ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE ALTA TENSIÓN

REVISIÓN 0: ENERO 2025

ÍNDICE

[1 OBJETIVO Y ALCANCE 4](#_Toc187930424)

[2 NORMAS APLICABLES 4](#_Toc187930425)

[2.1 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE: 4](#_Toc187930426)

[2.2 OTRAS NORMAS: 4](#_Toc187930427)

[2.3 GALVANIZADO: 5](#_Toc187930428)

[2.4 ACCIÓN SÍSMICA: 5](#_Toc187930429)

[3 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD 5](#_Toc187930430)

[4 Aclaración sobre Anexos 6](#_Toc187930431)

[5 CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO 6](#_Toc187930432)

[6 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 6](#_Toc187930433)

[6.1 DISEÑO GENERAL 6](#_Toc187930434)

[6.1.1 Diseño Sísmico. 6](#_Toc187930435)

[6.1.2 Tipo de Transformador. 6](#_Toc187930436)

[6.1.3 Elevación de Temperatura 7](#_Toc187930437)

[6.1.4 Secado. 8](#_Toc187930438)

[6.1.5 Terminales Primarios. 8](#_Toc187930439)

[6.1.6 Terminales Secundarios. 8](#_Toc187930440)

[6.1.7 Marcas de Polaridad. 8](#_Toc187930441)

[6.1.8 Aceite. 9](#_Toc187930442)

[6.1.9 Aisladores 9](#_Toc187930443)

[6.1.10 Accesorios. 9](#_Toc187930444)

[6.1.11 Razones Múltiples. 10](#_Toc187930445)

[6.2 PINTURA Y GALVANIZADO 10](#_Toc187930446)

[7 ELEMENTOS INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO 10](#_Toc187930447)

[8 INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA 11](#_Toc187930448)

[8.1 Pruebas Tipo 12](#_Toc187930449)

[9 Pruebas de Rutina 12](#_Toc187930450)

[10 PLANOS, DOCUMENTOS TÉCNICOS E INSTRUCCIONES 12](#_Toc187930451)

[10.1 Generalidades 12](#_Toc187930452)

[10.2 Informacion A ENTReGAR CON LA OFERTA 12](#_Toc187930453)

[10.3 Información para aprobación de MANDANTE 13](#_Toc187930454)

[10.4 Diseños aprobados, manuales de instrucción e información final certificada 14](#_Toc187930455)

[10.5 Responsabilidad del fabricante 15](#_Toc187930456)

[10.6 INFORMACIÓN A ENTREGAR UNA VEZ PUESTA LA ORDEN DE COMPRA 15](#_Toc187930457)

[11 AUDITORÍAS TÉCNICAS 17](#_Toc187930458)

[11.1 Generalidades 17](#_Toc187930459)

[11.2 Contexto 18](#_Toc187930460)

[11.3 Plazos para el oferente 18](#_Toc187930461)

[11.4 Documentación solicitada 19](#_Toc187930462)

[11.4.1 Hoja de características técnicas garantizadas (HCTG) 19](#_Toc187930463)

[11.4.2 Pruebas tipo de equipos primarios 20](#_Toc187930464)

[11.4.3 Pruebas FAT 20](#_Toc187930465)

[11.4.4 Calificación sísmica 20](#_Toc187930466)

[12 INFOTÉCNICA 22](#_Toc187930467)

[Anexo A 23](#_Toc187930468)

[Hoja de Características Técnicas Garantizadas 23](#_Toc187930469)

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

**“Transformador de Corriente de Alta Tensión”**

# OBJETIVO Y ALCANCE

Esta Especificación Técnica tiene por objeto establecer los requisitos generales que debe cumplir el suministro, fabricación, inspección y ensayos de los Transformadores de Corriente.

El suministro debe incluir el equipamiento completo, con todos los accesorios necesarios para su instalación, puesta en servicio y operación. Aunque no hayan sido especificados explícitamente, el suministro debe incluir repuestos, herramientas especiales para su mantención, planos, manuales de instrucción, informes de pruebas y demás documentos y servicios relacionados con estos equipos.

# NORMAS APLICABLES

Además de la presente especificación técnica, los Transformadores de Corriente deberán ser diseñados, fabricados y probados de acuerdo a los requerimientos establecidos en las siguientes Normas:

## TRANSFORMADORES DE CORRIENTE:

* + IEC-61869-1 Ed. 1.0 b: 2007: “Instrument transformers, part 1: General Requirements”.

## OTRAS NORMAS:

* + ASTM-3487 : Requisitos del aceite mineral aislante usado en aparatos eléctricos.
  + IEC-60296 Ed. 3.0 b: 2003 : “Fluids for electrotechnical applications. Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear”.
  + IEC-62155 Ed. 1.9 b: 2003 : “Hollow Pressurized and Unpressurized Ceramic and Glass Insulators for Use in Electrical Equipment with Rated Voltages greater than 1.000 V “.
  + IEC-60529 Ed. 2.1 b: 2001 : “Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)”.
  + IEC-60270 Ed. 3.0 b: 2000 : “High voltage test techniques. Partial discharge measurements”.
  + IEC-60815 -1/2/3 Ed. 1.0: “Guide for the selection of insulators intended for use in polluted conditions”.
  + IEC-60273 Ed. 3.0 b: 1990 : “Dimensions of indoor and outdoor post insulators and post insulators units for systems with rated voltages greater than 1000V”.
  + IEC-60168 : “Test on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for system with nominal voltages greater than 1.000 V”
  + IEC-60233: “Test on hollow insulators for use in electric equipment”.
* NTSyCS – Anexo Técnico “Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión (2025)
* Anexo Técnico, Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, aprobado según Resolución Exenta 41 del 24 de enero de 2025.
* PLIEGOS TECNICOS NORMATIVOS-DECRETO 109.

## GALVANIZADO:

* + ASTM A123 : Especificación para galvanizado en caliente de productos de fierro y acero.
  + ASTM A153 : Especificación para galvanizado en caliente de herrajes de fierro y acero.
  + ISO 1461 (1999) : “Galvanizado en baño caliente de productos de fierro y acero. Especificaciones y métodos de prueba”.

## ACCIÓN SÍSMICA:

* Anexo Técnico, Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, aprobado según Resolución Exenta 41 del 24 de enero de 2025.

# REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El Fabricante deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Garantía de Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales, en cumplimiento de la Norma ISO 9001: Sistemas de Calidad: Modelo de garantía de calidad en diseño, producción, instalación y servicio.

Además, idealmente deberá contar con la siguiente certificación de gestión ambiental ISO 14001 (Sistemas de gestión ambiental - Modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación) cumplimiento de la reglamentación ambiental.

MANDANTE se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación de los Transformadores de Corriente y el Fabricante se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.

# Aclaración sobre Anexos

La presente especificación técnica tiene asociada una serie de “hojas de características técnicas garantizadas”, las cuales se incluyen en el Anexo A.

# CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Los Transformadores de Corriente deberán suministrarse para operar a la intemperie, bajo las condiciones mencionadas en el Anexo A (Características Técnicas Garantizadas).

# CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Los transformadores de corriente que utilizará MANDANTE en sus instalaciones deberán cumplir con los requerimientos que se indican en la Hoja de Características Técnicas Garantizadas correspondiente (Anexo A).

## DISEÑO GENERAL

Los transformadores deben cumplir con las exigencias térmicas y dinámicas impuestas por las corrientes nominales de corto circuito de los interruptores asociados; además deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos para su diseño:

### Diseño Sísmico.

El diseño sísmico de los transformadores de corriente deberá estar acorde a lo estipulado en la NTSyCS y las disposiciones del anexo técnico de Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión.

No se aceptará el suministro de equipos que no cuenten con una certificación sísmica previa.

### Tipo de Transformador.

Los transformadores deberán ser inmersos en aceite y herméticamente sellados para prevenir cualquier contacto de sus partes internas con el ambiente. Cada transformador deberá estar provisto de una cámara de expansión de aceite con diafragma elástico o fuelles hechos de material sintético resistente al ozono, o metálico resistente al aceite, a fin de hacer frente a contracciones y expansiones térmicas del aceite.

El diafragma de expansión o fuelle no deberá producir sobrepresión ni vacío en el aceite, al producirse los cambios de volumen por temperatura.

La parte activa de los Transformadores de Corriente deberá estar ubicada en los cuerpos metálicos (superior o inferior, según corresponda), no aceptándose diseños con la parte activa ubicada dentro de la porcelana.

Todos los materiales usados en el transformador deberán ser insolubles en aceite caliente de transformador.

Todas las empaquetaduras deberán ser hechas de material resistente al aceite caliente, a influencias atmosféricas y a cualquier compresión permanente de los pernos de los flanges. Ellas impedirán cualquier filtración de aceite caliente, después de muchos años de servicio continuo.

El transformador deberá ser diseñado para ser sometido a un programa de mantenimiento que incluye lavado energizado con chorro de agua de 70 daN/cm2.

Los secundarios deberán ser aislados para una prueba de tensión aplicada de 2,5 kVef durante un minuto.

El fabricante podrá proponer sistemas alternativos, para lo cual es necesario que entregue, para la consideración de MANDANTE, los antecedentes necesarios (planos, protocolos de pruebas tipo, memorias de cálculo y listas de referencias) que demuestren que el transformador cumple estas especificaciones a lo menos en aspectos sísmicos, cortocircuitos, descargas parciales, penetración de humedad, fugas de gas o aire según sea su diseño, etc. Cualquier sistema alternativo deberá ser indicado a MANDANTE.

### Elevación de Temperatura

Bajo las condiciones ambientales especificadas, las siguientes elevaciones de temperatura no deberán excederse al trabajar en régimen permanente con cargas nominales:

* Elevación de temperatura en cualquier enrollado, medido por resistencia: 55º K.
* Elevación de temperatura del punto más caliente en cualquier enrollado: 65º K.
* Elevación de temperatura del aceite en la parte superior del transformador: 55º K.

El núcleo y partes metálicas en contacto, o adyacentes a la aislación, no deberán alcanzar temperaturas mayores que la temperatura de operación de los enrollados.

Los transformadores deberán ser diseñados para conducir, con carga nominal, el máximo de corriente, dentro de la clase de precisión o el factor especificado de corriente térmica permanente, sin exceder los límites de temperatura especificados.

Los transformadores deberán ser capaces de soportar, sin ningún daño, los esfuerzos mecánicos y térmicos impuestos por la corriente de cortocircuito especificada, durante un segundo, teniendo sus secundarios en cortocircuito.

### Secado.

Los transformadores de corriente deberán ser secados, impregnados y llenados con aceite seco previamente desgasificado bajo alto vacío, con el fin de obtener un aislamiento impregnado completamente seco que asegure una larga vida.

### Terminales Primarios.

Los terminales primarios deberán ser de aluminio o cobre plateado, de forma cilíndrica o plana, de acuerdo con la recomendación de IEC, adecuados para ser conectados a líneas aéreas del mismo material. Estos terminales deberán resistir como mínimo 1,5 veces la corriente nominal sin exceder las elevaciones de temperatura especificadas en la norma IEC 61869-1.

### Terminales Secundarios.

Los terminales secundarios deberán estar ubicados dentro de una caja de terminales a prueba de intemperie. Esta caja deberá ser en aire y deberá permitir conexiones externas de cables por su parte inferior.

Los terminales secundarios deberán permitir una fácil conexión a cables de cobre aislados de calibre hasta 8 AWG (8,4 mm2) y compatibles con terminal de conductor tipo ojo.

La caja de terminales deberá ser suministrada con una placa unida con pernos en el fondo sin perforaciones, las que serán perforadas en sitio para la adecuada entrada de los ductos metálicos que llevan los cables de conexión.

### Marcas de Polaridad.

Los terminales primarios y secundarios deberán ser identificados con marcas de terminales y polaridad durables, claramente distinguibles, de modo que no puedan ser borradas fácilmente con pintura.

### Aceite.

Los transformadores deberán ser suministrados completamente armados y llenos de aceite mineral. El aceite utilizado deberá ser de base nafténica, sin inhibidores ni aditivos. El aceite del transformador deberá cumplir con las características mínimas indicadas en las normas IEC-60296.

No se aceptarán aceites que no cuenten con una certificación de fábrica que indique claramente que están libres de PCB (policloruros de bifenilo, llamados también askareles).

### Aisladores

Los aisladores de los Transformadores de corriente serán de porcelana y deberán cumplir con la norma IEC-60233.

La distancia de fuga de los aisladores debe estar de acuerdo al nivel de polución definido.

### Accesorios.

Los siguientes accesorios deberán ser suministrados con cada transformador:

#### Indicador de nivel de aceite

Este elemento debe poseer indicador con escala mín/máx, claramente marcada y visible desde el suelo.

#### Dispositivo de muestreo del aceite

El Transformador de Corriente debe poseer un dispositivo para tomar muestras del aceite, que asegure adecuadamente la hermeticidad del equipo.

#### Elementos de levante

Puntos de estrobado claramente identificados para levantar con seguridad el transformador completamente armado, con aceite.

#### Terminal de puesta a tierra

Este debe estar soldado a la base, para efectuar una conexión empernada directa con cable de cobre desnudo de entre 70 y 125 mm2 o equivalente.

#### Placa de características

Debe incluirse una Placa de Características, de acero inoxidable, en idioma español.

Adicionalmente debe incluirse una placa con el diagrama de conexionado de los enrollados.

Los Transformadores de Corriente deberán incluir una placa de advertencia, de acero inoxidable, con el siguiente texto:

* + **¡Atención!: No dejar los secundarios en circuito abierto.**

El terminal de puesta a tierra y un terminal de cada secundario deben conectarse a tierra.

### Razones Múltiples.

Las razones múltiples deberán ser obtenidas por conexiones serie y paralelo de las bobinas primarias. Los pernos terminales requeridos para este propósito deberán ser fácilmente accesibles en una caja en aire, a prueba de intemperie, con cubierta removible. Las conexiones deberán ser fácilmente llevadas a cabo mediante pletinas adecuadas de cobre, sin que sea necesario abrir en ninguna otra parte el transformador. La exactitud debe garantizarse para todas las relaciones.

Se debe garantizar, particularmente, que los núcleos para medición tengan una cargabilidad (VA) tal, que se encuentre en la parte recta de la pendiente de la curva de excitación, y así mantengan el grado de exactitud requerida.

Todos los transformadores de corriente deben soportar satisfactoriamente los efectos térmicos y dinámicos impuestos por las corrientes de corto circuito de placa de los interruptores asociados. Esta condición se indicará claramente en la Hoja de Características Garantizadas.

## PINTURA Y GALVANIZADO

La pintura y el galvanizado deberán ser de una calidad tal que garanticen un óptimo comportamiento frente a las condiciones ambientales en las cuales se utilizará el equipo.

Los espesores del galvanizado deberán cumplir con lo señalado en la norma ISO 1461 para los distintos espesores de chapas y condiciones ambientales.

Para los equipos el Fabricante aplicará procedimientos de pintura adecuados para garantizar un buen desempeño en ambiente salino de alta pluviometría.

# ELEMENTOS INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO

El suministro debe cumplir e incluir lo siguiente:

* Transformadores para montaje a la intemperie.
* La tensión nominal, número de enrollados, el burden y la razón de transformación que se indican en el Anexo A correspondiente.
* Todas las pruebas solicitadas en estas especificaciones.
* Todos los elementos necesarios para el montaje y correcta operación de los Transformadores de corriente, incluyendo los materiales de consumo que sean necesarios para el montaje, puesta en servicio y período de garantía.
  + Las estructuras soporte con los elementos de fijación del equipo a la estructura. El conjunto formado por el equipo montado en su respectiva estructura soporte deberá cumplir los requisitos sísmicos establecidos en estas especificaciones.
  + Los planos, catálogos originales, memorias de cálculo, informes de pruebas, manuales de montaje, operación y mantenimiento y toda la información técnica solicitada en estas Especificaciones.
* Repuestos recomendados por el Fabricante para un período de 5 años de mantenimiento, valorizados en precios unitarios.
* Herramientas y accesorios especiales de mantenimiento recomendados por el Fabricante, valorizados con precios unitarios y total (Ítem opcional).

# INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA

El fabricante deberá preparar y entregar a MANDANTE los siguientes documentos:

* Programa de ejecución del control de calidad en cada una de las siguientes etapas del Contrato:
* Fabricación de equipos y materiales incorporados.
* Montaje de los equipos y materiales incorporados.
* Puesta en servicio de los equipos.
* Además de lo estipulado en el párrafo anterior, con el fin de verificar la calidad de los materiales y funcionamiento del equipo contratado, MANDANTE se reserva el derecho de inspeccionar los transformadores de corriente en fábrica por medio de su personal o de sus representantes autorizados.
* La inspección abarcará los aspectos que tengan relación con la fabricación de piezas y armados de partes, montajes en taller, pruebas tipo y de rutina, inspección de galvanizados, embalajes, etc.
* En caso que el Cliente se excuse de su presencia o la de su representante durante las pruebas de recepción, el Fabricante podrá efectuarlas, y emitirá posteriormente un informe detallado con los procedimientos y resultados de cada una de ellas.

## Pruebas Tipo

Las pruebas tipo deberán ser efectuadas en conformidad con la norma IEC 60044-1. El fabricante deberá entregar junto con su oferta protocolos de pruebas en equipos similares al especificado. Las pruebas tipo para los transformadores de corriente se nombran a continuación:

* Pruebas sísmicas.
* Pruebas de cortocircuito dinámico nominal y cortocircuito de un segundo (térmico).
* Prueba de descargas parciales.
* Prueba de impulso.
* Prueba de elevación de temperatura.
* Curvas de excitación.

# Pruebas de Rutina

Las pruebas de rutina deberán efectuarse según la norma IEC 61869-1.

# PLANOS, DOCUMENTOS TÉCNICOS E INSTRUCCIONES

## Generalidades

Todos los documentos relacionados con la propuesta, tales como planos, descripciones técnicas y especificaciones, deberán usar las unidades de medida del sistema métrico decimal.

El idioma a utilizar en todos esos documentos será el español. En forma excepcional se aceptarán catálogos o planos de referencia en inglés.

## Informacion A ENTReGAR CON LA OFERTA

El fabricante deberá suministrar, junto con la oferta, toda la información técnica solicitada a continuación. Si el fabricante considera necesaria alguna información adicional, deberá adjuntarla a su oferta.

El proponente deberá presentar un (1) original y tres (3) copias de la oferta, en la cual se incluirá, a lo menos, la siguiente información y/o antecedentes:

* Una lista de los Transformadores de Corriente incluidos en el suministro, informando claramente el modelo ofertado e indicando los componentes principales.
* Características Técnicas Garantizadas Ofertadas (Anexo A).
* Manual de Garantía de Calidad.
* Plazo de entrega y programa preliminar de fabricación e inspección. El Proponente debe incluir en su programa el tiempo que MANDANTE requiere para aprobación de los planos de diseño.
* Protocolos de las Pruebas de Tipo de Transformadores de Corriente idénticos a los ofrecidos.
* Planos de disposición general indicando sus dimensiones principales y pesos.
* Reseña explicativa de los aspectos constructivos esenciales, incluyendo una descripción de los materiales a emplear y los detalles de cualquier dispositivo incorporado a los Transformadores de Corriente.
* Folletos descriptivos de las principales características de los Transformadores de Corriente, y de sus componentes y accesorios, en especial de las columnas aislantes de soporte.
* Memoria de cálculo y/o resultados experimentales en mesas vibratorias que confirmen el cumplimiento de las condiciones sísmicas especificadas, cuando corresponda.
* Una lista de referencia de las instalaciones del mismo tipo del Transformador de Corriente ofrecido, con el año de puesta en servicio.

MANDANTE se reserva el derecho de rechazar cualquier oferta si las referencias mostradas no son consideradas suficientes para garantizar una adecuada experiencia del licitante en el tipo de equipo solicitado.

MANDANTE podrá solicitar informaciones adicionales en caso que considere insuficientes los antecedentes presentados, para lograr una adecuada evaluación técnica de la oferta.

MANDANTE podrá rechazar una propuesta si la información entregada no tiene el suficiente grado de detalle y claridad.

El Proponente debe indicar claramente en su propuesta todos los puntos que presenten diferencias con respecto a esta Especificación.

## Información para aprobación de MANDANTE

En un plazo no superior a 30 días a contar de la fecha de colocación de la Orden de Compra, el Fabricante debe entregar para la aprobación de MANDANTE tres (3) copias en papel y archivo magnético con la siguiente información:

* Programa definitivo de diseño, fabricación, pruebas e inspección.
* Lista de planos y documentos de diseño.
* Disposición general de los Transformadores de corriente, incluyendo dimensiones y ubicación de componentes.
* Vistas en cortes con detalles internos.
* Diagrama de conexionado de los enrollados.
* Planos de montaje de los transformadores de corriente con indicación de los torques de apriete de todos los pernos y tuercas que se instalen en la obra.
* Detalle de la fijación a la estructura.
* Dimensiones de los terminales de línea.
* Dimensiones y ubicación de las placas para la puesta a tierra.
* Planos de los aisladores con los parámetros indicados en IEC-60815, cuando corresponda.
* Planos y detalles de todos los accesorios.
* Planos de las Placas de Características y de conexionado de enrollados.
* Memoria de cálculo sísmico (cuando sea aplicable).
* Plano de la base de los transformadores mostrando la disposición y dimensión de los pernos de fijación a la estructura con indicación de los esfuerzos en estructuras y fundaciones.
* Catálogos de los accesorios e instrumentos utilizados.

Todo el proceso de aprobación de planos y documentos técnicos deberá estar terminado en un plazo máximo de 60 (sesenta) días a contar de la fecha de colocación de la Orden de Compra, y cualquier retraso eventual en alguna de sus actividades no deberá afectar en modo alguno el plazo final de entrega del equipo.

Durante el proceso de fabricación, MANDANTE debe ser informado si se producen modificaciones a los diseños aprobados, debido a condiciones imprevistas.

## Diseños aprobados, manuales de instrucción e información final certificada

A más tardar 15 (quince) días después de la etapa de aprobación de planos, el Fabricante deberá enviar a MANDANTE una copia en papel (y los archivos magnéticos asociados) con todos los planos aprobados por MANDANTE, incluyendo las respectivas modificaciones solicitadas. Adicionalmente, el Fabricante deberá entregar 4 (cuatro) copias en papel, en idioma español, del manual que incluya las instrucciones de montaje, operación, mantenimiento y almacenamiento.

Finalmente, 15 (quince) días después de terminadas las pruebas finales de recepción, el Fabricante deberá enviar, en idioma español según corresponda, 4 (cuatro) copias en papel de los planos “As Built” y un CD con los correspondientes archivos digitales, todo en formato AUTOCAD; no se aceptarán imágenes “raster”.

También, se deberá enviar un conjunto de fotografías, en tamaño mínimo de 20x25 cm, que muestren las distintas vistas del Transformador de Corriente y sus accesorios, en papel fotográfico y como archivo magnético (Formato JPG).

Además, se deberá enviar el informe completo de las pruebas de rutina de cada Transformador de Corriente, debidamente individualizado. Este informe será analizado por MANDANTE, comunicándose la aprobación final a través de sus representantes.

## Responsabilidad del fabricante

El fabricante será el único y total responsable del diseño; por lo tanto, las aprobaciones y comentarios que MANDANTE pudiese haber efectuado a los planos y documentos presentados por el fabricante, no liberarán a éste de sus obligaciones contractuales.

Salvo autorización previa de MANDANTE, será por cuenta y riesgo del fabricante cualquier compra de materiales, fabricación, ensamblaje, pruebas y otros efectuados previos a la aprobación o comentarios de los planos. Será de su responsabilidad cualquier revisión de los planos que presente y cualquier trabajo extraordinario que se requiera para dar pleno cumplimiento a lo establecido en la Orden de Compra.

Si se detectasen errores en los planos y/o documentos emitidos por el fabricante, durante la fabricación o montaje, incluyendo cualquier cambio requerido en terreno, las correcciones de dichos defectos serán anotadas en el documento emitido por el fabricante, debiendo éste corregirlo y emitir nuevamente el original y las copias correspondientes.

## INFORMACIÓN A ENTREGAR UNA VEZ PUESTA LA ORDEN DE COMPRA

Constituyen aquellos documentos que debe entregar el fabricante para revisión y aprobación de MANDANTE.

En un plazo no superior a 30 días a contar de la fecha de colocación de la Orden de Compra, el Fabricante debe entregar para la aprobación de MANDANTE tres (3) copias en papel y archivo magnético con la siguiente información:

* Programa definitivo de fabricación e inspección.
* Plano de disposición general en que se muestren las principales dimensiones de los transformadores y que, además, indique el centro de gravedad del equipo y su peso total.
* Plano de la base de los transformadores en que se muestre la disposición y dimensión de los pernos de fijación a la estructura, con indicación de los esfuerzos sobre las estructuras y/o fundaciones.
* Planos de placas de características, de conexionado de enrollados y de advertencia.
* Planos en que se muestre la localización, alambrado de las conexiones y terminales de baja tensión.
* Plano de dimensiones generales de los aisladores principales en que se muestren los parámetros definidos en la Norma IEC 60815.
* Plano en corte en que se muestre la disposición general de las partes internas, con vistas de detalle de las fijaciones en la base y parte superior del aislador principal.
* Planos de montaje de los transformadores en que se indiquen los torques de apriete de todos los pernos que se instalan en la obra.
* Plano en que se muestre el cabezal con la disposición y tamaño de los terminales primarios y de las conexiones primarias de razón múltiple.
* Curva de excitación que muestre el codo de saturación, esto es, el punto a partir del cual a un incremento de 10% de la tensión de excitación, corresponde un 50% de incremento de la corriente de excitación (punto real o calculado).
* Instrucciones completas de montaje, puesta en servicio, operación, reparación y mantenimiento de los transformadores, su sistema de sellado de aceite, accesorios y otros elementos incluidos en el suministro.
* Memoria de cálculo sísmico (cuando sea aplicable).
* Hojas con las características dieléctricas y físico-químicas del aceite ofrecido.
* Hoja de Características Técnicas Garantizadas.
* Información Técnica Garantizada.

Se entregarán tres (3) copias de cada plano. Una de estas copias será devuelta al fabricante en un plazo de diez (10) días, según se indica a continuación:

* En el caso de aquellos planos sometidos a aprobación de MANDANTE, serán devueltos con una indicación, ya sea, “Aprobado”, “Aprobado con comentarios” o “Corregir y Devolver”.
* En el caso de aquellos planos entregados para información de MANDANTE, serán devueltos con la indicación “Sin Comentarios” o “Devuelto con Comentarios”.

El fabricante revisará los planos que fueron devueltos con corrección en un plazo de cinco (5) días, enviando nuevamente tres (3) copias. El proceso se repite hasta la emisión de todos los planos por parte de MANDANTE con las marcas “APROBADO”.

Las copias marcadas “Aprobado” o “Sin Comentarios” autorizan al fabricante para proceder con la fabricación.

Las copias marcadas “Aprobado con Comentarios” autorizan al fabricante para proceder a la fabricación, incorporando los comentarios en los documentos y emitiendo las versiones modificadas.

El fabricante deberá presentar los estudios y cálculos que resulten pertinentes para demostrar la capacidad funcional de los equipos y el cumplimiento con las normas y buenas prácticas aceptadas de ingeniería y, en general, que los equipos son adecuados para los servicios requeridos.

Todo el proceso de aprobación de planos y documentos técnicos deberá estar terminado en un plazo máximo de 60 (sesenta) días, a contar de la fecha de colocación de la Orden de Compra, y cualquier retraso eventual en alguna de sus actividades no deberá afectar en modo alguno el plazo final de entrega del equipo.

Durante el proceso de fabricación, MANDANTE debe ser informado si se producen modificaciones a los diseños aprobados, debido a condiciones imprevistas.

# AUDITORÍAS TÉCNICAS

# Generalidades

La siguiente sección tiene por objeto establecer en forma general los requerimientos mínimos que solicita el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) para la aprobación del equipamiento primario que será empleado en la construcción de los proyectos asociados al Plan de Expansión correspondiente, ya sean Obras Nuevas o de Ampliación del Sistema de Transmisión Nacional y/o Zonal según se defina en el correspondiente Decreto.

Dichos requerimientos son de carácter obligatorio y constituyen hitos multables para el CLIENTE, en consecuencia, dicha obligatoriedad se hace extensiva al OFERENTE del equipamiento primario.

Sin ser exhaustivo, la presente sección aborda principalmente la etapa de auditoría técnica que desarrolla el CEN al equipamiento primario, y describe el tipo de información técnica que se requiere, así como la forma y plazos para dar cumplimiento a los requisitos que establece el ente regulador y que serán exigidos al OFERENTE como parte integra del proceso de compra.

# Contexto

Para cada obra adjudicada, el CEN contratará oportunamente una Auditoría Técnica que acompañará el desarrollo de la Obra durante la etapa de Ejecución y 12 meses posterior a la Entrada en Operación. La Auditoría Técnica tiene por objetivo realizar el seguimiento y monitoreo del cumplimiento de plazos, hitos y características técnicas establecidas en las Bases de Licitación y la Oferta Técnica para la ejecución de la Obra.

Esta Auditoría Técnica incluye la verificación del cumplimiento de los hitos relevantes de la Obra, así como también de las características técnicas, a las cuales se comprometió el Adjudicatario en su Oferta Técnica, de acuerdo con las correspondientes Bases.

El CEN podrá definir informes, memorias de cálculo, y protocolos adicionales a los definidos en las bases, que estime necesarios para la correcta supervisión de la ejecución de la obra, verificación del cumplimiento de hitos, entre otros, los cuales serán solicitados por la Auditoría al Adjudicatario de cada Obra, el cual deberá responder en el tiempo y forma que el Coordinador establezca. En caso de que dichos adicionales involucren el suministro de equipos primarios, el Oferente deberá considerarse corresponsable con el Adjudicatario para cumplir con el requerimiento del regulador.

# Plazos para el oferente

Dada la variabilidad que se puede presentar entre el ciclo de compra de los equipos primarios, el oferente debe considerar dentro de su oferta la posibilidad de que sea requerido su apoyo para complementar o aclarar la documentación técnica una vez finalizado el ciclo de compra. **Para ello debe considerar un periodo de disponibilidad mínimo de 6 meses concluido el proceso de compra.**

**El plazo de respuesta para las solicitudes del adjudicatario será de 10 días hábiles**

# Documentación solicitada

A continuación, se describe en forma general el alcance que debe considerar el oferente.

### Hoja de características técnicas garantizadas (HCTG)

Si bien en la etapa de la oferta y adjudicación se emite por parte del oferente una HCTG, se debe considerar la posibilidad de actualizaciones debido a cambios que puedan ocurrir durante el proceso de fabricación. En ese sentido, se detallan los puntos a tener en consideración.

* Deberán incluir nombre y firma.
* En la etapa final de la entrega del suministro, se deberá verificar que la información contenida sea exactamente la que corresponde a este, en concordancia con los planos y manuales finales.

En caso de haber cambios durante el proceso de fabricación que afecte cualquier campo de la HCTG posterior a su entrega en la oferta, está deberá ser actualizada según corresponda.

* Todos los campos solicitados deben ser llenados.
* Para el caso de los campos que quedan “Por fabricante”, deberán ser completados con datos específicos del equipo y no genéricos.
* En caso de que alguno de los campos no aplique según el equipo y norma de fabricación, se deberá incluir una breve justificación en el campo correspondiente haciendo alusión a la norma y/o característica del equipo que haga el campo no aplicable.
* Se hace hincapié que, para el caso de la calificación sísmica, además de dar conformidad a lo solicitado en el campo, debe quedar explícito la normativa que se utilizará; ETG-1.020 (Endesa) o IEEE Std. 693-2005 (“High Seismic Level” con “Projected performance” factor mayor o igual a 2,0.).
* Se deberán considerar las exigencias indicadas en el documento del CIGRÉ “Recomendación de requisitos sísmicos para instalaciones eléctricas de alta tensión actualizado a marzo 2020”.

### Pruebas tipo de equipos primarios

* Se deberá entregar un listado completo y detallado de las pruebas tipo acorde a la normativa IEC correspondiente. En listado se debe indicar la cláusula asociada.
* Se deberán entregar los informes de las pruebas tipo de todos los equipos primarios.
* Durante el proceso de auditoría podrán existir por parte del auditor solicitudes de aclaración y/o complementos a las pruebas tipo, se debe tener dentro del alcance del oferente el dar respuesta a estas solicitudes.
* Se entiende que este tipo de pruebas son de diseño, por lo que se espera su entrega en las etapas iniciales del proceso de compra del suministro.

### Pruebas FAT

Se deberá entregar un listado completo y detallado de las pruebas tipo acorde a la

* Se deberá entregar un listado completo y detallado de las pruebas FAT acorde a la normativa IEC correspondiente. En listado se debe indicar la cláusula asociada.
* Se deberán entregar los informes de las pruebas FAT de todos los equipos primarios firmadas y aprobadas.
* Durante el proceso de auditoría podrán existir por parte del auditor solicitudes de aclaración y/o complementos a las pruebas FAT, se debe tener dentro del alcance del oferente el dar respuesta a estas solicitudes.

### Calificación sísmica

Tal como se indica en las respectivas especificaciones y hojas de datos, los equipos, transformadores de poder e instalaciones de la subestación deberán diseñarse teniendo en cuenta las siguientes exigencias:

* + NTSyCS – Anexo Técnico “Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión (2025)
  + Anexo Técnico, Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, aprobado según Resolución Exenta 41 del 24 de enero de 2025.
* ETG-1.020 (Endesa) o IEEE Std. 693-2005 (“High Seismic Level” con “Projected performance” factor mayor o igual a 2,0.).
* CIGRÉ “Recomendación de requisitos sísmicos para instalaciones eléctrcas de alta tensión actualizado a marzo 2020”.
* CIGRÉ “Lecciones y recomendaciones para el sector eléctrico derivadas del terremoto del 27 febrero de 2010 en Chile”.

Para efectos de auditoría técnica se destaca lo siguiente:

* Se requiere el envío de una memoria de cálculo sísmico del equipo, la que debe ser elaborada por un revisor sísmico chileno y certificado en la especialidad sísmica. El análisis sísmico debe verificar el fiel cumplimiento de la normativa utilizada, de las exigencias del CIGRÉ que regula este aspecto y de las bases técnicas estipuladas para el proyecto. Asimismo, si en el proceso de validación sísmica se requiere información adicional por parte del adjudicatario, el proveedor deberá aportar dicha información en plazo breve y con la completitud adecuada.
* Se deberá entregar un Dossier de calificación sísmica para cada equipo ~~(~~Memorias, Reportes, Certificados, Planos, Ensayos, etc.) firmados y aprobados.

A continuación, se resumen las exigencias sísmicas a considerar dependiendo del tipo de equipo:



# INFOTÉCNICA

Por requerimientos del ente regulador, se exige el llenado de la información solicitada en formato de Fichas Técnicas por cada equipo, de acuerdo con el formato y unidades de medida solicitas.

El oferente deberá considerar dentro de su alcance el llenado de dichas fichas en lo que corresponda estrictamente a la información técnica del equipo.

# Anexo A

## Hoja de Características Técnicas Garantizadas

Índice de Anexos:

Item 1: Transformador de Corriente de 66 kV STS\_TTCC\_0066-0220\_TTCCAT\_100\_200

Item 2: Transformador de Corriente de 66 kV STS\_TTCC\_0066-0220\_TTCCAT\_300\_600