados en el área.

5. NORMAS APLICABLES

5.1. IEC *International Electrotechnical Commission*

Fundada en 1906, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) es la organización encargada de preparar y publicar Normas Internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y afines. Estas actividades se conocen en su conjunto como electro tecnología.

Todas las Normas Internacionales IEC se crean por consenso y representan las necesidades de las partes implicadas clave de cada nación (sin importar su tamaño), que participa en el trabajo de la IEC.

La IEC es una de tres organizaciones hermanas internacionales (IEC, ISO, ITU) que desarrollan Normas Internacionales a nivel mundial.

Cuando corresponde, la IEC coopera con la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para garantizar que las Normas Internacionales se adecuen perfectamente y se complementen entre sí.

Una Norma Internacional IEC es un documento normativo creado conforme a procedimientos consensuales. Primero, los comités nacionales correspondientes de la IEC deben aprobarla y, finalmente, la Oficina Central de la IEC se encarga de publicarla como una Norma Internacional.

5.1.1. IEC 60071-1 Coordinación de aislamiento parte 1

Esta parte de la Norma Internacional CEI 60071 se aplica a las redes de tensión alterna trifásica cuya tensión más elevada para el material es superior a 1 kV. Especifica el procedimiento para la elección de tensiones soportadas normalizadas para el aislamiento fase-tierra, el aislamiento entre fases y el aislamiento longitudinal del material e instalaciones de estas redes. Establece igualmente las listas de valores normalizados de entre los cuales deben elegirse las tensiones soportadas normalizadas.

Esta parte recomienda que las tensiones soportadas elegidas se asocien a las tensiones más elevadas para el material. Esta asociación está destinada únicamente a fines de la coordinación del aislamiento.

5.1.2. IEC 60071-2 coordinación de aislamiento parte 2

Esta parte de IEC 60071 constituye una guía de aplicación y trata de la selección de niveles de aislamiento de equipos o instalaciones para sistemas eléctricos trifásicos. Su objetivo es dar orientación para la determinación de los voltajes soportados nominales para los rangos I y II de IEC 60071-1 y para justificar la asociación de estos valores nominales con los voltajes más altos estandarizados para equipo.

Esta asociación es solo para fines de coordinación de aislamiento. Cubre sistemas trifásicos con tensiones nominales superiores a 1 kV. Los valores derivados o los propuestos aquí son generalmente aplicables solo a tales sistemas. Sin embargo, los conceptos presentados también son válidos para sistemas bifásicos o monofásicos. Abarca el aislamiento fase a tierra, fase a fase y longitudinal.

5.1.3. IEC 62271-1 (2007) equipo de maniobra y control de alto voltaje, parte 1

Esta parte de IEC 62271 se aplica a equipo de control diseñado para instalación en interiores y exteriores y para operar a frecuencias de servicio de hasta 60 Hz en sistemas que tengan voltajes superiores a 1 000 voltios. Esta norma se aplica a todos los equipos de conmutación y control de alto voltaje, excepto que se especifique lo contrario en las normas pertinentes de IEC para el tipo particular de aparataje y control. Esta norma cancela y reemplaza la IEC 60694 publicada en 1996.

5.1.4. IEC 60044-1 transformadores de corriente

Esta parte de IEC 60044 se aplica a los transformadores de corriente de nueva fabricación para uso con instrumentos de medición eléctricos y dispositivos de protección eléctrica en frecuencias de 15 Hz a 100 Hz.

Aunque los requisitos se refieren básicamente a transformadores con devanados separados, también son aplicables, en su caso, a autotransformadores.

5.1.5. IEC 60044-2 transformadores inductivos de voltaje

Esta parte de IEC 60044 se aplica a transformadores de voltaje inductivo, para uso con instrumentos de medición eléctricos y dispositivos de protección eléctrica en frecuencias de 15 Hz a 100 Hz.

Aunque esta norma se relaciona básicamente con transformadores con devanados separados, también es aplicable, cuando sea apropiado, a los

auto-controladores. Esta norma no se aplica a los transformadores para uso en laboratorios.

5.1.6. IEC 60038 voltajes estandarizados

Esta norma se aplica a sistemas y equipos de transmisión, distribución y utilización para su uso en dichos sistemas con frecuencias estándar de 50 Hz y 60 Hz con una tensión nominal superior a 100 voltios.

5.1.7. IEC 60059 clasificaciones estándar de corriente

Esta norma especifica las clasificaciones de corriente estándar para dispositivos eléctricos, aparatos, instrumentos y equipos, y debe aplicarse al diseño de los sistemas o equipos de utilización, así como a las características operativas.

5.1.8. IEC 60099-4 pararrayos de óxido de metal sin huecos para sistemas a.c.

Esta parte de IEC 60099 se aplica a los descargadores de sobretensiones de resistencias de óxido de metal no lineales y sin espacios de chispa, diseñados para limitar las sobretensiones de voltaje circuitos de energía en a.c.

5.1.9. IEC 62271-100 interruptores automáticos de corriente alterna de alto voltaje

Esta Norma Internacional es aplicable a Interruptores automáticos diseñados para instalación en interiores o exteriores y para funcionamiento a

frecuencias de 50 Hz y 60 Hz en sistemas con voltajes superiores a 1 000 voltios.

Solo es aplicable a los interruptores automáticos tripolares para uso en sistemas trifásicos y los interruptores automáticos monopolares para uso en sistemas monofásicos.

5.1.10. IEC 62271-102 desconectores de corriente alterna y seccionadores de puesta a tierra

Esta parte de IEC 62271 se aplica a seccionadores de corriente alterna y seccionadores con puesta a tierra, diseñados para instalaciones en interiores y exteriores, para voltajes superiores a 1 000 voltios y para frecuencias de servicio de hasta 60 Hz.

También se aplica a los dispositivos operativos de estos seccionadores y sus equipos auxiliares.

5.2. ANSI *American National Standards Institute*

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), es un organismo que supervisa, en Estados Unidos, el desarrollo de normas para productos, servicios y procedimientos. Estas normas son propuestas de forma voluntaria y consensual.

Las normas validadas por el ANSI garantizan que las características y las prestaciones de los productos sean coherentes, que cada fabricante utilice los mismos términos y definiciones, y que los productos se ensayen de la misma forma en cualquier lugar.

Estas normas, adoptadas por consenso voluntario, se difunden más rápidamente y permiten que los usuarios puedan comparar los productos más fácilmente.

El ANSI es el representante de los Estados Unidos en la ISO.

5.3. IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

Su creación se remonta al año 1884, contando entre sus fundadores a personalidades de la talla de Thomas Alva Edison, Alexander Graham Bell y Franklin Leonard Pope. En 1963 adoptó el nombre de IEEE al fusionarse asociaciones con el AIEE (American Institute of Electrical Engineers) y el IRE (Institute of Radio Engineers).

El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica –IEEE-, es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas.

Mediante sus actividades de publicación técnica, conferencias y estándares basados en consenso, el IEEE produce más del 30 % de la literatura publicada en el mundo sobre ingeniería eléctrica de potencia, electrónica, computación, telecomunicaciones, telemática, mecatrónica y tecnología de control y robótica, biomédica y biónica, procesamiento digital de señales, sistemas energéticos, entre otras ramas derivadas y correspondientes a la ingeniería eléctrica

Según el mismo IEEE, su trabajo es promover la creatividad, el desarrollo y la integración, compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la

información, electrónica y ciencias en general para beneficio de la humanidad y de los mismos profesionales.

5.3.1. IEEE Std C57.13-1993 requisitos estándar para transformadores de instrumentos

Esta norma está diseñada para usarse como base para el rendimiento, intercambiabilidad y seguridad de los equipos cubiertos, y para ayudar en la selección adecuada de dichos equipos.

Esta norma cubre ciertas características eléctricas, dimensionales y mecánicas, y toma en consideración ciertas características de seguridad de los transformadores de voltaje, de corriente y de acoplamiento inductivo de los tipos generalmente utilizados en la medición de electricidad y el control de equipos asociados con la generación, transmisión y distribución de corriente alterna.

5.3.2. IEEE Std C57.19.100 guía para la aplicación de bujes de aparatos de potencia

El propósito de esta guía es presentar información general y recomendaciones para la aplicación de bujes de aparatos de potencia cuando se incorporan como parte de transformadores de potencia, disyuntores de circuito de potencia y bus de fase aislada.

5.3.3. IEEE Std C62.22 guía para la aplicación de pararrayos de óxido de metal para sistemas de corriente alterna

Esta guía cubre la aplicación de descargadores de sobretensiones de óxido metálico (IEEE Std C62.11-1987), para proteger el equipo de energía

eléctrica contra los riesgos de sobrecargas de voltaje anormalmente altas de diversos orígenes. Estas sobretensiones pueden causar descargas y daños graves al equipo y, por lo tanto, poner en peligro el suministro de energía a los usuarios. Es esencial evitar esto mediante la coordinación adecuada de los dispositivos de protección contra sobrecargas con la resistencia de aislamiento del equipo protegido.

6. ASPECTOS TÉCNICOS DE ESTANDARIZACIÓN

6.1. Condiciones normales de operación

Las condiciones normales de operación han sido definidas por los estándares de construcción IEC y ANSI para funcionar normalmente considerando las siguientes variables y rangos: temperatura de medio ambiente, altitud de operación, humedad y radiación solar. Para condiciones inusuales de funcionamiento los estándares recomiendan el uso de factores de corrección.

Tabla I. **Condiciones normalizadas de operación**

Núm.	Descripción	Valor
1	Presión Atmosférica	1 013,25 hPa (760 mmHg)
2	Altitud	0,0 m.s.n.m
3	Temperatura	20 °C
4	Humedad	65 % HR
5	Densidad del aire	1,2 kg/m ³

Fuente: elaboración propia.

6.2. Presión del aire

La disminución de la presión y la temperatura atmosférica afecta a la densidad del aire y su composición, y en consecuencia, a las características físicas de toda máquina térmica.

Todo sistema de aislación eléctrica sufre una degradación (Derrateo o Derrating) cuando permanece sobre una cierta elevación o altitud geográfica por encima de un límite dado (> 1 000 m.s.n.m.). En la medida en que hay alejamiento del nivel del mar, se va produciendo una disminución de la presión atmosférica, dado el menor peso de la columna de aire, y con ello una disminución de la rigidez Dieléctrica.

$$\rho = \rho_0 \times e^{(-z/a)}$$

Dónde: $\rho_0 = 760$ mmHg

$z =$ altitud en metros

$a =$ constante

Antes de los 1 000 m.s.n.m. la presión atmosférica decrece a razón de 1 mm/Hg por cada 10 metros de elevación.

Tabla II. **Factores de corrección por presión barométrica**

Rangos de altura sobre nivel del mar	0 a 500	501 a 1 000	1 001 a 1 500	1 501 a 2 000	2 001 a 2 500	2 501 a 3 000
Factor de corrección	0,942	0,885	0,834	0,775	0,732	0,688

Fuente: elaboración propia.

6.2.1. Rigidez dieléctrica del aire

La rigidez dieléctrica del aire (en condiciones normales de presión y temperatura) a nivel del mar es igual a 3 mm/kV. Cuando el sitio de instalación es en una altura (> 1 000 m.s.n.m.), la disminución de rigidez, puede hacer que

la aislación no soporte el nivel del voltaje que estaba especificado al nivel del mar y se produzca un arco eléctrico.

La clase de aislación del elemento se ve influenciada por el aire a su alrededor. La rigidez dieléctrica del aire es función de la presión y la distancia entre los electrodos. Como consecuencia de la disminución de rigidez el aire, la distancia de aislación (distancia de fuga) se aumentan 1,25 % por cada 100 m de aumento en la altura a partir de los 1 000 m.s.n.m.

La siguiente relación, se aplica para determinar la distancia entre los electrodos (o entre la parte energizada y la tierra) en condiciones de altura geográfica.

$$D_h = D_o \times (1 + 0,000125 \times (h - 1\ 000))$$

Dónde: D_h = distancia en altitud geográfica

D_o = distancia a nivel del mar

h = altitud geográfica

6.3. Grado de contaminación

La contaminación del aire suele ser un problema ambiental que se ha ido agravando con el paso de los años, se trata de una contaminación especial, basada en la alteración de los gases suspendidos en la atmósfera. Cada uno de los problemas que involucran a la atmósfera; van dejando secuelas no solo en el ambiente sino también en todos sus habitantes, seres humanos; flora y fauna igualmente.

Las sustancias que inundan la capa de la atmósfera van incrementándose a partir de las fuentes contaminantes. La contaminación tiene intervención a partir de diferentes sustancias que modifican la capa natural atmosférica y todos los componentes que están en ella.

Las principales causas de la contaminación del aire son:

- Combustibles fósiles
- Chimeneas industriales
- Industria química
- Quema de basura
- Clorofluorocarbonos (CFC)

La contaminación ambiental tiene un efecto directo en la determinación de la distancia de fuga de los aisladores, ya que ella reduce la capacidad de soportar tensiones a la frecuencia industrial tanto en operación normal como durante fallas a tierra (sobretensiones temporales), la contaminación tiene efecto directo sobre las sobretensiones tipo impulso y por lo tanto no afectan los niveles de aislamiento respectivos.

6.4. Distancia de fuga mínima

La distancia de fuga es igualmente el camino más corto entre dos conductores, pero siguiendo la superficie exterior de un aislante sólido, la distancia de fuga mínima de un aislador situado entre fase y tierra se determina de acuerdo con el nivel de contaminación del sitio.

La International Electrotechnical Commission (IEC) es una organización que entre otras ha normalizado un número de niveles de contaminación para los

que se determinó la distancia de fuga correspondiente, según el ambiente físico en el que operaran los equipos, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. Distancias de fuga recomendadas (Norma IEC 60071-2)

Nivel de Contaminación	Descripción del Ambiente	Distancia de fuga mínima
		mm/kV ϕ - ϕ
Ligero nivel I	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con calefacción. - Áreas con baja densidad de industrias o casas pero sujetas a frecuentes vientos o lluvia. - Áreas agrícolas. - Áreas montañosas. - Todas las áreas situadas de 10 km a 20 km del mar y no expuestas a vientos directos provenientes del mar. 	16
Medio nivel II	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas con industrias que no producen humo contaminante y/o con densidad moderada de casas equipadas con calefacción. - Áreas con alta densidad de casas pero sujetas a frecuentes vientos y/o lluvia. - Áreas expuestas a vientos del mar pero no cercanas a la costa (al menos varios kilómetros de distancia). 	20
Alto nivel III	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación. - Áreas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar. 	25
Muy alto nivel IV	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas generalmente de extensión moderada, sujetas a contaminantes conductivos, y humo industrial, que produzca depósitos espesos de contaminantes. - Áreas de extensión moderada, muy cercana a la costa y expuestas a rocío del mar, o a vientos muy fuertes con contaminación procedentes del mar. - Áreas desérticas, caracterizadas por falta de lluvia durante largos períodos, expuesta a fuertes vientos que transporten arena y sal, y sujetas a condensación con regularidad. 	31
<p>NOTA - Esta tabla debe aplicarse solo al aislamiento de vidrio o porcelana y no cubre algunas situaciones ambientales como nieve y hielo, en condiciones de alta contaminación, lluvias intensas, áreas áridas, entre otros.</p> <p>1) Según IEC 815, la distancia de fuga mínima de aisladores entre fase y tierra es relacionada con el voltaje más alto del sistema (fase a fase).</p> <p>2) El uso de fertilizantes por pulverización, o la quema de residuos de cultivos puede conducir a un mayor nivel de contaminación debido a dispersión por el viento.</p> <p>3) Las distancias desde la costa del mar dependen de la topografía del área costera y del viento extremo condiciones</p>		

Fuente: elaboración propia.

6.5. Nivel de tensión

La tensión eléctrica (voltaje) es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Su unidad en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es el voltio.

Para transportar la energía eléctrica a grandes distancias, minimizando las pérdidas y maximizando la potencia transportada, es necesario elevar la tensión de transporte.

Un aumento de tensión significa una disminución de la intensidad que circula por la línea, para transportar la misma potencia, y por tanto, las pérdidas por calentamiento de los conductores y por efectos electromagnéticos. A mayor tensión, menor intensidad, y en consecuencia, menor pérdida energética, lo que es muy importante si se toma en consideración el hecho de que las líneas de alta tensión suelen recorrer largas distancias.

La ETCEE-INDE, actualmente cuenta con subestaciones eléctricas y líneas de transmisión para transportar energía eléctrica en seis niveles de voltaje diferentes, los cuales son:

Tabla IV. **Nivel de tensión ETCEE-INDE**

Núm.	Nivel de tensión
1	13,8 kilovoltios (kV)
2	34,5 kilovoltios (kV)
3	69 kilovoltios (kV)
4	138 kilovoltios (kV)
5	230 kilovoltios (kV)
6	400 kilovoltios (kV)

Fuente: elaboración propia.

7. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

La estandarización es el proceso de ajustar o adaptar características en este caso particular a los equipos de potencia; con el objetivo de que éstos se asemejen a un tipo o modelo en común. Permite la creación estándares que establecen las características comunes con las que deben cumplir los equipos de potencia y que deben ser respetadas en la fabricación de estos equipos en diferentes partes del mundo.

La estandarización de estos equipos es una actividad técnica especializada que ofrece muchos beneficios a la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica, ya que puede acceder a contratar diversos contratistas y no depender de uno solo que pueda proporcionarle los equipos que se requieren, contribuye también a la reducción de costos de operación y mantenimiento y facilita la posibilidad de adquirir equipo que se encuentre dentro del avance tecnológico.

Debido a esto la necesidad de estandarizar se convierte en algo fundamental para el beneficio técnico de la ETCEE-INDE, y se dan los siguientes aspectos técnicos basados en estándares internacionales, características operativas de funcionamiento propias de cada una de las subestaciones eléctricas, al criterio y la experiencia técnica del personal propio de la ETCEE-INDE.

7.1. Definición para nombrar las tablas

El nombre de cada tabla de características técnicas se define de acuerdo a tres datos importantes, los cuales son:

- Nombre del equipo
- Altura de operación y
- Nivel de tensión

El nombre del equipo constituye una noción que se destina a la identificación de cada uno de los equipos con el propósito de individualizarlos y reconocerlos frente a otros.

Para facilidad de utilización, dado que algunos de los nombre de los equipos son demasiado largos se utilizará las siguientes abreviaturas que se definen a continuación para describirlos.

Tabla V. **Abreviaturas de nombres de equipos**

Nombre	Abreviatura
Interruptor de potencia tanque muerto	Intm
Interruptor de potencia tanque vivo	Intv
Seccionador	Sec
Transformador de potencial	Tp
Transformador de corriente	Tc
Pararrayos	Prr

Fuente: elaboración propia.

La altura de operación se refiere a la altitud sobre el nivel del mar a la que los equipos entrarán a operar, le afecta directamente a la clase de aislamiento que se haya utilizado en la construcción de los equipos de potencia. Para el

presente caso, en función de estandarización se han definido únicamente dos alturas y son 2 500 msnm y 1 500 msnm.

El nivel de tensión es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, los diferentes niveles de tensión que se manejan en la ETCEE-INDE se establecieron anteriormente en la tabla IV.

El nombre de las siguientes tablas estará compuesto por las tres partes mencionadas sin espacios y separadas por un guion alto (-).

7.2. ¿Por qué Utilizar normas ANSI IEEE o IEC?

Las buenas prácticas de ingeniería se han desarrollado bajo los estándares internacionales emitidos por las entidades que rigen cada sector a nivel mundial. En el caso de la industria eléctrica se han basado bajo las normas y criterios establecidos por dos organizaciones importantes las cuales son la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) quienes han desarrollado todo un conjunto de investigaciones para establecer de manera estandarizada las buenas prácticas en la industria eléctrica.

Las normas internacionales ANSI-IEEE e IEC son aceptadas a nivel mundial y los fabricantes basan los criterios de diseño en cualquiera de las normas que el cliente requiera, por lo que, los requerimientos de diseño en la fabricación de los equipos eléctricos dependerá directamente de los criterios y de la infraestructura con la que actualmente cuenta la ETCEE.

ETCEE para la correcta y segura operación de la red de transmisión ha realizado un análisis de cada uno de los estándares tanto por parte de ANSI-

IEEE e IEC y ha identificado que en casos particulares es más conveniente utilizar el criterio más exigente que cada una de las normas tiene, haciendo que la red de transmisión cuente con el equipo eléctrico óptimamente dimensionado que permita el aseguramiento del transporte de energía eléctrica de forma continua y segura.

En la tabla XLII se muestra claramente un ejemplo en el que se requiere específicamente la selección de la norma ANSI-IEEE, dado que el valor solicitado en cuanto al “Factor de sobrecarga: 1.2” representa una mejor selección técnica para el equipo de “Transformador de Corriente” ya que este valor se ajusta a las exigencias operativas de la red. Por lo que es recomendable y necesario que las normas de fabricación que a continuación se establecen en cada uno de los cuadros de requerimientos técnicos sean las utilizadas.

7.3. Interruptor de potencia tanque muerto

En las tablas que se muestran a continuación se describen las características técnicas para interruptores de potencia tanque muerto.

Tabla VI. Intm-1500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Vacío
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje máximo.	17,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	125 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0.3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere

Continuación de la tabla VI.

Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Intm-1500-34,5 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0.5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34.5 kV
Voltaje máximo.	36 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	150 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere

Continuación de la tabla VII.

Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Intm-1500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje máximo.	72,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla VIII.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1.2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0.3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Intm-1500-138 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje máximo.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla IX.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1.2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Intm-1500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0.5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje máximo.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla X.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características Gabinete del Interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de Características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de Corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de Repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Intm-1500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje máximo.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XI.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Intm-2500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Vacío
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje máximo.	17,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XII.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Intm-2500-34,5 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje máximo.	36 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XIII.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0.3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Intm-2500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje máximo.	72,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XIV.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Intm-2500-138 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje máximo.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XV.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Intm-2500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje máximo.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XVI.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Intm-2500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque muerto
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje máximo.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismos de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XVII.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Los terminales de conexión deberán ser normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM. Deberán proporcionarse seis (6) conectores.	Se requiere
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Transformadores de corriente	
Norma de fabricación.	IEEE C57.13 2008
Corriente nominal primario.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundario.	5 A
Factor de sobrecarga.	1,2
Cantidad de devanados secundarios.	Cuatro (4)
Deberá estar provisto con dos (3) devanados para protección.	Clase C200
Deberá estar provisto con un (1) devanado para medición.	Precisión 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Físicamente deben colocarse al menos un transformador de corriente de protección en cada uno de los bushing del interruptor.	Se requiere
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

7.4. Interruptor de potencia tanque vivo

En las tablas que se muestran a continuación se describen las características técnicas para interruptores de potencia tanque vivo.

Tabla XVIII. Intv-1500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Vacío
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje máximo.	17,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	125 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5

Continuación de la tabla XVIII.

Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Intv-1500-34,5 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje máximo.	36 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	150 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XIX.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Intv-1500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje máximo.	72,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XX.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Intv-1500-138 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje máximo.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XXI.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Intv-1500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1,500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0.5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje máximo.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XXII.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Intv-1500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje máximo.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Interruptores termomagnéticos
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC

Continuación de la tabla XXII.

Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor
El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Intv-2500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Vacío
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 (Hz)
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje máximo.	17,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Se requiere
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor

Continuación de la tabla XXIV.

El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Intv-2500-34,5 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2,500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0.5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 (Hz)
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje máximo.	36 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Se requiere
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor

Continuación de la tabla XXV.

El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Intv-2500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 (Hz)
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje máximo.	72,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Se requiere
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor

Continuación de la tabla XXVI.

El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Intv-2500-138 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 (Hz)
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje máximo.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Se requiere
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor

Continuación de la tabla XXVII.

El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Intv-2500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de Fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 (Hz)
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje máximo.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Se requiere
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor

Continuación de la tabla XXVIII.

El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere.
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Intv-2500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo.	Tanque vivo
Tipo de servicio.	Intemperie
Número de polos.	Tripolar
Medio de extinción de arco eléctrico.	Gas SF6
Aislamiento externo.	Porcelana
Normas de fabricación: IEC 62271-100-2001, IEC 61233-194, IEC 61160-1993, IEC 60137-1995, IEC 60376-1971, IEC 60507-1991, IEC 60529-1989, IEC 60694-1998, IEC 60947-7-7-1-1999, IEC 60947-7-2-1995.	Se requiere
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2,500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0.5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 (Hz)
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje máximo.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente nominal de interrupción o corto circuito.	40 kA
Voltaje de operación del sistema de control.	125 VDC
Voltaje de operación del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones de los elementos del interruptor mediante.	Se requiere
Características mecánicas	
Construcción del mando de acuerdo a la norma.	IEC 62271
Cantidad mínima de operaciones mecánicas.	10 000
Curvas de cantidad de operaciones versus corriente de interrupción.	Según fabricante
Mecanismo de operación.	Monopolar con mando a resortes
Número de mecanismo de operación.	Uno para cada polo
Factor de primer polo.	1,5
Secuencia de operación nominal.	O-0,3s -CO- 3 min-CO
Tiempo máximo de apertura (máximo).	60 ms
Tiempo máximo de cierre (máximo).	70 ms
Simultaneidad de operación de los polos en cierre.	4,16 ms
Simultaneidad de operación de los polos en apertura.	2,77 ms
Cantidad de bobinas de apertura, alimentación independiente.	Dos (2)
Cantidad de bobinas de cierre.	Una (1)
Contactos auxiliares.	8 NA y 8 NC
Conmutador de mando local-remoto y botones para maniobra local.	En el mando del interruptor

Continuación de la tabla XXIX.

El conmutador local-remoto no deberá dejar fuera de servicio la apertura por protecciones (bobina de apertura I y II).	Se requiere
Indicador mecánico de posición (abierto-cerrado).	En idioma español y con código de color
Relé antibombeo.	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Deberá contar con contador de operaciones del tipo no-ajustable.	Se requiere
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente según normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del interruptor	
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Protección contra polvo y agua del gabinete.	IP 54
Placas de características	
Cantidad	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Una de las placas deberá contener todos los datos relevantes del interruptor que el fabricante establezca en su diseño y debe incluir la norma de fabricación.	Instalada en un lugar visible
La otra placa deberá indicar diagrama eléctrico de los transformadores de corriente y de ser posible de la bobina de disparo y cierre.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario
Lote de repuestos	
Juego de contactos de la cámara de accionamiento	Uno (1)
Bobina de accionamiento	Una (1)

Fuente: elaboración propia.

7.5. Seccionador

En las tablas que se muestran a continuación se describen las características técnicas para seccionadores.

Tabla XXX. **Sec-1500-13,8 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Tensión de diseño.	15,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	125 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición "Local-Remoto-Desconectado".	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central

Continuación de la tabla XXX.

Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Sec-1500-34,5 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Tensión de diseño.	36,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	150 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA

Continuación de la tabla XXXI.

Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (no se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Sec-1500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Tensión de diseño.	73,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	3,0 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (no se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere

Continuación de la tabla XXXII.

Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Sec-1500-138 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Tensión de diseño.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (no se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal

Continuación de la tabla XXXIII.

Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Sec-1500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Tensión de diseño.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere

Continuación de la tabla XXXIV.

Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Sec-1500-400 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Tensión de diseño.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal

Continuación de la tabla XXXV.

Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Sec-2500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Tensión de diseño (IEC 62271-1).	15,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere

Continuación de la tabla XXXVI.

Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Sec-2500-34,5 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Tensión de diseño (IEC 62271-1).	36,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal

Continuación de la tabla XXXVII.

Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. Sec-2500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Tensión de diseño (IEC 62271-1).	73,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere

Continuación de la tabla XXXVIII.

Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Sec-2500-138 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Tensión de diseño (IEC 62271-1).	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal

Continuación de la tabla XXXIX.

Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Sec-2500-230 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.

Continuación de la tabla XL.

Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Tensión de diseño (IEC 62271-1).	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (no se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere
Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Sec-2500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Tipo de servicio.	Intemperie
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Tensión de diseño (IEC 62271-1).	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor eficaz).	40 kA
Corriente de aguante de corta duración a un segundo (valor de cresta).	104 kA
Tensión de accionamiento del motor.	125 VDC
Voltaje de operación de resistencia de calefacción.	120 o 240 VAC
Protecciones del gabinete.	Interruptores termomagnéticos
Tipo de control (No se aceptarán tarjetas de control electrónicas).	Por medio de relés electromecánicos (contactores)
Montaje.	Vertical y Horizontal
Aislamiento externo.	Porcelana, de preferencia gris pero no limitado
Características mecánicas	
Mecanismo de operación.	Tripolar y motorizado
Mando eléctrico con conmutador de posición Local-Remoto-Desconectado.	Se requiere
Cantidad de contactos auxiliares.	10 NA + 10 NC.
Opción de ser operado en forma manual por medio de manivela incluida.	Se requiere
Indicador visual de posiciones.	Abierto y Cerrado
Tipo de apertura.	Horizontal central
Estructura de soporte fabricada en acero galvanizado en caliente de acuerdo con las normas EN-ISO 1461, DIN 50976 o ASTM (para fijaciones).	Se requiere
Resistencia calefactora.	Se requiere
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-790 MCM.	Seis (6)
Características gabinete del seccionador	
Gabinete común para los tres polos.	Se requiere
Gabinetes de mandos tropicalizados.	Se requiere
Material de fabricación resistente a la corrosión y acabado con pintura resistente a impactos.	Acero inoxidable o aluminio
Esquinas y vértices no deben ser filosos.	Se requiere

Continuación de la tabla XLI.

Grado de protección del gabinete.	IP 54
Altura de montaje del mando sobre el nivel del piso aproximado.	Un (1) metro
Placas de características	
Material de fabricación.	Acero inoxidable o aluminio
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
Alojamiento de la placa.	Instalada con remaches en la puerta trasera del armario

Fuente: elaboración propia.

7.6. Transformador de corriente

En las tablas que se muestran a continuación se describen las características técnicas para transformadores de corriente.

Tabla XLII. Tc-1500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje de Diseño.	15,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	125 kV

Continuación de la tabla XLII.

Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	34 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Tc-1500-34,5 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje de Diseño.	36,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	150 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	70 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable

Continuación de la tabla XLIII.

Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Tc-1500-69 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje de Diseño.	73,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	140 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA

Continuación de la tabla XLIV.

Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Tc-1500-138 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C

Continuación de la tabla XLV.

Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje de diseño.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	275 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. Tc-1500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje de Diseño.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	460 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable

Continuación de la tabla XLVI.

Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. Tc-1500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje de Diseño.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	750 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA

Continuación de la tabla XLVII.

Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Tc-2500-13,8 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C

Continuación de la tabla XLVIII.

Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje de Diseño.	15,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Factor de sobrecarga.	1.2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	34 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1,200/2,000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1,200/2,000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0.3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. Tc-2500-34,5kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje de Diseño.	36,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Factor de sobrecarga.	1.2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	70 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2,000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable

Continuación de la tabla XLIX.

Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Tc-2500-69 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje de Diseño.	73,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	140 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA

Continuación de la tabla L.

Corriente a soportar de corta duración (I _{th}).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (I _{dyn}).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Tc-2500-138 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C

Continuación de la tabla LI.

Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje de diseño.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	275 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Tc-2500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje de diseño.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	460 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de Transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA
Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable

Continuación de la tabla LII.

Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Tc-2500-400 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje de diseño.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Factor de sobrecarga.	1,2
Tensión nominal de aguante a frecuencia industrial de corta duración (valor eficaz), valor común.	750 kV
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3) en total: dos (2) de protección y uno (1) de medición
Clase de los devanados secundarios para protección.	C-200
Corriente nominal primaria.	600/1 200/2 000 A
Corriente nominal secundaria.	5 A
Relación de transformación.	600/1 200/2 000:5:5:5
Deberá estar previsto con un (1) devanado secundario para medición.	Clase 0,3
Burden del devanado secundario para medición.	45 VA

Continuación de la tabla LIII.

Corriente a soportar de corta duración (Ith).	40 kA
Corriente dinámica de cresta (Idyn).	100 kA
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana, color gris pero no limitada
Pruebas al transformador de medida (CT)	
Pruebas de rutina de acuerdo con la Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según se fabriquen
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
La base metálica del transformador debe ser de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tc e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
La otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

7.7. Transformador de potencial

En las tablas que se muestran a continuación se describen las características técnicas para transformadores de potencial.

Tabla LIV. Tp-1500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje de diseño.	15,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	125 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	10 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	13 800/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(13 800/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad Térmica.	200 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere

Continuación de la tabla LIV.

Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Tp-1500-34,5 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje de diseño.	36,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	150 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0.3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	34 500/ $\sqrt{3}$ V

Continuación de la tabla LV.

Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	$120/\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	$(34\ 500/\sqrt{3})/(120/\sqrt{3})$
Capacidad Térmica.	200 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. Tp-1500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje de diseño.	72,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	69 000/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(69 000/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad Térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere

Continuación de la tabla LVI.

Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Tp-1500-138 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje de diseño.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	138 000/ $\sqrt{3}$ V

Continuación de la tabla LVII.

Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	$120/\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	$(138\ 000/\sqrt{3})/(120/\sqrt{3})$
Capacidad Térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. Tp-1500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje de diseño.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	230 000/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(230 000/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad Térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere

Continuación de la tabla LVIII.

Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Tp-1500-400 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1,500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje de diseño.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	400 000/ $\sqrt{3}$ V

Continuación de la tabla LIX.

Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	$120/\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	$(400\ 000/\sqrt{3})/(120/\sqrt{3})$
Capacidad térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. Tp-2500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje de diseño.	15,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	10 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	13,800/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(13 800/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad Térmica.	200 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere

Continuación de la tabla LX:

Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Tp-2500-34,5 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje de diseño.	36,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	200 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV

Continuación de la tabla LXI.

Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2.5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	34 500/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(34 500/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad Térmica.	200 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXII. Tp-2500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje de diseño.	72,5 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	350 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	69 000/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(69 000/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad Térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere

Continuación de la tabla LXII.

Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Tp-2500-138 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje de diseño.	145 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	650 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	138 000/ $\sqrt{3}$ V

Continuación de la tabla LXIII.

Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	$120/\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	$120/\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	$(138\ 000/\sqrt{3})/(120/\sqrt{3})$
Capacidad Térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. Tp-2500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje de diseño.	245 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 050 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV
Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2,5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	230 000/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(230 000/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad Térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o Resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere

Continuación de la tabla LXIV.

Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXV. **Tp-2500-400 kV**

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	20 años
Garantía.	5 años
Norma de fabricación.	IEEE C57.13-1993
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +55 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Tipo.	Inductivo
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje de diseño.	420 kV
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común (BIL).	1 550 kV
Corriente nominal de servicio.	2 000 A
Clase de precisión.	0,3
Burden.	75 VA
Tensión de prueba de aislamiento aplicada al devanado primario.	19 kV

Continuación de la tabla LXV.

Tensión de prueba de aislamiento aplicada a los devanados secundarios.	2.5 kV
Voltaje primario fase a tierra.	400 000/ $\sqrt{3}$ V
Cantidad de devanados secundarios.	Tres (3)
Tensión del devanado secundario "X".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Y".	120/ $\sqrt{3}$ V
Tensión del devanado secundario "Z".	120/ $\sqrt{3}$ V
Relación de transformación de voltaje.	(400 000/ $\sqrt{3}$)/(120/ $\sqrt{3}$)
Capacidad térmica.	750 VA
Factor de sobretensión.	1,5 Un/30 seg
Aislamiento interno.	Aceite y papel o resina
Aislamiento externo.	Porcelana o de aislamiento sintético, color gris pero no limitada
Salidas de los secundarios alojadas en el cofre de conexiones y contar con un contacto auxiliar para alarma.	Con protección contra sobrecargas y fallas externas de tipo termomagnético
Pruebas al transformador de medida (PT)	
Pruebas de rutina según Norma.	IEEE C57.13-1993
Prueba de descargas parciales.	IEEE C57.113-1991/IEC 60270-1981) según norma de fabricación
Protocolo completo de pruebas de fábrica.	Se requiere
Características mecánicas	
Inmerso en aceite aislante de base nafténico y libre de PCB's. (cuando aplique)	Se requiere
Base metálica del transformador de acero galvanizado mediante proceso de inmersión en caliente.	Normas: ASTM A123 / A123M-09 Y ASTM A153 / A153M-09
Sistema de compensación de aceite libre de mantenimiento, no se aceptará membranas de caucho u otro material que permita filtraciones microscópicas.	Fuelles de acero inoxidable
Cantidad de terminales de conexión normalizados NEMA 4 para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477-1000 MCM.	Dos (2)
Placas de características	
Cantidad.	Dos (2)
Material de fabricación.	Acero Inoxidable
Grabado.	En bajo relieve y en idioma español
En una placa debe contener los datos del Tp e indicar la norma de fabricación.	Se requiere
En la otra placa debe contener el diagrama de la instalación eléctrica y debe instalarse adentro de la caja de bornes secundarios.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

7.8. Pararrayos

En las tablas que se muestran a continuación se describen las características técnicas para pararrayos.

Tabla LXVI. Prr-1500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje de diseño.	17,5 kV
Clasificación de línea de descarga.	2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	125 kV
Capacidad de descarga nominal.	10 kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	11 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	15 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de Silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVII. Prr-1500-34,5kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje de diseño.	36 kV
Clasificación de línea de descarga.	2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	150 kV
Capacidad de descarga nominal.	10 kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	22 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	31 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de Silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVIII. Prr-1500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje de diseño.	72,5 kV
Clasificación de línea de descarga.	2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	350 kV
Capacidad de descarga nominal.	10 kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	44 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	62 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIX. Prr-1500-138 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje de diseño.	145 kV
Clasificación de línea de descarga.	2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	650 kV
Capacidad de descarga nominal.	10 kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	86 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	123 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. Prr-1500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje de diseño.	245 kV
Clasificación de línea de descarga.	3
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	1 050 kV
Capacidad de descarga nominal.	10 kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	149 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	209 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	7,35 kJ/kV
Características Mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXI. Prr-1500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	1 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje de diseño.	420 kV
Clasificación de línea de descarga.	3
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	1 550 kV
Capacidad de descarga nominal.	10 kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	255 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	357 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	7,35 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. Prr-2500-13,8 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	13,8 kV
Voltaje de diseño.	17,5 kV
Clasificación de línea de descarga.	Clase 2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	200 kV
Capacidad de descarga nominal.	10kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	11 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	15 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIII. Prr-2500-34,5 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	34,5 kV
Voltaje de diseño.	36 kV
Clasificación de línea de descarga.	Clase 2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	200 kV
Capacidad de descarga nominal.	10kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	22 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	31 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIV. Prr-2500-69 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	69 kV
Voltaje de diseño.	72,5 kV
Clasificación de línea de descarga.	Clase 2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	350 kV
Capacidad de descarga nominal.	10kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	44 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	62 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXV. Prr-2500-138 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	138 kV
Voltaje de diseño.	145 kV
Clasificación de línea de descarga.	Clase 2
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	650 kV
Capacidad de descarga nominal.	10kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	86 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	123 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	4,5 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVI. Prr-2500-230 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2,500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	230 kV
Voltaje de diseño.	245 kV
Clasificación de línea de descarga.	Clase 3
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	1 050 kV
Capacidad de descarga nominal.	10kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	149 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	209 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	7,35 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVII. Prr-2500-400 kV

Descripción	Requerimiento
Datos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo según fabricante.	No limitado
País de fabricación.	No limitado
Uso.	Externo
Tiempo de vida útil.	10 años
Norma de fabricación.	IEC 60099-4
Condiciones ambientales	
Altura de operación.	2 500 m.s.n.m.
Distancia de fuga mínima ϕ - ϕ .	25 mm/kV
Temperatura de operación.	de -10 a +40 °C
Nivel de calificación sísmica.	AF5 IEC 61166 o 0,5 g IEEE 693
Características eléctricas	
Frecuencia.	60 Hz
Tensión nominal de operación.	400 kV
Voltaje de diseño.	420 kV
Clasificación de línea de descarga.	Clase 3
Tensión nominal de aguante al impulso por rayo (valor pico), valor común en kV (BIL).	1 550 kV
Capacidad de descarga nominal.	10kA
Impulso de alta corriente.	4/10 μ s 100 kA
Voltaje máximo de funcionamiento continuo MCOV.	255 kV
Sobre tensión temporal (TOV) para un segundo.	357 kV
Capacidad de disipación de energía mínima.	7,35 kJ/kV
Características mecánicas	
Tipo.	Estación
Aisladores de montaje.	Se requiere
Contadores de descarga.	Uno por fase
Montaje.	Vertical
Aislamiento externo.	Goma de silicona
Tecnología.	Óxido de zinc, sin gaps
Conectores de conexión bimetálico recto, normalizado NEMA 4, tecnología ánodo masivo para conexión de conductor cobre-aluminio cable 477 MCM.	Uno (1) por fase
Pruebas	
Protocolo completo de fábrica.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. Relevador diferencial de transformador de potencia

Características	Requerimiento
Requisitos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo de equipo.	No limitado
Lugar de fabricación.	No limitado
Garantía.	≥ 10 años
Capaz de funcionar para transformador de potencia trifásico.	Se requiere
Especificaciones técnicas generales	
Altura máxima.	3U
Montaje.	Horizontal rack de 19 pulgadas
Tipo.	Diferencial de porcentaje
Pendientes y niveles mínimos de operación.	Ajustables
Elementos de protección por sobrecorriente.	Como un respaldo de la protección diferencial
Frecuencia de operación.	60 Hz
Capacidad de archivos oscilográficos.	≥ 64 muestras/ciclo
Certificación de calidad.	ISO 9001
Manual del equipo.	Impresa y copia digital.
Características específicas	
Entradas análogas de corriente	
Cantidad de entradas trifásicas.	3
Corriente máxima a soportar.	5 A nominales y hasta 6 A continuos
Burden.	≤ 0,27 VA
Bornes de las entradas.	Tipo tornillo, para terminal tipo ojo
Indicación de polaridad.	Según fabricante
Entradas análogas de voltaje	
Cantidad de entradas.	3 para conexión de fase y 1 para neutro
Voltaje máximo a soportar.	300 VAC
Burden.	≤ 0,8 VA a 300VAC
Entradas y salidas digitales	
Cantidad de salidas.	19, cien por ciento programables
Corriente máxima en salidas digitales.	30 A
Cantidad de entradas digitales optoaisladas.	6
Contacto para señal de alarma de falla del equipo.	1
Voltaje máximo de operación en salidas y entradas binarias.	125 VDC
Bornes de conexión para entradas y salidas binarias.	Tipo tornillo, para terminal tipo ojo
Fuente de alimentación	
Rango de voltaje de corriente directa.	85 a 350 VDC
Rango de voltaje de corriente alterna.	85 a 264 VAC
Comunicaciones	
Puerto en la parte frontal del equipo.	1 puerto RS232 serial o Ethernet RJ45
Puertos traseros para comunicación serial en RS232.	2
Puertos Ethernet en RJ45 10/100 BASE T.	2
Compatibilidad al 100 % sin requerir de ningún dispositivo externo.	IEC 61850

Continuación de la tabla LXXVIII.

Protocolos.	DNP3 Serial, DNP TCP, Modbus TCP/RTU, Telnet, FTP
Conectores para entrada de señal IRIG-B en la parte trasera.	1
Software de gestión	
Software, para ver el comportamiento de los valores análogos y digitales en línea conectándose a través de cualquiera de sus puertos de comunicación.	Propietario de la marca del relevador
Gratuito y de fácil adquisición y sin restricciones a través de la página electrónica del fabricante.	Se requiere
Gestionar con un software de emulación, a través de comandos y combinaciones de teclado.	Similar a hiperterminal
Software para visualización de oscilogramas de forma de onda o fasorial y mostrar las variables digitales.	1
Los archivos registrados oscilográficos de los relevadores deben incluir los ajustes del relevador que se podrán ver en el software de visualización.	Se requiere
Curvas de sobrecorriente 50/51	
Soportar curvas para sobrecorriente de tiempo inverso para fases y residual.	IEEE U1 a U5 e IEC C1 A C5
Monitoreo de estado de interruptores de potencia basado en número de operaciones y corrientes interrumpidas.	Se requiere
Elementos de sobrecorriente de tiempo definido.	4 para fase y 2 para residual
Otros elementos de protección	
Protección contra sobre y bajo voltaje.	Se requiere
Protección por frecuencia.	Se requiere
Protección por Volt/Hertz.	Se requiere
Características importantes	
Compatibilidad con concentradores/RTU Modelos SEL 2032; RTAC 3530.	Se requiere

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIX. Relevadores de sobrecorriente

Características	Requerimiento
Requisitos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo de equipo.	No limitado
Lugar de fabricación.	No limitado
Garantía.	10 años
Capaz de funcionar para protección de transformador de potencia.	Se requiere
Especificaciones técnicas generales	
Altura máxima.	2U
Montaje.	horizontal en rack de 19 pulgadas
Frecuencia de operación.	60Hz
Capacidad de archivos oscilográficos.	≥ 128 muestras / ciclo
Certificación de calidad.	ISO 9001
Manual del equipo.	Impresa y copia digital.
Características específicas	
Entradas análogas de corriente	
Cantidad de entradas análogas de corriente.	3 para fase y 1 para neutro
Corriente máxima a soportar.	5 A nominales y hasta 6 A continuos
Burden.	≤ 0,27 VA
Entradas análogas para corrientes de fase.	Con unidad de medición fasorial
Entrada análoga de corriente neutral.	Tipo sensible
Bornes de las entradas.	Tipo tornillo, para terminal tipo ojo
Indicación de polaridad.	Según fabricante
Entradas y salidas digitales	
Cantidad de salidas binarias 100 % programables.	7
Corriente máxima en salidas digitales.	30 A
Cantidad de entradas digitales optoaisladas.	6
Cantidad de salidas digitales polarizadas para interrupción de alta corriente.	2
Contacto para señal de alarma de falla del equipo.	1
Voltaje máximo de operación en salidas y entradas binarias.	125 VDC
Bornes de conexión para entradas y salidas binarias.	Tipo tornillo, para terminal tipo ojo
Fuente de alimentación	
Rango de voltaje de corriente directa.	85 a 350 VDC
Rango de voltaje de corriente alterna.	85 a 264 VAC
Comunicaciones	
Puerto en la parte frontal del equipo.	1 puerto RS232 serial y 1 puerto USB
Puertos traseros para comunicación serial en RS232.	2
Puertos Ethernet en RJ45 10/100 BASE T.	2
Compatibilidad al 100% sin requerir de ningún dispositivo externo.	IEC 61850
Compatibilidad con los equipos existentes en la red de ETCEE.	MirrorBit
Protocolos.	DNP3 Serial, DNP TCP, Modbus TCP/RTU, Telnet, FTP
Conectores BNC para entrada de señal IRIG-B en la parte trasera.	1

Continuación de la tabla LXXIX.

Software de gestión	
Software para ver el comportamiento de los valores análogos y digitales en línea conectándose a través de cualquiera de sus puertos de comunicación.	Propietario de la marca del relevador
Gratuito y de fácil adquisición y sin restricciones a través de la página electrónica del fabricante.	Se requiere
Gestionar con un software de emulación, a través de comandos y combinaciones de teclado.	Similar a hiperterminal
Software para visualización de oscilografías de forma de onda o fasorial y mostrar las variables digitales.	1
Los archivos registrados oscilográficos de los relevadores deben incluir los ajustes del relevador que se podrán ver en el software de visualización.	Se requiere
Curvas de sobrecorriente 50/51	
Soportar curvas para sobrecorriente de tiempo inverso para fases y residual.	IEEE U1 a U5 e IEC C1 A C5
Monitoreo de estado de interruptores de potencia basado en número de operaciones y corrientes interrumpidas.	Se requiere
Elementos de sobrecorriente de tiempo definido.	6 para fase, 6 para neutro y 6 para residual
Características importantes	
Compatibilidad con concentradores/RTU.	Modelos SEL 2032 y RTAC 3530

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **Relevador diferencial de banco de transformación**

Características	Requerimiento
Características Generales.	
Fabricante.	No limitado
Modelo de equipo.	No limitado
Lugar de fabricación.	No limitado
Garantía.	≥ 10 años
Capaz de funcionar para transformador de potencia trifásico.	Se requiere
Certificación de calidad.	ISO 9001
Especificaciones técnicas generales	
Altura máxima.	7U
Montaje.	Horizontal rack de 19 pulgadas
Voltaje de alimentación.	125 VDC +/- 15 V
Frecuencia de operación del sistema.	60 Hz
Voltaje de control de entradas y salidas.	125 VDC
Voltaje de operación del sistema.	0 a 120 V Línea a neutro
Corriente nominal del sistema.	5 A
Rango de operación de temperatura.	-10 C° a 60 C°
Botones programables.	En la parte frontal
Botoneras de pulso programables.	12
Led de visualización en la parte frontal.	26

Continuación de la tabla LXXX.

Manual del equipo.	Impresa y copia digital.
Adaptador serial Bluetooth para un alcance mínimo de 10 metros.	1
Voltaje de subestaciones en que debe operar.	230 kV o superior
Pantalla de cristal líquido y led para señalización.	Según fabricante
Teclado para navegar en la pantalla.	Según fabricante
Captura de los registros programables.	De 15 a 60 ciclos o superior
Cantidad de registros a almacenar con duración de 15 ciclos.	10
Acumular los elementos digitales que actuaron durante el registro, siendo como mínimo los dispositivos de las zonas de reenganche, sobrecorriente, variables lógicas, temporizadores, entradas y salidas, etc.	Se requiere
Sistema de monitoreo del voltaje de la batería de la estación con sistema de alarma.	Según fabricante
Tipo de Disparo.	Tripolar y Monopolar
Comunicaciones	
Puertos seriales, Ethernet y fibra óptica.	Requerido
Puertos RS-232.	Mínimo 3
Puertos Fibra Óptica LC, 100 Base –FX.	2
Puerto Ethernet, 10/100 Base-T.	2
Sincronización horaria.	IRIG-B
Protocolos y estándar de comunicaciones.	DNP 3.0, Telnet, Mirrored Bits, IEEE C37.118 e IEC 61850.
Software de Gestión	
Sistema operativo con que debe operar el software de programación y visualización de oscilografías.	Windows 7 o superior, de 32 y/o 64 bits
Gratuito y de fácil adquisición y sin restricciones a través de la página electrónica del fabricante.	Se requiere
Gestionar con un software de emulación, a través de comandos y combinaciones de teclado.	Similar a hiperterminal
Especificaciones funcionales	
Protección diferencial de transformador.	Requerido, con característica de pendiente
Protección diferencial.	Requerido, de secuencia negativa
Protección diferencial.	Sin restricción para fallas de alta corriente
Debe compensar internamente los fasores para adaptar los diferentes grupos vectoriales.	Requerido
Función de monitoreo de fallas externas según norma.	IEEE C.57.109.1993
Protección de sobrecorriente.	De fase, residual y secuencia negativa con ajuste de direccionalidad
Protección diferencial.	Por porcentaje con dos pendientes ajustables
Compensación del ángulo de desfasamiento.	Requerido
Compensación de las relaciones de transformación.	Requerido
Función de medición de armónicos.	Para armónico 2do y 5to.
Control de Bahía.	Requerido
Características Lógicas	
Ecuaciones de lógica de control.	Requerido
Cantidad de registros cronológicos de sucesos para almacenar.	500

Continuación de la tabla LXXX.

Funciones de lógica programable para configuraciones de usuario en protección y control, con capacidad de manejar elementos del relé.	Según fabricante
Funciones AND, OR, NOT, variables, temporizadores, biestables, funciones matemáticas y de comparación etc.	Requerido
Entradas y salidas	
Cantidad de entradas de corriente de protección de falla a tierra con restricción REF.	3
Entradas binarias.	35 mínimo
Salidas binarias.	25 mínimo
Cantidad de entradas de Corriente.	Mínimo 6 Trifásicas
Cantidad de entradas de Voltaje.	Mínimo 2 Trifásicas

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Relevadores de protección diferencial de línea**

Características	Requerimiento
Requisitos generales	
Fabricante.	No limitado
Modelo de equipo ofertado.	No limitado
Lugar de fabricación.	No limitado
Garantía.	≥ 10 años
Certificación de calidad.	ISO 9001
Especificaciones técnicas generales	
Voltaje de alimentación.	125/250 VDC 120/240 VAC
Frecuencia de operación.	60 Hz
Voltaje de operación del sistema.	0 a 120 VAC Línea a neutro
Altura máxima.	6U
Montaje.	Horizontal rack de 19 pulgadas
Capacidad de localización de falla.	Por onda viajera
Protocolos de comunicación.	Ethernet y diferencial de Línea
Terminales de conexión.	tipo tornillo
Voltaje de control de entradas y salidas.	125 VDC
Corriente nominal del sistema.	5 A
Temperatura de operación.	-40 °C a 85 °C
Pantalla de cristal líquido.	1
Led de visualización.	24 Mínimo
Botoneras programables.	12 Mínimo
Teclado para navegar en la pantalla.	Según fabricante
Entradas de voltaje trifásico.	2
Entradas de corriente trifásico.	2
Cable de comunicación.	1
Elementos de distancia.	fase (Mho) y tierra (Mho, cuadrilateral)
Zonas con alcance de impedancia, diferencial de línea.	5

Continuación de la tabla LXXXI.

Elementos de sobrecorriente direccional/no direccional, de fase, residual, secuencia cero y secuencia negativa, alto y bajo voltaje, 50FI, entre otros.	Se requiere
Elementos de baja y alta frecuencia.	Se requiere
Función de sincronización automática, monitoreo de voltaje, deslizamiento, apertura angular, entre otros.	Según fabricante
Sincrofasores.	IEEE C37.118
Función de pérdida de potencial.	Se requiere
Sistema de monitoreo del voltaje de la batería de la estación con sistema de alarma.	Según fabricante
Capacidad de programación de ecuaciones de lógica de control, monitoreo y control.	Según fabricante
Registro cronológico de sucesos para almacenar.	500
Funciones lógicas.	AND, OR, NOT, variables, temporizadores, biestables, etc.
Operación de disparo.	Monopolar, de tres fases y recierres
Comunicaciones	
Puertos RS-232.	1 enfrente y 3 atrás
Velocidad de transmisión de puertos RS-232.	3 000 a 57 600 bps
Puerto Ethernet 10/100 Base T (RJ-45).	2
Puerto Ethernet 100Base-FX, con conector LC.	2
Canales de comunicación para fibra de 1550nm.	2
Protocolos de comunicación.	DNP3.0, DNP 3.0 nivel 2, Telnet, C37.118 e IEC61850
Sincronización horaria.	IRIG-B (BNC)
Control de Bahía.	Se requiere
Sincrofasores.	IEEE C37.118
Compatibilidad con equipos.	Mirrored Bits
Software de gestión	
Gratuito y de fácil adquisición y sin restricciones a través de la página electrónica del fabricante.	Se requiere
Gestionar con un software de emulación, a través de comandos y combinaciones de teclado.	Similar a hipertextual
Sistema operativo con el deberá operar el software de programación y visualización de oscilografías.	Windows 7 o superior, de 32 y/o 64 bits
Entradas y salidas digitales	
Salidas tipo A.	18
Salidas tipo C.	5
Entradas optoaisladas.	15
Voltaje para control de entradas.	125 VDC
Curvas de sobrecorriente	
Soportar curvas para sobrecorriente de tiempo inverso para fases y residual.	IEEE U1 a U5 e IEC C1 A C5

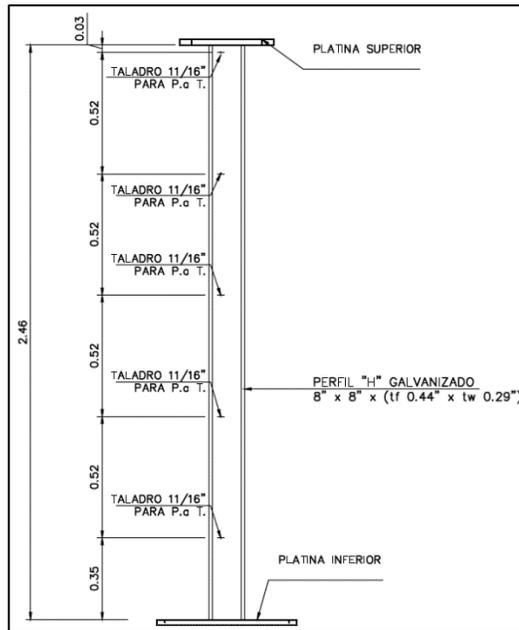
Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXII. Estructura metálica para Tc, Tp y Parr

Descripción	Requerimiento
Perfil.	H
Material de fabricación.	Acero
Grado de acero.	Estructural
Norma de fabricación del acero.	ASTM A 36
Holgura de agujeros.	Diámetro del tornillo más 1.6 mm
Dimensiones y roscas de tornillos según norma.	ANSI B-183-2
Material de tornillos, tuercas y arandelas.	Acero galvanizado
Tornillos, tuercas y arandelas según.	ASTM A 325 y ASTM A 490
Método de galvanizado para perfiles laminados, placas, tornillos, tuercas y roldanas.	Proceso de inmersión en caliente
Normas para el galvanizado.	ASTM A123 y ASTM A 153
Peso promedio mínimo de capa de zinc para el galvanizado.	610 G/m ²
Peso promedio mínimo de capa de zinc para piezas individuales.	550 G/m ²
Peso promedio mínimo de capa de zinc para pernos, tuercas y arandelas.	380 G/m ²
Dimensiones de estructura en metros.	Según figuras 13, 14 y 15

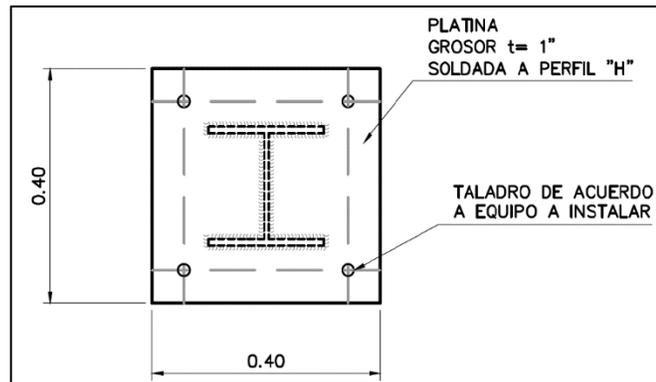
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Perfil de estructura metálica para equipo de potencia



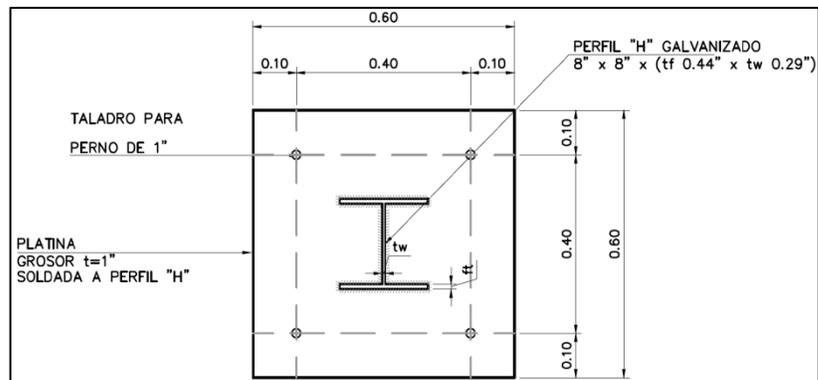
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Figura 14. **Pletina superior de estructura metálica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Figura 15. **Pletina inferior de estructura metálica**



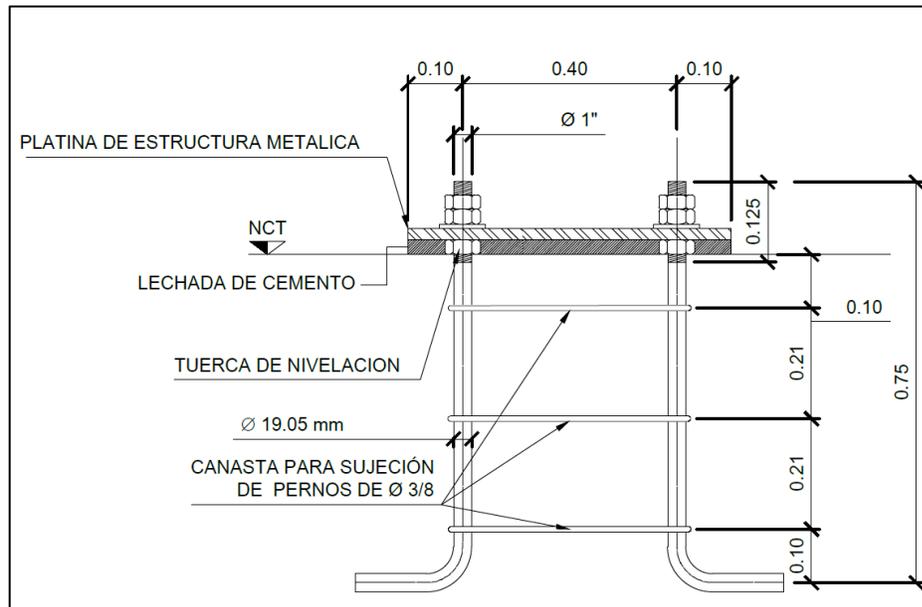
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Tabla LXXXIII. Cimentaciones para equipo de potencia (Tp, Tc y Parr)

Descripción	Requerimiento
Postes, placas, taquetes, tornillos, tuercas y roldanas galvanizados.	Por inmersión en frío
Normas con que debe cumplir el galvanizado.	NOM-J-151 (NMX-H-74-1996) y ASTM-A-123-89A
Longitud de pernos.	750 mm
Diámetro de pernos.	3/4"
Tipo de pernos.	ASTM A36 y SAE 1045
Galvanizado de pernos.	Galvanizado en frío
Factor de corte del concreto (f'c).	4,000 PSI
Tamaño máximo del agregado para concreto.	19 mm (3/4")
Revenimiento al concreto.	10 cm
Dobleces de las varillas	En frío
Radio de dobleces en varillas.	Mayor o igual a 8 veces el diámetro de la varilla
La cimentación debe desplantarse sobre terreno sano y libre de materia orgánica, rellenos sueltos y basura.	Se requiere
Plantilla de concreto de f'c=100 kg/cm ² y espesor=50 mm.	En el fondo de la cimentación
Rellenos posteriores cuando el concreto haya alcanzado una resistencia mínima del 40 %.	Se requiere
Rellenos posteriores con material seleccionado de la excavación o banco en capas no mayores de 200 mm y compactados al 90% de la prueba proctor modificado.	Se requiere
Aristas visibles con chaflán.	De 30 mm
Detalle.	Según las figuras 16, 17, 18, 19 y 20

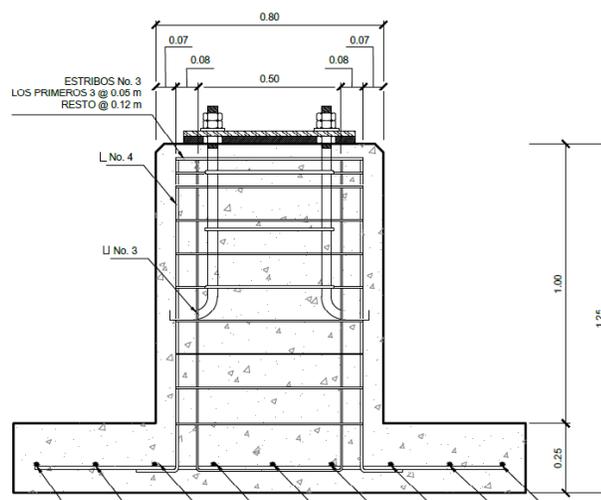
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Perfil de anclaje



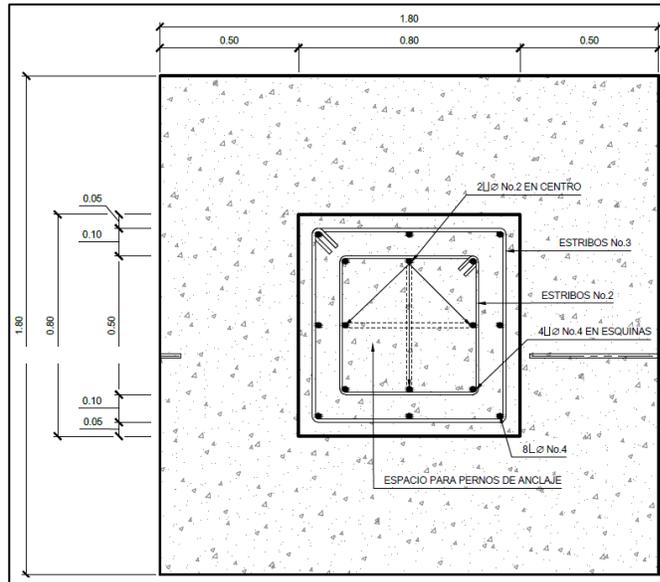
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Figura 17. Perfil de cimentación



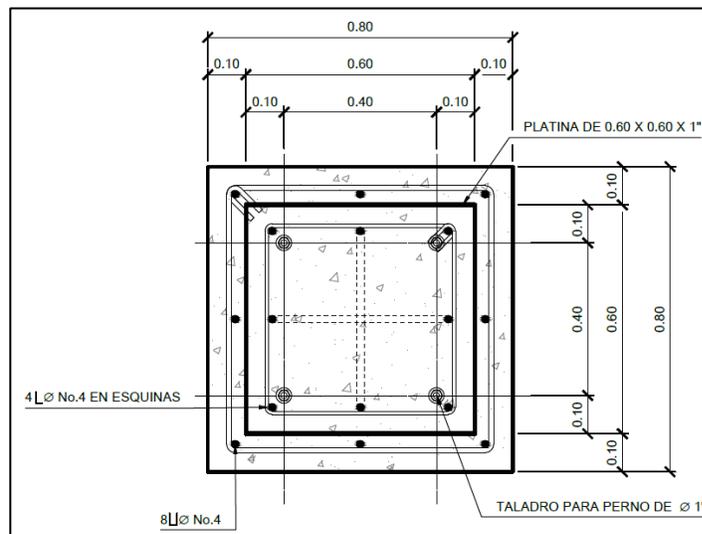
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Figura 18. **Planta cimentación**



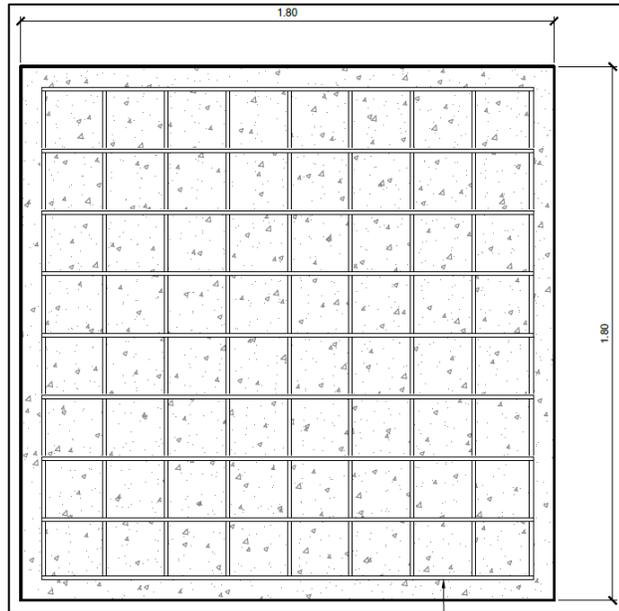
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Figura 19. **Planta de la pletina**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

Figura 20. **Planta zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

CONCLUSIONES

1. De las especificaciones técnicas de los equipos de alta tensión puede ser implementada como un documento de normalización, de las especificaciones técnicas de los equipos que se adquieran dentro de la ETCEE-INDE o por otras empresas que requieran equipos de similares características, a las que se mencionan en el documento.
2. Provee una ayuda importante en la determinación de aspectos técnicos que se requieran particularmente en cada subestación eléctrica, dependiendo de su ubicación y de las condiciones ambientales del lugar donde se encuentren.
3. De estos equipos reduce los costos de operación y mantenimiento, permitiendo aumentar la probabilidad de que diversos fabricantes puedan proveer los mismos, y disponer de repuestos en bodega que pueden ser utilizados en subestaciones eléctricas que se encuentren en diferentes lugares.
4. Esta estandarización de los equipos de potencia permite mantener repuestos en bodega que pueden ser utilizados en subestaciones eléctricas que se encuentren en diferentes lugares, y que sus condiciones operativas difieran una de otra.

5. En general la estandarización tiene varios beneficios entre estos se pueden mencionar la reducción de costos de adquisición de equipos, operación y mantenimiento eficiente de la red de transmisión, manteniendo la disponibilidad del 99,99 %.

6. Con la estandarización de equipos se reduce el tiempo de compra y adquisición manteniendo un estándar de calidad de los equipos de alta tensión.

RECOMENDACIONES

1. Que la ETCEE-INDE implemente la estandarización de los equipos de potencia, con el fin de normalizar los requerimientos técnicos para que puedan ser utilizados en diferentes subestaciones eléctricas que se encuentren en cualquier lugar del país.
2. Que todo el equipo que se adquiriera garantice el buen funcionamiento, manteniendo estándares de calidad y reduciendo los costos de mantenimiento.
3. Cualquier empresa que desee adquirir equipo normalizados de características similares a las mencionadas, se refiera a este o cualquier otro documento de equipo de potencia, con el fin de normalizar sus propios equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABB. *Protección contra sobretensiones*. 3a ed. Suiza: ABB High Voltaje Technologies, 1999. 26 p.
2. _____. *Coordinación de aislamiento*. México: ABB T & D Systems, 2001. 250 p.
3. _____. *Coordinación de aislamiento*. México: Comisión Federal de Electricidad, 2001. 39 p.
4. ANG. *Sector electric guatemalteco*. [en línea]. <<http://www.ang.org.gt/sector-electrico-guatemalteco/>>. [Consulta: enero de 2019].
5. Blog. *Grados en concreto*. [en línea]. <<http://blog.360gradosenconcreto.com/cimentaciones-en-concreto-la-base-de-las-estructuras/https://www.deguate.com/>>. [Consulta: octubre de 2018].
6. CNEE. *Blog de la CNEE*. [en línea]. <<http://www.cnee.gov.gt/wp/?s=SNI&submit=lr>>. [Consulta enero de 2019].
7. FELIPE RAMIREZ, Carlos. *Subestaciones de alta y extra alta tensión*. 2a ed. Colombia: Mejía Villegas S. A., 2003. 767 p.
8. HELITA. *Protección contra el rayo*. París, Francia, 2000. 16 p.

9. INDE. *La energía que mueve el desarrollo*. [en línea]. <http://www.inde.gob.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=13>. [Consulta: enero de 2019].
10. INSIVUMEH. *Atlas climatológico*. [en línea]. <http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_Clima.htm>. [Consulta: marzo de 2019].
11. LÓPEZ SILVESTRE, Carlos Enrique. *Pruebas a interruptores de potencia*. Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 267 p.
12. MARTÍN, José Raúl. *Diseño de subestaciones eléctricas*. México: McGraw-Hill /Interamericana, 1992. 425 p.
13. MEM. Subsector eléctrico en Guatemala. [en línea]. <<http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-El%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>>. [Consulta: marzo de 2019].
14. RTE. *Líder en distribución de transformadores*. [en línea]. <<http://rte.mx/partes-constructivas-de-los-transformadores>>. [Consulta: octubre de 2019].
15. SANTIZO LÓPEZ, Jeremy Aarón. *Elaboración de manual de procedimientos para mantenimiento en subestaciones, equipo de alta tensión, esquemas de protecciones y dispositivos de comunicación del INDE-ETCEE*. Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 425 p.

16. TOMAS LAROJ, Gilberto Rafael. *Actualización del mapa isocerámico de Guatemala y su influencia en el diseño de líneas de transmisión*. Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2002. 151 p.
17. Top cable. *Características constructivas de un cable de media tensión*. [en línea]. <<http://www.topcable.com/blog-electric-cable/caracteristicas-constructivas-de-un-cable-de-media-tension/>>. [Consulta: marzo de 2019].
18. Universidad de Cantabria. *Transformadores*. [en línea]. <<http://personales.unican.es/rodrigma/PDFs/Trafos.pdf>>. [Consulta: octubre de 2018].

APÉNDICE

Apéndice 1. Subestaciones eléctricas propiedad de ETCEE-INDE

Núm.	Ubicación (Departamento)	Nombre de subestación	Sistema	Potencia instalada [MVA]	Altura sobre nivel de mar (msnm)
1	Guatemala	Guatemala Sur	Central	595	1 391
2	Guatemala	Guatemala Norte		450	1 547
3	Guatemala	Guatemala Este		195	1 904
4	Escuintla	Escuintla 1		300	243
5	Escuintla	Escuintla 2		93	235
6	Escuintla	Palin 2		150	1 026
7	Chiquimula	Chiquimula	Oriental	28	395
8	Izabal	Puerto Barrios		28	19
9	Jalapa	Jalapa		28	1 417
10	Alta Verapaz	San Julián		7	1 511
11	Alta Verapaz	Coban		29	1 403
12	Alta Verapaz	Tactic		150	1 563
13	Santa Rosa	Chiquimulilla		28	174
14	Izabal	El Estor		14	16
15	Jutiapa	El Progreso		71	992
16	Santa Rosa	Los Esclavos		28	668
17	Chiquimula	Ipala		28	883
18	Baja Verapaz	Salamá		14	966
19	Santa Rosa	La Pastoria		14	973
20	Izabal	La Ruidosa		28	59
21	Jutiapa	El Jicaro		7	1 050
22	Jalapa	San Rafael Las Flores		14	1 513
23	Alta Verapaz	Chisec		6,25	223
24	Quiche	Playa Grande		15,5	201
25	Chiquimula	Quezaltepeque		30,5	631
26	Peten	Poptun		14	527
27	Izabal	Rio Dulce		14	42
28	El Progreso	El Rancho		20,25	597
29	Zacapa	Panaluya		297	198
30	Zacapa	Mayuelas		21	168
31	Santa Rosa	Moyuta (Jalpatagua)		14	580
32	Baja Verapaz	Santa Elena		3,5	1 405
33	El Progreso	Sanarate		14	868
34	Zacapa	Zacapa		14	194
35	Peten	Ixpanpajul		28	127
36	Alta Verapaz	Teleman		SWITCHEO	85
37	Peten	Sayaxche		14	134
38	Chiquimula	Rio Grande		42	586

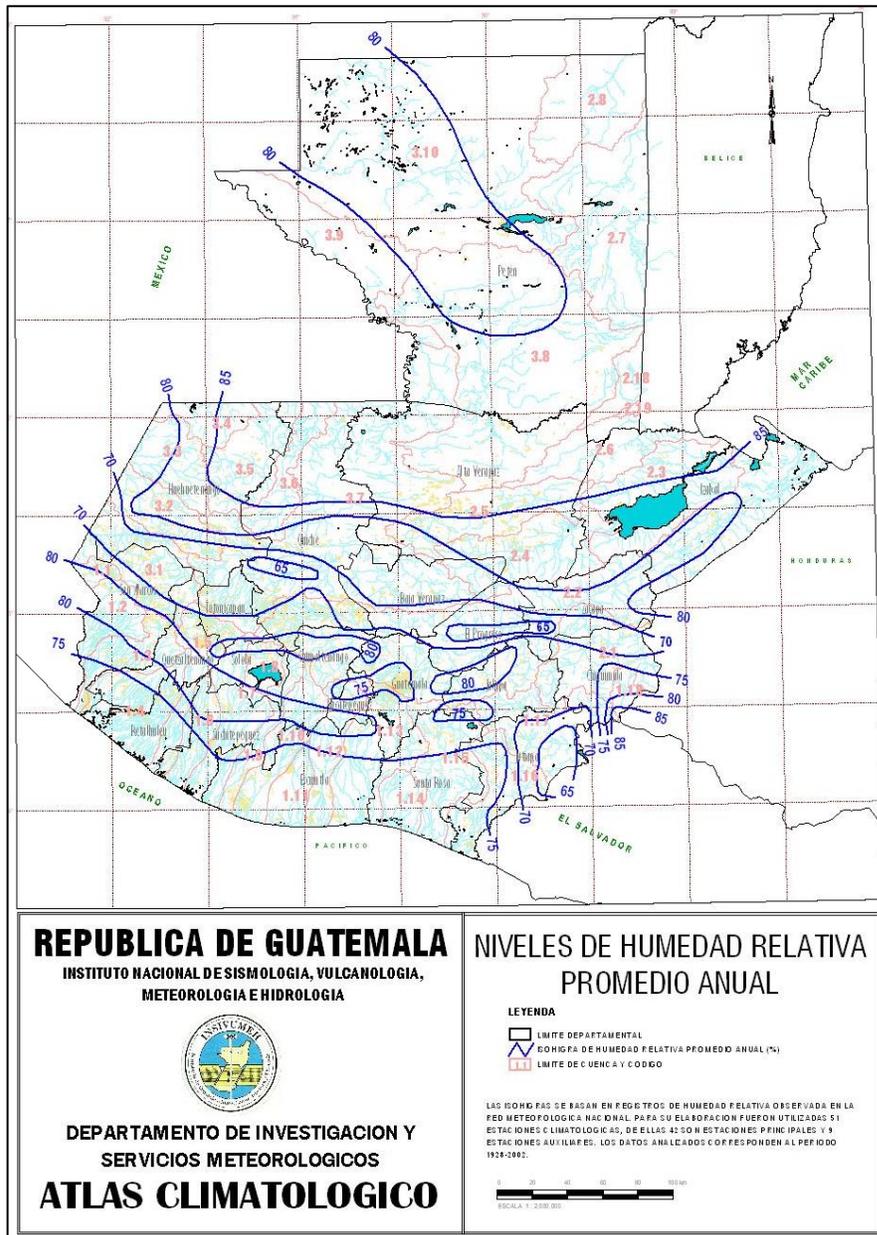
Continuación del apéndice 1.

39	Peten	La Libertad 1		SWITCHEO	189
40	Peten	La Libertad 2		14	190
41	Santa Rosa	Aguacapa		14	299
42	Huehuetenango	Huehuetenango	Occidental	146	1 956
43	Suchitepequez	Mazatenango		28	432
44	Suchitepequez	Cocales		10,5	234
45	San Marcos	Malacatan		14	365
46	Quetzaltenango	La Esperanza		78	2 434
47	Quetzaltenango	Coatepeque		28	389
48	Retalhuleu	San Sebastian		28	306
49	San Marcos	Melendres		14	36
50	San Marcos	San Marcos		28	2 347
51	Totonicapan	Totonicapan		21	2 482
52	Quiche	Quiche		14	2 005
53	Solola	Solola		28	2 095
54	Retalhuleu	Los Brillantes		375	377
55	Retalhuleu	Retalhuleu		17,25	251
56	Chimaltenango	Chimaltenango		56	1 780
57	Totonicapan	Pologua		28	2 752
58	Retalhuleu	Champerico		14	11
59	Quetzaltenango	Santa Maria		7	1 585
60	Huehuetenango	Ixtahuacan		14	1 663
61	Suchitepequez	La Maquina		6,25	48
62	Escuintla	La Noria	21	65	
63	San Marcos	Tacana	14	2 977	
64	Quetzaltenango	Xela (Quezaltenango)	28	2 364	
65	San Marcos	Tejutla	14	2 587	
66	Quiche	Zacualpa	14	1 561	
67	Retalhuleu	San Felipe	3,75	637	
68	Huehuetenango	San Juan Ixcoy	14	2 165	
69	Huehuetenango	Barillas	14	1 679	
70	Quiche	Sacapulas	28,25	1 200	

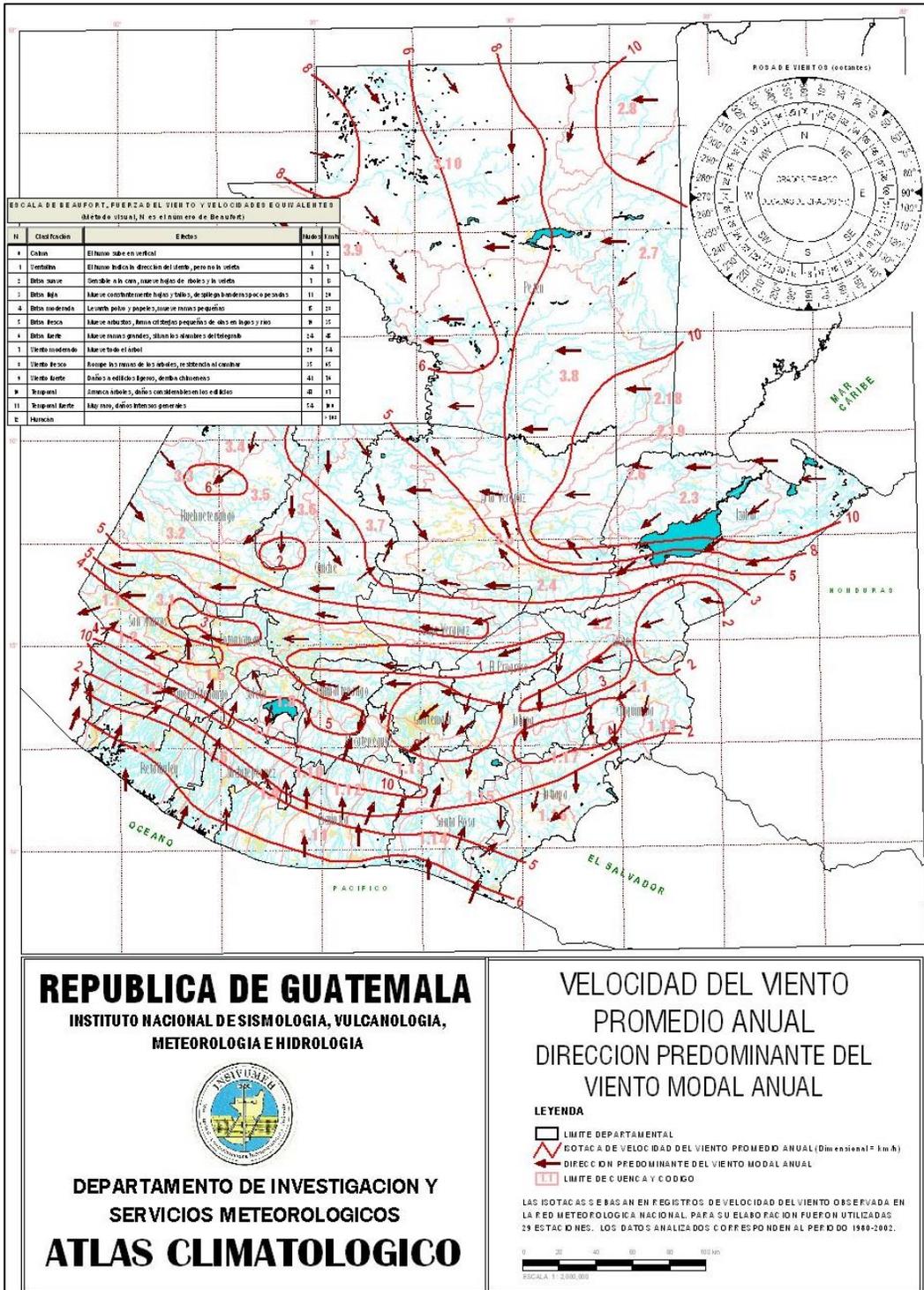
Fuente: elaboración propia.

ANEXO

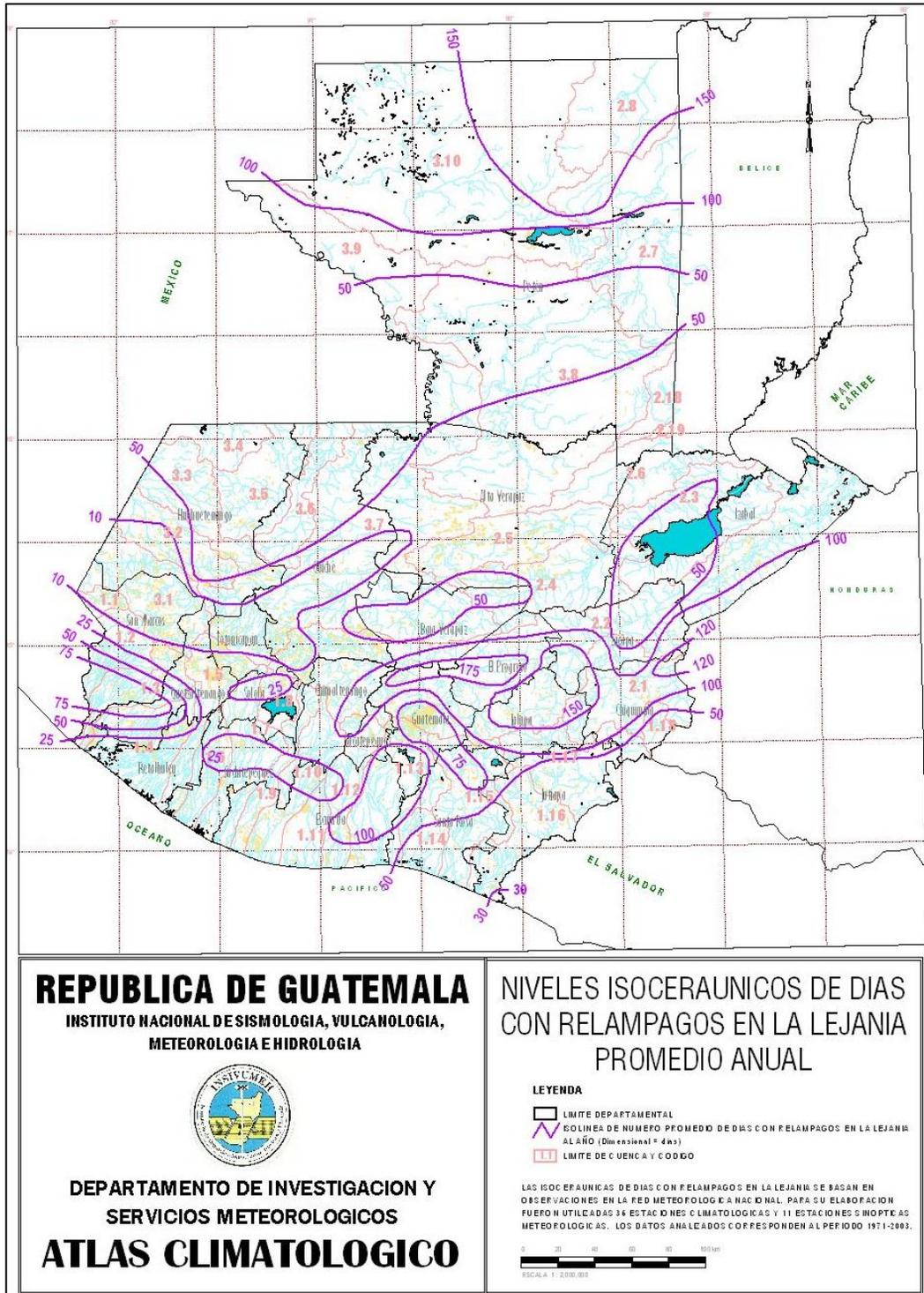
Anexo 1. Mapas climatológicos de Guatemala



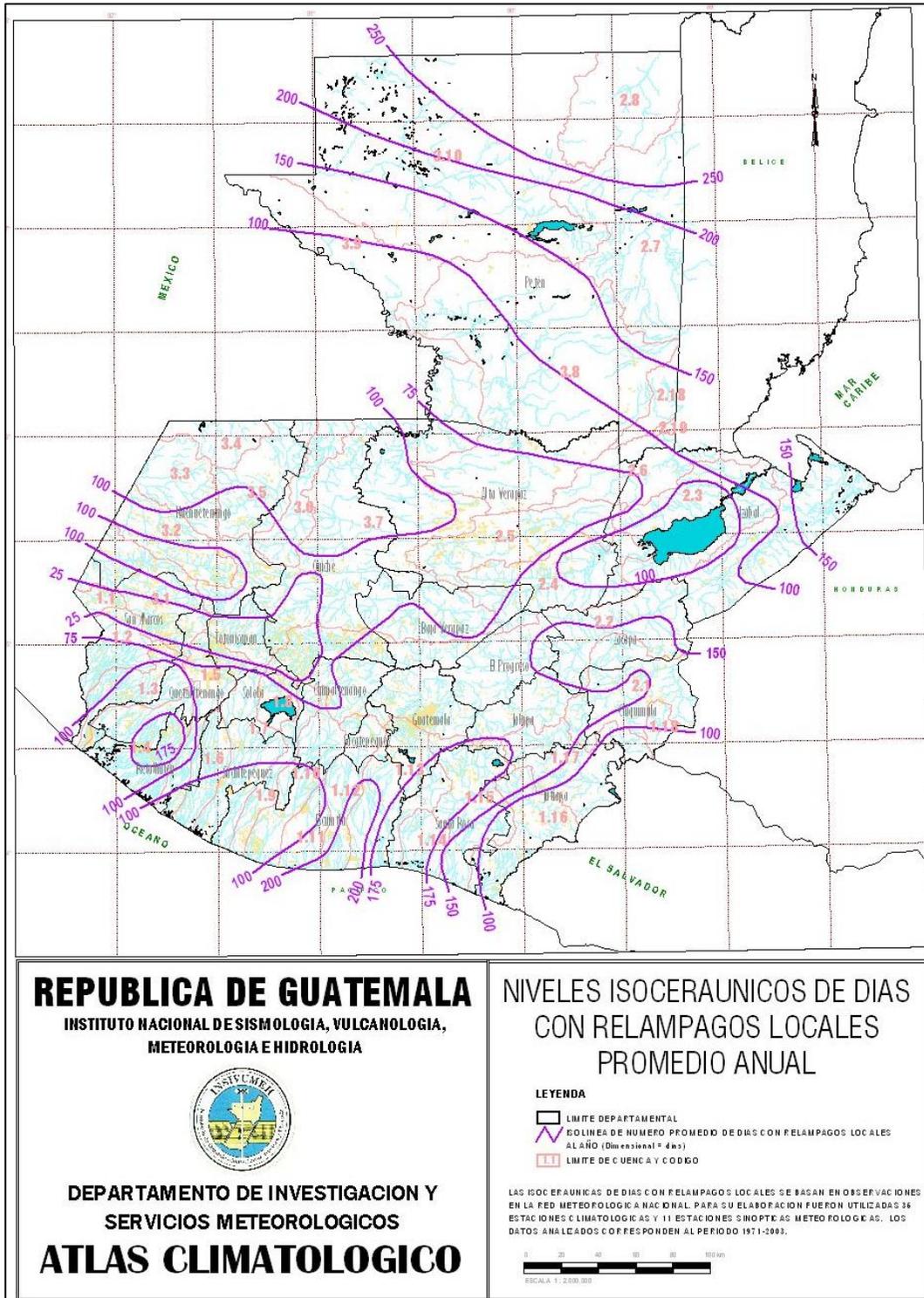
Continuación del anexo 1.



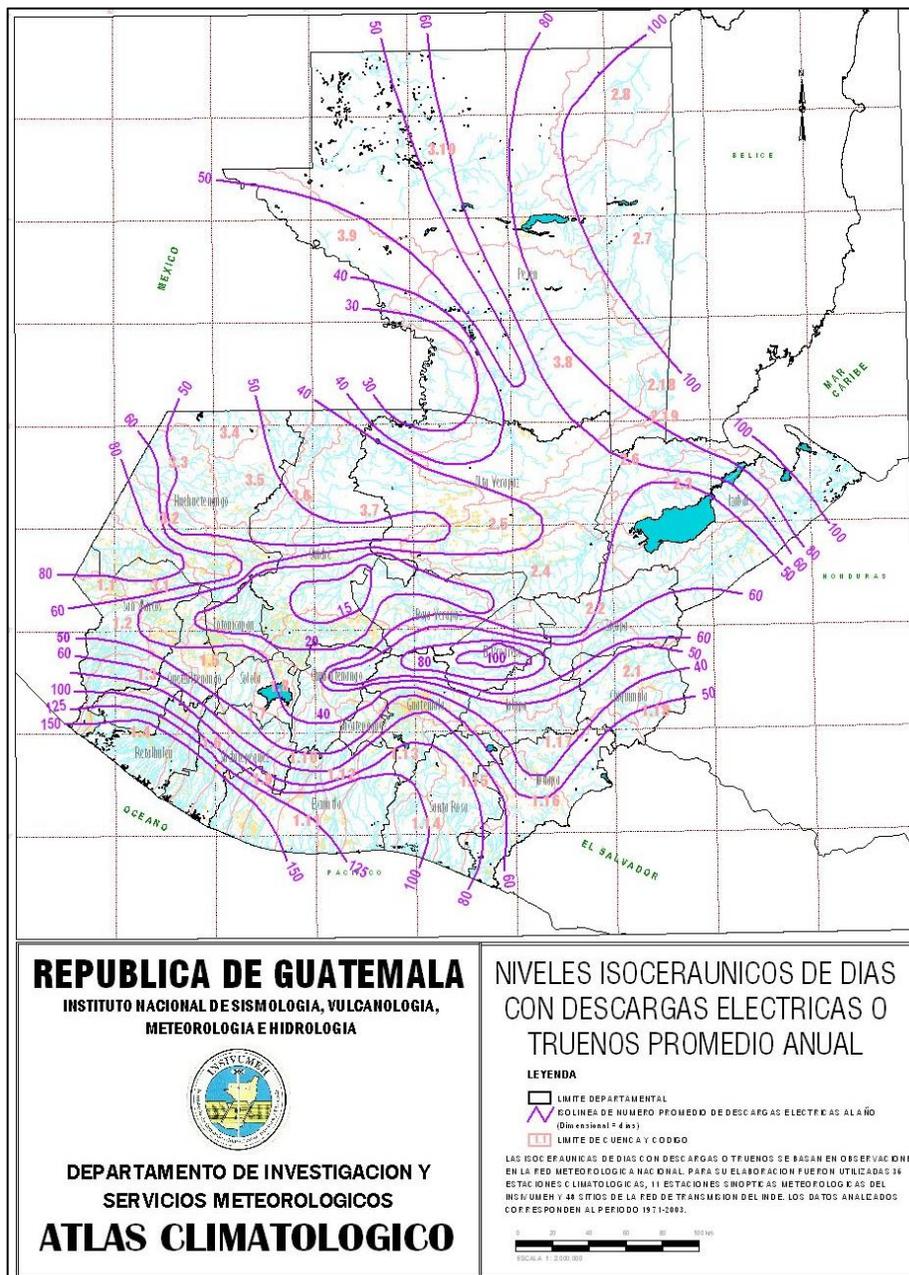
Continuación del anexo 1.



Continuación del anexo 1.



Continuación del anexo 1.



Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. *Mapa de Niveles de Humedad Relativa Promedio Anual.* www.insivumeh.gov.gt/hidrologia.

Consulta: abril de 2018.

