

	PROCEDIMIENTO DE INGRESO, MODIFICACIÓN Y RETIRO DE INSTALACIONES EN EL SEIN	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: [●]/[●]/[●]
		Versión: 1.0

CONTENIDO

1. OBJETO Y ALCANCE	3
2. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO	3
2.1. Datos del Sistema de Transmisión	3
2.2. Estudios Eléctricos	4
2.3. Potencia Máxima de Cortocircuito	5
2.4. Capacidad de Corriente.....	5
2.5. Coordinación de Aislamiento	6
3. CRITERIOS DE DISEÑO Y SELECCIÓN	7
3.1. General.....	7
3.2. Configuraciones.....	7
3.3. Distancias Eléctricas	8
3.4. Compatibilidad Electromagnética	9
4. EQUIPAMIENTO DE ALTA TENSION.....	9
4.1. Interruptores	10
4.2. Seccionadores y Cuchillas de Tierra	10
4.3. Transformadores de Corriente.....	11
4.4. Transformadores de Tensión	11
4.5. Descargadores de Sobretensión	11
4.6. Transformadores de Potencia	12
4.7. Reactores	13
4.8. Capacitor Serie.....	14
4.9. Capacitores en Paralelo	14
4.10. Cables Desnudos y Barras para Conexión de Potencia.....	15
4.11. Aisladores.....	15
5. OBRAS CIVILES	16
5.1. Entorno Físico	16
5.2. Fundaciones.....	17
6. CONTROL, PROTECCIÓN Y COMUNICACIONES.....	17

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS		ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES		Vigencia: 
			Versión: 1.0

6.1.	Control.....	17
6.2.	Protección y Comunicaciones	17
7.	SERVICIOS AUXILIARES.....	17
8.	SISTEMAS DE SEGURIDAD	19
9.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	20

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

1. OBJETO Y ALCANCE

Los presentes Criterios Generales de Diseño de Subestaciones tienen por objeto orientar en su trabajo a los proyectistas de ampliaciones del Sistema de Transmisión Troncal Nacional (STTN) y Sistema de Transmisión Troncal Regional (STTR).

Estos Criterios se aplican al diseño de subestaciones y patios de maniobras de tipo intemperie y aislamiento en aire, aptas para operar en tensiones normalizadas desde 220 kV hasta 500 kV para las Troncales Nacionales y 138 kV y 220 kV para las Troncales Regionales, que se proyecten como nuevas instalaciones o ampliaciones de las subestaciones existentes en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, las cuales deberán otorgar facilidades de ampliación.

El diseño de subestaciones encapsuladas en SF6 sólo será admitido en situaciones especiales que deberán ser sustentadas, o por algún mandato expreso.

Los lineamientos aquí recomendados corresponden a la etapa posterior a la de diseño conceptual, una vez que han sido completados los análisis técnico-económicos que permitieron definir la obra y sus principales características.

2. PARÁMETROS PARA EL DISEÑO

2.1. Datos del Sistema de Transmisión

Los datos propios del Sistema de Transmisión en los niveles de 500 kV, 220 kV y 138 kV son:

Tensión Nominal: 500 kV.

- Rango de Tensión en operación en estado normal: 475-525 kV.
- Máxima Tensión de Servicio: 550 kV.
- Frecuencia Nominal: 60 Hz.

Tensión Nominal: 220 kV.

- Rango de Tensión en operación en estado normal: 209-231 kV.
- Máxima Tensión de Servicio: 242 kV.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

- Frecuencia Nominal: 60 Hz.

Tensión Nominal: 138 kV.

- Rango de Tensión en operación en estado normal: 132-145 kV.
- Máxima Tensión de Servicio: 145 kV.
- Frecuencia Nominal: 60 Hz.

2.2. Estudios Eléctricos

Los estudios eléctricos deberán definir:

- Las características de los interruptores.
 - Poder de interrupción.
 - Tiempo máximo de maniobra.
 - Resistencia de preinserción.
 - Tiempo de preinserción.
 - Tensión de restablecimiento.
 - Componente de Corriente Continua de interrupción
- Las características de los descargadores.
 - Tensión nominal.
 - Máxima Tensión Continua de Operación
 - Corriente de descarga.
 - Energía disipada.
- Las características de los transformadores de corriente.
 - Respuesta al cortocircuito.
 - Comportamiento ante transitorios.
 - Característica de Saturación
- Las características de los reactores.
 - Características de linealidad
 - Niveles de aislamiento
 - Reactancia de neutro.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS		ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES		Vigencia: 
			Versión: 1.0

- Las características de las protecciones.
 - Tiempo máximo de actuación
- Las características de los bancos de capacitores serie (En caso que estén previstos).

2.3. Potencia Máxima de Cortocircuito

El equipamiento y las instalaciones deberán diseñarse para soportar como mínimo los niveles de corriente de cortocircuito que se establecen en la Tabla A.

Tabla A		
Niveles mínimos de Corriente de Cortocircuito de Diseño		
Nivel de Tensión	Troncal Nacional	Troncal Regional
500 kV	40 kA (*)	--
220 kV	40 kA (**)	31,5 kA
138 kV	-----	31,5 kA

- * La capacidad de cortocircuito para el diseño de la malla de puesta a tierra en el nivel de 500 kV será de 40 kA o el definido en los estudios eléctricos con una perspectiva de un año horizonte no menor a 25 años.
- ** Podrán considerarse niveles superiores solo en caso las condiciones particulares, como parte de la expansión del sistema, así lo requieran.

Puede notarse que en el caso específico de 500 kV, a efectos de no adelantar una inversión muy importante, se recomienda que sólo cumpla inicialmente con el valor de diseño en la subestación la malla de puesta a tierra en el horizonte no menor de 25 años, la que puede ser objeto de ampliación sin afectación al servicio después de décadas en que la misma será suficiente.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

2.4. Capacidad de Corriente

La capacidad nominal de corriente de los equipos de patio y sistemas de compensación serie deberá cubrir la capacidad de transmisión de la línea indicada en el ítem 2.1 del Anexo 1.1.1 : “Criterios de Diseño de Sistemas de Transmisión”. En el caso de las barras, éstas deberán ser dimensionadas con una capacidad no menor al doble de la capacidad de transmisión de la línea.

2.5. Coordinación de Aislamiento

La coordinación de aislamiento deberá ser establecida siguiendo lo señalado por la norma IEC 60071 – 1 Parte 4 y los Criterios y Propuestas para la Coordinación de los Aislamientos del Documento Anexo 1.1.1 : “Criterios de Diseño de Sistemas de Transmisión”.

Para las zonas de gran altitud puede emplearse el aislamiento reducido a través de la instalación de pararrayos adicionales en lugares adecuados de la subestación, lo que conduce a valores más bajos del BIL y en consecuencia a adoptar un equipamiento con niveles menores de aislamiento dentro de los valores indicados en norma.

Los valores normalizados hasta 1000 msnm (1) son:

Tensión máxima en kV	Impulso maniobra kVcr	Impulso atmosférico kVcr
550	1175	1550
550 (Para transformadores)	1175	1425
245	--	950
145	--	650

(1) Para emplazamientos a alturas superiores se deberá ajustar de acuerdo a lo establecido en la norma IEC 60071 – 1 y según los Criterios y Propuestas para la Coordinación de los Aislamientos del Documento Anexo 1.1.1 : “Criterios de Diseño de Sistemas de Transmisión”.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

Las instalaciones del sistema de Transmisión se diseñarán por norma general con el neutro rígidamente a tierra a menos que por necesidades técnicas del sistema, debidamente sustentadas, se sugiera el uso de impedancias de puesta a tierra.

3. CRITERIOS DE DISEÑO Y SELECCIÓN

3.1. General

En el diseño de una ampliación deberán mantenerse los criterios de diseño de la instalación existente o mejorarlas.

En el diseño de una instalación totalmente nueva deberá contemplarse su posibilidad de crecimiento y la necesidad de que futuras ampliaciones puedan realizarse con interrupciones mínimas del servicio.

3.2. Configuraciones

Para el sistema Troncal Nacional en 500 kV y 220 kV las instalaciones deberán estar diseñadas de forma tal que, en situaciones de falla de un elemento en un circuito, no se interrumpa la capacidad de transmisión de la instalación y no se reduzca la confiabilidad de los otros circuitos.

El circuito eléctrico deberá ser redundante en lo que respecta a la cantidad de caminos de conexión a través de interruptores o seccionadores que pueden ser utilizados sin desconexión de las barras.

Por lo tanto, el esquema eléctrico deberá tener un doble juego de barras y, como mínimo, un seccionador de by-pass. Los esquemas utilizados en el Sistema Troncal Nacional serán:

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

Para el STTN:

Patio de llaves en 500 kV	• Doble barra con doble interruptor. • Doble barra con interruptor y medio.
Patio de llaves en 220 kV	• Doble Barra con simple interruptor mas barra de transferencia. • Doble Barra con simple interruptor mas seccionador de transferencia.

Para el STTR:

Patios de llaves en 220 y 138kV	• Doble Barra con simple interruptor mas barra de transferencia. • Doble Barra con simple interruptor mas seccionador de transferencia • Doble barra con simple interruptor (sin transferencia)*.
---------------------------------	---

* No aplica para 220 kV.

3.3. Distancias Eléctricas

3.3.1 Distancias Mínimas

Las distancias mínimas entre partes bajo tensión y componentes puestos a tierra vienen fijadas por la norma IEC 60071-2 y definen el nivel de aislamiento necesario en instalaciones que no pueden ser sometidas a ensayos de laboratorio.

3.3.2 Distancias de Seguridad

Además de las distancias mínimas, deben definirse distancias de seguridad que permitan efectuar las maniobras que se requieran para las condiciones de operación y mantenimiento.

Nota: Para los proyectos donde el emplazamiento esté en alturas superiores a los 1000 msnm, se deberán utilizar las distancias mínimas establecidas en la norma IEC 60071-1 y 2, en función de la altura, (de acuerdo a lo establecido en dicha norma), del nivel de BIL y SIL, y teniendo en consideración lo expresado en –los Criterios y Propuestas para la Coordinación de los Aislamientos del Documento Anexo 1.1.1 : “Criterios de Diseño de Sistemas de Transmisión”.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

3.3.3 Distancias de Fuga

Para el equipamiento de patio deberá adoptarse el valor de la distancia de fuga mínima para la máxima tensión fase-tierra de operación del sistema. Para ello deberán ser tenidas en cuenta las condiciones de polución. Ver Criterios y Propuestas para la Coordinación de los Aislamientos del Documento Anexo 1.1.1 : “Criterios de Diseño de Sistemas de Transmisión”.

3.4. Compatibilidad Electromagnética

El entorno electromagnético de un equipo está conformado por las fuentes de disturbios que lo rodean y los caminos de acoplamiento hacia dicha fuente. De forma similar, el equipo en cuestión interactúa con el medio que lo rodea a través de esos mismos caminos de acoplamiento.

La compatibilidad electromagnética debe ser analizada en cada etapa del proyecto, de modo de definir el entorno electromagnético y fijar las medidas de control.

4. EQUIPAMIENTO DE ALTA TENSION

El equipamiento de alta tensión deberá ser especificado de acuerdo con las normas internacionales IEC y a las especificaciones particulares que se fijen en cada caso. Asimismo, deberán estar diseñados para operar al menos bajo las siguientes condiciones sísmicas,:

- Aceleración horizontal : 0.5g
- Aceleración vertical : 0.3g
- Frecuencia de oscilación : 10 Hz
-

El aceite aislante para los equipos que utilizan este medio de aislamiento, deberá cumplir con la norma IEC 60296. Con el objetivo de preservar el medio ambiente el aceite aislante empleado no deberá contener PCB (contenido < 50 p.p.m.).

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

4.1. Interruptores

Deberán tener las prestaciones nominales necesarias según surja de los estudios del sistema: tensión nominal, corriente nominal y toda otra que los hagan aptos para operar en él. Deberán responder a la norma IEC 62271 en cuanto a características generales valores nominales de tensiones, corrientes y auxiliares, y de ensayos.

A- Medio de Interrupción

El método de interrupción de corriente y de extinción del arco deberá ser por autogeneración de la presión de soplado utilizando el principio de soplado tipo térmico, en combinación con el tipo puffer.

B- Sistema de Accionamiento

Se utilizará el sistema de accionamiento a resortes mediante la carga por un motor eléctrico, u otro sistema de accionamiento que ofrezca mayores ventajas operativas:

Los interruptores deberán contar con dos bobinas de apertura y una de cierre totalmente independientes.

4.2. Seccionadores y Cuchillas de Tierra

Los seccionadores deberán poder abrir y cerrar circuitos con corrientes residuales.

Deberán cumplir los requerimientos de la norma IEC 62271-102 de seccionadores y cuchillas de puesta a tierra

Los seccionadores podrán ser de apertura horizontal o vertical y con movimiento giratorio central o lateral, pantográfico o semipantográfico. Sea cual sea el tipo, deberán permitir la observación clara y precisa de la distancia de aislamiento en aire.

Para el caso de seccionadores para 500 kV podrán ser del tipo; pantógrafo vertical, semipantógrafo horizontal o vertical, ó cuchilla de corte en el plano vertical y tendrán mando motorizado para operación individual por polo para la cuchilla principal.

El accionamiento de la cuchilla de puesta a tierra podrá ser motorizado o manual, de acuerdo a la definición en cada caso pero solo podrá accionarse desde el mismo seccionador. Solamente los seccionadores de 220 y 138 kV podrán tener un accionamiento único para las tres fases acopladas mecánicamente.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

4.3. Transformadores de Corriente

Deberán cumplir las prescripciones de la norma IEC 60044-1.

Los transformadores de corriente deberán satisfacer los requisitos de compatibilidad electromagnética, verificándose por medio de mediciones de RIV y de tensiones transitorias transferidas, según las últimas prescripciones de la norma IEC 60044-1, las características de linealidad de los núcleos para las funciones de protección deberán tener una buena respuesta en transitorios sin distorsionarla.

El número de núcleos de protección y medición, así como sus clases de precisión, serán los requeridos según el equipamiento de protección y medición propuesto.

4.4. Transformadores de Tensión

Los transformadores de tensión pueden ser inductivos o capacitivos en baño de aceite.

En los niveles de tensión de 500 kV se utilizarán exclusivamente los transformadores de tensión tipo capacitivo, en caso de requerirse la utilización de transformadores del tipo inductivo deberá probarse con estudios de simulación que no se podrán producir fenómenos de ferresonancia que dañen las instalaciones.

Podrán utilizarse también los de tipo no convencional, con sensores de medición de tipo pasivo o activo y transmisión de la señal mediante una fibra óptica.

Los transformadores del tipo inductivo deberán responder a la norma IEC 60044-2 y los del tipo capacitivo a la norma IEC 60044-5.

Los transformadores de tensión deberán satisfacer los requisitos de compatibilidad electromagnética, verificándose por medio de mediciones de RIV y de tensiones transitorias transferidas, según las últimas prescripciones de la norma IEC 60044-2.

4.5. Descargadores de Sobretenión

Los descargadores de sobretensión serán del tipo Óxido de Zinc y deberán responder a la Norma IEC 60099.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

De acuerdo a la norma IEC 60071, el nivel de protección requerido surge del estudio de coordinación de aislamiento como relación con respecto a la tensión de impulso del equipamiento protegido.

El descargador deberá emplazarse lo más cerca posible del equipo a proteger. Si esto no fuera posible, la limitación de sobretensión para el equipo protegido deberá verificarse según lo indicado en la norma IEC 60071-2 (punto 2.3.4.5).

4.6. Transformadores de Potencia

Los transformadores de potencia del Sistema Troncal Nacional deberán ser bancos de unidades monofásicas, en estos casos deberá preverse un polo de reserva (por subestación y según el tipo) que mediante un esquema de facilidades de conexión en alta tensión y en los circuitos de protección y control, esté listo en corto tiempo para servir de recambio ante una falla de una de las unidades.

Los transformadores deberán ser de tres arrollamientos. El terciario deberá ser utilizado para la alimentación de los servicios auxiliares de la Subestación, el nivel de tensión del terciario de los transformadores deberá seleccionarse teniendo en cuenta fundamentalmente la potencia de cortocircuito a nivel terciario de forma tal que no ponga en peligro las instalaciones y la seguridad de las personas.

Serán aislados en aceite y con refrigeración natural ó forzada, ONAN/ONAF/OFAF.

Los transformadores de potencia deberán cumplir a la norma IEC 60076 y particularmente los bujes a la norma IEC 60137. Asimismo, deberán poseer conmutadores de tomas bajo carga con regulador automático de tensión y cumplir con la norma IEC 60214.

Cada unidad deberá equiparse con un sistema contra explosión y prevención de incendio y un sistema de recuperación de aceite (mediante bombeo) en caso de derrame. Asimismo, deberá considerar la instalación de muros cortafuego a fin de aislar los transformadores entre sí.

Los interruptores de conexión de los transformadores de potencia 500/220 kV deberán contar con un dispositivo de sincronización de maniobra en ambos devanados para reducir la corriente de energización. Los transformadores con tensión

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

primaria de 220 kV contarán con un dispositivo de sincronización de maniobra según se recomiende en el estudio de energización de transformadores. Los interruptores señalados deberán ser de accionamiento uni-tripolar.

Módulo de transformadores:

Para facilitar el reemplazo de unidades de transformación en los sistemas troncales de transmisión, en casos de averías y garantizar la continuidad del servicio eléctrico, se recomienda uniformizar la provisión de transformadores y autotransformadores en su etapa final de transformación según los siguientes módulos;

Tensión Primaria 500 kV, tipo Banco de Unidades Monofásicas:

3 x 150/150/50 MVA
3x200/200/67 MVA
3 x 250/250/80 MVA

Tensión Primaria 220 kV, tipo Banco de Unidades Monofásicas:

3 x 30/30/10 MVA
3 x 50/50/15 MVA
3 x 100/100/30 MVA

Tensión Primaria 220 kV, tipo Trifásico:

50/50/30 MVA
100/100/30 MVA

Tensión Primaria 138 kV, tipo Trifásico:

15/10/8 MVA
30/30/15 MVA
45/45/15 MVA

En casos especiales que la instalación lo requiera podrán elegirse otros módulos de potencia siempre y cuando se justifique técnicamente y esté en concordancia con las proyecciones de la demanda.

4.7. Reactores

Los reactores en 500 kV deberán ser unidades monofásicas aisladas en aceite y con refrigeración natural, ONAN. En el caso de los reactores de línea deberán poseer reactor

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

de neutro dimensionado para optimizar las condiciones de recierre unipolar. Serán aislados en aceite y con refrigeración natural, ONAN.

Deberán cumplir con la norma IEC 60289 y a los aspectos que resulten aplicables de la norma correspondiente de transformadores IEC 60076.

Los reactores de línea serán conectados a través de una celda con interruptor y seccionador.

Cada reactor deberá equiparse con un sistema contra explosión y prevención de incendio y un sistema de recuperación de aceite (mediante bombeo) en caso de derrame. Asimismo, deberá considerar la instalación de muros cortafuego a fin de aislar los transformadores entre sí.

Los interruptores de conexión de los reactores deberán contar con un dispositivo de sincronización de maniobra para reducir la corriente de desconexión del reactor. Los interruptores señalados deberán ser de accionamiento uni-tripolar.

4.8. Capacitor Serie

Los capacitores serie deberán tener los valores nominales de tensión y corriente que se fijen como resultado de los estudios para definir el grado de compensación. El diseño deberá cumplir con lo establecido en la norma IEC 60143-1. El régimen de sobrecarga será el indicado en dicha norma.

Tendrán las protecciones propias del banco más las que se establecen en el Documento Anexo 1.2 : “Requisitos mínimos de equipamiento de Sistemas de Protecciones y Comunicaciones”. Para el dimensionamiento de los varistores por parte del fabricante deberá fijarse el valor del tiempo de respaldo y la máxima corriente de cortocircuito esperable en el año horizonte, de acuerdo a la norma IEC 60143-2.

4.9. Capacitores en Paralelo

Los Capacitores conectados en derivación cumplirán con lo establecido en la norma IEC 60871-1 serán trifásicos y se conectarán en conexión doble estrella cuyos neutros estarán conectados entre sí y aislados de tierra.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

Deberán contar con reactor de amortiguamiento en serie con cada fase y los interruptores de conexión tendrán un dispositivo de sincronización de maniobra a los fines de reducir la corriente de inserción.

El esquema de conexión de los distintos capacitores que compongan el banco deberá contar con la posibilidad de detectar, mediante la medición de corriente de desbalance, el desbalance del banco por capacitores con falla.

4.10. Cables Desnudos y Barras para Conexión de Potencia

Las barras y los conductores utilizados en las instalaciones de potencia de 500, 220 y 138 kV serán del tipo flexibles debido a su rápida manipulación en labores de reemplazo e instalación. Solo en casos excepcionales el proyecto sustentará el uso de barrajes del tipo rígido. Deberán ser dimensionados para las condiciones de máxima carga futura de la subestación resultante del circuito eléctrico adoptado, particularmente el dimensionamiento para cortocircuito se realizará de acuerdo a la norma IEC 60865.

La temperatura máxima de operación, admisible para las conexiones y barrajes, será de acuerdo al tipo de material del conductor.

A los fines de reducir las descargas del tipo “Corona” el o los conductores deberán tener en cuenta que el valor máximo de gradiente superficial no supere el valor de gradiente crítico de 18,5 kV/cm (zonas con altitud hasta 1000 msnm). En las zonas mayores a 1 000 msnm, este valor deberá corregirse por altitud.

Para los casos de proyectos de ampliación en subestaciones existentes se deberá verificar la capacidad de las barras por ampacitancia y por cortocircuito en los escenarios de máxima transferencia y distribución de corrientes en los conductores de barra a fin de que éstas no superen el 90% de la potencia de diseño nominal

4.11. Aisladores

Los aisladores soportes para barras y conexiones deberán cumplir con la norma IEC 60273 en cuanto a condiciones generales y con la IEC 60168 en cuanto a ensayos. Ver ítem 3 del Anexo “Criterios de Diseños de Transmisión” (numerales 4.5.2 y 6.5).

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

5. OBRAS CIVILES

5.1. Entorno Físico

El terreno deberá seleccionarse para alojar las instalaciones actuales y las ampliaciones futuras según el crecimiento del sistema de transmisión, de la cual forma parte la subestación.

Para la previsión de espacios futuros tomar en cuenta los proyectos consignados en el Plan de Transmisión vigente y agregarle un 30% como espacio de patio previsto para la implementación de futuras celdas. En caso no exista información suficiente como para basar un pronóstico de crecimiento, en el diseño inicial se deberá prever como mínimo un 100% de la superficie, como reserva.

En ese sentido, se anexa la tabla en el que se establecen los límites inferior y superior del número de celdas a considerar en el diseño de las subestaciones conectadas a los STTN y STTR.

Nº de Celdas	138 kV	220 kV	500 kV
Límite inferior	4	6	4
Límite superior	8	16	10

El límite inferior determinará el área mínima para la construcción de una subestación en su fase inicial, y el límite superior establecerá un área máxima razonable de ampliación para la construcción en su fase final.

De otro lado, la disposición del patio debe permitir una fácil salida de las líneas que vinculen la subestación o patio de llaves con el sistema, iniciales y futuras.

Los puntos (celdas) de salida de las líneas a construir inicialmente deberán elegirse de manera tal que las líneas futuras puedan salir sin tener que cruzar o acercarse excesivamente a las existentes.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

5.2. Fundaciones

Las obras civiles deberán diseñarse de manera compatible con la distribución de cargas del equipo en análisis, así como las provenientes de los sismos (ver ítem 4.0).

6. CONTROL, PROTECCIÓN Y COMUNICACIONES

6.1. Control

Los lineamientos de diseño del sistema de control se encuentran desarrollados en el Anexo 1.3 “Requisitos mínimos de equipamiento de Sistemas de Automatización y Control” del presente Procedimiento, del cual se resume que el Sistema de Control de una subestación del STTN será DISTRIBUIDO (que consta de casetas de control o casetas de campo que contienen los tableros de protección, medición, comunicación y servicios auxiliares; ubicados en el patio junto a sus celdas correspondientes y se conectan por FO a un controlador central ubicado en el Edificio de Control), mientras que la de una subestación del STTR podrá ser CENTRALIZADO (un edificio de control que alberga todos los tableros de protección, medición, comunicación, servicios auxiliares, etc.).

6.2. Protección y Comunicaciones

Los lineamientos de diseño del sistema de protecciones y comunicaciones se encuentran desarrollados en el Documento Anexo 1.2 : “Requisitos mínimos de equipamiento de Sistemas de Protecciones y Comunicaciones”.

7. SERVICIOS AUXILIARES

El sistema de servicios auxiliares es el conjunto de elementos destinados a cubrir los requerimientos de alimentación en corriente alterna (CA) y corriente continua (CC) de los sistemas de iluminación, de los tomacorrientes y de la fuerza motriz y los sistemas de control, protecciones y comunicaciones de la subestación.

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

Los equipos de servicios auxiliares estarán instalados en el Edificio de Control y/o en las casetas de campo del patio de llaves de la subestación.

El dimensionamiento de los servicios auxiliares deberá considerar los siguientes criterios:

- El o los transformadores de SS.AA. se conectarán a los arrollamientos terciarios de los transformadores de potencia de la subestación. En el caso que exista un único transformador se utilizará como fuente alternativa alimentación externa.
- Para STTN que cuenta con sistema de control Distribuido se contará con SS.AA. comprendido por:

Caseta de Servicios Auxiliares (Edificio de Control):

- Alimentación en alterna proveniente del o los transformadores de SS.AA. y del grupo electrógeno.
- Tablero general, tableros de distribución de circuitos, tablero de transferencia automática en AC.
- Cargadores-rectificadores independientes Sistema 1 y Sistema 2
- Alimentación en continua proveniente de los bancos de baterías independientes Sistema 1 y Sistema 2
- Tableros de distribución en DC para alimentar los circuitos correspondientes a los tableros de comunicaciones y tablero de control.

Casetas de Campo:

- Alimentación en alterna proveniente de los circuitos del tablero de distribución en AC de la Caseta de Servicios Auxiliares.
- Tablero de distribución de circuitos en AC.
- Alimentación en continua proveniente de los bancos de baterías Sistema 1 y Sistema 2.
- Tablero de distribución en DC.
- Para STTR que cuenta con sistema de control Centralizado se contaría con SS.AA. comprendido por aquellas incluidas en el Edificio de Control:

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

- Alimentación en alterna proveniente del o los transformadores de SS.AA. y del grupo electrógeno.
 - Tablero general, tableros de distribución de circuitos, tablero de transferencia automática en AC.
 - Cargadores-rectificadores redundantes.
 - Alimentación en continua proveniente de los bancos de baterías.
 - Tableros de distribución en DC.
- El sistema de servicios auxiliares de CA se diseñará con neutro rígidamente puesto a tierra, para operar nominalmente a 3 x 380/220V - 60Hz. Los límites de servicio serán de $Un +10\%$, -15% .
 - El sistema de servicios auxiliares de CC de control de playa se diseñará con ambos polos aislados de tierra, para operar en tensiones nominales de 220 ó 110 Vcc. para comando y protección. Los límites de servicio serán de $Un \pm 10\%$.
 - La capacidad de descarga de las baterías se ajustará a las necesidades de cada proyecto, respetando una autonomía mínima de 5 horas, hasta la tensión final por elemento correspondiente al tipo de baterías adoptado.

8. SISTEMAS DE SEGURIDAD

8.1 Malla de Puesta a Tierra

Las subestaciones deberán contar con una malla de tierra profunda que asegure al personal contra tensiones de toque y paso que permita la descarga segura a tierra de las sobretensiones de origen atmosférico o las corrientes producidas por fallas de cortocircuito a tierra. Al respecto, se deben considerar los criterios de seguridad en cuanto a tensiones de toque y paso y potenciales transferidos señalados por el CNE Suministro vigente y su manual de interpretación, así como en el CNE Utilización.

Los valores de corriente máxima para el cálculo de la malla de puesta a tierra son los indicados en la tabla A del ítem 2.3. Solo en el nivel de 500 kV, la corriente máxima será de 40 kA o el definido en los estudios eléctricos con una perspectiva de

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES	Vigencia: 
		Versión: 1.0

un año horizonte no menor a 25 años. Al respecto, se considerarán los siguientes criterios:

- La sección mínima de los conductores de tierra deberá ser determinada en función de la corriente máxima previsible de falla, con la metodología desarrollada en la Sección 9 de la IEEE Std. 80.
- Respecto al tiempo de despeje de fallas, los tiempos utilizados tendrán un mínimo de 0.5 seg.
- Para el cálculo de la malla de puesta a tierra se considerará el drenaje de corriente de falla por los cables de guarda de las líneas que acometan a la subestación, a fin de cumplir con los criterios de seguridad señalados, los cuales deberán estar debidamente sustentados.

8.2 Protección contra Descargas Atmosféricas

Todas las subestaciones del Sistema Troncal Nacional y Regional deberán contar con blindaje contra descargas atmosféricas. La protección de los patios de intemperie contra dichas descargas deberá realizarse mediante la instalación de cables de guarda.

Las zonas periféricas de la subestación o patio que pueden quedar fuera de la protección de los cables de guarda deben ser protegidas mediante pararrayos. Ver ítem 3 del Anexo “Criterios de Diseños de Transmisión” (numeral 3.5).

9. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

En las subestaciones de 220 y 500 kV, se deberá instalar una estación meteorológica para la toma de los siguientes datos climáticos:

- Velocidad de viento
- Dirección del viento
- Temperatura
- Humedad Relativa

	CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS		ANEXO
	ANEXO 1.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES		Vigencia: 
			Versión: 1.0

- Precipitación (si aplica)
- Intensidad de radiación solar

El Concesionario efectuará las coordinaciones con el SENAMHI y con OSINERGMIN, a fin de que dichas estaciones cumplan con los requerimientos necesarios. La información de las estaciones estará a disposición del MINEM a fin de contribuir a una mayor precisión de las condiciones climatológicas extremas indicadas en el CNE Suministro vigente.

oooOOOooo