ET-AT002 Transformadores de instrumentación de 500 kV

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Revisión #:	Entrada en vigencia:
0	16 Noviembre 2004

Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en https://likinormas.enelcol.com.co

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

1. OBJETO

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer los requisitos generales que debe cumplir el suministro, fabricación, inspección y ensayos de **TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION (TI's) DE 500 kV** , a ser suministrados a Enel Colombia S.A, en adelante el Cliente, para ser instalados en sus subestaciones.

Los TI's pueden ser TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (TC's), o TRANSFORMADORES DE TENSIÓN (TT's).

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

2. NORMAS APLICABLES

Los TI's deberán ser diseñados, fabricados y probados de acuerdo a los requerimientos establecidos en las siguientes normas:

IEC	60044	Parte 1: Transformadores de corriente
IEC	60044	Parte 4 : Medida de descargas parciales
IEC	60186	Transformadores de tensión capacitivos
NSR	98	Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente (Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998)
IEC	60815	Guía para la selección de aisladores, respecto a las condiciones de polución
ASTM	3487	Requisitos del aceite mineral aislante usado en aparatos eléctricos
IEC	60296	Especificación del aceite mineral aislante nuevo para equipos eléctricos
IEC	60233	Pruebas en aisladores para uso en equipo eléctrico
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	Galvanizado en baño caliente de productos de fierro y acero – Especificaciones y métodos de prueba

3. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El proveedor deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Garantía de Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales, cumpliendo la Norma ISO 9001.

Sistemas de calidad : Modelo de garantía de calidad en diseño, producción , instalación y servicio . El

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

Cliente se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación de los TI's, y el fabricante se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.

4. CONDICIONES DE SERVICIO

Los TI's deberán suministrarse para operar a la intemperie bajo las siguientes condiciones de servicio :

4.1 CONDICIONES AMBIENTALES

a. Altura sobre el nivel del mar	2 650 m
b. Ambiente	Tropical
c. Temperatura máxima y mínima	40 ºC y - 10 ºC respectivamente.
d. Nivel de humedad	Mayor al 90 %
e. Velocidad viento (m/s)	< 34
f. Nivel contaminación (IEC 60815)	Medio (II)
g. Radiación Solar máx (w/m²)	< 1000
h. Actividad Sísmica	SI (0.3g para dirección horizontal y 0.2g para dirección vertical)
i. Instalación	Exterior

De acuerdo a la tabla anterior, los TI's funcionarán según las condiciones normales de servicio indicadas en la norma IEC 60694 para equipos de tipo exterior, con excepción de la altura sobre el nivel del mar.

Los equipos deben cumplir con los requerimientos sísmicos exigidos en el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98. Para la fabricación de los equipos no se considera la especificación corporativa E-SE-010 "Acción sísmica en equipos eléctricos y mecánicos" ya que utiliza parámetros sísmicos diferentes a los presentados en Colombia. Para los análisis sísmicos pertinentes se debe considerar el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98, el cual es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional de Colombia.

4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

En la tabla se indican las características generales del eléctrico .

a. tensión nominal del sistema (kV)	500
b. Tensión máxima del sistema (kV)	550
c. BIL AT (kV) a 2650 msnm	1550
d. BSL AT (kV) a 2650 msnm	
fase - tierra	1175
fase – fase	1760
e. Frecuencia del sistema	60 Hz

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

f. Nivel de cortocircuito (kA)	40
g. Número de fases	3
h. Conexión neutro	Aterrizado solidamente
i. Tensión auxiliar CA (Vca)	208/120
j. Tensión auxiliar CC (Vcc)	125

5. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACIÓN

Los Transformadores de Corriente deben ser aislados en aceite o en SF6. Los Transformadores de Tensión deben ser aislados en aceite.

En el caso de aislamiento en aceite, estos equipos deberán estar provistos de una cámara de expansión del aceite con fuelles metálicos, a fin de absorber contracciones y expansiones térmicas del aceite.

El aceite utilizado deberá ser de base nafténica, sin inhibidores ni aditivos. El aceite utilizado debe cumplir con los requerimientos de la norma ASTM-3487 y/o IEC-60296.

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

Para cumplir en forma adecuada las condiciones ambientales especificadas en la tabla del punto 4.1., las superficies metálicas no energizadas de los TI's deberán ser de acero, galvanizado en caliente.

5.1.1 Transformadores de corriente

En caso de relación múltiple, el cambio de relación debe ser en el secundario.

Diferente a lo establecido en la norma, los núcleos de medida deben ser de precisión 0,2S para corriente secundaria de 1A con los límites de error definidos en la tabla 12 de la norma IEC 60044-1.

Los Transformadores de Corriente deben tener descargadores de sobretensión entre los terminales del primario a menos que sean del tipo de barra pasante.

Los devanados secundarios deben tener limitador es de sobretensión para el evento de circuito abierto; este limitador de sobretensión no debe afectar la precisión de la medida en condiciones normales de operación para todos los núcleos y de corto circuito para los núcleos de protección.

Los transformadores de corriente deben incluir una caja de conexiones para las tres fases con puentes rígidos que permitan hacer corto circuito en las tres fases y apertura ágil y segura de los circuitos secundarios. La caja debe ser para intemperie IP54.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

5.1.2 Transformadores de tensión
Los Transformadores de Tensión deben ser del tipo capacitivo y deben suministrarse ajustados en fábrica para las especificaciones solicitadas, de modo que no se requieran ajustes en el sitio de instalación.

Las características de respuesta, en régimen transitorio y de ferrorresonancia, de los TT's deben estar de acuerdo con la norma IEC 60044.

5.2 AISLADORES

En aquellos TI's que utilicen aisladores, éstos deberán cumplir con la norma IEC-60233. Los aisladores de los TI's deberán ser de porcelana.

La distancia de fuga de los aisladores debe estar de acuerdo al nivel de polución definido en la tabla del punto 4.1.

5.3 ACCESORIOS

Los transformadores de instrumentación deben poseer los siguientes accesorios, cuando sea aplicable:

5.3.1 Indicador de nivel de aceite
Este elemento debe poseer indicación de nivel máximo y mínimo, y debe ser de fácil lectura para un operador parado sobre el piso.

5.3.2 Dispositivo de muestreo del aceite
El TI debe poseer un dispositivo para tomar muestras del aceite, que asegure adecuadamente la hermeticidad del equipo .

5.3.3 Tapón para rellenado de aceite o válvula de SF6
El TI debe poseer un dispositivo para rellenar aceite o gas, que asegure adecuadamente la hermeticidad del equipo .

5.3.4 Indicador de presión
Si el aislamiento de los transformadores de corriente es en SF6 deben tener un indicador de presión de fácil lectura para un operador parado sobre el piso, con contactos de alarma para señalización remota.

5.3.5 Terminales primarios
Los terminales primarios de los TI's, deberán ser de cobre estañado o plateado, y del tipo placa o cilindro sin rosca.

Las dimensiones de los terminales y los orificios de conexión deben estar de acuerdo a la norma IEC 60058.

Los terminales primarios deberán tener marcas de terminal y de polaridad claramente distinguibles. El fabricante deberá informar en su propuesta las características de los terminales del equipo ofrecido.

5.3.6 Terminales secundarios
Los terminales secundarios deberán ser de bronce fosforoso, y deberán estar alambrados a borneras

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

ubicadas dentro de una caja metálica. Esta caja debe ser adecuada para uso a la intemperie, con grado de protección IP-54, según norma IEC, y deberá poder permitir conexiones externas de cables por abajo o lateralmente.

Los terminales secundarios deberán tener marcas de terminal y de polaridad claramente distinguibles.

En el caso de los Transformadores de Tensión el fabricante incluirá en la caja metálica interruptores termomagnéticos con contactos auxiliares de alarma, para protección de los circuitos de control.

5.3.7 Terminales de puesta a tierra
El fabricante debe suministrar terminales para conectar los TI's al sistema de tierra de la subestación . Para esto debe considerar que las conexiones a la malla de tierra se harán mediante cable de cobre de sección entre 100 y 200 mm².

5.3.8 Terminal para medida de aislamiento
Los transformadores de corriente deben tener un terminal capacitivo para medidas de factor de potencia del aislamiento.

5.3.9 Placa de característica
Debe incluirse una placa de características, de acero inoxidable, en idioma español. Esta placa deberá cumplir lo indicado en las normas IEC.

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

Además, para los Transformadores de Corriente debe incluirse una placa de advertencia, de acero inoxidable, con el siguiente texto:

"¡Atención! No dejar los secundarios en circuito abierto".

5.4 PINTURA Y GALVANIZADO

La pintura y el galvanizado deberán ser de una calidad tal que garanticen un óptimo comportamiento frente a las condiciones ambientales indicadas en la tabla del párrafo 4.1. de esta especificación.

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

6. INSPECCIÓN TÉCNICA Y PRUEBAS

Todos los transformadores de instrumentos incluidos en el suministro deberán ser sometidos a pruebas por el fabricante, en presencia del Cliente o su representante.

La inspección técnica y las pruebas deben ser efectuadas en las instalaciones del fabricante, o en algún laboratorio aprobado por el Cliente.

Durante la inspección , el fabricante deberá proporcionar todas las facilidades para tener acceso a los procesos de fabricación, durante las horas de trabajo .

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

El fabricante deberá dar aviso al Cliente y/o a su representante con por lo menos 15 días hábiles de anticipación, para que presencie todas las pruebas a efectuarse. En todo caso, ninguna de las pruebas o verificaciones indicadas más adelante podrá realizarse sin la presencia de los inspectores.

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.

El fabricante deberá realizar a los TI's la serie completa de pruebas de recepción, establecidas en las normas. Estas pruebas deberán realizarse sobre todas las unidades que cubre el suministro.

Serán parte de las pruebas de recepción las de rutina, propiamente tal, y las señaladas a continuación:

- Prueba de estanqueidad o hermeticidad.
- Capacitancia y factor de potencia del dieléctrico .
- Curvas de magnetización de los TC's.
- Verificación de pintura y galvanizado.

El fabricante de los TI's deberá presentar protocolos de los ensayos realizados a los aisladores utilizados en los equipos. El método de pruebas y criterio de aceptación de los aisladores será el descrito en la norma IEC 60233.

Si algún TI no cumpliera alguna de las pruebas especificadas, el fabricante deberá tomar las medidas necesarias para detectar las fallas y corregirlas. Una vez efectuadas las correcciones necesarias, el fabricante deberá repetir todas las pruebas para demostrar que dicho transformador cumple plenamente con las especificaciones. Esta circunstancia deberá quedar registrada en el informe de pruebas, detallando la falla ocurrida.

Una vez efectuadas todas las pruebas de recepción, el fabricante deberá entregar un informe completo y certificado de las mismas. Este informe será sometido a la aprobación final por parte del Cliente.

7. EMBALAJE PARA EL TRANSPORTE

Cada TI y sus accesorios deberán ser embalados para transporte marítimo y terrestre de exportación, preparando el embalaje para evitar daños (golpes, corrosión , absorción de humedad, etc.) y robos.

Cada bulto debe contener solamente una unidad. Los embalajes deben ser adecuados para soportar las operaciones normales de carga , descarga, y el eventual apilamiento de un bulto sobre otro.

Cada uno de los bultos deberá incluir facilidades para levantarlo mediante estrobos.
Para el transporte marítimo de exportación, el fabricante deberá obtener la aprobación del embalaje por parte de las Compañías de Transporte, antes de despachar el equipo desde la fábrica.

Todos los bultos deberán llevar los detalles necesarios de identificación y manipulación, en forma clara e indeleble, tanto de su contenido como de los detalles de la Orden de Compra del Cliente.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

El tipo de embalaje y su identificación deberá ser sometido a la aprobación de los representantes del Cliente antes del despacho desde la fábrica, y podrá ser rechazado en caso de no cumplir con las condiciones especificadas.

8. INFORMACIÓN TÉCNICA

8.1 GENERALIDADES

Todos los documentos relacionados con la propuesta, tales como planos, descripciones técnicas, 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.

8.2 INFORMACIÓN PARA LA PROPUESTA

Cada proponente deberá entregar junto con su oferta, la información solicitada en esta especificación y cualquier otra información necesaria que permita al cliente poder seleccionar los equipos a adquirir.

Deberá incluirse la siguiente información:

Una lista de los los TI's incluidos en el suministro, informando claramente el modelo ofertado e indicando los componentes principales.

- Características Técnicas Garantizadas (Tabla 1)
- 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 el Cliente requiere para aprobación de los planos de diseño.
- Protocolos de las Pruebas Tipo de los TI's 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.
- Folletos descriptivos de las principales características de los transformadores, 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 ofrecido, con el año de puesta en servicio .

El Cliente 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.

El Cliente podrá solicitar informacion adicional en caso que considere insuficientes los antecedentes presentados, para lograr una adecuada evaluación técnica de la oferta.

El Cliente podrá rechazar una propuesta si la información entregada no tiene el suficiente grado de detalle

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

y claridad.

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

8.3 INFORMACIÓN PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE

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 del Cliente tres (3) copias en papel y archivo magnético con la siguiente información:

- Programa definitivo de fabricación e inspección .
- Lista de planos y documentos de diseño.
- Disposición general de los TI's incluyendo dimensiones y ubicación de componentes.
- Vistas en cortes con detalles internos.
- Diagrama de conexionado de los enrollados.
- 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, de conexionado de devanados y de advertencia.
- Memoria de cálculo sísmico (cuando sea aplicable)
- Curvas características de los TC's
- 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 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, el Cliente debe ser informado si se producen modificaciones a los diseños aprobados, debido a condiciones imprevistas.

8.4 DISEÑOS APROBADOS, MANUALES DE INSTRUCCIÓN E INFORMACIÓN FINAL CERTIFICADA

A más tardar 15 días después de la etapa de aprobación de planos, el fabricante deberá enviar al Cliente la siguiente información:

El fabricante enviará una copia en papel (y los archivos magnéticos asociados) con todos los planos aprobados por el Cliente, incluyendo las respectivas modificaciones solicitadas.

Adicionalmente, el fabricante deberá entregar 5 copias en papel, en idioma español del manual el cual incluya las instrucciones de montaje, operación, mantenimiento y almacenamiento.

Quince días después de terminadas las pruebas finales de recepción, el fabricante deberá enviar, en

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

idioma español cinco 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, que muestren las distintas vistas de los TI 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 TI, debidamente individualizado. Este informe será analizado por el cliente, comunicándose la aprobación final a través de sus representantes.

8.5 RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE

La aprobación de cualquier diseño por parte del Cliente no exime al fabricante de su plena responsabilidad en cuanto al proyecto y funcionamiento correcto del equipo suministrado.

9. GARANTÍAS

Los TI’s, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 30 meses a partir de la fecha de entrega de toda la partida, o de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio , prevaleciendo la condición que primero se cumpla.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran defectos frecuentes, el Cliente podrá exigir el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

ANEXO 1. TABLAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

ITEM	DESCRIPCIÓN	REQUERIDO POR Enel Colombia
1	Fabricante	
2	Pais	
3	Referencia	
4	Frecuencia nominal (Hz)	60
5	Tensión máxima del equipo (kVef)	550
6	Corriente primaria asignada (A)	600
7	Corriente térmica continua asignada (%)	120
8	Corriente térmica de corta duración (kA, 1s)	40
9	Corriente dinámica asignada (kA)	100
10	**Niveles de aislamiento:** Todos los valores indicados en este numeral deben ser garantizados a 2650 msnm. Para aislamientos externos (a través de aire) se admiten niveles reducidos siempre y cuando estén soportados en consideraciones, cálculos y experiencias debidamente justificadas, a criterio de Enel Colombia.	
10.1	a) Tensión asignada a impulso rayo (valor cresta) a tierra (kV)	1550

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

10.2	b) Tensión de prueba soportada a frecuencia industrial de 60 Hz durante 1 minuto.	680
10.3	c) Tensión asignada a impulso tipo maniobra (valor de cresta) con onda 250/2500 Us	1175
11	Nucleos de medida	
11.1	Cantidad	1
11.2	Relación	600/1
11.3	Clase de precisión	0,2S
11.4	Carga de precisión (VA)	5
11.5	Factor de seguridad (FS)	<10
12	Nucleos de protección	
12.1	Cantidad	2
12.2.	Relación	600/1
12.3	Clase de precisión	5P
12.4	Carga de precisión (VA)	5
12.5	Factor límite de precisión	20
13	Nucleos de protección	1
13.1	Cantidad	1
13.2	Relación	2500 –1250 / 1
13.3	Clase de precisión	5P
13.4	Carga de precisión (VA)	5
13.5	Factor límite de precisión	20
14	Distancia de fuga mínima (mm)	11000
15	Tipo de aislamiento (aceite o SF6)	
16	Distancia de arco	
17	Masa (kg)	
18	Capacitancia (pF)	
19	Carga admisible en terminales (N)	

TRANSFORMADORES DE TENSIÓN CAPACITIVOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	REQUERIDO POR Enel Colombia
1	Fabricante	
2	Pais	
3	Referencia	
4	Frecuencia nominal (Hz)	60
5	Tensión máxima del equipo (kVef)	550
6	Tensión primaria asignada (kV)	500 / Ö3
7	Tensión secundaria asignada (V)	115 / Ö3
8	Factor de tensión	
	a) Permanente	1,2
	b) Durante 30 s	1,5

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

9	Capacitancias	
	a) Total (pF)	
	b) Condensador de alta tensión (pF)	
	c) Condensador de tensión intermedia (pF)	
10	**Niveles de aislamiento:** Todos los valores indicados en éste numeral deben ser garantizados a 2650 msnm. Para aislamientos externos (a través de aire) se admiten niveles reducidos siempre y cuando estén soportados en consideraciones, cálculos y experiencias debidamente justificadas, a criterio de Enel Colombia.	
10.1	a) Tensión asignada a impulso rayo (valor cresta) a tierra (kV)	1550
10.2	b) Tensión de prueba soportada a frecuencia industrial de 60 Hz durante 1 minuto.	680
10.3	c) Tensión asignada a impulso tipo maniobra (valor de cresta) con onda 250/2500 Us	1175
11	Devanados secundarios	
11.1	Cantidad	2
11.2	Clase de precisión	
	a) Del 5% al 80% de la tensión asignada	3P
	b) Del 80% al 120% de la tensión asignada	0,2
	c) Del 120% al 150% de la tensión asignada	3P
11.3	Carga de precisión (VA)	
	a) Devanado 1	20
	b) Devanado 2	20
	c) Simultánea	30
12	Distancia de fuga mínima (mm)	11000
13	Potencia térmica (VA)	
14	Distancia de arco	
15	Masa (kg)	
16	Carga admisible en terminales (N)	

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.