
 <p>Grupo-epm</p>	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

# **CAPÍTULO 4** **SUBESTACIONES** **CENS-NORMA TÉCNICA - CNS-NT-04**


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 1 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

## TABLA DE CONTENIDO

<b>I. OBJETIVO.....</b>	<b>9</b>
<b>II. ALCANCE .....</b>	<b>9</b>
<b>III. DEFINICIONES .....</b>	<b>9</b>
4.1. DISPOSICIONES GENERALES.....	11
4.1.1. Elementos de protección y maniobra para el punto de conexión .....	16
4.2. TIPOS DE SUBESTACIÓN .....	17
4.3. SUBESTACIONES TIPO POSTE .....	17
4.3.1. Generalidades .....	17
4.3.2. Equipo de protección .....	19
4.3.3. Barrajes y puesta a tierra del neutro .....	20
4.4. SUBESTACIONES TIPO PEDESTAL O TIPO JARDÍN .....	21
4.4.1. Disposiciones generales.....	21
4.5. CUARTOS DE SUBESTACIÓN PAQUETIZADOS O PREFABRICADOS .....	23
4.6. SUBESTACIONES TIPO INTERIOR .....	24
4.6.1. Alcance .....	24
4.6.2. Disposiciones generales.....	24
4.6.3. Bóvedas .....	26
4.6.4. Celdas .....	27
4.6.5. Equipo de protección y maniobra en media tensión.....	28
4.6.6. Barrajes en baja tensión .....	29
4.6.7. Equipo de medida.....	29
4.6.8. Local de subestaciones .....	30
4.6.9. Iluminación .....	31
4.6.10. Sistema de puesta a tierra (SPT).....	31
4.6.11. Acceso y espacios de trabajo .....	32
4.6.12. Piso .....	33
4.6.13. Cárcamos y foso.....	34
4.6.14. Paredes y techo.....	34
4.6.15. Puertas en general .....	35
4.6.16. Nivel de ruido .....	37
4.6.17. Ventilación.....	37
4.6.18. Drenaje.....	38
4.7. SUBESTACIÓN DE PATIO .....	38
4.7.1. Disposiciones generales.....	38
4.7.2. Salas de operaciones, mando y control .....	40
4.7.3. Pórticos .....	42
4.7.4. Base para el transformador .....	42
4.7.5. Cárcamos y foso.....	42
4.7.6. Equipo de protección y maniobra .....	43
4.7.7. Barrajes .....	44
4.7.8. Equipo de medida.....	44

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 2 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

4.7.9.	Cerramiento.....	45
4.7.10.	Iluminación .....	46
4.7.11.	Distancias de seguridad y espacios de trabajo .....	46
4.7.12.	Convenciones especiales para subestaciones .....	48
4.7.13.	Configuración de barras .....	49
4.7.14.	Configuración bahías.....	49
4.7.15.	Materiales comunes en las bahías .....	56
4.8.	MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES.....	56
4.8.1.	Disposiciones generales.....	56
4.8.2.	Tipos de mantenimiento .....	57
4.9.	BANCO DE CONDENSADORES .....	58
4.9.1.	Baja tensión.....	58
4.9.2.	Media tensión .....	59
4.10.	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA.....	59
4.10.1.	Disposiciones generales.....	59
4.10.2.	Clasificación de los sistemas de respaldo de energía.....	60
4.10.3.	Capacidad de los sistemas de respaldo de energía.....	62
4.10.4.	Ruido y contaminación de los sistemas de respaldo de energía.....	62
4.10.5.	Plantas de emergencia .....	62


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 3 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles .....	15
Tabla 2. Límite de aproximación restringida para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna.....	16
Tabla 3. Equipos de protección por capacidad instalada .....	16
Tabla 4. Guía de distancias de seguridad para transformadores en patio.....	40
Tabla 5. Distancias de seguridad para la figura 3 .....	45
Tabla 6. Distancia horizontal entre pared y elementos energizados .....	46
Tabla 7. Distancias de seguridad para subestaciones de alta y extra alta tensión - RETIE .....	48
Tabla 8. Convenciones especiales para subestaciones.....	49
Tabla 9. Elementos que componen Bahía de línea - Barra sencilla - Convencional.....	50
Tabla 10. Elementos que componen Bahía de transformador – Barra Sencilla - Convencional.....	50
Tabla 11. Elementos que componen Bahía de línea – Barra doble - Convencional .....	51
Tabla 12. Elementos que componen Bahía de transformador – Barra doble - Convencional .....	52
Tabla 13. Elementos que componen Bahía de línea – Barra principal y transferencia – Convencional.....	53
Tabla 14. Elementos que componen Bahía de transformador – Barra principal y transferencia - Convencional .....	53
Tabla 15. Elementos que componen Bahía de línea – Subestación reducida Nivel 2 ....	54
Tabla 16. Elementos que componen Bahía de llegada o salida – Subestación convencional reducida Nivel 3 .....	55
Tabla 17. Elementos que componen Bahía de acople – Subestación convencional .....	55
Tabla 18. Elementos conexión A.T en una bahía.....	56
Tabla 19. Cables de control y fuerza modulo en una bahía .....	56


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 4 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

Figura 1. conexión de puesta a tierra en alta y baja .....	18
Figura 2. Montaje normalizado de DPS .....	20
Figura 3. Distancias de seguridad contra contactos directos .....	45
Figura 4. Zona de seguridad para circulación de personal.....	47
Figura 5. Zonas de seguridad .....	47
Figura 6. Diagrama Unifilar Bahía de línea - Barra sencilla - Convencional .....	50
Figura 8. Diagrama Unifilar Bahía de transformador - Barra sencilla - Convencional Nivel 3.....	51
Figura 7. Diagrama Unifilar Bahía de transformador - Barra sencilla - Convencional Nivel 2.....	51
Figura 9. Diagrama Unifilar Bahía de línea - Barra doble - Convencional.....	51
Figura 10. Diagrama Unifilar Bahía de transformador - Barra doble - Convencional Nivel 3.....	52
Figura 11. Diagrama Unifilar Bahía de transformador - Barra doble - Convencional Nivel 2.....	52
Figura 12. Diagrama Unifilar Bahía de línea - Barra principal y transferencia - Convencional.....	53
Figura 14. Diagrama Unifilar Bahía de transformador - Barra principal y transferencia - Convencional Nivel 2 .....	54
Figura 13. Diagrama Unifilar Bahía de transformador - Barra principal y transferencia - Convencional Nivel 3 .....	54
Figura 15. Diagrama Unifilar Bahía de línea - Subestación reducida Nivel 2.....	54
Figura 16. Diagrama Unifilar Bahía de llegada o salida - Subestación convencional reducida Nivel 3 .....	55
Figura 17. Diagrama Unifilar Bahía de acople - Convencional.....	56
Figura 20. Zonas de seguridad .....	56


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 5 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

CONTROL DE CAMBIOS					
Fecha DD/MM/AA	Ítem en el Documento	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
19/12/2022	I, II y III	Se incluyen los numerales con objetivo, alcance y definiciones respectivamente.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
19/12/2022	4.1	Se modifica el numeral eliminando alcance.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
19/12/2022	4.4.1	Se implementa el POT para la planeación de instalación de transformadores tipo poste.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
19/12/2022	4.4.2 y 4.6.3.1	Se actualizan referencias a capítulo 11. Se implementan los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) tipo distribución de óxido de zinc.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
19/12/2022	4.4.2, 4.6.3.1, 4.7.3 y 4.7.4	Se implementan los fusibles Tipo K de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 3 Norma CENS.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
19/12/2022	4.6.3	Se incluyen los reconectores como elementos de protección y maniobra para cargas superiores a 500 kVA.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
9/12/2022	4.8	Se actualizan las Unidades Constructivas según la CREG 015 de 2018 y se incluyen aquellas para las subestaciones de Nivel 2 de tensión.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
27/02/2023	4.8.6	Se actualizan imágenes, se agregan párrafos descriptivos para cada una según numeral 23.2 del RETIE	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 6 DE 54
--------------------	-------------------	-------------------------------------	--	---------------	-------------------



 <p>Grupo-epm</p>	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

CONTROL DE CAMBIOS					
Fecha DD/MM/AA	Ítem en el Documento	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
27/02/2023	4.1.1	Se incluye numeral para elementos de protección y maniobra del punto de conexión de la subestación.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	Documento	Se modifica el pie de página el aprobado de J U PROYECTOS por LÍDER CET Y LABORATORIOS	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	I. y II.	Se incluye objetivo y alcance.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	Documento	Se actualizan y se incluyen definiciones, referencias, requisitos con respecto a RETIE 2024.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	4.1.1	Se ajusta redacción del numeral para incluir EACP en cargas superiores a 500 kVA.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	4.7	Se unifican las secciones SUBESTACIONES TIPO PATIO y SUBESTACIONES DE PATIO DE MEDIA TENSIÓN.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	4.5	Se incluye la sección de cuartos de subestaciones paquetizados o prefabricados.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	4.6.3 y 4.6.18	Se incluyen los apartados de bóvedas y drenaje en la sección de subestaciones tipo interior.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	4.7.2 y 4.7.5	Se incluye apartado de sala de operaciones, mando y control, así mismo, cárcamos y foso en la sección subestaciones tipo patio.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 7 DE 54
--------------------	-------------------	-------------------------------------	--	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

CONTROL DE CAMBIOS					
Fecha DD/MM/AA	Ítem en el Documento	Naturaleza del cambio	Elaboró	Revisó	Aprobó
30/09/2025	4.8	Se modifica la redacción de la sección mantenimiento de subestaciones teniendo en cuenta conceptos de gestión de activos y la norma ISO:55001.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	4.9	Se modifica la sección banco de condensadores en dos apartados baja tensión y media tensión.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
30/09/2025	4.10	Se modifica la sección de planta de emergencia por sistema de respaldo de energía.	Profesional P1 CET <sup>1</sup>	Profesional P2 CET <sup>1</sup>	Líder CET y Laboratorios
<p>Equipo Norma y Especificaciones Técnicas CENS Grupo EPM:</p> <p>Profesional P1 CET Normas: Carmen Hurtado<sup>1</sup>.</p> <p>Profesional P2 CET: En Encargo.</p> <p>Líder CET y Laboratorios: Marco Antonio Caicedo Gelves<sup>1</sup>.</p>					

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 8 DE 54
--------------------	-------------------	-------------------------------------	--	---------------	-------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

## CAPITULO 4

### I. OBJETIVO

Establecer los criterios generales de diseño, instalación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de media tensión.

### II. ALCANCE

Aplica para las subestaciones de distribución y potencia, compuestas por transformadores eléctricos (nuevos, reparados y reconstruidos de capacidad mayor o igual a 3 kVA) instaladas en el área de influencia de CENS.

### III. DEFINICIONES

**ACCESIBLE:** Que está al alcance de una persona, sin barreras físicas de por medio.

**BIL:** Nivel básico de aislamiento ante impulsos tipo rayo.

**BÓVEDA:** Encerramiento dentro de un edificio con acceso sólo para personas competentes, reforzado para resistir el fuego, sobre o bajo el nivel del terreno, que aloja transformadores de potencia para uso interior aislados en aceite, secos de más de 112,5 kVA o de tensión nominal mayor a 35 kV. Posee aberturas controladas (para acceso y ventilación) y selladas (para entrada y salida de canalizaciones y conductores).

**CAPACIDAD DE CORRIENTE:** Corriente máxima que transporta continuamente un conductor o equipo en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

**CORTOCIRCUITO:** Unión de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito.


**DISPONIBILIDAD:** Certeza de que un equipo o sistema sea operable en un tiempo dado. Calidad para operar normalmente.

#### **DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS - DPS:**

Dispositivo diseñado para limitar las sobretensiones transitorias y conducir las corrientes de impulso. Contiene al menos un elemento no lineal.

**DISTANCIA DE SEGURIDAD:** Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 9 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	-------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

**ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA:** Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

**FRENTE MUERTO:** Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas.

**FUSIBLE:** Componente cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado.

**INFLAMABLE:** Material que se enciende y se quema rápidamente.

**INTERRUPTOR AUTOMÁTICO:** Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

**INTERRUPTOR DE USO GENERAL:** Dispositivo para abrir y cerrar o para conmutar la conexión de un circuito, diseñado para ser operado manualmente o remotamente, cumple funciones de control y no de protección.

**MANIOBRA:** Conjunto de procedimientos tendientes a operar una red eléctrica en forma segura.

**MANTENIMIENTO:** Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

**MATERIAL AISLANTE:** Material que impide la propagación de algún fenómeno físico, (por ejemplo, Aislante eléctrico, material dieléctrico que se emplea para impedir el paso de cargas eléctricas. Aislante térmico, material que impide el paso de calor).

**PUERTA CORTAFUEGO:** Puerta que cumple los criterios de estabilidad, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico cuando se encuentra sometida al fuego o incendio durante un período de tiempo determinado.

**PUESTA A TIERRA:** Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.


**RECONECTADOR:** Interruptor automático de alto voltaje.

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

**SECCIONADOR:** Dispositivo destinado a hacer un corte visible en un circuito eléctrico y está diseñado para que se manipule después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT):** Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 10 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

**SOBRECARGA:** Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

**SOBRETENSIÓN:** Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

**SUBESTACIÓN:** Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica en niveles de tensión superior a 1kV, mediante la transformación de potencia.

**TENSIÓN:** La diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio.

**TENSIÓN NOMINAL:** Valor de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

**TRANSFORMACIÓN:** Proceso mediante el cual son modificados, los parámetros de tensión y corriente de una red eléctrica, por medio de uno o más transformadores, cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones o centros transformación (incluye equipos de protección y seccionamiento).

#### 4.1. DISPOSICIONES GENERALES

Las subestaciones de distribución y de potencia, compuestas por transformadores eléctricos (Nuevos, reparados y reconstruidos de capacidad mayor o igual a 3 kVA), deben cumplir con los siguientes requisitos:

- ❖ Durante la construcción o remodelación de una subestación todo propietario y constructor debe garantizar el cumplimiento de RETIE según corresponda y los materiales a utilizar deben contar con certificación de producto y/o de norma de fabricación (si aplica) por un organismo acreditado por la ONAC o quien haga sus veces.
- ❖ Los muros o mallas metálicas usados como cerramientos en las subestaciones deben tener una altura mínima de 2,50 metros y estar debidamente conectados a tierra. Los accesos hacen parte del cerramiento. No aplica para subestaciones tipo pedestal que no requieran cerramiento.
- ❖ Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante deben tener un dispositivo de alivio de sobrepresión automático, fácilmente reemplazable, el cual debe operar a una presión inferior a la máxima soportada por el tanque.


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 11 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ En todas las subestaciones se deben calcular las tensiones de paso, contacto y transferidas, asegurando que se encuentren por debajo del umbral de soportabilidad.
- ❖ En subestaciones y cuartos eléctricos de media y baja tensión se debe contar con puertas o espacios adecuados para la entrada o salida de los equipos, para efectos de su montaje inicial o posterior reposición. El ancho del ala de las puertas de acceso al espacio de trabajo no debe ser menor a 90 cm y en los cuartos donde se alojan transformadores de MT, las alas de las puertas deben abrir hacia fuera y disponer de cerradura antipánico, independiente de la potencia y de los equipos que albergan.
- ❖ Los encerramientos usados para alojar los equipos de corte y seccionamiento deben ser metálicos y los límites de dichos encerramientos no deben incluir las paredes del cuarto de la subestación. Las ventanas de inspección deben garantizar el mismo grado de protección del encerramiento (IP) y el mismo nivel de aislamiento.
- ❖ Las cubiertas, puertas o distancias de aislamiento, no deben permitir el acceso de personal no competente, a barrajes o elementos energizados.
- ❖ Siempre que se tengan partes energizadas removibles, se debe garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales, por lo tanto deben tener sistemas de cerraduras o enclavamientos. Si las partes energizadas son fijas, debe garantizarse que no se puedan retirar sin utilizar herramientas y poseer enclavamientos.
- ❖ Se debe contar con enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento. Para equipos extraíbles, los enclavamientos deben asegurar que no se puedan realizar las siguientes operaciones:
  - 1) Extracción del interruptor de protección a menos que esté en posición abierto.
  - 2) Operación del interruptor, a menos que éste se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra.
  - 3) Cerrar el interruptor, a menos que esté conectado al circuito auxiliar o diseñado para abrir automáticamente sin el uso de un circuito auxiliar.
  - 4) Inserción o extracción del interruptor de protección a menos que esté se encuentre en posición abierto.
- ❖ Se debe garantizar la continuidad y buen funcionamiento del sistema de puesta a tierra teniendo en cuenta el esfuerzo térmico y mecánico de la corriente de falla a disipar.
- ❖ Las subestaciones que alimenten exclusivamente instalaciones de uso final deben demostrar la conformidad RETIE en conjunto con la instalación que alimenta y la acometida hasta el punto de conexión.
- ❖ Las envolventes de cada uno de los equipos y todas las partes metálicas que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares deben conectarse al conductor de tierra directamente o mediante una estructura metálica. Cuando la conexión sea directa, el conductor debe tener la capacidad de soportar las corrientes de cortocircuito.
- ❖ Con el fin de realizar las labores de mantenimiento en las subestaciones con seguridad

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 12 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------




	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

para el personal encargado, es imprescindible que el sistema permita poner a tierra las partes energizables. En zonas urbanas donde se instalen los sistemas de puesta a tierra sobre andenes de estructura en concreto o en cualquier otro material diferente al afirmado en tierra, se debe disponer de una caja de 30 \* 30 que permita su correspondiente inspección y mantenimiento.

- ❖ La posición de los elementos de maniobras de puesta a tierra de la celda debe estar claramente identificados mediante señalización que indique visualmente la maniobra a realizar en el equipo.
- ❖ En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.
- ❖ En las zonas adyacentes a la subestación no deben almacenarse combustibles.
- ❖ En los espacios en los cuales se encuentran instaladas las subestaciones con partes energizadas expuestas, deben colocarse y asegurar la permanencia de cercas, pantallas, tabiques o paredes y puertas que limiten la posibilidad de acceso a personal no autorizado. Este requisito no se aplica para subestaciones tipo poste que cumplan las distancias mínimas de seguridad.
- ❖ La posición de los elementos que realicen la puesta a tierra de la celda debe estar claramente identificados a través de un elemento que indique visualmente la maniobra de puesta a tierra del equipo.
- ❖ Para evitar los peligros de propagación de un incendio ocasionado por derrame del aceite, se debe construir un foso o sumidero en el que se agregaran varias capas de gravilla que sirvan como filtro y absorbente para ahogar la combustión. Para evitar derrame de líquidos aislantes con alto punto de combustión superior a 300°C, se debe construir un tanque o un sumidero con depósitos independientes que sean impermeables a los líquidos de manera que permita extraer el líquido aislante. Se exceptúan las subestaciones tipo poste, las de tipo pedestal y las subestaciones con transformadores en aceite cuya capacidad total no supere 112,5 kVA.
- ❖ Toda subestación debe contar con las protecciones de sobrecorriente y sobretensión. En los circuitos protegidos por fusibles la capacidad máxima de los fusibles debe ser la establecida por un estudio de coordinación de protecciones y debe garantizar la adecuada protección del transformador y la desenergización del circuito en el evento que se requiera.
- ❖ En cualquier tipo de subestación debe haber ventilación adecuada para disipar las pérdidas del transformador a plena carga sin dar lugar a aumentos de temperatura que superen sus valores nominales.
- ❖ En las subestaciones sujetas a inundación, el grado de protección debe ser mínimo IP 67 o NEMA 6.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 13 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------


	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ No se debe suministrar el servicio de energía con acometida, alimentadores o circuitos ramales de una edificación a otra, en consecuencia, para subestaciones que alimenten varias edificaciones de un mismo proyecto, cada edificación debe contar con una acometida o alimentador y un tablero de distribución y protecciones de los distintos circuitos y cuentas dentro de la edificación. En dicho tablero también se podrán instalar los medidores siempre y cuando esté diseñado para tal fin.
- ❖ No se debe dar servicio definitivo a usuarios finales desde el servicio provisional.
- ❖ Los transformadores deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar sólidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con los requerimientos de las normas técnicas que les apliquen y las características que requiera su operación.
- ❖ Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante que tengan cambiador o conmutador de derivación de operación exterior sin tensión deben tener un aviso: “manióbrese sin tensión”.
- ❖ El nivel de ruido producido por los transformadores o por los equipos de la subestación deben estar por debajo de los límites establecidos en la Resolución 0627 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El nivel de ruido máximo dependerá del sector donde se ubicará la subestación como se muestra en la tabla 1.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos	55	50
	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes	65	55
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación	65	55
	Zonas urbanas (excepto parques mecánicos al aire libre)	65	55
	Zonas industriales (industrias, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas)	75	75
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas comerciales (centros comerciales, talleres, gimnasios, restaurantes, bares, discotecas, etc.)	70	60
	Zonas de oficinas	65	55
	Zonas institucionales (entidades públicas, servicios).	65	55

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 14 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------




	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
	Parques mecánicos al aire libre y espectáculos públicos al aire libre	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria	55	50
	Zonas de recreación y descanso (parques naturales, reservas)	55	50

**Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles**

- ❖ No se permitirá el montaje de transformadores en poste, ni la construcción de redes aéreas de baja y media tensión en zonas de conservación histórica, sitios donde la conformación urbanística no permita la construcción de redes aéreas de acuerdo con las normas establecidas, o en general donde el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) así lo disponga.
- ❖ Los transformadores de distribución pueden ser de los siguientes tipos:
  - Sumergidos en aceite mineral o vegetal.
  - Tipo seco abierto (clase térmica H o superior).
  - Tipo encapsulado en resina epóxica (clase térmica F o superior).
- ❖ En el Centro de Transformación subterráneo, el equipo de maniobra al igual que el transformador, se alojan en cajas de inspección independientes con dimensiones acordes con el tamaño de los equipos.
- ❖ Todas las subestaciones deben contar con un sistema de puesta a tierra que cumpla con los valores de referencia indicados en la tabla 36 y las recomendaciones del numeral 2.11.4 del capítulo 2, su diseño debe tener en cuenta el esfuerzo térmico y mecánico causado por la corriente en caso de falla. En todo caso los sistemas de puesta a tierra de las subestaciones deberán garantizar el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto por debajo de umbral de soportabilidad.
- ❖ Las personas no competentes, no deben sobrepasar el límite de aproximación restringido a las instalaciones de los tableros de distribución y de potencia, centros de control de motores, celdas, y en general aquellos tableros de potencia mayor a 100 kVA. El límite de aproximación restringida debe ser señalizado ya sea con una franja visible hecha con pintura reflectiva color amarillo u otra señal que brinde un cerramiento temporal y facilite al personal sin autorización identificar el máximo acercamiento permitido. Los límites de aproximación se muestran en la siguiente tabla.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 15 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	
50 V – 300 V	3,0	1,0	0,30
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0

**Tabla 2. Límite de aproximación restringida para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna**

#### 4.1.1. Elementos de protección y maniobra para el punto de conexión

En el punto de conexión, el usuario (interesado) debe disponer de un esquema de protección compatible con las características de su carga, que garantice la confiabilidad, seguridad, selectividad y rapidez con el sistema de distribución de energía eléctrica de CENS.

Para cargas hasta 500 kVA, los elementos de maniobra y protección a instalar en el punto de conexión o derivación de la red eléctrica de CENS dependerán de la capacidad instalada de los equipos que custodian y como se indica a continuación:

CAPACIDAD INSTALADA (KVA)	EQUIPO DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE	EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES
≤ 75	Cortacircuitos	DPS
76 – 500	Cortacircuitos con cámara de extinción de arco	DPS


**Tabla 3. Equipos de protección por capacidad instalada**

Para cargas superiores a 500 kVA, el usuario debe presentar el **Estudio de Ajuste y coordinación de Protecciones (EACP)** acorde a los lineamientos definidos por el OR (Ver Anexo 1), el cual debe indicar el equipo de protección correspondiente para el punto de conexión (PC) solicitado, en concordancia con los requisitos para el diseño detallado presentados en el Capítulo 11 de la norma técnica CENS, aquel que lo modifique o sustituya.

En todo caso el equipo de protección y maniobra debe ser aprobado por CENS.

La capacidad instalada presentada comprende la sumatoria de todos los transformadores instalados por el usuario. Para casos de ampliaciones se debe contemplar la sumatoria total de

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 16 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

los transformadores existentes y aquellos a instalar.

La ubicación de estos equipos se realizará en el punto de conexión entregado por CENS de acuerdo con la Factibilidad de Servicio emitida. Según las características técnicas del proyecto los equipos se instalarán en la red de distribución de acuerdo a lo establecido en la Norma CENS, salvo en aquellos casos de cargas especiales para las cuales será CENS quien defina la ubicación de los equipos. En todo caso la selección de un equipo diferente deberá ser sometida a aprobación por parte de CENS.

Los interruptores de potencia para 34,5 kV deben tener un medio de extinción efectivo de arco como el vacío, el hexafluoruro de Azufre ( $SF_6$ ) o nuevas tecnologías de aislamiento (Air Plus, Clean air, g3, entre otros).

## 4.2. TIPOS DE SUBESTACIÓN

De acuerdo con su forma de instalación las subestaciones del SDL y STR de CENS, se clasifican en:

- Subestaciones de patio de alta y extra alta tensión.
- Subestaciones de alta y extra alta tensión tipo interior o exterior encapsulada.
- Subestaciones de patio de distribución de media tensión.
- Subestaciones de patio híbridas de media y alta tensión.
- Subestaciones de distribución en media tensión.
- Subestaciones en interiores de edificaciones.
- Subestaciones tipo pedestal.
- Subestaciones sumergibles.
- Subestaciones semisumergibles.
- Subestaciones de distribución tipo poste.

## 4.3. SUBESTACIONES TIPO POSTE

### 4.3.1. Generalidades

Se usan en redes aéreas en zonas rurales, urbanas, industriales o en urbanizaciones, siempre y cuando el plan de ordenamiento territorial del municipio (POT) o los organismos encargados de la regulación del desarrollo urbano lo permitan. Igualmente se deben atender las normas de planeamiento municipal o distrital, sobre uso del suelo y espacio público y propiciar que la subestación no genere contaminación visual, especialmente cuando se comparte la infraestructura con otros servicios.

No se permite el montaje de transformadores en las esquinas debido al alto riesgo de accidentes de tránsito que pueden afectar la confiabilidad del sistema.

Las subestaciones tipo poste deben cumplir los siguientes requisitos de montaje:

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 17 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Se podrán instalar subestaciones con transformador en poste, sin ningún tipo de encerramiento, siempre que no supere 250 kVA ni 800 kgf de peso. En las redes de CENS la capacidad máxima a instalar será de 75 kVA y su cargabilidad debe ser menor o igual al 80% teniendo en cuenta la demanda diversificada durante su vida útil. En caso de requerirse una capacidad superior a la indicada estará sujeta a la revisión y aprobación, se deberá realizar un cálculo mecánico particular del montaje del equipo y el apoyo a utilizar, garantizando la estabilidad mecánica de todos sus componentes.
- ❖ Los transformadores deben ser instalados en un solo poste que tenga una resistencia de rotura mínima de 1050 kgf. En caso de proyectar los postes de menor capacidad, su aprobación por parte de CENS estará sujeta a la verificación de los cálculos mecánicos de la estructura(s) y el cumplimiento de lo establecido en el RETIE para estos casos.
- ❖ En áreas urbanas se debe evitar el uso de estructuras con doble poste para la instalación de transformadores, ya que generan mayor impacto visual e incomodidad en la movilidad.
- ❖ Los elementos de fijación del transformador deben soportar por lo menos 2,5 veces el peso de este. En todos los casos se debe hacer un análisis de esfuerzos y garantizar la estabilidad mecánica tanto de la estructura del montaje como del transformador, y sus elementos de sujeción, conexión y protección.
- ❖ Los transformadores de distribución deben poseer un dispositivo para levantarlos o izarlos, el cual debe ser diseñado para proveer un factor de seguridad mínimo de (5) cinco para transformadores en refrigerados en aceite y de mínimo (3) tres para transformadores tipo seco. El esfuerzo de trabajo es el máximo desarrollado en los dispositivos del levantamiento por la carga estática del transformador completamente ensamblado.
- ❖ El transformador debe tener el punto neutro y la carcasa sólidamente conectados a tierra.




**Figura 1. conexión de puesta a tierra en alta y baja**

- ❖ La instalación de la subestación debe garantizar que se cumplan las distancias de seguridad establecidas en el Título 10 del RETIE vigente que le apliquen.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 18 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------




	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

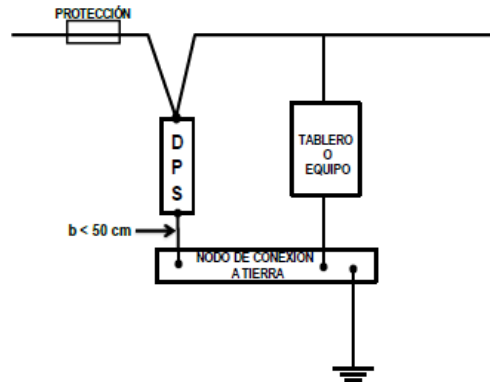
- ❖ Las conexiones en media tensión deben realizarse con una configuración y rigidez mecánica suficiente para evitar desplazamientos causados por el viento o vibraciones, que puedan generar contactos indebidos.
- ❖ El mantenimiento de los transformadores se hará de acuerdo con lo indicado en el código de distribución de energía eléctrica (Resolución 070 del 8 de junio de 1998) expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG. Lo anterior se hará extensivo a las líneas de Media Tensión de uso dedicado que alimentan dichos transformadores.
- ❖ En los transformadores monofásicos para montaje en circuitos zona rural, queda expresamente prohibido utilizar en las instalaciones eléctricas, el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento. No se permitirá el uso de sistemas monofilares, es decir, donde se tiende sólo el conductor de fase y donde el terreno es la única trayectoria tanto para las corrientes de retorno como de falla. Por lo anterior todos los transformadores deben ser mínimo de doble buje conectados a dos fases.
- ❖ Se deben atender las normas de planeamiento municipal o distrital, sobre uso del suelo y espacio público y propiciar que la subestación no genere contaminación visual, especialmente cuando se comparte la infraestructura con otros servicios.

#### 4.3.2. Equipo de protección

- ❖ Los elementos de maniobra y protección a instalar en el punto de conexión del sistema eléctrico de CENS dependerán de la capacidad instalada de los equipos que custodian como se indica en numeral 4.1.1 de la presente norma.
- ❖ Para la selección y conexión de los bajantes y protecciones del transformador en MT y BT, se debe cumplir con los lineamientos establecidos en la norma CNS-NT-03-08 Protección y bajantes de transformadores de distribución tipo poste. En el caso de cargas especiales que soliciten altas corrientes en tiempo corto (arranques de motores, etc.) estos aspectos deben tenerse en cuenta para la selección del fusible correspondiente.
- ❖ Toda subestación tipo poste debe tener en el lado primario del transformador protección contra sobrecorrientes y contra sobretensiones (DPS). Los transformadores deben poseer soportes incorporados para los (DPS) (tipo polimérico) de tal forma que se ubiquen en la parte posterior del transformador, adicionalmente se instalará una protección del tipo filtro de onda en los lugares que CENS lo determine.
- ❖ El DPS debe instalarse en el camino de la corriente de impulso y lo más cerca posible de los bujes del transformador y conforme la siguiente gráfica:

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 19 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04



**Figura 2. Montaje normalizado de DPS**


- ❖ En media tensión se deben utilizar cortacircuitos para instalación a la intemperie y cumpliendo con las características mínimas establecidas en la especificación técnica ET-TD-ME05-06 CORTACIRCUITOS Y PORTAFUSIBLES, disponible en la página web de CENS.
- ❖ Se prohíbe la apertura o cierre de cortacircuitos con carga, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco.
- ❖ Para protección contra sobretensiones en media tensión se utilizarán Dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) tipo distribución de óxido de zinc, los cuales deben cumplir las características mínimas dispuestas en la especificación técnica ET-TD-ME05-02- DPS MENOR O IGUAL A 60 KV, disponible en la página web de CENS.
- ❖ En la localización de los (DPS) se deberá tener en cuenta que eléctricamente se deben instalar adyacentes a los bujes de alta del transformador (“aguas abajo de los cortacircuitos”) cumpliendo con la figura 2.

#### 4.3.3. Barrajes y puesta a tierra del neutro

- ❖ El diseño del sistema de puesta a tierra debe tener en cuenta la resistividad del terreno donde será instalado, estas mediciones deben realizarse conforme al procedimiento establecido en la norma técnica RA6- 014 Mediciones para el sistema de puesta a tierra.
- ❖ La conexión de barrajes y neutro para subestaciones tipo poste deben cumplir con la norma CNS-NT-03-08 Protección y bajantes de transformadores de distribución tipo poste.
- ❖ Dado que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla 3.12.3.a. del RETIE vigente. El cumplimiento de estos valores no exonera al

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 20 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, estas nunca deben superar las máximas permitidas.


- ❖ El calibre del conductor bajante de puesta a tierra de equipos y neutro debe ser mínimo 4 AWG, equivalente a 21,15 mm<sup>2</sup>.
- ❖ Los bajantes de puesta a tierra del DPS y del neutro se deben instalar al interior del poste utilizando los orificios destinados en poste para tal fin en zonas urbanas, en los casos donde no se posible esta instalación se debe garantizar que el bajante no permita el contacto directo. No se permitirán empalmes de ninguna clase en los cables de puesta a tierra.
- ❖ El uso del fleje en acero austenítico en la presentación de “kit de puesta a tierra” como bajante de puesta a tierra, no está permitido en áreas urbanas, se permite en zonas rurales siempre y cuando no se superen los 4.52 kA de corriente de cortocircuito.

#### 4.4. SUBESTACIONES TIPO PEDESTAL O TIPO JARDÍN

##### 4.4.1. Disposiciones generales


- ❖ Los transformadores de distribución tipo pedestal “Pad Mounted” deben ser diseñados para ser alimentados por redes subterráneas, pueden ser instalados en interior o exterior.
- ❖ Una subestación tipo pedestal consiste en dos gabinetes independientes tipo intemperie, uno para el transformador internamente protegido contra cortocircuito y sobrecarga, y el otro gabinete para el seccionador de maniobras con terminales de media tensión de frente muerto. Los gabinetes deben estar provistos de puertas con cerraduras, de tal forma que los mandos, accesorios y conexiones eléctricas queden inaccesibles al público.
- ❖ Cuando los transformadores tipo pedestal trifásico o monofásicos tengan dos puertas, cada compartimiento debe tener una puerta construida de tal manera que proporcione acceso al compartimiento del primario solo después de que se haya abierto la puerta del secundario.
- ❖ El compartimiento de baja tensión debe estar provisto de un sistema para que el usuario instale un candado de seguridad.
- ❖ Por seguridad, todas las partes energizadas deben estar en compartimientos bloqueables.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 21 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ En el transformador de pedestal, los terminales de conexión de los cables eléctricos se sitúan en la pared frontal del transformador.
- ❖ Debe ser fabricado con los compartimientos de alta y baja tensión separados y equipados con puertas frontales, los de media tensión en compartimientos al lado izquierdo y los de baja tensión en un compartimento al lado derecho; tales compartimientos se deben separar internamente mediante una barrera metálica, de tal forma que cada uno tenga su propia puerta.
- ❖ Los transformadores Pad Mounted deben disponer de un seccionador interno tripolar por MT.
- ❖ Los transformadores que se instalen en conjuntos residenciales cerrados deben ser ubicados de tal forma que exista acceso de vehículo grúa o montacarga con capacidad de izar y transportar el seccionador y/o transformador y se propenderá por quedar a la vista del servicio de celaduría o usuarios.
- ❖ Para subestaciones tipo pedestal o tipo jardín expuestas al contacto del público en general, que en condiciones normales de operación la temperatura exterior del cubículo supere en 45 °C la temperatura ambiente, se deben colocar avisos que indiquen la existencia de una “superficie caliente”.
- ❖ El área de los equipos de pedestal (seccionador de maniobra y transformador de pedestal) se cerrará con malla eslabonada galvanizada, que impida el acceso a personas no autorizadas al área de los equipos. La malla tendrá un mínimo de 2,5 m de altura y se instalará a una distancia mínima de un (1) metro del perímetro de los equipos.
- ❖ El cerramiento se diseñará con una puerta de acceso de dos (2) metros de ancho o el necesario para el fácil acceso a mantenimiento y entrada o salida de equipos, de acuerdo al mayor tamaño de los equipos.
- ❖ También se permite la instalación de subestaciones de pedestal en un local, con la condición de que el acceso sea desde la calle, es decir exterior al edificio, con el fin de evitar el ingreso al inmueble o solicitud de permisos al usuario.
- ❖ A la puesta a tierra del transformador tipo pedestal deben conectar sólidamente todas las partes metálicas que no transporten corriente y estén descubiertas: el neutro del transformador, la pantalla metálica de los cables de M.T., los puntos de tierra de los terminales preformados y los descargadores de sobretensión.
- ❖ En algunos casos podrán tener domos para la salida del aire caliente o podrá instalarse su propio sistema de ventilación forzada.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 22 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ La envolvente tendrá el espacio suficiente de tal forma que permita: alojar el transformador, una adecuada ventilación, distancias eléctricas a partes energizadas y radio de curvatura de conductores.
- ❖ Las envolventes deben ser Pernadas al suelo y con medios para amortiguar las vibraciones y ruidos.

#### 4.5. CUARTOS DE SUBESTACIÓN PAQUETIZADOS O PREFABRICADOS

Los cuartos de subestación prefabricados o paquetizados, incluyendo las subestaciones móviles, deben certificarse plenamente como instalación de transformación, para tal efecto, las declaraciones de cumplimiento del diseñador y del constructor las deben suscribir con su nombre legible y firma, los responsables del diseño y del montaje o armado de los equipos y la verificación la debe hacer un organismo de inspección acreditado con alcance en instalaciones de transformación, en el lugar de operación, con las respectivas conexiones del equipo con el resto de la instalación.

La instalación de subestaciones paquetizadas o prearmadas, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- ❖ El propietario de la instalación o aquel que se encuentre encargado de la misma debe contar con las instrucciones para el transporte, almacenamiento, instalación, operación y mantenimiento de la subestación prefabricada.
- ❖ Para la instalación de este tipo de subestación se debe realizar la preparación del sitio, teniendo en cuenta aspectos como:
  - Movimientos de tierra civiles.
  - Terminales de tierra externos y barras de compensación de potencial, si aplica.
  - Posición de las entradas de cables.
  - Conexión a la red externa de drenaje pluvial, el tamaño y disposición de la tubería, cuando aplique.
- ❖ Se debe acatar cualquier restricción o condición que sea indicada por el fabricante para la correcta instalación, operación y mantenimiento de la subestación prefabricada.
- ❖ La instalación eléctrica de los cuartos de subestación paquetizados o prefabricados, debe cumplir los requisitos generales de subestaciones que le apliquen; en caso de el fabricante, según su diseño y norma de fabricación, considere que se deben hacer ensayos particulares en sitio, el responsable de la instalación del equipo deberá llevar a cabo dichos ensayos y verificar el correcto funcionamiento de este.
- ❖ En cada punto de acceso de personas a la subestación paquetizada o prearmada, se debe fijar una señal con el símbolo de riesgo eléctrico, de acuerdo con las características

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 23 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

establecidas en el numeral 2.3.2 del capítulo 2 de la norma técnica de CENS, e indicar el nivel de tensión asociado, así como, señales de seguridad y salud en el trabajo que le apliquen.

- ❖ Los conductores eléctricos de los circuitos de entrada o de salida de la subestación paquetizada o prearmada, así como alambrado interno de potencia incluyendo barrajes, deben cumplir con el código de colores establecido en el RETIE vigente.
- ❖ El espacio de trabajo de la subestación paquetizada o prearmada, debe ser como mínimo 2,0 m de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o de la plataforma), 0,92 m de ancho (medidos paralelamente al equipo) o el ancho del equipo para tensiones menores a 1.000 V, siempre y cuando este no sea menor a 0,76 m, y una profundidad mínima de 0,9 m; si la subestación paquetizada es diseñada bajo la norma IEC 62271-202, la profundidad mínima deberá ser de 0,8 m que puede reducirse máximo a 0,5 m cuando las puertas estén abiertas o los accionamientos mecánicos sobresalen del aparato.

## 4.6. SUBESTACIONES TIPO INTERIOR

### 4.6.1. Alcance

Los siguientes lineamientos son aplicables a subestaciones instaladas al interior de un local independiente de su propiedad.


Este tipo de instalación debe cumplir lo establecido en la sección 450 de la norma NTC 2050 y adicionalmente los requisitos que le apliquen, adoptados de la norma IEC 62271-200.

### 4.6.2. Disposiciones generales

- ❖ En todo proyecto eléctrico para un edificio en el que se tenga previsto la instalación de una subestación tipo interior, debe reservarse el espacio suficiente para la misma y para los elementos de protección y medida correspondientes.
- ❖ Se deben ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior, localizado en áreas comunes, como medios apropiados que faciliten la entrada y salida de los equipos, para permitir al personal competente el desarrollo de mantenimientos, revisiones e inspecciones.
- ❖ En subestaciones y cuartos eléctricos debe asegurarse que una persona sin autorización no pueda acceder a las partes energizadas del sistema, ni tocándolas de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan poner en contacto con un elemento energizado.
- ❖ Se requiere la construcción de bóveda cuando se cumplan las siguientes condiciones:


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 24 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- Cuando se instalen transformadores aislados en aceite.
  - Cuando se instalen transformadores tipo seco de potencia mayor a 112,5 kVA.
  - Cuando se instalen transformadores tipo seco de tensión nominal mayor a 35 kV.
- ❖ Cuando se requiera la construcción de bóveda se deben cumplir los lineamientos mencionados en el numeral 4.6.3 de esta norma.
  - ❖ Los transformadores aislados en aceite deben ser ubicados a nivel del piso de acceso o cualquier nivel de sótano. No deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima o contiguos a sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas, que puedan ser objeto de incendio o daño por el derrame del aceite refrigerante.
  - ❖ Los transformadores tipo seco podrán instalarse en cualquier piso o sótano. En sitios con posibilidades de inundación el transformador seco debe ser capsulado tipo F.
  - ❖ Toda subestación alojada en cuartos debe disponer del número y forma apropiada de salidas de emergencia, para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente. Donde se identifique que puedan quedar personas atrapadas, se debe contar con puertas que abran hacia afuera y estar dotadas de cerraduras antipánico u otro mecanismo certificado para este propósito. Se exceptúan de este requisito los cuartos con sistemas de menos de 600 V, cuyo espacio libre total frente a los equipos supere el doble de los requerimientos mínimos de espacios de trabajo según RETIE.
  - ❖ Cuando se instalen transformadores que requieran bóveda, no se permite alojar equipos adicionales, tales como celdas y tableros. La bóveda deberá ser exclusiva para el transformador.
  - ❖ En los casos en los que se instale un transformador tipo pedestal refrigerado en aceite en una subestación tipo interior, este debe cumplir con las mismas exigencias que las establecidas para un transformador convencional en aceite, las que se encuentran especificadas en esta norma y la norma NTC 2050.
  - ❖ El local destinado para la instalación de los equipos de maniobra y protección no tiene la exigencia de ser resistente al fuego, siempre y cuando los equipos no sean aislados en aceite dieléctrico.
  - ❖ Cuando se instalen transformadores secos que no requieran bóveda, éstos deben instalarse en celdas, y sus equipos de maniobras y protección pueden instalarse en el mismo local.
  - ❖ Los transformadores de tipo seco instalados en interiores y de 112,5 kVA nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 0,3 m de materiales combustibles, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 25 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

y aislante del calor.

- ❖ Toda subestación eléctrica alojada en cuartos, sótanos, debe contar con los elementos de drenaje o bombeo que impida la inundación; en caso de que no se posible cumplir esta condición, el equipo debe ser tipo sumergible.
- ❖ La planta de emergencia deberá estar ubicada en un cuarto diferente al local de la subestación. Por seguridad, ambos accesos deben ser independientes, es decir, el acceso o salida de la planta no debe hacerse a través de la subestación o viceversa, o a través de oficinas o cuartos destinados para otros usos. El acceso debe permitir la fácil entrada y salida de personas o equipos. Los ductos y conductores que van desde o hacia la planta de emergencia, deben estar sellados para evitar que derrames de combustible ingresen al local de la subestación.
- ❖ Los cuartos destinados a la instalación de equipos eléctricos deben cumplir con las distancias mínimas de seguridad y los requisitos de ventilación, así mismo, no deben alojar equipos de medición o control de instalaciones de gas, combustible, de agua u otros líquidos. Si en el cuarto eléctrico se tienen instalados equipos que energizan, controlan o protegen equipos hidráulicos, se debe contar con barreras de separación que impidan que las partes energizadas entren en contacto con el agua o que las personas encargadas de la operación y mantenimiento lo hagan desde espacios mojados.
- ❖ Las aberturas de ventilación deben ubicarse lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios. Se debe verificar que las aberturas de ventilación estén cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.
- ❖ En subestaciones de media tensión tipo interior se deben realizar los cálculos de ventilación garantizando un flujo adecuado de aire, la cual debe proveerse por medios no vulnerables a los cortes de energía del transformador en condiciones de plena carga.


#### 4.6.3. Bóvedas

Las bóvedas para alojar transformadores aislados con aceite mineral, independiente de su potencia, transformadores tipo seco de más de 112.5 kVA, transformadores secos con tensión mayor a 35 kV, transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión, o transformadores aislados en líquidos no inflamables, deben cumplir los siguientes requisitos:

- ❖ El local para transformadores debe cumplir con la Norma NTC 2050 Artículo 450 sección III “Bóveda de transformadores”.
- ❖ Cuando el transformador se deba instalar en bóveda, no se permite alojar equipos adicionales, tales como celdas y tableros. La bóveda deberá ser exclusiva para el transformador.
- ❖ Las paredes, pisos y techos de la bóveda deben soportar como mínimo tres horas al fuego, manteniendo su condición estructural sin que se deforme o permita que la cara no

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 26 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04


expuesta al fuego supere los 150 ° C, cuando se tenga en el interior de la bóveda una temperatura hasta de 1.000 °C. No se permite el uso de bóvedas construidas con paredes, techos o piso en placas prefabricadas que puedan ser degradadas en procesos como el de limpieza. Para la instalación en interiores de transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión (mayor a 300 °C) se permite que la bóveda soporte el fuego por mínimo 1 hora.

- ❖ Las bóvedas deben contar con los sistemas de ventilación, para operación normal de los equipos y con los dispositivos que automáticamente cierran en el evento de incendio. Al cierre se debe asegurar que las juntas de las puertas y ventanas de ventilación queden selladas de forma tal que impida el paso de gases calientes o entre aire que ayude a la combustión.
- ❖ Las bóvedas para alojar transformadores aislados con aceite mineral, independiente de su potencia o transformadores tipo seco de más de 112.5 kV, transformadores secos con tensión mayor a 35 kV, instalados en interiores de edificios, requieren que las entradas desde el interior del edificio estén dotadas de puertas cortafuego, capaces de evitar que el incendio del transformador se propague a otros sitios de la edificación.
- ❖ Para transformadores secos, de potencia mayor o igual a 112,5 kVA, con RISE (aumento de temperatura) menor de 80 °C y tensión inferior a 35 kV, se acepta una bóveda o cuarto de transformadores resistente al fuego durante 1 h.

#### 4.6.4. Celdas

- ❖ En las subestaciones interiores todos los equipos eléctricos serán resguardados por medio de celdas debidamente conectadas a tierra y etiquetadas con la información requerida en el Artículo 3.10.5. del RETIE vigente.
- ❖ Salvo que el fabricante especifique otro valor, la distancia de la celda al techo no debe ser menor de 60 cm. No aplica para celdas para alojar transformadores siempre y cuando dicha celda no cuente con aberturas de ventilación en la parte superior.
- ❖ Cuando se requiera acceso para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior de la celda, debe existir una distancia mínima de trabajo de 0,75 m medidos horizontalmente.
- ❖ La instalación de cables al interior de la celda no debe pasar por detrás, por encima o atravesar los barrajes no puestos a tierra y no aislados.
- ❖ Para realizar las conexiones entre cable y barrajes se deben utilizar terminales. Si la conexión se realiza con conductor de aluminio se deben utilizar conectores bimetálicos. No se deben realizar perforaciones adicionales a los barrajes, distintas a las previstas.
- ❖ Se debe garantizar que los tableros o celdas, cuenten con conexiones efectivas con el sistema de puesta a tierra.


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 27 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Los barrajes de tierra de un conjunto de secciones modulares deben quedar interconectadas, utilizando tornillos y tuercas mínimo grado o clase 5, con la presión adecuada a la tornillería.
- ❖ Para celdas y tableros de medida se deben cumplir las disposiciones del capítulo 7 de la norma técnica de CENS.
- ❖ Se deben seguir los lineamientos expuestos en el capítulo 6 para el sistema de medición y siempre se debe garantizar que el equipo de medida quede antes de cualquier seccionamiento o protección del transformador.
- ❖ En el caso de que el tablero de distribución de baja tensión se instale dentro del local de la subestación, se requiere ampliar el correspondiente local según el tamaño del tablero.
- ❖ Para prevenir accidentes por arcos internos, se deben cumplir los siguientes criterios:
  - Las celdas deben permitir controlar los efectos de un arco (sobrepresión, esfuerzos mecánicos y térmicos), evacuando los gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o 2 metros por encima del frente.
  - Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.
  - Las piezas susceptibles de desprenderse (Ej.: Chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.
  - Cuando se presente un arco, no debe perforar partes externas accesibles, ni debe presentarse quemadura de los indicadores por gases calientes.
  - Conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.
  - Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones deben alojar en su interior los equipos de corte y seccionamiento por esta razón deben ser metálicos y los límites del encerramiento no deben incluir las paredes del cuarto dedicado al alojamiento de la subestación.
  - Las ventanas de inspección deben garantizar el mismo grado de protección y el mismo nivel de aislamiento.
  - Las cubiertas y puertas no deben permitir el acceso a personal no calificado al lugar donde se alojan los barrajes energizados; en el caso en el que sean removibles se deben garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales mediante la implementación de cerraduras o enclavamientos, en el caso que sean fijas, no se pueden retirar sin la ayuda de herramientas manejadas por personal calificado que conoce el funcionamiento de las subestaciones.
  - Los enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en una subestación son indispensables por razones de seguridad de las personas y conveniencia operativa de la instalación para no permitir que se realicen accionamientos indebidos por errores humanos.

#### 4.6.5. Equipo de protección y maniobra en media tensión

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 28 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Los elementos de maniobra y protección a instalar en el punto de conexión del sistema eléctrico de CENS dependerán de la capacidad instalada de los equipos que custodian como se indica en numeral 4.1.1 de la presente norma.
- ❖ Todos los transformadores ubicados al interior de las edificaciones deben contar con un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el lado primario y que permita la apertura simultanea de todas sus fases.
- ❖ Los elementos de interrupción y seccionamiento deben tener una indicación ligada directamente a la posición de sus contactos. Pueden ser mímicos que muestren el estado real de operación que se está ejecutando con el fin de entender la operación y garantizar el estado del sistema por alguna persona ajena a la subestación.
- ❖ El cubículo del transformador debe disponer de un enclavamiento mecánico para permitir el acceso.
- ❖ Cuando se realice una derivación en media tensión desde una red subterránea, se deberá dejar en el diseño un espacio para la futura red subterránea o construir una caja para realizar la derivación mediante un barraje sumergible.
- ❖ Para protección contra sobrevoltaje se utilizarán DPS apropiados para uso interior. Todas las partes metálicas no conductoras de corriente de la subestación se conectarán a tierra de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.11 del Capítulo 2; para ello la subestación llevará una barra de cobre electrolítico que interconecte todos estos puntos. La instalación se deberá llevar a cabo teniendo en cuenta la figura 2.

#### 4.6.6. Barrajes en baja tensión

Los barrajes de baja tensión se diseñarán en cobre electrolítico de alta pureza seleccionando el calibre adecuado para las corrientes nominales y de corto circuito de servicio. Se soportarán sobre aisladores o portabarras de resina, porcelana o baquelita de alta resistencia con capacidad para soportar los esfuerzos de cortocircuito exigidos por el sistema.

#### 4.6.7. Equipo de medida

Los medidores de energía y transformadores de medida se seleccionarán de acuerdo con lo establecido en el capítulo 6 y sus anexos.

Los medidores y las correspondientes borneras se localizarán en un compartimiento separado de los demás elementos incluidos en los módulos. Dicho compartimiento dispondrá de ventanilla para la lectura y deberá tener la facilidad de ser sellado por la Empresa.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 29 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04


Los equipos de medida que se instalen dentro de celdas o tableros deben cumplir con los requisitos mostrados en el Capítulo 7 de la norma técnica de CENS.

#### 4.6.8. Local de subestaciones

- ❖ En el local de la subestación debe existir un área suficiente para la colocación de los equipos, el acceso y el espacio de trabajo para la segura manipulación y el mantenimiento de estos.
- ❖ El local de la subestación deberá ser de uso exclusivo para la ubicación de los equipos eléctricos y no deberá ser empleado como cuarto de aseo, almacenamiento o depósito de materiales.
- ❖ Cuando el suministro eléctrico de la instalación sea en el nivel de tensión II o superior y el equipo secundario pueda ser operado por personal no calificado para su manejo, éste deberá instalarse en un local independiente.
- ❖ En el local de la subestación donde se aloje el transformador o equipos de media tensión no deberán ubicarse equipos de comunicaciones, televisión o teléfono.
- ❖ El local para los equipos de maniobra debe tener espacio necesario para alojar según el caso:
  - Celdas encapsuladas entrada - salida y protección.
  - Celda de protección.
  - Seccionadores de maniobra.
  - Además de acuerdo con la carga y el diseño pueden estar incluidos la celda de medida de M.T., el tablero general de acometida y otros seccionadores dúplex o de maniobra.
- ❖ Los Centros de Transformación instalados en el interior de edificaciones deben cumplir las recomendaciones de la Norma NTC 2050 Artículo 450 respecto a la seguridad contra incendios cuando se utilicen transformadores en aceite.
- ❖ El local del Centro de Transformación no puede ser ubicado en un área clasificada como peligrosa (ver norma NTC 2050 artículos 500 a 517), en los cuales cubren los requisitos de instalación donde puede existir peligro de fuego o explosión debido a líquidos, gases o vapores inflamables, polvo combustible, fibras, cenizas o sustancias volátiles inflamables. Cada área deberá ser considerada individualmente para determinar su clasificación.
- ❖ Frente a la puerta del local de la subestación, no deben instalarse vehículos o equipos y

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 30 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

materiales que impidan el fácil acceso. Tampoco se deben colocar tanques de combustible o materiales inflamables.

- ❖ La altura mínima de los locales de subestación cubiertos donde el nivel de tensión es 2, será de 2.10 m.
- ❖ Para equipos de acometida o tableros de baja tensión de no más de 200 A, en unidades de vivienda, la altura mínima en este caso es de 1.90 m.
- ❖ Por el local del Centro de Transformación no podrán pasar tuberías ajenas a la instalación eléctrica tales como agua, alcantarillado, gas o cualquier otro tipo de instalación excepto las de los equipos de extinción de incendios. No se consideran ajenos a la instalación eléctrica las tuberías u otros aparatos para la protección única y exclusiva de la bóveda contra incendios o para la ventilación de los transformadores.


#### 4.6.9. Iluminación

- ❖ El cuarto deberá disponer de alumbrado eléctrico con los niveles de iluminación exigidos por el RETILAP. En ningún caso, los espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico deben ser iluminados con un nivel inferior a 100 lux.
- ❖ El control del alumbrado se debe localizar exterior al local cerca a la puerta de acceso, o interior en un sitio cercano a la puerta cuando el local da a la calle.
- ❖ Los locales de subestación de media tensión deberán proveerse de alumbrado de emergencia, con baterías y cargador. Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.

#### 4.6.10. Sistema de puesta a tierra (SPT)

- ❖ El diseño del sistema de puesta a tierra debe tener en cuenta la resistividad del terreno donde será instalado, estas mediciones deben realizarse conforme al procedimiento establecido en la norma técnica RA6- 014 Mediciones para el sistema de puesta a tierra.
- ❖ En este caso siempre se diseñará una puesta a tierra teniendo en cuenta el numeral 2.11 del Capítulo 2.
- ❖ El diseño se ajustará a las facilidades del sitio de montaje y garantizará el cumplimiento de las tensiones de paso y de contacto.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 31 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04


- ❖ Las partes metálicas de la subestación que no transporten corriente y estén descubiertas, se conectarán a tierra en las condiciones previstas en el Artículo 250 de la norma NTC 2050, mediante conductores con los calibres establecidos en las tablas 250-94 y 250-95.
- ❖ El sistema de puesta a tierra (SPT) debe ser construido antes de fundir la placa del piso del local.
- ❖ Cuando se requiera una la construcción de una malla de puesta a tierra como SPT se debe utilizar cable desnudo de cobre con calibre igual o superior al No. 2/0 AWG, utilizar conectores que cumplan la Norma IEEE-837 o en su defecto se utilizará soldadura exotérmica. A la malla de tierra se deberán instalar como mínimo dos varillas de puesta a tierra de 2,40 m x 5/8" (16 mm), distanciadas entre si mínimo dos veces la longitud de la varilla. En todo caso el diseño deberá regirse por las condiciones establecidas en el Capítulo 2 numeral 2.11 y los requisitos establecidos en el RETIE.
- ❖ En el punto de conexión del conductor de puesta a tierra a la malla de puesta a tierra se debe dejar cajas o pozos de inspección de libre acceso donde se pueda medir, revisar y mantener la resistencia de la malla de puesta a tierra. Esta caja o pozo de inspección de la malla de puesta a tierra es un cuadrado o un círculo de mínimo 300 mm de lado o 300 mm de diámetro. También se puede construir una caja de tierras, sobre un muro, donde lleguen y salgan los conductores de tierra.
- ❖ Los elementos que se deben conectar a tierra en una subestación son como mínimo los siguientes:
  - La pantalla metálica de los cables de M.T (en uno de los extremos del cable, se recomienda aterrizar el del Centro de transformación).
  - Los herrajes de soporte de los cables.
  - Las celdas de M.T.
  - El tanque y neutro del transformador.
  - Los tableros de B.T.
  - Equipos de medida donde estén instalados.

#### 4.6.11. Acceso y espacios de trabajo

- ❖ Se deben cumplir los espacios mínimos de trabajo en subestaciones tipo interior mostradas en el artículo 5.1 *Espacio de trabajo alrededor de los equipos*. de la norma EPM RA8-014 según cada proyecto.
- ❖ Los transformadores secos que no sean alojados en celdas deben tener un espacio libre no menor de 0,6 m entre transformadores, y 0,20 m entre un transformador y una pared o muro (si entre estos no hay circulación de personas), o los espacios que determine el

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 32 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04


fabricante del transformador si estos son mayores, de manera tal que facilite el acceso para inspección y asegure la ventilación del equipo.

- ❖ El acceso al local del Centro de Transformación debe tener un ancho mínimo de 2 000 mm para permitir la entrada o salida de equipos o celdas. Se instalarán puertas de mayor tamaño cuando los equipos superen esta medida. Además, el sitio donde se localice la subestación será, de libre acceso al personal de la CENS o autorizado por ella.
- ❖ En lo posible se debe dejar la puerta de la subestación enfrentada a la celda del transformador, dejando una distancia libre mínima de 1 500 mm desde el frente de la celda del transformador al primer obstáculo. Si no es posible dejar la celda del transformador frente a la puerta del cuarto se debe dejar una distancia libre mínima de 1,90 m al frente de la celda del transformador.
- ❖ Para locales con equipos de pedestal y capsulados con transformadores tipo seco Clase H o F, las anteriores distancias de 1500 o 1900 mm se pueden reducir a 600 mm, si se utiliza una puerta de plegable con celosías, cubriendo todo el frente en lugar de la pared frontal del local. Esta puerta plegable cuando esté abierta debe dejar espacio necesario para sacar el transformador y realizar trabajos en las otras celdas. En locales con transformadores aislados en aceite también la distancia libre mínima podrá ser 0,60 m si la puerta a prueba de fuego es igual al ancho del local.
- ❖ No se permite la instalación de cajas o armarios de medidores dentro del local del Centro de Transformación. En el caso de instalarse en el local un Tablero General de Acometidas, el espacio de trabajo para el equipo eléctrico con tensiones nominales de 600 V o menores debe ser el especificado en la Norma NTC 2050 Artículo 110-16. Las distancias deben medirse desde las partes activas, si están descubiertas o desde el frente de la cubierta o abertura de acceso cuando estén encerradas.

#### 4.6.12. Piso

- ❖ Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor mínimo de 0,1 m, pero, donde la bóveda está construida con un espacio vacío u otras plantas del edificio por debajo de ella, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas.
- ❖ En el sitio donde se ubique el local se fundirá una placa de concreto. En esta placa se dejarán embebidos los pernos de anclaje de las celdas y de los rieles de deslizamiento para la entrada del transformador.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 33 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Esta placa de concreto debe presentar una superficie perfectamente horizontal a la base de las celdas o a los equipos tipo pedestal. Los transformadores de pedestal pueden o no llevar base e ir instalados a nivel de piso, cuando se instalen en locales.
- ❖ Para el caso de los Centros de Transformación de instalación interior donde el piso es de concreto y por tanto la resistividad superficial está entre 20-50 ohmios- metro, se hace necesario recubrir el piso, una vez instalados los equipos (transformadores y celdas) con baldosas de aislantes no combustibles, que presenten una resistividad alta con el fin de cumplir las normas de seguridad de las tensiones tolerables de paso y de contacto.
- ❖ Cuando se requiera instalar cárcamos o fosos para el aceite, el piso del local podrá tener un nivel superior hasta de 30 cm del nivel del piso terminado de la edificación.

#### 4.6.13. Cárcamos y foso

Dentro del local del centro de Transformación no se deben construir cajas de inspección eléctrica y en su lugar se construyen cárcamos, para los cables eléctricos.


Para transformadores aislados en aceite deben poseer medios para confinar el aceite y no permitir su salida a otras áreas, por lo que se construyen fosos y brocal a la entrada del local. Para transformadores tipo seco no se requiere foso, ni brocal.

El piso de los cárcamos y de los fosos para el aceite será en concreto y las paredes podrán ser en concreto o en ladrillo pañetado.

#### 4.6.14. Paredes y techo

- ❖ El local con transformador seco o refrigerado en aceite debe cumplir con los requerimientos de los artículos 450-21, 450-23, 450-24 y 450-26 de la Norma NTC 2050.
- ❖ Para transformadores con aislamiento en aceite, las paredes, el techo y el piso, se construirán en material de adecuada resistencia estructural y una resistencia al fuego de 3 horas (norma ASTM E119/83), NFPA 251-85. Se exceptúan los locales donde los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua pulverizada, dióxido de carbono o halón, en este caso debe permitirse que la construcción tenga valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora.
- ❖ Las paredes para el local donde se instalan las celdas de distribución o los equipos de maniobra se construirán en tabique con ladrillo tolete prensado a la vista o pañetado y pintado por ambas caras.
- ❖ Se deberán tomar todas las precauciones para evitar la entrada de agua por infiltraciones, para lo cual se recomienda no ubicar el local en áreas donde coincidan con juntas de construcción o dilatación, debajo de jardines y muros perimetrales. En el caso de que se

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 34 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

ubique en dichas zonas se debe hacer una adecuada impermeabilización.

#### 4.6.15. Puertas en general

Existen varios tipos de puertas dependiendo del tipo de aislamiento del transformador, del material combustible cercano y de las limitaciones de espacio:

- ❖ Puertas cortafuego para bóvedas de transformadores aislados en aceite.
- ❖ Puerta metálica en celosía de dos hojas abriendo hacia afuera, de 2 metros de ancho o del espacio necesario para el ingreso de celdas o equipos de mayor tamaño y entre 1 800 y 2 300 mm de altura
- ❖ Puerta metálica plegable en celosía de dos hojas

Para evitar problemas de acúñamiento la puerta debe tener una tolerancia de 5 a 8 mm con relación al marco y tener mínimo tres (3) bisagras.

Las puertas deben tener un umbral o bordillo de altura suficiente para confinar el aceite del transformador más grande dentro de la bóveda y en ningún caso la altura debe ser menor de 0,1 m.

Las puertas deben contar con una cerradura que les permitan abrirse desde el interior por simple presión (cerradura antipánico) y con un dispositivo o placa de presión que las mantengan normalmente cerradas, permitiendo el cierre de la puerta al ajustarse sin necesidad de usar llave para cerrarlas.

##### 4.6.15.1 Puertas cortafuego

Los requisitos de la puerta cortafuegos adoptados de las normas NFPA 251, NFPA 252, NFPA 257, NFPA 80, ANSI A156.3, UL 10 B, ASTM A 653 M, ASTM E152 y EN 1634 -1, serán los siguientes y deben demostrarse mediante certificado de conformidad:

- ❖ La puerta debe resistir el fuego mínimo durante tres horas cuando la bóveda aloja transformadores refrigerados en aceite o transformadores secos de tensión mayor o igual a 35 kV. Se exceptúan los locales donde los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua pulverizada, dióxido de carbono o halón, en este caso debe permitirse una puerta con valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora.
- ❖ Frente a las puertas cortafuego debe dejarse un área libre a una distancia no menor a un metro medido desde la puerta. Esta área debe ser demarcada con franjas reflectivas y no podrán ubicarse materiales combustibles o vehículos.
- ❖ Debe ser construida en materiales que mantengan su integridad física, mecánica y dimensiones constructivas para minimizar y retardar el paso a través de ella de fuego o gases calientes, capaces de provocar la ignición de los materiales combustibles que estén a distancia cercana, del lado de la cara no expuesta al fuego.


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 35 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Las puertas no deben emitir gases inflamables ni tóxicos.
- ❖ La temperatura medida en la pared no expuesta al fuego no debe ser mayor a 200 °C en cualquiera de los termopares situados a distancias mayores de 100 mm de los marcos o uniones y la temperatura media de estos termopares no debe superar los 150 °C; la temperatura medida en los marcos no debe superar los 360 °C cuando en la cara expuesta al fuego se han alcanzado temperaturas no menores a 1000 °C en un tiempo de tres horas de prueba.
- ❖ La puerta cortafuego debe ser dotada de una cerradura antipánico que garantice que la chapa de la puerta no afecte las características y buen funcionamiento de la misma, la cerradura debe permitir abrir la puerta desde adentro de la bóveda de forma manual con una simple presión aun cuando externamente esté asegurada con llave. Se podrán aceptar cerraduras antipánico probadas a dos horas, cuando la temperatura de la cara expuesta alcance los 1000 °C.
- ❖ La puerta debe garantizar un cierre hermético con el fin de minimizar el paso de gases o humos durante tres horas.
- ❖ Las puertas cortafuego no deben tener elementos cortantes o punzantes que sean peligrosos para los operadores.
- ❖ Las puertas se deben probar en un horno apropiado, que permita elevar la temperatura en un corto tiempo, a los siguientes valores mínimos de temperatura: a 5 minutos 535 °C, a 10 minutos 700 °C, a 30 minutos 840 °C, a 60 minutos 925 °C, a 120 minutos 1000 °C y a 180 minutos 1050 °C.
- ❖ Adicionalmente, la puerta cortafuego debe tener en lugar visible una placa permanente con el símbolo de riesgo eléctrico de acuerdo con las características establecidas en el presente Reglamento.
- ❖ En la instalación de la puerta se debe garantizar que las paredes de la bóveda soporten como mínimo tres horas al fuego, sin permitir que la cara no expuesta al fuego que contenga la puerta supere los 150 °C, cuando se tenga en el interior de la bóveda una temperatura de 1000 °C, igualmente se debe sellar apropiadamente las juntas de la puerta que impidan el paso de gases entre la pared y el marco de la puerta.
- ❖ Las bóvedas para alojar transformadores refrigerados con aceite mineral o transformadores tipo seco con tensión mayor a 35 kV o capacidad mayor a 112,5 kVA instalados en interiores de edificios, requieren que las entradas desde el interior del edificio estén dotadas de puertas cortafuego, capaces de evitar que el incendio o explosión del transformador se propague a otros sitios de la edificación.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 36 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Para transformadores secos de potencia mayor de 112,5 kVA y tensión inferior a 35 KV, se aceptarán cuartos de transformadores y su puerta resistente al fuego durante una hora.

#### 4.6.16. Nivel de ruido


- ❖ Las subestaciones deben cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido contenido en la tabla 1 de la presente norma.
- ❖ Dentro de las precauciones que se deben tomar para disminuir el ruido generado en el local están las de asegurar y apretar todas las conexiones, tanto eléctricas como mecánicas y colocar los transformadores sobre bases antivibratorias en caso de ser necesario.

#### 4.6.17. Ventilación

- ❖ En todos los casos que el transformador(es) se instale dentro de un local se requiere ventilación. Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas al aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.
- ❖ La ventilación debe ser adecuada para evitar que la temperatura del (los) transformador(es) exceda los límites permitidos dependiendo del tipo de aislamiento del transformador. El área neta total combinada de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser inferior a 1 900 mm<sup>2</sup> por kVA de capacidad de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen una capacidad inferior a 50 kVA, en ningún caso el área neta debe ser inferior a 0,1 m<sup>2</sup>.
- ❖ Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.
- ❖ Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas durables, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.
- ❖ Todas las aberturas de ventilación que den al interior de una edificación deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio en la bóveda.
- ❖ Las aberturas de ventilación deben extenderse hacia el área exterior del local. Debe permitirse que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para ventilación en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área requerida para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.
- ❖ Cuando no sea posible realizar la ventilación en la forma descrita se debe ubicar el área total de ventilación cerca del techo.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 37 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Para que la ventilación sea adecuada, los transformadores deberán tener una separación a cualquier equipo o pared, orientando en lo posible las rejillas de ventilación del transformador, en la misma dirección del aire. Para una adecuada ventilación la salida de aire debe estar ubicada a nivel de techo en la pared opuesta a la entrada de aire que debe estar cerca del piso.

#### 4.6.18. Drenaje

- ❖ Debe permitirse que los encerramientos para el aceite sean diques, áreas con reborde o estanques resistentes al fuego, o zanjas rellenas de piedra gruesa triturada. Cuando la cantidad de aceite y la exposición sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.
- ❖ El foso o medio de contención del aceite deberá diseñarse y construirse de tal forma que tenga la capacidad para contener como mínimo un volumen de aceite equivalente al 100% del volumen total del aceite del transformador a instalar. La dimensión del área libre interna del foso debe ser como mínimo de esta que ocupa el transformador armado completo, incluyendo todos sus accesorios (radiadores, tanque conservador, etc.).
- ❖ Cuando se requiera la instalación de un drenaje, el piso debe estar inclinado hacia éste.


### 4.7. SUBESTACIÓN DE PATIO

#### 4.7.1. Disposiciones generales

Las subestaciones deben cumplir los requisitos que le apliquen:


- ❖ El tiempo máximo de despeje de falla de la protección principal, desde el inicio de la falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no debe ser mayor que 150 milisegundos.
- ❖ En los espacios en los cuales se encuentran instaladas las subestaciones con partes energizadas expuestas, deben colocarse y asegurar la permanencia de cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado. Las puertas deben contar con elementos de seguridad que limite la entrada de personal no autorizado.
- ❖ Las cubiertas, puertas o distancias de aislamiento, no deben permitir el acceso de personal no calificado, a barrajes o elementos energizados.
- ❖ En el caso que los elementos energizados sean removibles se debe garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales, para lo cual deben implementarse sistemas de cerraduras o enclavamientos. Si los elementos energizados son fijos, debe asegurarse que no se puedan retirar sin la ayuda de herramientas manejadas por personal calificado que conoce el funcionamiento de las subestaciones.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 38 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Deben existir enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento de la subestación para no permitir que se realicen maniobras indebidas.
- ❖ Para evitar los peligros de propagación de un incendio ocasionado por derrame del aceite, se debe construir un foso o sumidero en el que se agregarán varias capas de gravilla que sirvan como filtro y absorbente para ahogar la combustión.
- ❖ Para los transformadores con aislamiento de aceite instalados en exteriores, se debe dar cumplimiento a lo establecido en la sección 450.27 de la NTC 2050 Segunda Actualización
- ❖ Para los sistemas puestos a tierra, el conductor del electrodo de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra del sistema, deben conectarse directamente al buje o terminal del transformador destinado para tal fin y no solamente a la cubierta metálica.
- ❖ Las piezas metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, incluidas cercas, protecciones, entre otros, se deben poner a tierra y conectar equipotencialmente.
- ❖ Toda subestación debe contar con las protecciones de sobrecorriente que garanticen la adecuada protección del transformador y la desenergización del circuito en el evento que se requiera.
- ❖ Los transformadores zigzag conectados a la conformación delta del devanado terciario de los transformadores de potencia, deben ser incorporados a los esquemas de protección del transformador principal.
- ❖ Los transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión deben instalarse cumpliendo los requisitos establecidos en la sección 450.23 literales (A) y (B) de la norma NTC 2050.
- ❖ Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores de más de 112,5 kVA no se deben ubicar a una distancia menor de 0,3 m de los materiales combustibles de los edificios, a menos que el transformador tenga sistemas de aislamiento Clase 155 o mayores y esté encerrado completamente, excepto por las aberturas de ventilación.
- ❖ Las distancias y/o barreras de protección contra fuego entre un transformador y una edificación, o entre transformadores, deben cumplir las distancias mostradas en la tabla 2 tomada de la norma IEC 61936-1:21.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 39 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

Tipo de transformador	Volumen de liquido	Distancia G <sub>1</sub> a otros transformadores o superficies de edificaciones de material no combustible	Distancia G <sub>2</sub> a superficies de edificaciones de material combustible
	[l]	[m]	[m]
Sumergidos en aceite	1000≤X<2000	3	7,5
	2000≤X<20000	5	10
	20000≤X<45000	10	20
	≥45000	15	30
Sumergidos en liquido menos inflamable (K) sin protección mejorada	1000≤X<38000	1,5	7,5
	45000	4,5	15
Sumergidos en liquido menos inflamable (K) con protección mejorada	Distancia G <sub>1</sub> a superficies de edificaciones o transformadores adyacentes		
	Horizontal [m]	Horizontal [m]	
	0,9	1,5	
Tipo seco (A)	Clase de comportamiento del fuego	Distancia G <sub>1</sub> a superficies de edificaciones o transformadores adyacentes	
		Horizontal [m]	Horizontal [m]
	F0	1,5	3,0
	F1	Ninguna	Ninguna
<b>Nota:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Protección mejorada significa: <ul style="list-style-type: none"> <li>– resistencia a la ruptura del tanque,</li> <li>– alivio de presión del tanque,</li> <li>– protección contra fallas de baja corriente,</li> <li>– protección contra fallas de alta corriente.</li> </ul> </li> <li>b) Se debe permitir un espacio suficiente para la limpieza periódica de los devanados encapsulados en resina del transformador, con el fin de prevenir posibles fallas eléctricas y el riesgo de incendio causado por la acumulación de contaminación atmosférica.</li> <li>c) Se pueden elegir materiales no combustibles de acuerdo con la norma EN 13501-1.</li> <li>d) Para los transformadores tipo "transformadores aislados con líquido menos inflamable (K) con protección mejorada" y "transformadores de tipo seco (A)", la distancia de seguridad G1 es la distancia mínima directa a las superficies de los edificios, ya sean de materiales combustibles o no combustibles.</li> </ul>			

**Tabla 4. Guía de distancias de seguridad para transformadores en patio**

#### 4.7.2. Salas de operaciones, mando y control

Cuando exista la necesidad de construir una sala de operaciones, mando y control se deben cumplir los siguientes requisitos:


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 40 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ La ubicación del edificio de control debe ser tal, que, para el incendio de mayor intensidad en la subestación, no se afecte la operación de los equipos dentro de este.
- ❖ En las edificaciones de control de varios pisos, todas las aberturas en el piso y la pared deberán sellarse de una manera que no se reduzca su resistencia al fuego. Los conductos deberán sellarse en el techo, el piso y el cruce de las paredes, para prevenir la propagación de incendios de productos líquidos, humo, gases inflamables o vapores, de un área a otra. Los conductos deberán ser de materiales retardantes de la propagación del fuego.
- ❖ Las instalaciones deben estar libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no serán utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.
- ❖ Debe estar diseñada para mantener las temperaturas de operación de los equipos dentro de los rangos especificados por los fabricantes y estar debidamente ventilada para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.
- ❖ Las instalaciones eléctricas en el interior del edificio deben permanecer secas. Cuando se tengan condiciones que presenten lugares húmedos o de alto grado de humedad, así como probabilidad de inundación; el equipo eléctrico debe ser apropiado para soportar las condiciones ambientales de la subestación.
- ❖ Todos los equipos eléctricos instalados deben permanecer fijos y asegurados. Especialmente aquellos equipos que por su operación generen vibraciones o fuerzas dinámicas.
- ❖ En la sala de control, debe existir una señalización o indicación del estado operativo en tiempo real, que represente con precisión la posición de los contactos de los dispositivos de interrupción y seccionamiento.
- ❖ Todas las salas de control y casetas de patio donde existan tableros de control, protección, comunicaciones u operación, deben contar con sistemas de detección de incendios. La alarma general del sistema debe ser enviada al sistema de control, junto con las alarmas asociadas al cargador de baterías y fuentes seguras que alimentan los sistemas de control, protección y telecomunicaciones.
- ❖ En subestaciones tele controladas, también llamadas no atendidas, incluyendo las denominadas semi-atendidas, los equipos de detección y extinción de incendios deben ser automáticos. En caso de no ser automáticos, la subestación debe contar con la presencia permanente de personal calificado para su operación.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 41 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ La capacidad de almacenamiento de energía proyectada para el banco de baterías o el volumen del tanque de la planta de emergencia deberá ser suficiente para garantizar el respaldo durante el tiempo máximo requerido para la atención de cualquier falla en los servicios auxiliares.
- ❖ Se debe mantener un registro del listado de eventos y alarmas del centro de control de al menos una alarma principal correspondiente al monitoreo de los inversores, UPS y cargadores que hacen parte de las cargas esenciales de la subestación. Estas alarmas se consideran críticas y en caso de que persistan debe asegurarse que un operador permanezca en la subestación hasta que estas se restablezcan a su estado normal.

#### 4.7.3. Pórticos

Se podrán utilizar postes de concreto o estructuras metálicas con una altura mínima de 10 m., con una crucetería de acero galvanizado en caliente, en perfiles “L” (3”x3”x1/4” mínimo), dispuesto por niveles en la siguiente forma:

NIVEL I o superior	Llegada y salida de líneas
NIVEL II	Barrajes
NIVEL III	Medida
NIVEL IV	Protecciones

Para lo anterior se deberán tener en cuenta las distancias mínimas establecidas en el numeral 2.15 del Capítulo 2.

#### 4.7.4. Base para el transformador


- ❖ El pedestal será diseñado en concreto armado de acuerdo con las dimensiones y peso del transformador a instalar.
- ❖ La construcción de la base debe contar con rieles de apoyo, de dispositivos de anclaje y de herramientas de tiro para fácil maniobra del transformador en caso de tener que movilizarlo ya sea por mantenimiento o durante contingencias.
- ❖ El base debe tener libre acceso para efectos de mantenimiento, cargue y descargue.

#### 4.7.5. Cárcamos y foso

- ❖ Se debe instalar un foso que tenga la capacidad de confinar el 100% del aceite del transformador y debe agregar varias capas de gravilla que sirvan como filtro. Este debe tener un medio que permita su fácil disposición final cumpliendo la normatividad medio ambiental.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 42 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ El piso de los cárcamos y de los fosos para el aceite será en concreto y las paredes podrán ser en concreto o en ladrillo pañetado.


#### 4.7.6. Equipo de protección y maniobra

- ❖ Los elementos de maniobra y protección a instalar en el punto de conexión del sistema eléctrico de CENS dependerán de la capacidad instalada de los equipos que custodian como se indica en numeral 4.1.1 de la presente norma.
- ❖ Para los casos que requieran interruptores de potencia para 34,5 kV deberán tener como medio de extinción del arco el vacío o el hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>).

##### 4.7.6.1 Consideraciones para los equipos de protección

- ❖ El usuario debe disponer de un esquema de protección compatible con las características de la carga a instalar, que garantice la confiabilidad, seguridad, selectividad y rapidez con el sistema de distribución de energía eléctrica de CENS mediante un Estudio de Ajuste y coordinación de Protecciones (EACP).
- ❖ Toda subestación debe contar con protecciones de sobrecorriente. En los circuitos que sean protegidos por fusibles la capacidad máxima de los fusibles debe ser la establecida por un estudio de coordinación de protecciones y debe garantizar la adecuada protección del transformador y la desenergización del circuito en el evento que se requiera.
- ❖ En caso de requerir interruptores de potencia como protección de sobrecorriente, estos actuarán en coordinación con relés secundarios seleccionados y calibrados para operar con selectividad de acuerdo con el sistema diseñado. En este caso deberá incluirse en el diseño la justificación de la selección del Burden y la precisión de los transformadores de corriente y tensión asociados a la protección; así mismo deberá justificarse el diseño del cableado secundario y la relación de transformación escogida.
- ❖ Cuando se requiera un reconectador como protección de sobrecorriente, su montaje debe tener en cuenta la conexión y requisitos estandarizados en la norma CNS-NT-03-01, disponible en la página web CENS. La implementación del Bypass en subestaciones estará a discreción del criterio del diseñador.
- ❖ Toda subestación debe contar con protección contra sobretensiones para lo cual se deben utilizar DPS tipo distribución de óxido de zinc o tipo poste dependiendo de las características del equipo a proteger.
- ❖ Los (DPS) se deben localizar de forma adyacente a los bujes de alta del transformador (“aguas abajo de los cortacircuitos”). El sistema de tierra de los DPS se conectará equipotencialmente al electrodo de puesta a tierra del transformador. La ubicación del DPS deberá estar acorde a la figura 2.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 43 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Los transformadores de potencia con capacidad superior a 2MVA, deben estar protegidos contra sobrepresiones dinámicas ocasionadas por arcos internos u otros tipos de fallas, dicha protección debe actuar en los primeros milisegundos de ocurrencia del primer frente de onda, esta protección debe cumplir los criterios establecidos en la norma NFPA 850.
- ❖ Como protección contra descargas atmosféricas se diseñará un sistema de apantallamiento que garantice un blindaje efectivo.
- ❖ Se diseñará una malla de tierra tipo cuadrícula, siguiendo el criterio de las tensiones de paso y de toques tanto permisibles como reales. A esta malla se conectarán los conductores del electrodo de puesta a tierra de los DPS, carcaza y neutro del transformador, cables de guarda, estructuras metálicas, crucetería, partes metálicas no conductoras del equipo utilizado en la subestación y malla de cerramiento. La malla de puesta a tierra deberá cubrir como mínimo el área ocupada por las estructuras de pórticos y por el equipo. Esta área deberá diseñarse con una capa de material permeable de alta resistividad (como grava).
- ❖ El usuario debe disponer de un esquema de protección compatible con las características de la carga a instalar, que garantice la confiabilidad, seguridad, selectividad y rapidez con el sistema de distribución de energía eléctrica de CENS.


#### 4.7.7.Barrajes

- ❖ Se diseñarán barrajes suspendidos para media tensión en conductor de cobre o aluminio, soportados por aisladores tipo poste o con cadena de aisladores de disco según el caso.
- ❖ La capacidad de corriente necesaria determinará los calibres y secciones a utilizar. En baja tensión se diseñarán barrajes de cobre dimensionados para las corrientes nominales permanentes y para resistir las corrientes de cortocircuito propias de la instalación.

#### 4.7.8.Equipo de medida

- ❖ En caso de requerirse, los transformadores de corriente y tensión primarios se instalarán sobre crucetas en los pórticos de la subestación y sus características de aislamiento y corriente de cortocircuito serán iguales a las de los dos equipos de maniobra utilizados en la subestación.
- ❖ La relación de transformación se escogerá de acuerdo con la corriente nominal y con el nivel de tensión de la subestación. En el diseño debe justificarse la selección, así como el cableado, acorde con el Burden de los transformadores de medida utilizados.
- ❖ El conductor para el cableado desde el secundario de los transformadores de corriente será cable de cobre calibre mínimo N°. 12 AWG y dependerá de los límites de regulación

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 44 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

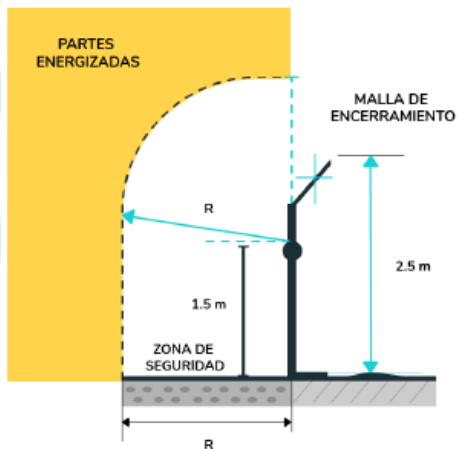
	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

establecidos en el capítulo 2 y lo dispuesto en el capítulo 6. El conductor para el cableado desde el secundario de los transformadores de tensión será cable cobre calibre mínimo N°. 12 AWG. El ducto podrá ser único y metálico cuando los equipos de medida se encuentren en módulos separados de módulo de transformadores de medida.

- ❖ En caso de utilizar transformadores de corriente para cumplir ambas funciones (protección y medida), se deberá cumplir con lo exigido en el capítulo 6 de la norma de CENS.
- ❖ Se deben instalar entre los barrajes y elementos de corte y protección.
- ❖ Los medidores se podrán instalar en armarios metálicos diseñados para resistir la intemperie, los cuales se ubicarán adosados a las estructuras propias de la subestación o sobre una base o pedestal, provista con ventana para lectura, que debe quedar a una altura 1,50 m. En este mismo lugar, en compartimientos separados y que permitan la operación cómoda y segura, con barrajes se podrán montar todos los elementos de protección y corte de servicios auxiliares de la subestación. Estos tableros deben tener acceso tanto en la parte frontal como en la posterior, empotrados dentro de la base o pedestal se ubicarán los ductos de entrada y salida de este compartimiento. Los requisitos para tableros y celdas de medida deben consultarse en el capítulo 7 de norma de CENS.

#### 4.7.9.Cerramiento

- ❖ El área de la subestación debe contar con un cerramiento este puede ser un muro y/o malla eslabonada, que impida el fácil acceso de personas no autorizadas y animales al área de los equipos. El muro y/o malla eslabonada debe tener una altura mínima de 2,5 metros y deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de seguridad, tal como se muestra en la figura 3 cumpliendo las distancias de la tabla 4, adaptadas del RETIE vigente.



**Figura 3. Distancias de seguridad contra contactos directos**

TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV).	DIMENSIÓN "R" (m)
0,151-7,2	3
13,8/13,2/11,4	3,1
34,5/44	3,2
66/57,5	3,5
115/110	4
230/220	4,7
500	5,3

**Tabla 5. Distancias de seguridad para la figura 3**

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 45 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

- ❖ Cuando se tenga pared como cerramiento, la distancia horizontal entre la pared y elementos energizados puede reducirse a los valores mostrados en la Tabla 3 adaptada del RETIE vigente, siempre y cuando, la pared tenga una altura mínima de 2,5 m y no presente orificios por donde se puedan introducir elementos que se acerquen a partes energizadas.

TENSIÓN NOMINAL A TIERRA (V)	DISTANCIA MÍNIMA EN METROS ENTRE PARTES ENERGIZADAS EXPUESTAS A UN LADO Y PUESTAS A TIERRA AL OTRO LADO (M)
601 - 2500	1,2
2501 - 9000	1,5
9001 - 25000	1,8
25001 - 75000	2,4
Mas de 75000	3

**Tabla 6. Distancia horizontal entre pared y elementos energizados**

- ❖ El cerramiento se diseñará con una puerta de acceso de dimensiones adecuadas para permitir la movilización del equipo de mayor dimensión y peso.

#### 4.7.10. Iluminación

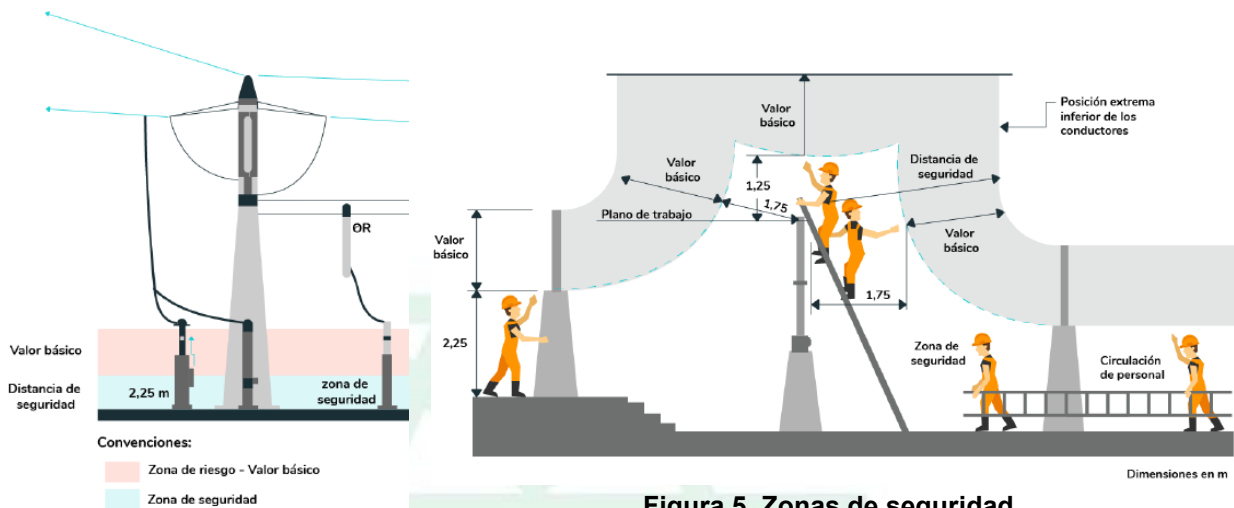
- El diseño de iluminación de la subestación debe tener en cuenta tanto los espacios en salas de control como las áreas exteriores donde se instalen equipos (patio de la subestación), este diseño siempre debe garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETILAP vigente.
- El patio de la subestación debe cumplir con una iluminancia media mantenida mínima de 100 lux y la sala o edificio de control debe cumplir con una iluminancia media mantenida mínima de 300 lux.
- Las instalaciones de iluminación en los edificios o salas de control de una subestación requieren de iluminación de emergencia según lo establecido en el Artículo 3.2.4.1 del RETILAP vigente, por lo tanto, se debe realizar la certificación plena de estas instalaciones. De igual forma para los patios exteriores cuyas áreas sean iguales o superiores a 100 m<sup>2</sup> dentro de un mismo proyecto o para aquellas instalaciones donde la sumatoria de áreas, dentro de un mismo proyecto, iguale o supere los 100 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.11. Distancias de seguridad y espacios de trabajo

Las subestaciones de patio deben cumplir las distancias de seguridad que les aplique de acuerdo a su configuración y lo establecido en el RETIE. En la tabla 4 se muestran las distancias a cumplir según el nivel de tensión; y en las figuras 4 y 5 se muestra una representación gráfica de estas zonas de seguridad:

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 46 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------





**Figura 4. Zona de seguridad para circulación de personal**

**Figura 5. Zonas de seguridad**

BIL del a subestación	Distancia mínima según IEC	Distancia de seguridad												
		Valor básico		Circulación de personal		Zona de trabajo en ausencia de maquinaria pesada				Circulación de vehículos				
		Cantidad que se adiciona	Valor básico	Bajo conexiones		[m]	Horizontal		Vertical		Zona de seguridad		Valor Total [m]	
				Zona de seguridad	Valor total		Zona de seguridad	Valor total	Gálbo	Tolerancia	Valor total			
[kV]	[m]	%	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [2]+[4]	[6]	[7] = [5]+[6]	[8]	[9]	[10] = [5]+[9]	[11]	[12] = [5]+[11]	[13]	[14]	[15] = [5]+[13]+[14]
60	0,09	10	0,01	0,10	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
75	0,12	10	0,01	0,13	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
95	0,16	10	0,02	0,18	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
125	0,22	10	0,02	0,24	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
170	0,32	10	0,03	0,35	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
200	0,38	10	0,04	0,42	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
250	0,48	10	0,05	0,53	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
325	0,63	10	0,07	0,70	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
380	0,75	10	0,08	0,83	2,25	3,08	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
450	0,90	10	0,10	1,00	2,25	3,25	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
550	1,10	10	0,11	1,21	2,25	3,46	2,25	1,75	2,96	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
650	1,30	10	0,13	1,43	2,25	3,68	2,25	1,75	3,18	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
750	1,50	10	0,15	1,65	2,25	3,9	2,25	1,75	3,40	1,25	2,90	(**)	0,70	(**)



BIL del a subestación	Distancia mínima según IEC	Distancia de seguridad												
		Valor básico			Circulación de personal			Zona de trabajo en ausencia de maquinaria pesada				Circulación de vehículos		
		Cantidad que se adiciona		Valor básico	Bajo conexiones		[m]	Horizontal		Vertical		Zona de seguridad		Valor Total [m]
					Zona de seguridad	Valor total		Zona de seguridad	Valor total	Zona de seguridad	Valor total	Gálbo	Tolerancia	Valor total
[kV]	[m]	%	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [2]+[4]	[6]	[7] = [5]+[6]	[8]	[9]	[10] = [5]+[9]	[11]	[12] = [5]+[11]	[13]	[14]	[15] = [5]+[13]+[14]
850	1,70	10	0,17	1,87	2,25	4,12	2,25	1,75	3,62	1,25	3,12	(**)	0,70	(**)
950	1,90	10	0,19	2,09	2,25	4,34	2,25	1,75	3,84	1,25	3,34	(**)	0,70	(**)
1 050	2,10	10	0,21	2,31	2,25	4,56	2,25	1,75	4,06	1,25	3,56	(**)	0,70	(**)
1 175	2,35	10	0,24	2,59	2,25	4,84	2,25	1,75	4,34	1,25	3,84	(**)	0,70	(**)
1 300	2,60	10	0,26	2,86	2,25	5,11	2,25	1,75	4,61	1,25	4,11	(**)	0,70	(**)
1 425	2,85	6	0,17	3,02	2,25	5,27	2,25	1,75	4,77	1,25	4,27	(**)	0,70	(**)
1 550	3,10	6	0,19	3,29	2,25	5,54	2,25	1,75	5,04	1,25	4,54	(**)	0,70	(**)

**Tabla 7. Distancias de seguridad para subestaciones de alta y extra alta tensión - RETIE**


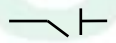
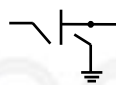

#### Notas:


(\*) El valor mínimo recomendado es 3 m, el cual puede ser menor según las condiciones locales y procedimientos estandarizados de trabajo.


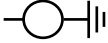



(\*\*) Se determina en cada caso.

#### 4.7.12. Convenciones especiales para subestaciones

Las siguientes convenciones serán utilizadas para la configuración unifilar de las subestaciones:

ELEMENTO	SÍMBOLO
Interruptor:	
Seccionador:	
Seccionador con Cuchilla de puesta a tierra:	
Dispositivo de Protección contra sobretensiones:	

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

ELEMENTO	SÍMBOLO
Transformación de corriente:	
Transformador de tensión	
Barraje o módulo de barraje:	
Transformador de Potencia:	
Reconectador:	

**Tabla 8. Convenciones especiales para subestaciones**

#### 4.7.13. Configuración de barras

Las configuraciones de barra especificadas en el presente documento corresponden a las Unidades Constructivas (UC) definidas en las tablas del capítulo 14 de la Resolución CREG 015 del 2018.

##### 4.7.13.1 Barra sencilla

Está conformado por una sola barra continua a la cual se conectan directamente los diferentes tramos de la subestación.

##### 4.7.13.2 Barra doble

Está constituido por dos (2) barras principales, las cuales se acoplan entre sí mediante un interruptor y sus seccionadores asociados.

##### 4.7.13.3 Barra principal y transferencia

Está constituido por una barra principal y una de transferencia, que permita la transferencia de tramos por medio de un interruptor.

#### 4.7.14. Configuración bahías


Las configuraciones de bahías especificadas en el presente documento corresponden a las Unidades Constructivas (UC) definidas en las tablas del capítulo 14 de la Resolución CREG 015 del 2018.

**Nota:** Los cambios o modificaciones que se requieran en el diseño o construcción de las bahías en subestaciones propiedad de CENS estarán sujetos a revisión y aprobación.

##### 4.7.14.1 Bahía de línea – Barra sencilla – convencional

Esta bahía conecta los alimentadores al módulo de barraje de una subestación y está conformada

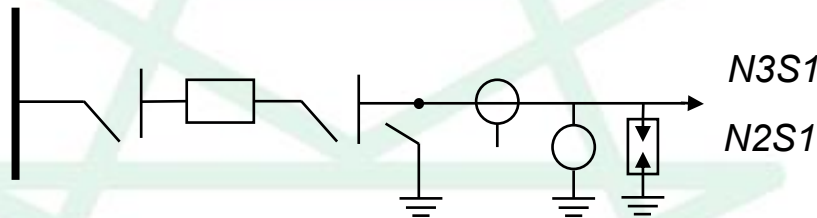
ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 49 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. y un módulo de Cables de Control y Fuerza y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra:

ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador tripolar	1	1
Seccionador tripolar con Cuchilla de puesta a tierra	1	1
Transformador de corriente	3	3

**Tabla 9. Elementos que componen Bahía de línea - Barra sencilla - Convencional**



**Figura 6. Diagrama Unifilar Bahía de línea - Barra sencilla - Convencional**

**Nota:** Los transformadores de tensión requeridos para el montaje se reportarán como una UC adicional. “N3EQ11 - N3EQ26 (Pedestal); N2EQ38 - N2EQ39(Pedestal)”

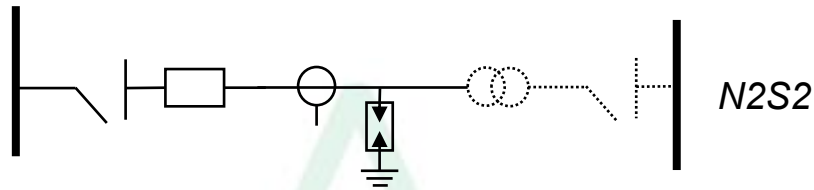
#### 4.7.14.2 Bahía de transformador – barra sencilla - convencional

Esta bahía permite el montaje de los elementos de protección del transformador de potencia de una Subestación y está conformada por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. y un módulo de Cables de Control y Fuerza y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra:

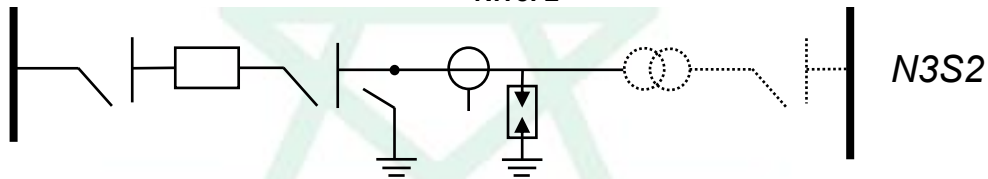
ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador tripolar	1	1
Seccionador tripolar con Cuchilla de puesta a tierra	1	-
Transformador de corriente	3	3

**Tabla 10. Elementos que componen Bahía de transformador – Barra Sencilla - Convencional**

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 50 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



**Figura 8. Diagrama Unifilar Bahía de transformador – Barra sencilla – Convencional Nivel 2**



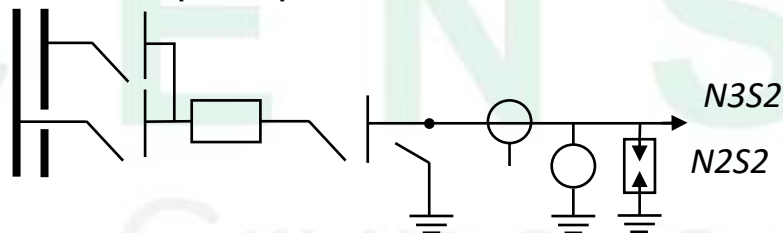
**Figura 7. Diagrama Unifilar Bahía de transformador – Barra sencilla – Convencional Nivel 3**

#### 4.7.14.3 Bahía de línea – barra doble – convencional

Esta bahía permite el montaje de los elementos de protección y configuración de la línea de salida de la Subestación y está conformada por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. para configuración con 2 barras módulo de línea y un módulo de Cables de Control y Fuerza Modulo y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra:

ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador tripolar	2	2
Seccionador tripolar con Cuchilla de puesta a tierra	1	1
Transformador de corriente	3	3

**Tabla 11. Elementos que componen Bahía de línea – Barra doble - Convencional**



**Figura 9. Diagrama Unifilar Bahía de línea – Barra doble – Convencional**

**Nota:** Los transformadores de tensión requeridos para el montaje se reportarán como una UC adicional. “N3EQ11 - N3EQ26 (Pedestal); N2EQ38 - N2EQ39(Pedestal)”

#### 4.7.14.4 Bahía de transformador – barra doble - convencional

Esta bahía permite el montaje de los elementos de protección del transformador de potencia de una Subestación y está conformada por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. para configuración con 2 barras módulo de transformador y un módulo de Cables de Control y Fuerza Modulo y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra:

ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador tripolar	2	3
Seccionador tripolar con Cuchilla de puesta a tierra	1	-
Transformador de corriente	3	3

Tabla 12. Elementos que componen Bahía de transformador – Barra doble - Convencional

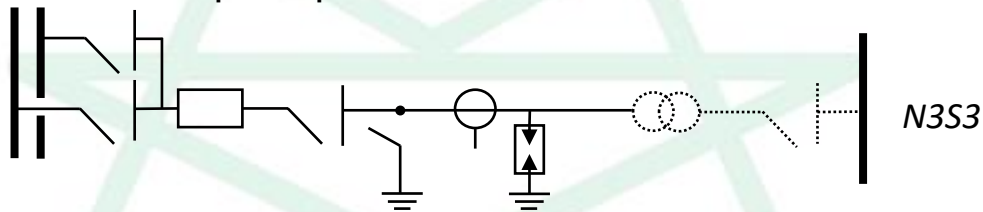


Figura 10. Diagrama Unifilar Bahía de transformador – Barra doble – Convencional Nivel 3

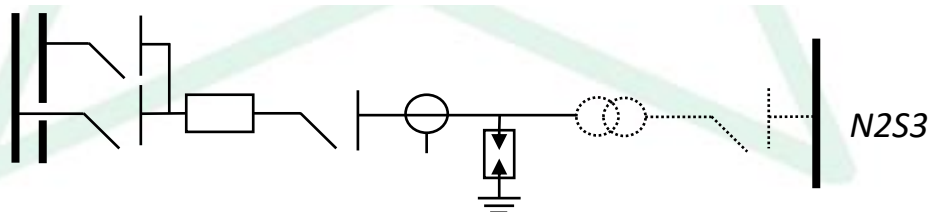



Figura 11. Diagrama Unifilar Bahía de transformador – Barra doble – Convencional Nivel 2

#### 4.7.14.5 Bahía de línea – barra principal y transferencia – convencional

Esta bahía permite el montaje de los elementos de protección y configuración de la línea de salida de la Subestación y está conformada por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. para configuración con 2 barras módulo de línea y un módulo de Cables de Control y Fuerza Modulo y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra:

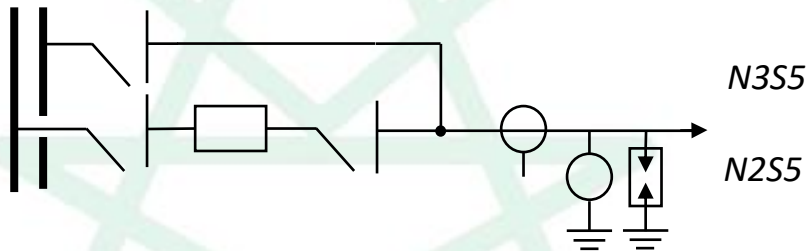
ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Seccionador Tripolar	2	2
Seccionador tripolar con Cuchilla de puesta a tierra	1	1
Transformador de corriente	3	3

**Tabla 13. Elementos que componen Bahía de línea – Barra principal y transferencia – Convencional**



**Figura 12. Diagrama Unifilar Bahía de línea – Barra principal y transferencia – Convencional**

**Nota:** Los transformadores de tensión requeridos para el montaje se reportarán como una UC adicional. “N3EQ11 - N3EQ26 (Pedestal); N2EQ38 - N2EQ39 (Pedestal)”. Así mismo, el diagrama mostrado en la figura 9 no contempla seccionador tripolar con cuchilla de puesta a tierra, por criterio técnico.

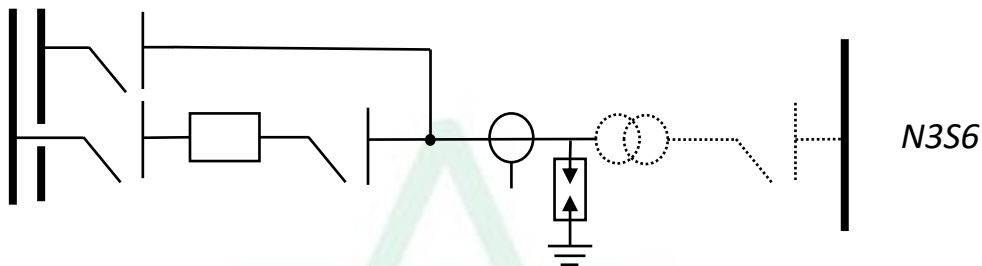
#### 4.7.14.6 Bahía de transformador – barra principal y transferencia - convencional

Esta bahía permite el montaje de los elementos de protección del transformador de potencia de una Subestación y está conformada por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. para configuración con 2 barras módulo de transformador y un módulo de Cables de Control y Fuerza Modulo y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra:

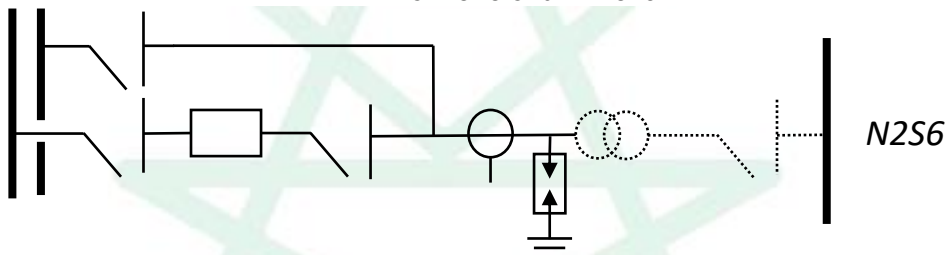
ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3	3
Interruptor	1	1
Seccionador tripolar	2	3
Seccionador tripolar con Cuchilla de puesta a tierra	1	-
Transformador de corriente	3	3

**Tabla 14. Elementos que componen Bahía de transformador – Barra principal y transferencia - Convencional**

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 53 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



**Figura 14. Diagrama Unifilar Bahía de transformador – Barra principal y transferencia – Convencional Nivel 3**



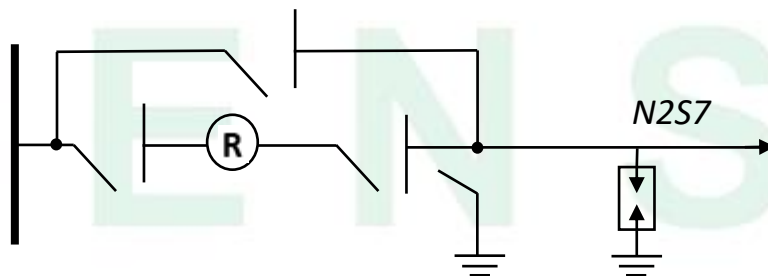
**Figura 13. Diagrama Unifilar Bahía de transformador – Barra principal y transferencia – Convencional Nivel 2**

#### 4.7.14.7 Bahía de línea – subestación reducida nivel 2

Esta bahía permite el montaje de los elementos de protección de la línea de salida de la Subestación y está conformada por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. para subestación reducida y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra y los apoyos requeridos para la instalación de los equipos:

ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD
Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (DPS)	3
Reconector	1


**Tabla 15. Elementos que componen Bahía de línea – Subestación reducida Nivel 2**



**Figura 15. Diagrama Unifilar Bahía de línea – Subestación reducida Nivel 2**

**Nota 1:** En caso de requerirse por “Código de Medida” se reportará como UC adicional el Transformador de tensión N2EQ38 - N2EQ39(Pedestal) y el Transformador de Corriente N2EQ40.

**Nota 2:** La implementación del Bypass en subestaciones estará a discreción del criterio del

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

diseñador y el montaje se realizará con cuchillas seccionadoras de acuerdo con lo establecido en la norma “CNS-NT-03-01 Montaje de Reconectores” UC N2EQ13.

#### 4.7.14.8 Bahía de llegada o salida – subestación convencional reducida nivel 3

Esta bahía permite el montaje de los elementos de llegada o salida de la Subestación reducida y está conformada por Estructura metálica del módulo, Material conexión A.T. para subestación reducida y con los siguientes equipos de control, protección y maniobra y los apoyos requeridos para la instalación de los equipos:

ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD
Juegos Pararrayos	1
Seccionador tripolar con Cuchilla de puesta a tierra	1
Transformador de corriente	3

Tabla 16. Elementos que componen Bahía de llegada o salida – Subestación convencional reducida Nivel 3

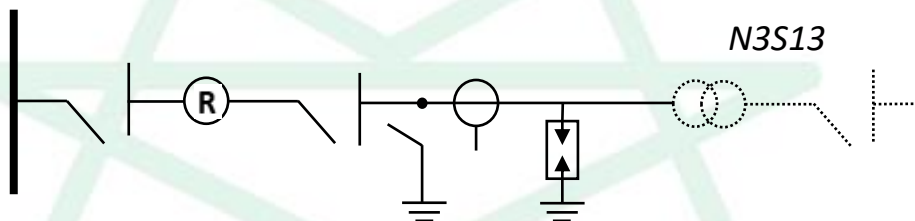


Figura 16. Diagrama Unifilar Bahía de llegada o salida – Subestación convencional reducida Nivel 3

**Nota 1:** Para la subestación reducida de Nivel 3 se incluyó como elemento de corte y protección el reconector, el cual se debe reportar como una UC adicional, N3EQ5.

**Nota 2:** La construcción de la subestación reducida de Nivel 3, debe realizarse cumpliendo las disposiciones de la norma “CNS-NT-03-01 Montaje de Reconectores”.

**Nota 3:** En caso de requerirse por “Código de Medida” se reportará como UC adicional el Transformador de tensión N3EQ11 - N3EQ26 (Pedestal).

#### 4.7.14.9 Bahía de acople – tipo convencional

ELEMENTOS TÉCNICOS	CANTIDAD	
	Nivel 3	Nivel 2
Interruptor	1	1
Seccionador Tripolar	2	2
Transformador de corriente	3	3

Tabla 17. Elementos que componen Bahía de acople – Subestación convencional

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 55 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

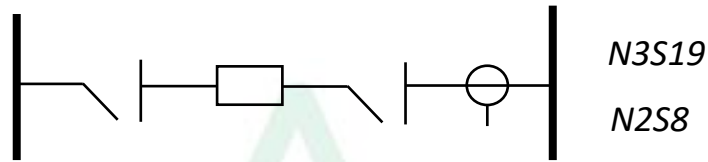


Figura 17. Diagrama Unifilar Bahía de acople – Convencional

#### 4.7.15. Materiales comunes en las bahías

- ❖ **Material conexión A.T.:** Corresponde a los mínimos para la utilización de los siguientes elementos:

Ítem	13.2 kV	34.5 kV
Conductor fase ACSR	266.8 kcmil (Waxwing)	336.4 kcmil (Linnet)
Conductor fase AAAC	312.8 kcmil (Butte)	394.5 kcmil (Canton)
Cadena de aisladores	discos de 6"	discos de 10"
Cable de guarda Alumoweld	7 No. 8	7 No. 8
Cable de guarda Acero Galvanizado EHS	3/8"	3/8"

Tabla 18. Elementos conexión A.T en una bahía

- ❖ **Cables de Control y Fuerza Modulo:** Corresponde a los mínimos para la utilización de los siguientes elementos:

Ítem	Descripción
Cable multiconductor THW 600V PVC	4 x 4 AWG
Cable multiconductor THW 600V PVC	4 x 10 AWG

Tabla 19. Cables de control y fuerza modulo en una bahía


### 4.8. MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES

#### 4.8.1. Disposiciones generales

A las subestaciones eléctricas se les debe realizar mantenimientos periódicos que aseguren la continuidad del servicio y la seguridad tanto de los equipos y demás componentes de la instalación como del personal que allí interviene, de tales actividades deben quedar las evidencias y registros, que podrán ser requeridas por cualquier autoridad de control y vigilancia.

El operador de cada subestación debe tener un plan de mantenimiento que debe incluir todos los equipos que conformen la subestación y la periodicidad con la que se interviene cada uno de

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 56 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

ellos. Para transformadores de media tensión de tipo poste y de tipo pedestal, el plan de mantenimiento puede estar contemplado en el plan de mantenimiento de la red de distribución.

En toda subestación debe asegurarse una revisión y mantenimiento periódico de los equipos de control y protección, con personal especializado, además, debe realizarse la limpieza adecuada de elementos y espacios de trabajo que faciliten las labores de revisión y mantenimiento.

De las actividades de mantenimiento y de limpieza deben quedar los registros respectivos. La periodicidad de los mantenimientos y limpieza dependerá de las condiciones ambientales del lugar, en todo caso no podrá ser mayor a semestral.

El constructor de las subestaciones debe entregar un manual de la instalación con las recomendaciones y periodicidad del mantenimiento de la subestación al propietario de la instalación.

#### 4.8.2. Tipos de mantenimiento

En el marco de la gestión de activos conforme a la norma ISO 55001, el mantenimiento se clasifica considerando la criticidad del activo, su estado de salud y el impacto en el cumplimiento de los objetivos organizacionales. Esta clasificación permite optimizar recursos, mejorar la confiabilidad y disponibilidad, y reducir riesgos operativos, subdividiendo estas grandes actividades en:

##### 4.8.2.1 Mantenimiento preventivo

Consiste en intervenciones planificadas basadas en análisis estadísticos y técnicos que buscan anticiparse a la ocurrencia de fallas. Se fundamenta en parámetros como la frecuencia de inspecciones, vida útil estimada, probabilidad de falla y reemplazo de componentes críticos. Este tipo de mantenimiento es clave para activos de alta criticidad, donde la indisponibilidad puede generar impactos significativos en la operación o seguridad.

Su aplicación mejora la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, contribuyendo directamente al desempeño del sistema de gestión de activos.

##### 4.8.2.2 Mantenimiento rutinario


Son actividades de inspección visual realizadas de forma periódica (semanal a mensual), sin intervención técnica ni desenergización del equipo. Aunque de bajo impacto técnico, estas inspecciones permiten detectar anomalías tempranas y mantener actualizada la información sobre el estado superficial de los activos, especialmente en aquellos de baja criticidad.

##### 4.8.2.3 Mantenimiento autónomo

Ejecutado por el personal operativo directamente vinculado al activo, este mantenimiento incluye tareas básicas como limpieza, ajustes, calibraciones e inspecciones. Su objetivo es mantener el activo en condiciones óptimas, detectar desviaciones y contribuir a la mejora continua. Es especialmente útil en activos con alta frecuencia de uso y donde la intervención temprana puede evitar fallas mayores.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 57 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

#### 4.8.2.4 Mantenimiento basado en condición

Se realiza en función del estado real del activo, determinado mediante monitoreo de variables físicas, eléctricas o mecánicas. Este enfoque permite optimizar el ciclo de vida del activo, evitando intervenciones innecesarias y priorizando aquellas que aportan valor. Es ideal para activos con tecnología de monitoreo en línea o donde el costo de mantenimiento debe ser cuidadosamente gestionado.

#### 4.8.2.5 Mantenimiento predictivo

Utiliza herramientas de análisis avanzado (vibraciones, termografía, ultrasonido, etc.) para predecir el momento óptimo de intervención, antes de que ocurra una falla. Este tipo de mantenimiento se basa en la salud del activo y permite una planificación eficiente, reduciendo costos y aumentando la disponibilidad. Es especialmente relevante en activos de alta criticidad o con historial de fallas recurrentes.

#### 4.8.2.6 Mantenimiento programado

Planificado con base en recomendaciones del fabricante, experiencia operativa y análisis de desempeño, este mantenimiento se ejecuta en ciclos definidos (quincenal, mensual, anual). Su objetivo es garantizar la confiabilidad operativa mediante intervenciones estructuradas, realizadas por personal calificado. Se aplica en activos cuya criticidad y complejidad técnica requieren una planificación rigurosa.

#### 4.8.2.7 Mantenimiento por avería o correctivo

Consiste en acciones reactivas para restaurar la funcionalidad del activo tras una falla inesperada. Aunque no planificado, debe ser gestionado dentro del sistema de activos considerando el impacto de la falla, el riesgo asociado y la prioridad de recuperación. Su uso debe minimizarse mediante estrategias preventivas y predictivas, especialmente en activos críticos.

### 4.9. BANCO DE CONDENSADORES


#### 4.9.1. Baja tensión

Se podrá diseñar el montaje de bancos condensadores para mejorar el factor de potencia de la instalación. En tal caso, estos deberán formar parte de la instalación de baja tensión de la subestación como un submódulo del módulo de baja tensión general de la subestación.

El diseño del banco incluirá la instalación del equipo automático de protección y maniobra. La señal de corriente para el relé de comando del automatismo se tomará de un transformador de corriente, independiente al usado para los medidores de energía.

Deben colocarse en un lugar ventilado favoreciendo la circulación de aire a través de las rejillas y evitar temperaturas ambiente superiores a 40°C. No se deben cubrir nunca las rejillas de

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 58 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

ventilación del lugar de instalación.

Para instalaciones donde la distorsión armónica total de tensión – THD, sea superior al 5% en el punto de conexión, los bancos capacitivos deben ser dotados de reactancias de sintonización o en su defecto se deben implementar filtros activos de armónicos.

Los condensadores y bancos de condensadores deben tener protección contra acceso a partes vivas.

#### 4.9.2. Media tensión

En las subestaciones de media tensión destinadas a la inyección de energía al sistema eléctrico o aquellas que cumplen funciones de interconexión entre redes que, requieran compensación de energía reactiva, se deberán considerar soluciones tecnológicas como bancos de capacitores fijos o automáticos, filtros activos, filtros pasivos y sistemas FACTS (Flexible AC Transmission Systems), tales como STATCOM o SVC.


La selección de la tecnología deberá basarse en un estudio técnico que contemple el perfil de carga, la variabilidad de la demanda, la distorsión armónica presente y las condiciones de operación del sistema. Los equipos instalados deben cumplir con las normas técnicas nacionales e internacionales aplicables, garantizar protección contra sobrecargas y armonías, y permitir monitoreo remoto. Además, se debe asegurar que la compensación no genere sobrecompensación ni afecte negativamente la coordinación de protecciones ni la estabilidad del sistema.

### 4.10. SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA

#### 4.10.1. Disposiciones generales

- ❖ Los equipos eléctricos de la subestación o de cuartos eléctricos deben estar separados de la sistema de respaldo de energía por un muro o barrera que impida el acercamiento de personas no calificadas a elementos energizados.
- ❖ Se instalarán un sistema de respaldo de energía como mínimo en los siguientes casos:
  - Escenarios deportivos con gradería para espectadores.
  - Centros comerciales.
  - Clínicas y hospitales.
  - Edificios con ascensor.
  - Teatros y salas de espectáculos públicos.
  - Terminales de transporte.
  - Hoteles y moteles.
  - Instalaciones similares a las anteriores.
  - Industrias según requerimiento.
- ❖ La capacidad del sistema de respaldo de energía deberá satisfacer necesidades tales

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 59 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

como:

- Áreas de circulación comunal y vías de evacuación.
  - Ascensores.
  - Procesos industriales donde la interrupción podría producir serios riesgos a la salud y a la seguridad personal.
  - Sistemas de alarma.
  - Sistemas de bombeo de agua potable.
  - Sistemas de comunicación de seguridad pública.
  - Sistema de detección y extinción de incendios.
- ❖ Cuando se requiera la instalación de un sistema de respaldo de energía se diseñará en el módulo de baja tensión de la subestación un barraje independiente que alimente las cargas que requieran la suplencia de este. Este barraje se alimentará desde el transformador o desde el sistema de respaldo de energía, utilizando un conmutador de transferencia manual o automático, localizado en el módulo de baja tensión de la subestación, que garantice el enclavamiento electromecánico de los dos sistemas.
  - ❖ Cualquiera que sea el sistema a instalar, será suministrado, instalado, mantenido y operado por el usuario, y el diseño e instalación no deberá interferir con el sistema de distribución de CENS.
  - ❖ El diseño de la instalación deberá garantizar una operación segura tanto para las instalaciones propias del usuario como para las instalaciones, equipos y operarios de CENS.
  - ❖ Los dispositivos de transferencia deberán garantizar la alimentación de las cargas en forma selectiva por la red o por el sistema de generación del usuario, pero nunca en forma simultánea y deberá cumplir con lo establecido en el capítulo 6.
  - ❖ En ningún caso se utilizarán los transformadores de CENS para elevar la tensión nominal del sistema de generación del usuario, ni éste deberá energizar transformadores, líneas o redes de propiedad de CENS.
  - ❖ El sistema de generación del usuario deberá diseñarse e instalarse para que la energía producida no se registre en los medidores o equipos de medida de CENS. En ningún caso CENS reintegrará, descontará, o comprará la energía generada por el usuario y registrada por los medidores de CENS originada por conexiones que no cumplan las especificaciones exigidas.
  - ❖ El usuario será responsable ante CENS y ante la Ley de cualquier problema que afecte sus redes de distribución o la integridad física de sus operarios ocasionado por el incumplimiento de estas Normas.

#### 4.10.2. Clasificación de los sistemas de respaldo de energía

##### 4.10.2.1 Sistemas de emergencia (Emergency Power System)

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 60 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04


- ❖ Es una fuente de energía eléctrica independiente, la cual, cuando falla o se suspende el servicio normal, automáticamente proporciona confiabilidad del servicio eléctrico en un tiempo menor a 10 segundos a equipos críticos y aparatos donde la falla en la operación satisfactoria podría arriesgar la vida y seguridad del personal o causar daño en la propiedad.
- ❖ Se deberá instalar en edificaciones donde hay concentración o reunión de personas y donde la iluminación artificial sea básica para encontrar las rutas o sitios de salida normal y de emergencia, y controlar de esta manera el pánico de las personas cuando quedan encerradas sin luz, por falta del fluido eléctrico.
- ❖ En edificios donde se utilice el ascensor, se hace obligatorio la instalación de una planta de emergencia que garantice la continuidad del servicio y por tanto la seguridad de las personas.
- ❖ El sistema de emergencia debe tener la capacidad suficiente para que proporcione energía en funciones: de ventilación cuando sea indispensable preservar vidas humanas, sistemas de protección contra incendios, alarmas, ascensores, bombas de agua, sistemas de comunicaciones para seguridad pública, procesos industriales donde la interrupción del suministro normal de energía podría causar serios riesgos y peligros para la conservación de la integridad física y de la salud y seguridad de las personas.
- ❖ El sistema de emergencia deberá tener un conmutador de transferencia automática con enclavamiento eléctrico y mecánico cuyo tiempo máximo de transferencia no supere los 10 segundos.
- ❖ Sistemas de respaldo (Standby Power System)
- ❖ Es una fuente de energía eléctrica independiente, la cual cuando falla o se suspende el servicio normal, proporciona energía eléctrica aceptable en cantidad y calidad, para que el usuario pueda continuar con su operación básica.
- ❖ En los sistemas de respaldo (Standby) opcionales, no importa el tiempo de interrupción de la energía y el usuario determina la entrada de su propio sistema eléctrico.

#### 4.10.2.2 Sistemas de respaldo (Standby) obligatorios

- ❖ Estos sistemas deberán suministrar automáticamente energía eléctrica a cargas específicas cuando por fallas en el servicio normal de energía, se pueden ocasionar peligros o dificultades en las operaciones de rescate de las personas y extinción de incendios entre otras.
- ❖ Las cargas a alimentar por el sistema de respaldo (Standby) obligatorios, son diferentes y excluyentes de las del sistema de emergencia y deben ser instalados en inmuebles e industrias que posean sistemas de: Calefacción, refrigeración, comunicación, ventilación, extracción de humos, alumbrado y procesos industriales.
- ❖ El sistema de respaldo (Standby) obligatorio debe tener un conmutador de transferencia automático con enclavamiento eléctrico y mecánico cuyo tiempo máximo de transferencia

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 61 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

no supere los 60 seg, según lo exige la Norma NTC 2050 en la sección 701.5 sección C.

#### 4.10.2.3 Sistemas de respaldo (Standby) opcionales

- ❖ Son aquellos que protegen las propiedades privadas y de negocios particulares, donde la integridad de la vida humana no depende del funcionamiento del sistema eléctrico.
- ❖ Los sistemas de respaldo (Standby) opcional generarán energía eléctrica que alimentará cargas seleccionadas y su entrada podrá ser manual o automática mediante un conmutador de transferencia con enclavamiento.
- ❖ Se instalarán como fuentes alternas de energía eléctrica en industrias, comercio, fincas, viviendas para alimentar cargas de calefacción, refrigeración, procesamiento de datos, comunicaciones y procesos industriales, para que cuando se interrumpa o falle el suministro normal de energía eléctrica no se cause molestia, interrupciones o daños en los procesos, y daños a los productos.

#### 4.10.3. Capacidad de los sistemas de respaldo de energía

Los sistemas de emergencia, respaldo (Standby) obligatorio y opcional deberán tener la potencia y régimen de funcionamiento adecuado para que todos los equipos puedan simultáneamente trabajar en cada sistema específico de acuerdo con las cargas seleccionadas.

#### 4.10.4. Ruido y contaminación de los sistemas de respaldo de energía


- ❖ Los sistemas de respaldo sin importar su tecnología deben cumplir con los niveles máximos permisibles de ruido contenido en la tabla 1 de la presente norma.
- ❖ Cuando el sistema de respaldo cuente con emisión de gases se deben instalar filtros adecuados para evitar la contaminación ambiental por escapes de humo y monóxido de carbono.

#### 4.10.5. Plantas de emergencia

- ❖ Cuando el sistema de respaldo es una planta de emergencia la localización deberá tener en cuenta factores tales como ventilación, iluminación, tanque de almacenamiento de combustible, etc.
- ❖ En todo centro de atención hospitalaria de niveles I, II y III, debe instalarse una fuente alterna de suministro de energía eléctrica (una o más plantas de emergencia) que entren en operación dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía del sistema normal. Además, debe proveerse un sistema de transferencia automática con interruptor de conmutador de red (by pass) que permita, en caso de falla, la conmutación de la carga eléctrica al sistema normal.
- ❖ En lugares clasificados como peligrosos y en equipos especiales como electrobombas, se deben utilizar motores aprobados y certificados para uso en estos ambientes o

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 62 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------



	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

aplicaciones y la información de la placa de características debe localizarse en lugar visible del conjunto ensamblado.

- ❖ Las carcasas de las máquinas eléctricas rotativas deben conectarse sólidamente a tierra.
- ❖ El motor o generador debe ser apropiado para el tipo de uso y condiciones ambientales del lugar donde opere.
- ❖ Los sistemas accionados por motores eléctricos que impliquen riesgos mecánicos para las personas deben tener un sistema de parada de emergencia, el cual debe estar identificado mediante rótulos o placas fácilmente accesibles a la vista.
- ❖ Queda totalmente prohibida la utilización de motores abiertos en espacios o lugares accesibles a personas o animales.
- ❖ Todo motor con corriente nominal igual o superior a 3A se le debe instalar una protección termomagnética dedicada (exclusiva para el motor). De Igual forma los generadores deben contar con protección contra sobrecorriente.
- ❖ La capacidad del motor se debe calcular teniendo en cuenta la corrección por la altura sobre el nivel del mar donde va a operar.
- ❖ Las plantas de emergencia deben ser instaladas por los usuarios, para producir la energía eléctrica cuando se suspende o falla el suministro entregado por el sistema de distribución de CENS.
- ❖ Se deben tener en cuenta las Secciones 700, 701 y 702 de la Norma NTC 2050.

#### 4.10.5.1 Local para la instalación de plantas de generación

El sitio seleccionado para instalar el sistema de generación deberá cumplir con las siguientes condiciones:


- ❖ Adecuada extracción de los gases tóxicos a la atmósfera.
- ❖ Ventilación suficiente para el enfriamiento del motor.
- ❖ Manejo seguro de los combustibles.
- ❖ Mínima perturbación por ruido hacia el exterior del inmueble.

#### 4.10.5.2 Requisitos para la conexión de plantas de generación

Con el fin de definir en las instalaciones eléctricas el punto de conexión de las plantas de generación del usuario, tiene la siguiente reglamentación y en general cualquier otra podrá ser estudiada por CENS:

- ❖ **Instalación de plantas de generación en conjuntos y edificios residenciales, centros**

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 63 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	SUBESTACIONES	CNS-NT-04

### y edificios comerciales

En conjuntos y edificios residenciales, centros comerciales y edificios comerciales, se permite la instalación de plantas de generación después de los medidores individuales de energía utilizando un módulo de transferencia manual o automático.

Puede darse el caso de que la planta de generación asuma toda la carga de los usuarios y los servicios comunes o que solo alimente las cargas críticas de los usuarios. En este último caso, cada usuario deberá tener un tablero de distribución de carga no crítica que sólo será alimentado de la red de distribución de CENS, y un tablero de distribución de carga crítica que será alimentado tanto del suministro de CENS como de la planta de generación, a través del módulo de transferencia.

#### ❖ Instalación de plantas de generación en centros y edificios comerciales con una sola medida

En centros y edificios comerciales con transformadores de distribución de uso exclusivo, se permite la instalación de plantas de generación conectadas a la entrada del tablero general de acometidas, siempre y cuando se tenga un único equipo de medida en B.T. o M.T., y la conexión se haga después de este equipo.

#### ❖ Instalación de plantas de generación en casas, pequeñas fabricas o locales independientes

Como estos usuarios no están alimentados desde un transformador de distribución exclusivo, la planta de generación debe conectarse después del medidor de energía, de tal forma que no se registre la energía generada por el usuario; para ello se debe utilizar un selector de transferencia de tres posiciones, una para la entrada de la red de baja tensión, otra para la entrada de la planta de generación y la posición del centro para conectar la carga del usuario.

No se admiten dispositivos de transferencia que puedan presentar ambigüedad en la maniobra o que puedan llegar a energizar la red de CENS S.A., poniendo en peligro la vida de los operarios encargados de mantener y operar las redes de distribución.

El selector de transferencia debe estar localizado en un sitio de fácil acceso. Su operación será responsabilidad del usuario.

#### ❖ Instalación de plantas de generación en niveles de media tensión

En el caso de agroindustrias o fábricas que tienen líneas internas de media tensión, de propiedad del usuario que alimenta varias subestaciones de distribución distantes entre sí, se permite energizar dicha red interna utilizando una planta de generación con transformador elevador adicional.

Para conectar la unidad generadora elevadora a la línea de media tensión se necesita instalar después del equipo de medida en M.T., un seccionador tripolar dúplex de operación bajo carga con enclavamiento mecánico, además de los dispositivos de protección que debe tener este tipo de instalación.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2025	VERSIÓN: 4	PÁGINA 64 DE 54
--------------------	-------------------	--	--	---------------	--------------------