SECCIÓN 04: CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO SUBESTACIÓN

ETG\_24\_266\_OA\_F01.04

www.coordinadorelectrico.cl

ÍNDICE

[4.1 OBJETIVO Y ALCANCE 5](#_Toc189156888)

[4.2 CONDICIONES AMBIENTALES 5](#_Toc189156889)

[4.3 PARÁMETROS DEL SISTEMA ELÉCTRICO 5](#_Toc189156890)

[4.4 NORMATIVA APLICABLE 6](#_Toc189156891)

[4.5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 7](#_Toc189156892)

[4.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS 7](#_Toc189156893)

[4.6.1 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO 9](#_Toc189156894)

[4.6.1.1 PARA TODAS LAS INSTALACIONES 9](#_Toc189156895)

[4.6.1.2 DE LAS INSTALACIONES EN EL PATIO DE ALTA TENSIÓN 10](#_Toc189156896)

[4.6.1.3 DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES 10](#_Toc189156897)

[4.6.1.4 DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 10](#_Toc189156898)

[4.6.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE 12](#_Toc189156899)

[4.6.2.1 EXIGENCIAS POR IMPACTOS AMBIENTALES 12](#_Toc189156900)

[4.6.2.2 CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD 12](#_Toc189156901)

[4.7 CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS ELÉCTRICAS 13](#_Toc189156902)

[4.7.1 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE. 13](#_Toc189156903)

[4.7.2 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 13](#_Toc189156904)

[4.7.3 DESCONECTADORES TRIFÁSICOS 14](#_Toc189156905)

[4.7.4 INTERRUPTORES DE PODER 14](#_Toc189156906)

[4.7.5 AISLADORES DE PEDESTAL 15](#_Toc189156907)

[4.7.6 TRANSFORMADOR DE PODER 66/23 KV 15](#_Toc189156908)

[4.7.7 PARARRAYOS 16](#_Toc189156909)

[4.7.8 DISTANCIAS ELÉCTRICAS 17](#_Toc189156910)

[4.7.8.1 DISTANCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS 17](#_Toc189156940)

[4.7.8.2 DISTANCIAS MÍNIMAS PARA EL PERSONAL 17](#_Toc189156941)

[4.7.8.3 ALTURA DE LOS CONDUCTORES DE BARRAS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO 17](#_Toc189156942)

[4.7.8.4 ALTURA DE REMATE EN SUBESTACIÓN 17](#_Toc189156943)

[4.7.8.5 DISTANCIAS DE ALCANCE DE UN OPERADOR 17](#_Toc189156944)

[4.7.9 COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN 17](#_Toc189156945)

[4.7.10 CONDUCTORES DE PAÑO 18](#_Toc189156946)

[4.7.11 GRADOS DE PROTECCIÓN 18](#_Toc189156947)

[4.7.12 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 18](#_Toc189156948)

[4.7.12.1 DISEÑO GENERAL DE CANALIZACIONES 18](#_Toc189156949)

[4.7.12.1.1 Canalizaciones Exteriores. 18](#_Toc189156950)

[4.7.12.1.2 Canaletas Interiores. 20](#_Toc189156951)

[4.7.12.2 CÁMARAS DE INSPECCIÓN. 20](#_Toc189156952)

[4.7.12.3 PUESTA A TIERRA DE LAS CANALIZACIONES 20](#_Toc189156953)

[4.7.13 MALLA DE PUESTA A TIERRA. 21](#_Toc189156954)

[4.7.13.1 MALLA DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEA 21](#_Toc189156955)

[4.7.13.2 MALLA DE PUESTA A TIERRA AÉREA 22](#_Toc189156956)

[4.7.14 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN 22](#_Toc189156957)

[4.7.14.1 TENSIONES NORMALES 22](#_Toc189156958)

[4.7.14.2 SISTEMAS PARA SERVICIOS AUXILIARES. 22](#_Toc189156959)

[4.7.14.2.1 Diseño de los servicios auxiliares de corriente alterna 22](#_Toc189156960)

[4.7.14.2.2 Diseño de los servicios auxiliares de corriente continua 23](#_Toc189156961)

[4.7.15 SISTEMAS DE CONTROL 23](#_Toc189156962)

[4.7.15.1 SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO 23](#_Toc189156963)

[4.7.15.2 DISEÑO GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL LOCAL 23](#_Toc189156964)

[4.7.15.2.1 Redundancia de Circuitos y Equipos de Control 23](#_Toc189156965)

[4.7.15.2.2 Eliminación de Perturbaciones en los Circuitos 23](#_Toc189156966)

[4.7.15.2.3 Fuentes de Alimentación 24](#_Toc189156967)

[4.7.15.2.4 Independencia de los Circuitos de Control 24](#_Toc189156968)

[4.7.15.2.5 Previsiones para Alarmas y Señalizaciones 24](#_Toc189156969)

[4.7.15.2.6 Terminales de Prueba 25](#_Toc189156970)

[4.7.15.2.7 Bornes de Alimentación 25](#_Toc189156971)

[4.7.15.2.8 Conexión a Tierra de los Enrollados Secundarios 25](#_Toc189156972)

[4.7.15.2.9 Barras de Conexión a Tierra 25](#_Toc189156973)

[4.7.15.2.10 Aislación de los Circuitos 25](#_Toc189156974)

[4.7.15.2.11 Letreros para Identificación 26](#_Toc189156975)

[4.7.15.2.12 Enchufes y Calefacción de Armarios 26](#_Toc189156976)

[4.7.15.3 OBJETIVOS Y MODALIDADES DE CONTROL ELÉCTRICO 26](#_Toc189156977)

[4.7.15.4 FUNCIONES DEL CONTROL 27](#_Toc189156978)

[4.7.15.5 SUPERVISIÓN 27](#_Toc189156979)

[4.7.15.6 ENCLAVAMIENTOS 28](#_Toc189156980)

[4.7.16 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PROTECCIONES 28](#_Toc189156981)

[4.7.17 PROTECCIONES ELÉCTRICAS QUE EMPLEAR 28](#_Toc189156982)

[4.7.17.1 ESTUDIO DE PROTECCIONES 28](#_Toc189156983)

[4.7.17.1.1 Estudios de Verificación del Sistema de Protección 29](#_Toc189156984)

[4.7.17.1.2 Estudios de Coordinación y Ajuste de Protecciones 29](#_Toc189156985)

[4.7.17.2 SISTEMA DE PROTECCIONES 29](#_Toc189156986)

[4.7.17.2.1 Esquema de protección Local 29](#_Toc189156987)

[4.7.17.3 BLOCKS DE PRUEBAS 29](#_Toc189156988)

[4.7.18 ALUMBRADO 30](#_Toc189156989)

[4.7.18.1 SISTEMA DE ALUMBRADO 30](#_Toc189156990)

[4.7.19 SISTEMAS DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIO 30](#_Toc189156991)

[4.7.19.1 General 30](#_Toc189156992)

[4.7.19.2 Sistema de extinción de incendios en salas y recintos cerrados 31](#_Toc189156993)

[4.7.19.3 Extintores 32](#_Toc189156994)

[4.7.20 Protección anti-pajaros (SI APLICA) 32](#_Toc189156995)

[4.7.20.1 ELEMENTOS ANTI-FALLAS SUBESTACIÓNES. 32](#_Toc189156996)

# OBJETIVO Y ALCANCE

Esta especificación establece los criterios, requerimientos técnicos y las condiciones especiales que se deberán considerar para los diseños de las obras eléctricas asociadas al desarrollo de Ingeniería de las obras para el proyecto “AMPLIACIÓN S/E LOS NEGROS (NTR ATMT)”.

.

# CONDICIONES AMBIENTALES

El proyecto eléctrico se deberá diseñar para funcionar adecuadamente bajo las siguientes condiciones de instalación:

Tabla 1: Condiciones Ambientales

| **PARÁMETRO** | **UNIDAD** | **VALOR** |
| --- | --- | --- |
| Altitud de instalación | m.s.n.m. | <1.000 |
| Tipo de clima | - | Templado cálido lluvioso |
| Temperatura mínima | °C | -5 |
| Temperatura máxima | °C | 30 |
| Temperatura ambiente | °C | 10 |
| Velocidad máxima del viento | km/h | 15 |
| Radiación solar | kWh/m^2/día | 5 |
| Humedad relativa | % | 55-85 |

# PARÁMETROS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para el diseño se considerarán los siguientes parámetros eléctricos:

Tabla 2: Características del Sistema de 66 kV

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PARÁMETRO** | **UNIDAD** | **VALOR** |
| Tensión nominal de sistema | kV | 66 |
| Tensión máxima de equipos | kV | 72.5 |
| Frecuencia | Hz | 50 |
| Puesta a tierra del sistema | - | - |
| Clase de aislamiento a la altura de instalación | kV | 72.5 |
| Sobrevoltaje de impulso | kVpeak | 325 |
| Nivel de contaminación ambiental Según IEC 60815:2008 USCD de acuerdo estándar vigente | mm/kVf-t | “d”- Heavy 43,3 |

Tabla 3: Características del Sistema de 23 kV

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PARÁMETRO** | **UNIDAD** | **VALOR** |
| Tensión nominal de sistemas | kV | 23 |
| Tensión máxima de equipos | kV | 25.8 |
| Frecuencia | Hz | 50 |
| Puesta a tierra del sistema | - | Directa |
| Clase de aislamiento a la altura de instalación | kV | 25.8 |
| Sobrevoltaje de impulso | kVpeak | 145 |
| Nivel de contaminación ambiental Según IEC 60815:2008 USCD de acuerdo estándar vigente | mm/kV | “d - Heavy” 43,3 |

# NORMATIVA APLICABLE

Para ejecutar los trabajos se debe implementar las normas, códigos y cualquier otro documento relacionado que se nombren en estas Especificaciones, siempre que corresponda. Además, se deben seguir las indicaciones del Inspector en Jefe. A continuación, se listan las instituciones que emiten las normas citadas en este documento:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [1] | INN | : | Instituto Nacional de Normalización. |
| [2] | ASTM | : | American Society for Testing and Materials. |
| [3] | SEC | : | Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles Chile. |
| [4] | NEC | : | National Electrical Code. |
| [5] | NESC | : | National Electrical Safety Code. |
| [6] | ANSI | : | American National Standards Institute. |
| [7] | IEC |  | International Electrotechnical Commission. |
| [8] | ICEA |  | Insulated Cable Engineers Association. |
| [9] | HSEC |  | Programa HSEC del Proyecto. |
| [10] | NFPA |  | National Fire Protection Association. |
| [11] | IEEE |  | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| [12] | AISI |  | American Iron and Steel Institute. |
| [13] | ASME |  | American Society of Mechanical Engineers. |
| [14] | AWS |  | American Welding Society. |
| [15] | ISA |  | Instrument Society of America. |
| [16] | UL |  | Underwriter's Laboratories. |
| [17] | DIN |  | Deutsche Institut für Normung. |
| [18] | DIA |  | Declaración Impacto Ambiental |
| [19] | NEMA |  | National Electrical Manufacturer´s Association. |
| [20] | NTSyCS |  | Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio”, Comisión Nacional de Energía (CNE), Gobierno de Chile |
| [21] |  |  | Código del Trabajo, Gobierno de Chile. |
| [22] |  |  | Requerimientos Operacionales, según los Reglamentos del CEN. |
| [23] |  |  | Pliegos técnicos normativos – Reglamento de seguridad de instalaciones de Producción, Transporte y Distribución (RPTD N°1 - RPTD N°17). |
| [24] |  |  | Anexo técnico “Exigencias mínimas para el diseño de instalaciones de transmisión”. |

En caso de discrepancia entre las normas se aplicará la más exigente

El Proveedor debe indicar cual o cuales de las normas anteriores utiliza en la fabricación y pruebas del suministro.

Para las publicaciones indicadas se empleará la edición más reciente al momento en que esta especificación es emitida para construcción, si una de ellas pierde su vigencia, se considerará como válida aquella que la reemplaza

# DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

La Subestación (SE) Los Negros, propiedad de Sistema de Transmisión del Sur, dispone actualmente de un transformador 66/23 kV, 5 MVA, que alimenta una barra de 23 kV a la que se conecta un alimentador de la Distribuidora SAESA y un equipo Autotransformador 23/13.2 kV, 3 MVA, al que se conecta un Alimentador de la Distribuidora Luz Osorno. Esta subestación suministro la demanda de los clientes ubicados en sectores rurales de la zona Nor-Oriente de la comuna de Osorno y parte de la comuna de Puyehue

La subestación se alimenta en 66 kV desde la SE Aihuapi 110/66 kV, mediante una línea radial de simple circuito. A través del recinto de la subestación cruza también la línea 2x66 kV, Osorno-Pilmaiquén, propiedad de Enel.

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

Las principales obras incluidas en el proyecto son las siguientes:

* Nivel de 66kV
  + Nuevo patio de 66kV en configuración Barra Principal más Barra de transferencia con espacio para 4 paños y terreno nivelado para al menos 2 paños futuros.
  + Construcción de un (1) paño de potenciales de barra (TPB-B)
  + Construcción de un (1) paño de transformación para la conexión del transformador T1 (BT1).
  + Construcción de un (1) paño de transformación para la conexión del transformador T3 (BT3).
  + Construcción de un (1) paño acoplador de barras (BR).
  + Construcción de un (1) paño de línea (B1) para la normalización de la conexión Línea 1x66kV Aihuapi.
  + Traslado de acometida de línea Aihuapi 66kV a nuevo paño mediante tendido aislado desde acometida existente.
  + Tendido aislado en 66kV para acometida de transformador existente T1.
* Transformación
  + Montaje de un (1) transformador de poder 66/23kV 12-16MVA kNAN/KNAF (T3) con aceite vegetal, con CTBC y pararrayos AT/BT montados sobre el equipo en ambos niveles de tensión. El equipo se encontrará asociado a una pileta de contención de derrames.
* Nivel de 23kV
  + Montaje de una (1) sala del tipo modular para el alojamiento de celdas de media tensión.
    - Montaje de un (1) paño en celda para conexión del transformador T1 (ET1)
    - Montaje de un (1) paño en celda para conexión del transformador T3 (ET3)
    - Montaje de tres (3) paños en celda para alimentadores de media tensión (E1, E2 y E3).
    - Montaje de un (1) paño en celda para potenciales de barra.
    - Montaje de un (1) paño en celda para conexión de SSAA.
  + Montaje de un (1) transformador Pad-Mounted para SSAA.
  + Acometida subterránea desde transformador de poder T1
  + Acometida subterránea de paños de línea en 23kV.
* Instalaciones comunes
  + Montaje de una (1) sala del tipo modular para el alojamiento del sistema de control, protecciones y comunicaciones.
  + Sistema de control, protecciones y comunicaciones asociado a los paños y barra, alojados en sala de control proyectada.
  + Montaje grupo generador de emergencia.
  + Sistema de alumbrado exterior
  + Sistema de vigilancia e intrusión
  + Construcción sistema de puesta a tierra subterránea.
  + Construcción de sistema de protección contra descargas atmosféricas.
  + Construcción del sistema de canalizaciones generales.
  + Urbanización

## CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO

### PARA TODAS LAS INSTALACIONES

* El diseño de las estructuras y fundaciones de los equipos e instalaciones deberá considerar lo especificado en el documento “24\_266\_OA\_F01.06 Criterio de Diseño Civil”
* Se deberá considerar la verificación y/o modificación la malla de puesta a tierra. Se debe realizar la conexión a tierra de los equipos proyectados.
* El diseño deberá considerar la verificación, modificación y/o construcción de las canalizaciones.
* Las canalizaciones deberán diseñarse considerando los porcentajes de ocupación adecuados en los ductos y/o bandejas o escalerillas portaconductores, en de acuerdo con lo establecido en el Pliego Técnico Normativo RIC Nº04 “Conductores, materiales y sistemas de canalización”.
* En general, los cables y conductores desnudos a utilizar deberán tener la sección y material adecuados desde el punto de vista técnico y económico, de manera de cumplir con los requerimientos exigidos en las normas nacionales e internacionales.
* Para la determinación de los cables aislados a utilizar en el proyecto, se debe considerar la norma IEC 60287 y para los cables desnudos la IEEE Std 738-2012., no se aceptarán aproximaciones por tablas de proveedores.
* El diseño y la elección de los componentes del proyecto deberán lograr una solución óptima desde los puntos de vista de calidad, rendimiento global, seguridad, costo de operación, facilidades de mantenimiento y otras metas propias de una buena ingeniería.
* El diseño y la elección de los equipos y materiales deberán considerar tecnologías modernas. No obstante, los equipos y materiales seleccionados deberán ser de confiabilidad comprobada de acuerdo con las normas citadas en estos Criterios de Diseño.
* En la selección de los equipos y materiales, se deberá procurar la uniformidad para funciones iguales o similares, tendiendo a un mínimo de repuestos necesarios.
* Los aisladores de anclaje y suspensión serán del tipo poliméricos.

### DE LAS INSTALACIONES EN EL PATIO DE ALTA TENSIÓN

* El patio de 66kV, se diseñará usando equipos de maniobra de alta tensión (AT) convencional AIS (por sus siglas en inglés), instalados a la intemperie.
* El diseño de las modificaciones declaradas en el alcance de este proyecto deberá mantener o mejorar las características de los patios existentes en la subestación, en lo que respecta al equipamiento convencional.
* Las distancias eléctricas y equipos del Patio (AT) serán especificados para 66 y 23kV.

### DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES

* El diseño debe considerar una Sala de Control y Celdas del tipo modular según estándar de STS que deberá tener las dimensiones adecuadas para albergar en su interior los equipos de protección, control y medida, asociados a la ampliación de la subestación declarada en el alcance de este proyecto.
* La alimentación de los servicios auxiliares de las instalaciones proyectadas se realizará mediante un transformador dedicado para estos fines, conectado desde la nueva barra de media tensión para alimentar los consumos en 380 – 220 Vac, respaldado por un grupo generador de emergencia. El transformador de SSAA deberá ser dimensionado para las cargas proyectadas más capacidad de reserva..
* La tensión de alimentación de los circuitos de control de la Subestación se considera en 125 [Vcc], mediante dos (2) cargadores de baterías y sus respectivos bancos de baterías, dimensionados adecuadamente para los consumos declarados, e incluidos en la sala de control proyectada.
* La tensión de alimentación en corriente alterna será de 380 [Vac].
* La tensión de alimentación de los motores en los equipos primarios se considera en 125 [Vcc].

### DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El contenido de las instrucciones de mantenimiento, el alcance de la capacitación y la determinación de las existencias de repuestos deberán hacer posibles las revisiones periódicas, las eventuales reparaciones y las ampliaciones de los sistemas de control y protecciones por parte de personal propio de la empresa, sin depender de especialistas de fábrica, salvo en casos excepcionales.

Los diseños deberán tomar en consideración, entre otros, los siguientes criterios:

* La subestación deberá estar diseñada para un servicio normal, adecuada para inspecciones y operaciones de mantenimiento.
* Todas las partes metálicas de los equipos deben estar conectados a tierra.
* Funcionalidad de cada elemento del equipo e instalaciones.
* Analisis técnico-económico de las alternativas para los suministros de equipos y materiales.
* Simplicidad, sin desmedro de la seguridad de servicio.
* Espacios necesarios alrededor de los equipos para ejecutar montajes y desmontajes en caso de reparaciones y mantenimientos.
* Acceso fácil a los equipos e instalaciones, tanto para su montaje como para su operación, reparación y mantenimiento.
* Seguridad, tanto para el personal como para el equipo y las instalaciones durante la construcción, el montaje, la operación, la reparación y el mantenimiento de los equipos y las instalaciones. Se deberán considerar bloqueos mecánicos para los equipos de poder, como candados en cajas de control.
* Seguridad para el personal, los equipos y las instalaciones contra siniestros, como inundaciones, movimientos sísmicos e incendios y para el desplazamiento de los medios de extinción.
* Seguridad para el personal frente a equipos, o partes de equipos energizados.
* Seguridad para el personal en caso de oscurecimiento involuntario, como fallas en los circuitos de alumbrado, fallas en los circuitos de servicios auxiliares, etc.
* Los requerimientos para alcanzar los términos de diseño (capacidad máxima, confiabilidad y disponibilidad).
* Las características del terreno (altitud, topografía, calidad del suelo, condiciones ambientales y sísmicas).
* Sistema de control con suficientes enclavamientos, para evitar errores de operaciones y capacidad para conectar servicios en forma rápida y segura.
* Diseño de sistemas de protecciones que actúen eficientemente ante una condición fuera de los ajustes normales.
* Sistema de información que permita visualizar y despejar rápidamente la zona afectada.
* Recopilación de antecedentes para realizar análisis de las condiciones de operación y de anomalías del sistema.
* Sistema de iluminación adecuado y provisión de enchufes de fuerza para el servicio, en todas las áreas.

## CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

### EXIGENCIAS POR IMPACTOS AMBIENTALES

Como mínimo, se deberá cumplir con los requerimientos señalados en la Ley 19.300 de Medio Ambiente.

### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD

Todas las obras que deberán ser realizadas para la construcción de la ampliación de la subestación deberán cumplir con la normativa de seguridad nacional vigente. De ésta, se han derivado los siguientes requerimientos mínimos para una Subestación de alta tensión:

* Los aparatos que deban maniobrarse y los instrumentos que deban intervenirse en el curso de la explotación deberán estar dispuestos en lugares adecuadamente accesibles y sin peligro.
* Todo equipo importante deberá tener fácil acceso y poder ser colocado o retirado de su lugar sin dificultad ni daño.
* Si la misma instalación comprende varias tensiones diferentes o diferentes clases de corrientes, las partes de las instalaciones correspondientes o cada una de ellas deberán estar adecuadamente separadas, aisladas, identificadas y protegidas.
* Las instalaciones deberán estar subdivididas adecuadamente, ya sea para la puesta en servicio, u operación normal, de manera que, como consecuencia de posibles averías, de revisiones o de reparaciones, el servicio pueda ser mantenido en la mejor forma posible.
* Todo equipo dejado fuera de servicio deberá poder quedar a cubierto de toda energización mediante dispositivos apropiados visibles y con capacidad de bloqueo por medio de un candado, con enclavamientos de apertura mecánicos y visibles.
* Al diseñar las instalaciones se tendrá en cuenta las probables ampliaciones y la necesidad de mantener la explotación de la Obra durante los periodos de construcción, mediante un diseño flexible y seguro, con una implementación que minimice las perturbaciones de los equipos energizados, y con mínimos tiempos de desconexión.
* El perímetro de la subestación deberá estar cerrado mediante cierre tipo bulldog.
* Los accesos deberán mantenerse cerrados con llave.
* Los aparatos que deban maniobrarse y los instrumentos que deban intervenirse en el curso de la explotación deberán estar dispuestos en lugares adecuadamente accesibles y sin peligro.
* Todo equipo importante deberá tener fácil acceso y poder ser instalado o retirado de su lugar sin dificultad ni daño.
* Las partes de las instalaciones correspondientes distintos niveles de tensión deberán estar adecuadamente separadas, aisladas, identificadas y protegidas.

# CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS ELÉCTRICAS

## TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

Se instalarán juegos de tres (3) transformadores de corriente (TTCC) para protección y/o medida, serán instalados según indique el diagrama unilineal y de disposición de equipos y estarán constituidos por tres unidades monopolares, multirelación, del tipo intemperie, aislados en aceite, con núcleos independientes para protección y medida, para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales descritas en los puntos anteriores del presente documento.

Los núcleos para facturación o medida serán clase 0.2s IEC con FS<=5 y los núcleos para protección serán clase 5P20 con corriente nominal secundaría de 5 A. Las razones serán las adecuadas a los niveles de carga y cortocircuito correspondientes.

Los terminales secundarios de los enrollados correspondientes a cada núcleo de las unidades monopolares, se alambrará hasta una caja resumen, donde se agruparán los conductores correspondientes a cada circuito y desde esta caja de resumen, por circuitos independientes, se alambrará hasta su punto de destino en el armario de Interconexión y los paneles de control y protecciones.

Para los TTCC se tenderá un cable independiente por cada circuito de corriente, de una sección mínima del 10 AWG, la cual podrá ser incrementada si las condiciones de carga (burden) así lo requieren. El cable para los circuitos de corriente será apantallado.

La caja de resumen de corrientes tendrá un grado de protección indicado en las especificaciones técnicas correspondientes, con regletas cortocircuitables y seccionables. Los conductores entre los TTCC y la caja tendrán una sección mínima 10 AWG.

Cada circuito secundario se pondrá a tierra solo en un punto, de preferencia en la caja resumen instaladas en el patio.

Los núcleos de reserva se dejarán cortocircuitados en la caja de resumen.

## TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

Los Transformadores de potencial (TTPP) serán tipo inductivo, monopolares, multirelación, del tipo intemperie, aislados en aceite y para operar en el sistema eléctrico.

Los núcleos para las medidas serán clase 02. IEC o 0.3 ANSI y los núcleos para protección serán clase 3P de 15 VA. Las razones serán adecuadas para los niveles de carga y cortocircuito correspondientes.

Los terminales secundarios, se alambrarán hasta una caja resumen, donde se agruparán los conductores correspondientes a cada circuito y desde esta caja de resumen, por circuitos independientes, se alambrará hasta su punto de destino en el armario de Interconexión y los paneles de control y protecciones.

Se tenderá un cable multiconductor independiente por cada circuito de potencial, de una sección mínima 10 AWG, la cual podrá ser incrementada si las condiciones de carga (burden), según se requiera.

La caja de resumen de corrientes tendrá un grado de protección indicado en las especificaciones técnicas correspondientes, y los conductores entre los TTPP y la caja, tendrán una sección mínima del 10 AWG.

Cada circuito secundario se pondrá a tierra solo en un punto, de preferencia en la caja resumen instaladas en el patio.

## DESCONECTADORES TRIFÁSICOS

Los desconectadores serán del tipo intemperie, de operación motorizada, con excepción de los declarados como existentes en la subestación, montados horizontalmente en las estructuras diseñadas para tales fines, y fijados a una fundación o losa según corresponda.

El accionamiento motorizado de cada desconectador será en 125 Vcc y estará eléctricamente enclavado para evitar su funcionamiento con el interruptor cerrado.

Los desconectadores poseerán comando local, ubicado en un gabinete local del desconectador y accionamiento remoto desde los armarios de control.

La puesta a tierra será motorizada y dispondrá solo de comando local, incorporando todos los bloqueos necesarios y pertinentes para el no cierre de la puesta a tierra cuando el desconectador esté cerrado.

## INTERRUPTORES DE PODER

Los interruptores serán del tipo intemperie, adecuados para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales descritas en los puntos anteriores del presente documento.

Los interruptores de poder serán en SF6, para el nivel de 66 kV, serán en vacío tripolares, con doble bobina de apertura, del tipo columna, con sistema de accionamiento motor-resorte. El sistema de control y el motor de carga de los resortes serán de alimentación en 125 VCC y los calefactores de sus gabinetes de control se alimentarán en 220 VCA.

El sistema de control será de 125 Vcc, el motor de carga del resorte del interruptor será de alimentación en 125 Vcc y los calefactores serán en 220 [Vac].

La orden de apertura manual aplica sobre la bobina N°1 y la orden de apertura por protecciones se darán simultáneamente a las dos bobinas de apertura. La alimentación de cada bobina de apertura provendrá de circuitos de corriente continua distintos e independientes.

Se considerarán las facilidades para la reconexión monopolar y tripolar correspondientes.

Tanto la apertura manual como la apertura por protecciones se darán simultáneamente a las dos bobinas de apertura y se considerarán las facilidades para la reconexión monopolar y tripolar correspondientes. Las bobinas de apertura de cada interruptor deberán poseer circuitos independientes de alimentación.

Se considerará enclavamientos entre interruptores y desconectadores asociados, para efectuar la apertura automática del interruptor cuando se intente accionar el desconectador, estando el interruptor cerrado, para asegurar así, la apertura o cierre del desconectador sin carga.

Los interruptores tendrán comando local, ubicado en un gabinete de comando local y comando remoto desde el tablero de control y protecciones ubicado en la Sala de Control. Se dispondrá de un selector local/remoto en el gabinete de comando local del interruptor, para seleccionar estas alternativas.

Todos los contactos para control, señalización y alarmas del interruptor se alambrarán hasta el Armario de interconexión y los gabinetes de Control y protecciones asociados. Los cables de interconexión entre los gabinetes de control local con los armarios de la Sala de control deberán disponer de reservas para futuros usos.

## AISLADORES DE PEDESTAL

En general deben cumplir con lo siguiente:

Los aisladores serán instalados según indique la disposición de equipos, y serán del tipo “Solid Core Station Post”, adecuados para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales descritas en los puntos anteriores del presente documento, cumpliendo con la distancia de fuga mínima especificada en la Memoria de cálculo de distancias eléctricas y determinación de aislación.

## TRANSFORMADOR DE PODER 66/23 KV

Los transformadores de poder serán del tipo intemperie, adecuados para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales descritas en los puntos anteriores descritos en el presente documento.

Los equipos serán trifásicos, aislados en aceite vegetal, con cambiador de tomas bajo carga en alta tensión, con conservador de aceite lateral.

El CDBC, será para regulación en el enrollado de alta tensión en 17 pasos, +-8 x 1,25%, con accionamiento motorizado. El equipo de conmutación de tomas bajo carga deberá incluir los medios para un control remoto totalmente automático y manual del transformador, en conformidad con la norma IEC 60214. Para este objeto, deberá ser suministrado un relé regulador de tensión para el control automático del cambiador de tomas, provisto de un ajuste fino que permita mantener, en los terminales regulados del transformador, cualquier tensión dentro de los límites especificados, con una compensación ajustable por caída de tensión en la línea y que dependa del factor de potencia; con una banda muerta ajustable y con una protección de baja tensión que impida la falsa operación del relé y dé alarma en el caso de fusibles quemados o accidentes similares.

El sistema de refrigeración será del tipo KNAN/KNAF con una etapa de refrigeración forzada con control automático, empleando un conjunto radiador-ventilador con un criterio n-1, permitiendo la operación a máxima potencia incluso si falla parte del sistema.

Las conexiones externas de alta tensión se ejecutarán a través de bushings con torretas adicionales incorporadas al estanque principal. Los bushings del neutro deberán ser del tipo sólido. Los bushings del lado de baja tensión y de alta tensión deberán ser del tipo condensador, herméticamente sellados, y tendrán su aceite (tipo I) propio e independiente.

El transformador debe ser suministrado con pararrayos de Oxido Zinc, sin chisperos interiores ("gapless") para los terminales primario y secundario, para montaje vertical y tipo intemperie. Estarán ubicados sobre el transformador de poder, y su base de soporte deberá estar soldada a éste.

El sistema contempla una alimentación de 125 V c.c. para los dispositivos de control y otra de 380/220 V c.a. trifásica/monofásica, 50 Hz, con neutro conectado sólidamente a tierra, para alimentar motores trifásicos/monofásicos y sus interruptores, contactores, partidores y protecciones. Todos los componentes deberán operar correctamente dentro de las variaciones de +20% y -20% de la tensión de alimentación continua (c.c.) y ±15% de la tensión de alimentación alterna (c.a.) y estar equipados con contactos auxiliares para indicación remota de cada posición.

## PARARRAYOS

Los pararrayos serán de óxido de zinc, de clase estación, de capacidad adecuada para proteger los equipos de las subestaciones y se especificarán con las características técnicas requeridas para soportar las tensiones máximas de servicio, los niveles de contaminación y las sobretensiones de frente de onda en el lugar de instalación.

En el diseño de las obras de la subestación se deberá considerar que se instalen pararrayos en cada remate de línea y contiguos a los terminales de Transformadores de Poder.

Cada unidad irá montada sobre una base aislada y dispondrá de contadores de descarga.

De preferencia los pararrayos se instalarán lo más cercano posible al equipo protegido.

La distancia mínima de los pararrayos al equipo más próximo será igual a la distancia mínima fase tierra, definida en este documento.

El dimensionamiento y ubicación de los equipos deberán ser verificadas mediante las memorias de cálculo pertinentes.

## DISTANCIAS ELÉCTRICAS



### DISTANCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS

Las distancias eléctricas mininas que se deben considerar en la etapa de diseño del proyecto, entre partes energizadas y a su vez estas respecto a tierra, serán determinadas en base a la norma IEC 61936-1.

### DISTANCIAS MÍNIMAS PARA EL PERSONAL

La altura mínima desde el suelo hasta la base de los aisladores que soportan las partes vivas de los equipos no deberá ser inferior a 2500 [mm]. Esta altura es la comprendida entre el piso de gravilla y la zona más accesible del aislador de cualquier equipo.

### ALTURA DE LOS CONDUCTORES DE BARRAS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO

La altura de los conductores de barra se debe calcular de acuerdo con el Pliego Técnico RPTD Nº7 “Franja y Distancia de Seguridad”, considerando a los conductores de barra como regiones poco transitables.

### ALTURA DE REMATE EN SUBESTACIÓN

La altura de los conductores de barra se debe calcular de acuerdo con el Pliego Técnico RPTD Nº7 “Franja y Distancia de Seguridad”, considerando a los conductores de barra como regiones transitables.

### DISTANCIAS DE ALCANCE DE UN OPERADOR

Las personas u operadores que realicen trabajos cerca de los conductores energizados no deben permitir que ninguna parte de sus cuerpos, ni ningún objeto o herramienta móvil que estén manipulando, quede más cerca que las distancias mínimas de seguridad en el área de trabajo, de acuerdo con lo indicado en el RPTD-N°10 Centrales de producción y Subestaciones.

## COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN

Los criterios de coordinación de la aislación de la subestación se verifican en la Memoria de cálculo de coordinación de aislación, considerando las solicitaciones a que estará sometida durante su servicio y de las condiciones meteorológicas y ambientales de la zona donde esté ubicada. Ésta debe ser suficiente para permitir una operación aceptable durante la vida útil de la subestación.

Las solicitaciones eléctricas a las que puede estar sometida la aislación de los conductores aéreos son las siguientes:

* Sobretensión de origen interno (transitorios por maniobras y por frecuencia industrial).
* Sobretensión de origen externo (descarga atmosférica).
* Solicitaciones producidas en condiciones de servicio normal (contaminación).

## CONDUCTORES DE PAÑO

Para el cálculo de los conductores de cada paño se deberá considerar lo siguiente:

* Límite Térmico: Para este análisis, la temperatura del conductor no será superior a 75 °C en régimen permanente. La corriente máxima admisible se calculará con un viento de 0,61 m/s (2 pie/s), efecto de sol de 0,1 W/cm², factor de emisividad de 0,5, absorción solar de 0,5 y una temperatura ambiente máxima de 35°C con sol.
* El diámetro mínimo de los alambres de aluminio o de aleación de aluminio deberá ser mayor que 3,0 mm.
* Para los alimentadores de MT se considera la utilización de conductor de cobre.

Los cálculos correspondientes para cada conductor quedan definidos en la Memoria de cálculo conductores, barra, conexionado y cables aislados.

## GRADOS DE PROTECCIÓN

El grado de protección de los tableros y gabinetes deberá ser, como mínimo IP 54 según Norma IEC o 4X según estándar NEMA.

## CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

El diseño de las canalizaciones de control y fuerza debe cumplir con lo indicado el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 “Conductores, materiales y sistemas de canalización”.

El diseño del sistema completo de canalizaciones, vale decir, canaletas, bandejas, escalerillas, ductos, cajas de derivación, etc., se incluyen en el proyecto.

Se incluyen también dentro de las canalizaciones, las necesarias para el sistema de telecomunicaciones, de aplicar.

### DISEÑO GENERAL DE CANALIZACIONES

#### Canalizaciones Exteriores.

Se deberán tener las siguientes consideraciones

* El sistema de canaletas al exterior, como en los patios de alta tensión, llevará tapas de hormigón armado que deberán disponer de dos asas que permitan su fácil retiro y reposición.
* El diseño considerará que las canaletas con sus tapas no deberán sobresalir del nivel del terreno terminado.
* El acabado exterior de la tapa deberá ser antideslizante, cuando se prevea su uso como camino para peatones.
* Las canaletas deberán construirse de tal manera que tengan una pendiente que permita escurrir el agua en caso de que penetre al interior. En los puntos más bajos deberán considerarse drenajes.
* En las instalaciones a la intemperie o en recintos de ambiente húmedo, se deberá asegurar la impermeabilidad adecuada al tipo de cables a usar y contar con protección conveniente contra la oxidación.

Las canaletas se deben diseñar para canalizar por separado y en bandejas o escalerillas, los circuitos de control y los circuitos de fuerza, considerando además una reserva de un 30 % para cada caso. Esta reserva, que debe quedar libre, estará destinada a satisfacer las necesidades de eventuales modificaciones o complementos posteriores a la recepción final de las obras.

Las canalizaciones a la vista sólo podrán utilizarse en lugares en que no existe riesgo de daño mecánico.

Las canaletas podrán diseñarse considerando instalar una o más escalerillas o bandejas en su interior. Las bandejas y escalerillas, como los componentes menores, es decir, pernos, golillas, etc., deberán ser metálicas de acero galvanizado en caliente y cumplir con las normas ASTM A143 y A153. Las escalerillas y las bandejas metálicas deberán estar conectadas a tierra.

El diseño de las escalerillas deberá considerar a lo menos las siguientes distancias mínimas:

* Separación entre escalerillas (una sobre otra): 300 mm
* Separación en cruces de escalerillas: 300 mm
* Separación a tapas en canaletas: 100 mm
* Separación a techo en sala de control: 150 mm

Como criterio general, la transición de las canalizaciones subterráneas y las uniones a las cajas de equipos será por medio de ductos metálicos flexibles al aire conectados mediante coplas de acero galvanizadas. La derivación de cables desde las canaletas se hará a través de cualquier sistema de canalización normalizado y vigente en Chile.

Se utilizarán ductos rígidos de PVC Schedule 40 enterrados desde las cámaras de inspección y/o canaletas hasta la base de los equipos, los que a su vez se empalmarán mediante coplas de acero galvanizadas en caliente que cumplirán con la Norma ANSI C.80-1 Rigid Steel Conduit más terminal PVC a ductos metálicos flexibles.

El Diámetro del conduit será tal que se cumpla con lo establecido en el Pliego Técnico Normativo RIC Nº4 “Conductores, materiales y sistemas de canalización” (punto 7.16.1.14), considerando los siguientes porcentajes máximos de ocupación de la sección transversal de la tubería por los conductores:

* 1 conductor 50%
* 2 conductores 33%
* 3 o más conductores 33%

Los ductos entre cámaras de inspección serán de conduit de PVC Schedule 40.

#### Canaletas Interiores.

* En la Sala de Control se instalarán canalizaciones a la vista, utilizando como sistema principal, bandejas portaconductores de fondo perforado, de acero galvanizado en caliente, sin tapas, salvo donde sea requerido por motivos de protección mecánica a los conductores.
* Como sistema complementario se utilizarán cañerías de acero galvanizadas en caliente que cumplirán con la Norma ANSI C.80-1 Rigid Steel Conduit, y ductos metálicos flexibles, conectados mediante coplas de acero galvanizadas a los tableros o a los sistemas de bandejas portaconductores.

### CÁMARAS DE INSPECCIÓN.

Las cámaras de inspección, de aplicar, se usarán para facilitar el tendido y mantenimiento de las diversas canalizaciones subterráneas y permitir los empalmes de distintos tipos de ductos o bancos de ductos. Se ubicarán, aproximadamente, cada 30 m y además en aquellos puntos en que la diferencia de niveles del terreno es apreciable, en cambios de trazado y cuando la disposición de equipos lo exija.

Para el diseño de las cámaras de inspección se deberá considerar el radio de curvatura mínimo para los conductores canalizados a través de ella, según las recomendaciones de la norma NEMA WC 74 (ICEA S-93-639). Se deberá considerar también las especificaciones para los tres tipos de cámaras definidos en el Pliego Técnico Normativo RIC Nº04 “Conductores, materiales y sistemas de canalización”.

Los ductos o bancos de ductos exteriores se instalarán con pendiente hacia las cámaras, evitando así la posible entrada de agua en las instalaciones principales. A su vez, las cámaras contarán con un sistema de drenaje, adecuado a las características del terreno.

A los ductos que lleguen a las cámaras se les instalará boquillas adecuadas para proteger la aislación o cubierta de los cables.

### PUESTA A TIERRA DE LAS CANALIZACIONES

Todos los elementos metálicos integrantes de un sistema de canalización deberán conectarse a la malla de puesta a tierra.

## MALLA DE PUESTA A TIERRA.

### MALLA DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEA

Para el diseño de la malla de puesta a tierra, se deberá considerar el método de cálculo indicado en IEEE Std 80-2013 – “Guide for safety in ac substation grounding”, además se deberá realizar medida de resistividad del terreno utilizando el método Schlumberger en los terrenos de la zona donde se emplaza la subestación.

La implementación de la malla considera una ampliación y verificación de la malla de puesta a tierra existente asociada a la superficie de terreno requerido para el proyecto.

Todos los equipos se conectarán a la malla de puesta a tierra mediante termofusión, la casa de control deberá tener malla de puestas a tierra subterránea para la conexión de tableros, gabinetes de control, etc.

Las dimensiones de la malla y sus reticulados quedarán definidos en la memoria de cálculo, respectando en medida de lo posible, el reticulado existente en la subestación. Para el tendido de los conductores se aceptará ±0,20m de variación horizontal. La profundidad de la malla de puesta a tierra deberá quedar indicada en planos, memoria de cálculo y junto con el modelo de capas de resistividad del terreno.

La capa de grava extendida sobre el terreno estabilizado de la subestación corresponde a un elemento propio del diseño y no es un elemento decorativo; se usará como espesor máximo 15 cm y mínimo 10 cm, sin embargo, deberá verificarse el espesor de la capa existente en la subestación, y mantener las mismas características, de ser posible. Debe estar libre de contaminación. Solo se aceptará la capa superficial de gravilla, y la resistividad de ésta será seleccionada según lo contenido en IEEE Std 80-2013 – “Guide for safety in ac substation grounding” tabla N°7.

Para el tendido subterráneo del conductor de la malla, se construirán zanjas de un ancho equivalente al ancho normal de una pala y con su fondo aproximadamente a 60 cm de profundidad desde la superficie del terreno, indicados en los planos de malla puesta a tierra.

En los puntos donde se requiera doblar el conductor: (esquinas, cruces, derivaciones, etc.) Se respetará el radio mínimo de curvatura recomendado (esto es 10 a 20 veces el diámetro del conductor en referencia o de acuerdo con la recomendación del fabricante).

Se aplicará la primera capa de material harneado, para mejorar la resistencia eléctrica de contacto entre el material extraído (y luego repuesto) y el conductor tendido.

Las planchas de operador y plataformas del accionamiento de equipos eléctricos de maniobra deben estar conectadas sólidamente a la malla subterránea en dos puntos de estas planchas.

El conductor para esta malla de puesta a tierra base será de cobre y tendrá como sección mínima 4/0 AWG. Las derivaciones a equipos, gabinetes, cajas, etc., serán como mínimo con conductor Cu 2/0 AWG, salvo para los pararrayos que tendrán como mínimo un conductor Cu 4/0 AWG.

### MALLA DE PUESTA A TIERRA AÉREA

El Contratista será responsable del diseño, suministro, construcción de la construcción de la malla de puesta a tierra aérea para toda la instalación.

Para el diseño de la malla de puesta a tierra área, se deberá considerar el método de cálculo indicado en IEEE Std 998 – “Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations”.

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

### TENSIONES NORMALES

Las tensiones normales de servicio usadas en el proyecto serán las siguientes.

Tabla 3: Tensiones Nominales

| **TENSIÓN** | **VALOR** |
| --- | --- |
| Tensión principal | 220 Vac- 50 Hz |
| Tensión de SSAA de CA y Alumbrado | 380/220 Vac, 50 Hz |
| Tensión de SSAA de CC | 125 Vcc |

El dimensionamiento de los alimentadores de servicios auxiliares deberá respetar los siguientes valores en condiciones de carga:

* Variación de tensión a plena carga en puntos de conexión común: 3 %
* A plena carga en puntos de consumo: 5 %

### SISTEMAS PARA SERVICIOS AUXILIARES.

#### Diseño de los servicios auxiliares de corriente alterna

Para el diseño de los servicios auxiliares de corriente alterna se debe considerar lo siguiente:

* Fuente de abastecimiento:

Los servicios auxiliares de corriente alterna serán tomados desde la barra de 380-220Vca mediante un trasformador de distribución de 23/0.4-0.23kV con capacidad de soportar los consumos asociados a la etapa de ampliación de la subestación, el cual alimentara un Tablero de Transferencia de alimentadores y seguido del armario de SSAA, ubicado en la sala de control proyectada.

Se considera un grupo generador de emergencia que deberá ser dimensionado de acuerdo con las instalaciones proyectadas como respaldo local.

#### Diseño de los servicios auxiliares de corriente continua

Para el diseño de los servicios auxiliares de corriente continua se debe considerar lo siguiente:

* Fuente de abastecimiento:

Los servicios auxiliares de corriente continua serán tomados desde la barra de 125Vcc mediante dos cargadores de baterías alimentados desde la barra de circuitos esenciales de corriente alterna con sus bancos de baterías de respaldo, los cuales alimentarán un Tablero de Transferencia de cargadores y seguido el armario de SSAA, ubicado en la sala de control proyectada, con la capacidad necesaria para abastecer los consumos asociados a la ampliación declarada en este proyecto.

El banco de baterías y cargador de baterías deberán ser dimensionado de acuerdo con la memoria de cálculo respectiva.

* Los tableros de distribución:

Los armarios de SSAA CC y CA deberán contar con todos los elementos necesarios para alimentar los requerimientos de la subestación.

## SISTEMAS DE CONTROL

Se indica a continuación los criterios que se deberá aplicar en los diseños de los sistemas de control para la Subestación.

### SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO

Se deberá realizar el diseño del sistema de control eléctrico para la subestación, considerando que las instalaciones son desasistidas, controladas y monitoreadas desde el Centro de Operación Remoto de STS.

### DISEÑO GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL LOCAL

Las instalaciones del sistema de control local deberán cumplir con las siguientes especificaciones generales de diseño.

#### Redundancia de Circuitos y Equipos de Control

Se deberá incorporar, en los casos que corresponda, el uso de la redundancia en el diseño de los circuitos de alimentación de los equipos de control, a fin de resguardar al máximo la seguridad de las instalaciones e incrementar la confiabilidad de los sistemas de control.

#### Eliminación de Perturbaciones en los Circuitos

Se deberá estudiar exhaustivamente y adoptar medidas y soluciones para evitar toda interferencia producida por acoplamiento galvánico, capacitivo o inductivo, que pueda afectar la seguridad de las instalaciones de control y de comunicaciones de la subestación.

Lo anterior deberá complementarse con el uso de cables apantallados. La cubierta metálica (pantalla) de los cables deberá conectarse a la malla de puesta a tierra en uno de sus extremos y en lo posible en los tableros de control y protecciones.

#### Fuentes de Alimentación

El diseño de la alimentación a los equipos deberá ser tal que siempre sea posible la operación normal de los sistemas de protecciones y la apertura de los interruptores de poder.

Se deberá considerar todos los equipos intermedios que sean necesarios para asegurar la alimentación permanente de los equipos cuya tensión de alimentación sea diferente a la indicada en este documento. En consecuencia, se deberá estudiar y determinar todos los inversores y los convertidores que sean necesarios y normalizados para transformar la corriente continua en corriente alterna y en continua de otras tensiones, respectivamente, y otras interfaces necesarias, aunque dichos equipos no estén detallados expresamente.

Los equipos de alimentación que precise el diseño deberán ser de tipo estático, basados en semiconductores, con reserva mínima de potencia de un 25% sobre el consumo máximo y no deberán producir perturbaciones nocivas en los circuitos de control y comunicaciones de la Subestación.

Todos los equipos de control deberán operar satisfactoriamente dentro de los rangos de variación aceptables para las redes de servicios auxiliares, esto es, 125 Vcc +10% –15% y 380-220 Vac ±10%.

#### Independencia de los Circuitos de Control

Los circuitos de control serán independientes y deberán estar protegidos convenientemente para evitar que una falla o cortocircuito afecte a otro circuito.

Cada uno de los circuitos de control estará protegido independientemente por interruptores automáticos de dos polos, de capacidades adecuadas de conducción y ruptura. Los interruptores automáticos deberán tener los valores de régimen nominal claramente indicados en un lugar visible. Cada interruptor automático estará provisto de contactos auxiliares para señalizar la apertura, tanto por falla como por acción manual. En caso de que esto no sea posible, en el circuito protegido se deberá instalar un relé de tensión cero para dar la alarma de falta de tensión.

#### Previsiones para Alarmas y Señalizaciones

Se deberá considerar que todas las alarmas y eventos locales serán transmitidos hacia el control centralizado y remoto.

Las señalizaciones de posición del interruptor, desconectadores y en general de todos aquellos equipos importantes, deberán ser informadas mediante estados dobles (un contacto abierto y un contacto cerrado). El resto de las señalizaciones se informarán como estado simple (un contacto).

#### Terminales de Prueba

Todos los circuitos secundarios de Transformador de medida asociados a las protecciones, al control y a las medidas, estarán provistos de terminales de prueba. Estos terminales permitirán efectuar la calibración de instrumentos y relés de protección en el terreno, además de realizar bloqueos en la acción de protecciones sin necesidad de abrir o cortocircuitar otras conexiones.

Del mismo modo, las señales de desenganche y órdenes relevantes deberán pasar también a través de terminales de prueba. Los terminales de prueba se montarán en lugares de fácil acceso.

#### Bornes de Alimentación

En la parte posterior de cada conjunto de armarios de control se deberán montar seis (6) bornes de alimentación: dos energizados desde el sistema de corriente continua en 125 Vcc y cuatro conectados al sistema de corriente alterna con neutro en 380 Vac 50 Hz.

Desde estos bornes se obtendrá alimentación para los equipos de prueba y calibración que utilice el personal de mantenimiento.

Estos bornes estarán alimentados a través de interruptores automáticos dispuestos en circuitos exclusivos para ellos. Deberán estar adecuadamente aislados y ubicados de manera de evitar contactos accidentales de las personas.

#### Conexión a Tierra de los Enrollados Secundarios

Los enrollados secundarios de los Transformador de medida se deberán conectar a tierra en un solo terminal y en un solo punto. Esta conexión se efectuará desde las regletas de terminales de las cajas de resumen ubicadas en patio.

#### Barras de Conexión a Tierra

Todos los armarios de control estarán provistos de una barra de conexión a la malla de puesta a tierra. Estas barras estarán conectadas directamente a la malla de puesta a tierra y deberán asegurar una conexión adecuada de todas las estructuras metálicas en que se monten los equipos y los cables de control.

#### Aislación de los Circuitos

Los circuitos de control deberán tener una aislación clase 600 V, corriente alterna y deberán resistir las pruebas de 1000 V a 50 Hz durante un minuto.

#### Letreros para Identificación

Cada armario de control deberá llevar en su parte superior un letrero o etiqueta que lo identifique, escrita en español y de calidad y tipo uniforme para todos los equipos suministrados.

Además, cada uno de los equipos de control deberá tener una etiqueta escrita en español que lo defina en cuanto a su función y una nomenclatura que permita individualizarlo de acuerdo con los planos eléctricos. Una vez que esté definida la disposición de los equipos y se conozca su función, se entregará una nómina en español con las leyendas de las etiquetas.

#### Enchufes y Calefacción de Armarios

Cada uno de los armarios estará equipado con un enchufe de 220 Vac, 50 Hz, 10 A de acuerdo con norma chilena, y un calefactor controlado por termostato. El circuito de enchufes y calefacción de cada armario deberá estar adecuadamente protegido por un interruptor automático, ubicado en el mismo armario.

### OBJETIVOS Y MODALIDADES DE CONTROL ELÉCTRICO

El objetivo básico de los sistemas de control será comandar y supervisar el funcionamiento de todas las instalaciones de forma eficiente y segura.

El sistema de control local será de tipo numérico. Se debe adaptar todo el diseño a este requerimiento.

El sistema de control deberá tener 4 niveles:

* Control Local Inmediato (Desde el equipo).
* Control Local (desde armario del control del paño).
* Control Local Centralizado (concentrador de datos, Casa de Control).
* Telecontrol (Desde posición remota).

El Control Local Inmediato reside en las cajas de control individuales que son propias de los equipos de maniobra (desconectadores, equipos compactos e interruptores).

Corresponde al nivel local (controladores de bahía o protecciones con función de control). Este nivel estará conformado por todos los controladores de paño. Estos dispositivos son los destinados a controlar los equipos primarios de alta tensión.

El Control Local Centralizado, se ubicará en la caseta de control. Desde este lugar se podrá emitir mandos que inicien secuencias automáticas y mandos directos sobre los equipos individuales y se deberá disponer de todas las alarmas, señalizaciones, eventos, medidas y registros. Se usará este control durante puestas en servicio y eventualmente en faenas de mantenimiento o pruebas

Mediante el Telecontrol se hará el control habitual de las instalaciones, desde donde se podrá supervisar y tele controlar la instalación desde una posición remota Centro de Operación Remoto. Con este nivel de control se podrán controlar equipos en forma individual, se tendrá información de estados, alarmas y medidas. Este control se usará en emergencias durante puestas en servicio y eventualmente en faenas de mantenimiento o pruebas, cuando no esté disponible el Control Local Centralizado.

El sistema de control será de tipo distribuido y numérico con unidades de control independientes por paño. Las unidades de control, junto con las unidades de protección, se conectarán entre sí mediante redes de comunicaciones interpaños redundantes, a través de protocolos de comunicación normalizado, de preferencia la norma IEC 61850. El Gateway deberá convertir a DNP 3.0 hacia el sistema SCADA. El sistema deberá permitir la conexión con el Centro de Operación Remoto, el que podrá ejecutar funciones de supervisión y mando de las instalaciones. Además, debe disponer de interfaz de comunicación con terceros para el cumplimiento de normas nacionales.

### FUNCIONES DEL CONTROL

Las funciones de control deberán considerar:

* Confirmación de los comandos por parte de los operadores.
* Las instalaciones podrán ser operadas desde cada nivel de control, pero siempre desde un nivel a la vez.
* Prohibir la doble operación de equipos; por ejemplo, dos cierres de un interruptor.
* Bloqueo y desbloqueo de equipos de maniobra protegido por password.
* Habilitar y deshabilitar la función de reconexión automática.

### SUPERVISIÓN

El estado de cada equipo de maniobra deberá ser supervisado constantemente. Cada cambio detectado se deberá reflejar inmediatamente en la pantalla de operación y en la lista de eventos. Se deberá emitir una alarma cuando un cambio de estado no es producido por un comando.

* Se deberá realizar la supervisión de los servicios auxiliares de la subestación.
* Para cumplir con lo anterior, el sistema deberá:
* Adquirir los datos desde el campo y almacenarlos en la base de datos del nuevo sistema, estampando el tiempo de ocurrencia de cada evento.
* Ser capaz de adquirir y procesar aquellas alarmas fugaces o transitorias.
* Validar los datos y marcar aquellos que no estén correctos y aquellos que se encuentren en estado de alarma.
* Marcar todos aquellos puntos que tienen algún tipo de entrada manual.
* Convertir las medidas analógicas en valores digitales.
* Comparar los valores medidos con los límites de operación y marcar aquellos puntos que sobrepasen algún límite.

La base de datos mencionada deberá tener una estructura que permita su ampliación futura sin que se produzcan desórdenes entre sus funciones.

### ENCLAVAMIENTOS

Las funciones de enclavamientos garantizarán la correcta operación de cada uno de los equipos de maniobras.

Esta función se encontrará distribuida en cada una de las unidades de control de los paños, de tal forma que la falla de una unidad de control bloquee únicamente la operación de ese paño y no interfiera con la correcta operación del resto de la instalación.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PROTECCIONES

Las protecciones serán del tipo digital, programables en el panel y alternativamente desde un computador personal, para lo cual se deberán entregar los programas correspondientes en formato digital además de traspasar las licencias de uso, manuales, etc. Asimismo, las protecciones deberán almacenar los últimos eventos con sus principales características para ser consultadas tanto por pantalla como por un computador personal, para lo cual se deberán entregar los programas correspondientes.

Las protecciones tendrán una puerta serial o ethernet en su parte frontal para comunicación en línea con el sistema de control.

Las protecciones deberán tener sistema de sincronización vía GPS y lectura remota vía TCP/IP.

## PROTECCIONES ELÉCTRICAS QUE EMPLEAR

Los sistemas de protección a emplear en los nuevos paños son:

* Protección diferencial de barras
* Protección S1 y S2 21/21N Paño B1
* Protección S1 87T Paño BT1
* Protección S2 21/21N Paño BT1
* Protección S1 87T Paño BT1
* Protección S2 21/21N Paño BT1
* Protección de sobrecorriente 67/67N para alimentadores

### ESTUDIO DE PROTECCIONES

A continuación, se presentan los estudios y características mínimas que deberán cumplir las protecciones que se instalarán en la Subestación.

#### Estudios de Verificación del Sistema de Protección

Estudios para verificar que los sistemas de protección definidos son suficientes y adecuados para proteger las instalaciones y líneas. Además, se deberá determinar los márgenes de ajuste de los diferentes elementos que forman los sistemas de protección, y demostrar que esos márgenes permiten una correcta protección de todos los elementos involucrados en el sistema de potencia.

Estos estudios se deberán efectuar de acuerdo con los criterios normales del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), considerando las instalaciones existentes en el Sistema Eléctrico Nacional Chileno (SEN).

#### Estudios de Coordinación y Ajuste de Protecciones

Estudios para determinar los valores de ajuste de los diferentes elementos de los equipos de protección, para su puesta en servicio y correcta operación posterior, así como para las condiciones de prueba de las instalaciones. Estos estudios se deberán efectuar de acuerdo con los criterios normales que informe el CEN, considerando las instalaciones existentes en el SEN.

### SISTEMA DE PROTECCIONES

El diseño de las protecciones eléctricas de los equipos e instalaciones deberá asegurar la correcta operación de los esquemas de protecciones, para los niveles de cortocircuito mínimo y máximo previstos.

El sistema de protecciones deberá cumplir con lo estipulado en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS).

El sistema de protecciones deberá asegurar el despeje de la falla con el mínimo de perturbación en el sistema y/o las instalaciones no falladas.

#### Esquema de protección Local

Se debe considerar que cada protección deberá contar con la función 50BF tanto para paños de líneas, de alimentadores y transformación como para la protección diferencial de barras.

### BLOCKS DE PRUEBAS

Se deberán considerar blocks de prueba para los medidores de facturación del paño de transformador, y para los paños de salida de alimentadores.

Cada una de las protecciones incluirá un block de pruebas para su mantención y verificación.

## ALUMBRADO

### SISTEMA DE ALUMBRADO

El sistema de alumbrado será alimentado en 220 Vac, tomado desde el tablero de distribución de alumbrado.

En general, las luminarias para el alumbrado de patio de la subestación serán tipo outdoor, con refractor de vidrio y lámpara de alta densidad de descarga HPS.

La alimentación de las luminarias se ejecutará mediante cables flexibles con chaqueta resistente a la intemperie y muy especialmente a la luz solar y rayos UV. En caso de ser necesario, se incluirán prensaestopas adecuadas para sellar la entrada de los cables.

El alumbrado de las salas eléctricas será en base a equipos fluorescentes tipo industrial y deberá considerar, además, alumbrado de emergencia.

La ingeniería, el diseño, suministro y montaje del sistema de alumbrado de la subestación, se realizará ateniéndose a estas especificaciones y a los Pliegos Técnicos Normativos RIC Nº1 al Nº19.

## SISTEMAS DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIO

### General

Los sistemas contra incendios de la subestación se deberán diseñar con sistemas de detección, alarmas y extinción de incendios, de acuerdo con lo establecido en las normas:

* Pliego Técnico Normativo - RPTD N°08:” Protección contra incendios”.
* Norma NFPA 850.
* ANSI/IEEE Std. 979, “*Guide For Substation Fire Protection*”
* Norma NFPA 72.
* Norma NFPA 10 – Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios.

El sistema contra incendios deberá considerar la instalación de un Tablero Centralizado de Detección y Alarmas de Incendios (TCDI) que entregue una alarma visual y audible en caso de activarse un dispositivo de iniciación, reportando dicha condición hacia una posición remota. De igual forma, este tablero supervisará el funcionamiento de los sistemas y enviará una señal de avería en caso de detectarse una falla.

Los sistemas de detección deberán ser capaces de detectar en sus inicios, cualquier incendio y dar la alarma correspondiente, ya sea con señales acústicas, luminosas y alarma remota.

El diseño de los sistemas de detección y alarma de incendio deberá asegurar la detección inequívoca de un incendio en sus etapas iniciales.

Para ello deberá ser de tecnología inteligente, que pueda controlar también circuitos convencionales, con lógica programable a través de un teclado integrado al tablero de control y de un computador de conexión temporal.

El cable por utilizar para este sistema será FPL 2x16 apantallado.

En caso de alarma o falla del panel se enviará la señal respectiva al sistema de control de la subestación correspondiente.

### Sistema de extinción de incendios en salas y recintos cerrados

Los sistemas de extinción de incendios se diseñarán para que actúen en forma automática sobre las instalaciones y equipos. Adicionalmente, se diseñará un sistema complementario con base en extintores manuales distribuidos convenientemente.

Los sistemas deberán ser capaces de activar la descarga de los elementos extintores en las siguientes formas:

* Automáticamente, a través de boquillas de descarga en el recinto o equipo siniestrado.
* Activados en forma manual en caso de falla del sistema automático.
* Permitir producir el aborto del proceso de extinción mediante un interruptor manual.
* Permitir la opción de desactivar (bloquear) la acción de los sistemas, para trabajos de mantenimiento, con una adecuada señalización que destaque que se encuentra fuera de servicio.

El sistema de extinción de incendios de las salas de equipamiento eléctrico tales como salas de control y protecciones, de telecomunicaciones, de servicios auxiliares y de baterías, será diseñado para que actúe en forma automática sobre la base a un agente limpio, como gas FM-200, como lo establece la norma NFPA 2001.

Este sistema debe ser capaz de activar la descarga del gas a través de las boquillas de descarga en el recinto siniestrado en forma automática o manual. El sistema debe activar dos (2) alarmas con un tiempo de separación suficiente para que en caso de que alguna persona permanezca en el recinto siniestrado, tenga tiempo de salir de él, antes que se produzca la descarga. La alimentación se hará mediante botellas de gas debidamente dimensionadas. Para ello se deberán entregar las memorias de cálculo correspondientes aprobadas por el fabricante del sistema de extinción.

En situación de extinción, las salas deben ser lo suficientemente herméticas y el sistema de ventilación y climatización debe estar apagado, y sus salidas y entradas de aire cerradas automáticamente.

El sistema de extinción de incendios de otras salas de la subestación tales como salas de comando, salas de celdas, salas de grupos de emergencia y otras salas, será diseñado con un sistema automático de detección de incendios y alarmas y un sistema manual de extinción de incendios en base a extintores manuales, de CO2 y espumas, según sea el elemento de fuego a extinguir.

El sistema de detección, alarmas y extinción de incendios se complementará con un conjunto de letreros indicativos de ubicación de las vías de escape, de los equipos de extinción y de alarmas de incendios, instalados en la subestación.

### Extintores

La cantidad y tipo de extintores por recinto deberá cumplir lo estipulado en normas nacionales o, en su defecto, en la norma NFPA 10 "*Portable Fire Extinguishers*”.

Los extintores portátiles deberán estar situados en lugares adyacentes a las puertas de entrada y de salida. Deberán revisarse periódicamente para comprobar su buen estado de funcionamiento.

## Protección anti-pajaros (SI APLICA)

### ELEMENTOS ANTI-FALLAS SUBESTACIÓNES.

Debido a la circulación y existencia de aves como palomas, jotes, bandurrias o similares, se deberá considerar el uso de peinetas antipájaros con púas de a lo menos 30 cm de altura, en todos los marcos de la subestación.

En casos extremos, y sí así lo recomendare la evaluación ambiental, deberá evaluarse además la protección de conductores, protecciones rígidas o sistemas de ruido antipájaros.

En cualquier caso, el diseño de las estructuras o el largo de las peinetas debe impedir que se produzcan fallas por aves habituales de la zona.