



**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:  
TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACIÓN  
DE ALTA TENSION  
E-SE-005**



	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 2 de 22

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:**  
**TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION**  
**E-SE-005**

<b>Preparada por:</b> Gerencia Regional de Distribución y Servicio.	<b>Aprobada por:</b> AMPLA – Dirección Técnica CHILECTRA S.A. – Gerencia Gestión Redes CODENSA S.A.E.S.P. – Gerencia de Distribución COELCE – Dirección Técnica EDELNOR S.A.A. – Gerencia Técnica EDESUR S.A. – Dirección de Distribución	<b>Emitida por:</b> Gerencia Regional de Distribución y Servicio.
<b>Editada : Marzo de 2000</b> <b>Revisada : Noviembre de 2010</b>		

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 3 de 22

## INDICE

<b>INDICE .....</b>	<b>3</b>
<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DOCUMENTOS DE LA ESPECIFICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>3. NORMAS APLICABLES.....</b>	<b>5</b>
<b>4. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD .....</b>	<b>6</b>
<b>5. CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO... 7</b>	
5.1. CONDICIONES AMBIENTALES .....	7
5.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS .....	8
<b>6. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD .....</b>	<b>9</b>
6.1. CARGA NOMINAL O BURDEN .....	9
6.2. PRECISIÓN .....	10
6.3. FACTOR NOMINAL.....	10
6.4. CORRIENTE TÉRMICA DE CORTA DURACIÓN Y CORRIENTE DINÁMICA .....	10
6.5. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PARA PROTECCIÓN EN TRANSIENTES .....	11
<b>TRANSFORMADORES DE TENSIÓN.....</b>	<b>12</b>
6.6. CARGA NOMINAL Y PRECISIÓN.....	13
6.7. POTENCIA TÉRMICA .....	13
6.8. FACTOR DE VOLTAJE.....	13
6.9. ACCESORIOS REQUERIDOS EN TRANSFORMADORES DE VOLTAJE CAPACITIVOS.....	14
<b>7. TRANSFORMADORES COMBINADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACIÓN .....</b>	<b>14</b>
8.1. AISLACIÓN INTERNA .....	14
8.2. AISLACIÓN EXTERNA .....	15
8.3. PINTURA Y GALVANIZADO.....	15
8.4. ACCESORIOS.....	15
<b>9. INSPECCIÓN TECNICA Y PRUEBAS .....</b>	<b>17</b>

	<p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION</p>	E-SE-005
		<p><b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010</p>
		Página 4 de 22

9.1. INSPECCIÓN DURANTE LA FABRICACIÓN .....	17
9.2. INSPECCIÓN DURANTE LAS PRUEBAS DE RECEPCIÓN FINALES .....	17
<b>10. EMBALAJE PARA EL TRANSPORTE .....</b>	<b>18</b>
<b>11. INFORMACION TECNICA .....</b>	<b>18</b>
11.1. GENERALIDADES .....	18
11.2. INFORMACIÓN PARA LA PROPUESTA .....	18
11.3. INFORMACIÓN PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE. ....	19
11.4. DISEÑOS APROBADOS, MANUALES DE INSTRUCCIÓN E INFORMACIÓN CERTIFICADA .....	20
11.5. RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE .....	20
<b>12. GARANTÍAS.....</b>	<b>20</b>

**ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS**

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 5 de 22

## 1. OBJETIVO

La presente especificación técnica establece los requisitos generales que debe cumplir el suministro, fabricación, inspección y ensayos de **TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION**, a ser suministrados al Grupo Endesa S.A, en adelante el cliente; para ser instalados en las subestaciones de poder de las empresas distribuidoras del Grupo en Latinoamérica.

Los transformadores de instrumentación pueden ser **TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (TI's)**, o **TRANSFORMADORES DE TENSION (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 mantención, planos, manuales de instrucción, informes de pruebas y demás documentos y servicios relacionados con estos equipos.

## 2. DOCUMENTOS DE LA ESPECIFICACIÓN

El presente documento es el cuerpo principal de la especificación de “Transformadores de instrumentación de AT”. Las características técnicas garantizadas para dichos transformadores se detallan en el Anexo N°1.

- Anexo 1: “Características técnicas garantizadas para transformadores de instrumentación de AT (E-SE-005)”.

## 3. NORMAS APLICABLES

En todos los detalles no señalados en esta especificación, los TI's deben ser diseñados, fabricados y probados de acuerdo a la serie completa de la norma IEC - 60044, en su más reciente edición; y según lo indicado en el Anexo N°1 “Características Técnicas Garantizadas” para cada tipo de transformador.

- IEC 60044 - 1: Transformadores de corriente.
- IEC 60044 - 2: Transformadores de voltaje inductivos.
- IEC 60044 - 5: Transformadores de voltaje capacitivos.
- IEC 60044 - 6: Requisitos para los transformadores de corriente de protección para respuesta en régimen transitorio.
- IEC 60815: Guía para la selección de aisladores, respecto a las condiciones de polución.
- IEC 60296: Especificación del aceite mineral aislante nuevo para equipos eléctricos.
- IEC 60376: Especificaciones para hexafluoruro de azufre (SF6) de calidad técnica para uso en equipos eléctricos.
- ASTM A123: Especificación para galvanizado en caliente de productos de hierro y acero.
- ASTM A153: Especificación para galvanizado en caliente de herrajes de hierro y acero.
- IEC 62155: Aisladores huecos con o sin presión interna, en material cerámico o en vidrio, para la utilización en equipos eléctricos de tensiones asignadas superiores a 1.000 V.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 6 de 22

- IEC 61462: Aisladores huecos con o sin presión interna, en material polimérico, para la utilización en equipos eléctricos de tensiones asignadas superiores a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayos, criterios de aceptación y recomendaciones de diseño.
- ISO 1461 (1999): “Galvanizado en baño caliente de productos de fierro y acero – Especificaciones y métodos de prueba”

Para Chilectra será aplicable la especificación técnica ETG-1020, para dar cumplimiento a la norma técnica chilena. En el caso de Edelnor será aplicable la especificación E – SE – 010 que rige para normar la “Acción sísmica en equipos eléctricos y mecánicos”; en cambio, para Codensa serán aplicables las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR – 10. Finalmente, los equipos suministrados a Edesur, Ampla y Coelce no requieren especificación sísmica.

#### **4. 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 siguiente 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.

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

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 7 de 22

## 5. CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

### 5.1. CONDICIONES AMBIENTALES

En general, los transformadores de instrumentación deberán ser suministrados para operar satisfactoriamente en ambiente interior o exterior con las siguientes condiciones de servicio, indicadas en la Tabla 1:

**Tabla 1: Condiciones de servicio para las empresas distribuidoras**

CARACTERÍSTICA	AMPLA	CODENSA	COELCE	CHILECTRA	EDELNOR	EDESUR
Altitud máxima (m)	< 1.000	2600	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000
Temperatura Mín/Máx (°C)	-10 / +40					
Nivel de Humedad	IEC – 60721-2-1					
Velocidad viento (m/seg)	< 34					
Nivel contaminación (IEC 60815)	Alto (III)	Medio (II)	Muy Alto (IV)	Medio (II)	Muy Alto (IV)	Medio (II)
Radiación Solar máx (w/m <sup>2</sup> )	< 1000					
Capa de hielo máxima (mm)	< 1	< 10	< 1	< 10	< 1	< 10
Actividad sísmica	No	Sí	No	Sí	Sí	No

De acuerdo a la tabla anterior, los transformadores de instrumentación funcionarán conforme a las condiciones normales de servicio indicadas, debiéndose tener en cuenta especialmente las siguientes consideraciones:

- a) Los equipos suministrados a Chilectra deben cumplir con los requerimientos sísmicos exigidos por la norma ETG-1020
- b) Los equipos suministrados a Edelnor deben cumplir con los requerimientos sísmicos exigidos en la especificación E – SE – 010.
- c) Los equipos suministrados a Codensa deben cumplir con los requerimientos sísmicos exigidos en la norma colombiana NSR 10.
- d) La distancia de fuga de los transformadores de instrumentación especificados para Codensa, tendrán un factor de corrección por altura de 1% adicional, por cada incremento de 100 metros, tomando como referencia 1.000 metros sobre el nivel del mar.

## 5.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

En la Tabla 2 se indican las características generales de los sistemas eléctricos de AT de las distintas Empresas.

**Tabla 2: Características generales de los equipos utilizados en los sistemas eléctricos**

CARACTERÍSTICA	AMPLA	CODENSA <sup>1</sup>	COELCE	CHILECTRA	EDELNOR	EDESUR
Voltaje nominal sistema ( kV)						
AT1	-	230	-	220	220	220
AT2	138	115	-	110	-	132
AT3	69	-	69	-	60	-
Voltaje máximo equipos (kV)						
AT1	-	245	-	245	245	245
AT2	145	145	-	145	-	145
AT3	72,5	-	72,5	-	72,5	-
BIL AT (kV)						
AT1	-	1.050	-	950	950	950
AT2	650	650	-	550	-	550
AT3	325	-	325	-	325	-
Voltaje soportado a frecuencia industrial (kV)						
AT1	-	460	-	395	395	395
AT2	275	275	-	230	-	230
AT3	140	-	140	-	140	-
Frecuencia (Hz)	60	60	60	50	60	50
Nivel de cortocircuito (kA)						
AT1	-	40	40	-	40	40
AT2	31,5	31,5 ó 40	31,5 ó 40	-	-	31,5
AT3	25	-	-	25 ó 31,5	25 ó 31,5	-
Voltaje auxiliar CA (Vca)	220/127	208/120 +5%-10%	380/220	380/220	220	380/220
Voltaje auxiliar CC (Vcc)	125+10%-20%	125+10%-20%	125+10%-20%	125+10%-20%	125+10%-20%	220 +10%-25%

<sup>1</sup> Los niveles indicados de BIL son los requeridos a 2600 metros sobre el nivel del mar.

## 6. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

Los transformadores de intensidad de alta tensión requeridos para nuevas subestaciones nuevas deberán ser de corriente secundaria 1 [A]. En la Tabla 3 se indican las características de los transformadores requeridos.

**Tabla 3 Transformadores de intensidad para corriente secundaria de 1[A]**

EMPRESA	CLASE DE TENSIÓN (KV)	RAZONES DE TRANSFORMACIÓN	N° DE NÚCLEOS	
			MEDICIÓN	PROTECCIÓN
Ampla	72,5	1200-600/1-1	1	1
	145	1200-600/1-1	1	1
Chilectra	145	2400-1200/1-1-1	1	2
	245	2400-1200/1-1-1	1	2
Codensa	145	1200/1-1-1-1	1	3
		1200-300-150/1-1-1-1	1	3
	245	800/1-1-5-5-1-1	2	4
Coelce	72,5	1600-1200-800-600/1-1	1	1
Edelnor	72,5	600-300/1-1	1	1
	245	1200-600/1-1	1	2
Edesur	145	2400-1200/1-1	1	1
	245	600-300/1-1	1	1

Las razones de transformación mencionadas en la tabla anterior, podrán ser obtenidas por medio de cambios de razón de transformación en el primario o secundario.

Los transformadores de intensidad de alta tensión requeridos para reposición o ampliación de subestaciones existentes podrán ser de corriente secundaria 5 [A]. En este caso las relaciones podrán ser las indicadas en la tabla anterior u otra distinta, según la necesidad.

### 6.1. CARGA NOMINAL O BURDEN

La carga nominal requerida para los transformadores de intensidad se especificará por núcleo en forma independiente, tanto para medición como para protección. Para nuevos proyectos de subestaciones, se especificarán transformadores de corriente con burden de 15 VA, por núcleo, considerando una corriente secundaria de 1A.

Para efectos de reposición o ampliación de subestaciones se podrán especificar núcleos con burden de hasta 60 [VA], dependiendo del caso.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 10 de 22

## 6.2. PRECISIÓN

### 6.2.1. Precisión para Núcleos de Medición

Se considerará que la precisión de los núcleos de medición será de 0,5%, según la norma IEC 60044. Sin embargo, para los puntos destinado a facturación y/o intercambios de energía se admitirá núcleos de medición con precisión 0,2%.

El Cliente no requerirá de transformadores de corriente de clase especial (0,2S ó 0,5S) ni de rango extendido, esto es, sobrecarga permanente mayor al 120%.

El proveedor deberá garantizar la clase de precisión del transformador (0,5% ó 0,2%, según corresponda) a partir de una carga permanente del 100% hasta el 120% de la corriente nominal primaria. Así mismo, se deberá garantizar la clase de precisión para un rango desde el 25% al 100% del burden nominal.

Respecto al factor de seguridad límite (FS), para la protección de los instrumentos de medición conectados al núcleo de medición, se permitirá el rango dado por  $FS \leq 10$ , según norma IEC 60044.

### 6.2.2. Precisión para Núcleos de Protección

Los núcleos de protección en transformadores de corriente se especificarán con un factor límite de precisión (ALF), igual a 20 y clase de precisión de 5%, utilizando la denominación 5P20, según la Norma IEC – 60044.

En los núcleos destinados a protección, se deberá garantizar la clase de precisión para el burden nominal y hasta 20 veces la corriente nominal.

## 6.3. FACTOR NOMINAL

El factor nominal o de sobrecarga permanente requerido en los transformadores de corriente destinados a medición y/o protección, será igual a 1,2.

## 6.4. CORRIENTE TÉRMICA DE CORTA DURACIÓN Y CORRIENTE DINÁMICA

La corriente térmica de corta duración se especificará para un tiempo de 1(s), y estará determinada por la corriente de cortocircuito en el punto de conexión del TI. La corriente térmica de corta duración estará garantizada en todas las relaciones de transformación del TI y se especificará el mismo valor tanto para núcleos de medición como de protección. En la Tabla 4 se indican los valores de cada empresa, según la clase de tensión.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 11 de 22

**Tabla 4: Corrientes térmicas de corta duración especificadas por empresa, según clase de tensión**

CLASE DE TENSION (kV)	CORRIENTE TÉRMICA (kA)	AMPLA	CHILECTRA	CODENSA	COELCE	EDELNOR	EDESUR
72,5	25	<b>X</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	
	31,5					<b>X</b>	
145	25						<b>X</b>
	31,5	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>			<b>X</b>
	40		<b>X</b>	<b>X</b>			
245	25					<b>X</b>	
	40		<b>X</b>	<b>X</b>			<b>X</b>

La corriente dinámica especificada para los transformadores de corriente será igual a 2,5 veces la corriente térmica en Edesur y Chilectra; y 2,6 veces para Ampla, Codensa, Edelnor y Coelce.

#### **6.5. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PARA PROTECCIÓN EN TRANSIENTES**

Edesur utilizará TI's de clase especial para protección en régimen transiente, que deben ajustarse a los ensayos indicados en las Norma IEC - 60044, parte 1 y 6. Los transformadores requeridos serán de núcleos tipo TPY o TPX. Las características de precisión, relación de transformación, Burden y número de núcleos, requeridas serán las solicitada por Edesur en su oportunidad.

## 7. TRANSFORMADORES DE TENSION

Los TT's podrán ser capacitivos o inductivos de acuerdo al requerimiento del Cliente y la clase de tensión máxima del equipo solicitado. En este sentido, para clases de tensión de 72,5kV, se utilizará preferentemente transformadores inductivos; mientras que para las clases de 145kV y 245kV, se utilizarán mayoritariamente transformadores capacitivos.

En aquellos casos en que el cliente requiera de transformadores capacitivos, el proveedor deberá garantizar que el equipo mantiene su precisión para las condiciones ambientales definidas en la Tabla 1. Si el requerimiento del Cliente es un transformador para facturación de energía, el proveedor deberá garantizar que la clase de precisión del equipo se mantiene durante la vida útil del transformador.

Las características de respuesta, en régimen transitorio y de ferresonancia, de los transformadores capacitivos deben estar de acuerdo con la norma IEC - 60044.

Los transformadores de voltaje de alta tensión requeridos, para medición y protección, serán preferentemente los indicados en la Tabla 9 y Tabla 10. Las características principales de los transformadores requeridos son:

**Tabla 5: Transformadores de tensión especificados por empresa clase 72,5kV.**

CLASE DE TENSION (kV)	EMPRESA	TENSION DE PRIMARIO (V)	TENSION DE SECUNDARIO (V)	RAZÓN DE VUELTAS (K <sub>R</sub> )	PRECISIÓN Y BURDEN				CARGA DE PRECISIÓN SIMULTÁNEA (VA)
					PRECISIÓN DEVANADO N°1	BURDEN N°1	PRECISIÓN DEVANADO N°2	BURDEN N°2	
72,5	EDELNOR	60000:√3	110:√3	545	0,5	10	-	-	10
		66000:√3	110:√3	600	0,5	10	-	-	10
	AMPLA	69000:√3	115-115:√3	600	0,5	10	3P	10	20
	COELCE	69000:√3	115-115:√3	600	0,5	10	-	-	10

**Tabla 6: Transformadores de tensión especificados por empresa clase 145 y 245kV.**

CLASE DE TENSION (KV)	EMPRESA	TENSION DE PRIMARIO (V)	TENSION DE SECUNDARIO (V)	RAZÓN DE VUELTAS (K <sub>R</sub> )	PRECISIÓN Y BURDEN				CARGA DE PRECISIÓN SIMULTÁNEA (VA)
					PRECISIÓN DEVANADO N°1	BURDEN N°1	PRECISIÓN DEVANADO N°2	BURDEN N°2	
145	AMPLA	138000:√3	115-115:√3	1200	0,5	10	3P	10	20
	EDESUR	132000:√3	110:√3	1200	0,5	10	0,5/3P	10	20
	CODENSA	115000:√3	115-115:√3	1000	0,5/3P	10	0,5/3P	10	20
	CHILECTRA	110000:√3	110-110:√3						
245	CODENSA	230000:√3	115-115:√3	2000	0,5/3P	10	0,5/3P	10	20
	CHILECTRA	220000:√3	110-110:√3						
	EDELNOR	220000:√3	110:√3	2000	0,5/3P	10	-	-	10
	EDESUR	220000:√3	110:√3	2000	0,5/3P	10	0,5/3P	10	20

A continuación se detallan las principales características de los transformadores de tensión considerados en esta especificación.

Los TT's ofrecidos por el proveedor deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

- Transformador de tensión inductivo o capacitivo, según corresponda.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 13 de 22

- Clase de tensión o voltaje máximo de aislación (voltaje de servicio).
- Altura sobre el nivel del mar (cuando sea mayor a 1.000 metros; ver Tabla 1).
- Voltaje nominal primario, secundario y razón de transformación.
- Factor de voltaje nominal.
- Burden o carga nominal y precisión para cada devanado.
- Potencia nominal térmica.
- Distancia de Fuga de aisladores de acuerdo al nivel de contaminación (ver Tabla 1 ).

### **7.1. CARGA NOMINAL Y PRECISIÓN**

Los transformadores de tensión serán de un solo devanado primario, en tanto que se admitirán hasta dos devanados secundarios. La carga nominal de un devanado será de 25 VA, y la precisión de los devanados podrá ser especificada de 3 formas, de acuerdo a la prestación:

- Clase 0,5%<sup>2</sup>: Para devanados destinados a medición.
- Clase 3P: Para devanados destinados a protección.
- Clase 0,5/3P: Para devanados destinados a protección y/o medición (preferentemente capacitivos).

La precisión se especificará según norma IEC – 60044, por lo cual el proveedor deberá garantizar la precisión del devanado entre el 80% y 120% del voltaje nominal primario, para medición; y entre el 0,5% y el 120% del voltaje nominal primario, para protección. En caso de que el devanado se destine a ambas funciones, entonces deberá garantizar la precisión de ambas prestaciones.

Así mismo, el proveedor deberá garantizar la precisión del transformador, ya sea para medición o protección, desde el 25% al 100% de la carga nominal.

En caso que el Cliente requiera equipos para reemplazo de transformadores de voltaje en subestaciones existentes, o bien, para aquellos casos en que el equipamiento de protección y/o medición es electromecánico, se podrán requerir TT's con cargas nominales de hasta 200VA. Sin embargo, la clase de precisión para medición y/o protección deberá estar de acuerdo con los valores indicados anteriormente.

### **7.2. POTENCIA TÉRMICA**

La potencia térmica de los transformadores de tensión y combinados será de 500 (VA) tanto para núcleos de protección como de medición. Codensa y Edesur utilizarán un valor de potencia térmica igual al valor de carga nominal o burden indicado en la Tabla 5 y Tabla 6 de este documento.

### **7.3. FACTOR DE VOLTAJE**

Los transformadores de tensión deberán soportar, permanentemente, un voltaje máximo dado por un factor de 1,2 veces la tensión primaria nominal.

<sup>2</sup> La clase de precisión para equipos de facturación será de 0,2% ó 0,5%.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 14 de 22

Así mismo, por un tiempo de 30 segundos los transformadores requeridos deberán soportar un voltaje máximo dado por un factor de 1,5 veces la tensión primaria nominal.

#### **7.4. ACCESORIOS REQUERIDOS EN TRANSFORMADORES DE VOLTAJE CAPACITIVOS**

Los TTC's deben estar provistos con un dispositivo para acoplamiento de onda portadora, con los siguientes accesorios:

- Inductor de drenaje.
- Descargador de tensión.
- Seccionador de puesta a tierra.

#### **8. TRANSFORMADORES COMBINADOS**

Los transformadores combinados de alta tensión requeridos para nuevas, reposición o ampliación de subestaciones asumirán los mismos requerimientos que los transformadores de intensidad y tensión descritos en los puntos anteriores.

#### **9. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACIÓN**

A continuación las siguientes características deberán ser cumplidas por el proveedor y aplicarán a transformadores de voltaje y/o de corriente, según se indique.

##### **9.1. AISLACIÓN INTERNA**

El medio aislante interno de los Transformadores de Instrumentación de AT podrá ser aceite, SF6, papel o resina, o de algún material compuesto. Para el caso de los transformadores de instrumentación de tipo interior la aislación será preferentemente de resina o aceite/papel. Otros tipos de aislación serán sometidos a la aprobación del Cliente. En TT's el aislamiento interno podrá ser de papel y/o polipropileno.

Los equipos aislados en aceite, 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 sin inhibidores ni aditivos, estar libre de bifenilos policlorados (PCB) y debe cumplir con los requerimientos de la norma IEC - 60296. Se deberá indicar sus características principales, su composición típica, indicando en porcentaje la cantidad de aromáticos, isoparafinas y nafténicos.

En el caso que los transformadores ofertados sean aislados en SF6, deberán cumplir con la norma IEC - 60376.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 15 de 22

## 9.2. AISLACIÓN EXTERNA

El medio externo de aislación de los transformadores de instrumentación podrá ser porcelana, resina, o goma silicona. La distancia de fuga de los aisladores deberá estar de acuerdo al nivel de polución de cada empresa y conforme a lo indicado en la Tabla 7.

**Tabla 7: Distancia de fuga requerida en los aisladores de los transformadores de medida**

CLASE DE TENSION (kV)	DISTANCIA DE FUGA DEL AISLADOR (mm)	AMPLA	CHILECTRA	CODENSA	COELCE	EDELNOR	EDESUR
72,5	1.815	X					
	2.250				X	X	
145	2.900		X	X			X
	3.625	X					
245	4.900		X	X			X
	7.595					X	

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.

## 9.3. PINTURA Y GALVANIZADO

La pintura y el galvanizado deberán ser adecuadas a las condiciones ambientales indicadas en la Tabla 1.

Los espesores del galvanizado deberán cumplir con lo señalado en el Anexo 1 para los distintos espesores de chapas y condiciones ambientales.

Las superficies metálicas no energizadas de los transformadores de instrumentación deberán ser de acero y/o galvanizado en caliente o pintado, según se indique en el Anexo 1.

Para los equipos destinados a Ampla, Coelce y Edelnor el fabricante aplicará procedimientos de pintura adecuados a ambientes de alta contaminación salina.

No se aplicarán los procesos de pintura y galvanizado descritos en esta especificación a los aisladores de material compuesto de los transformadores de medida.

## 9.4. ACCESORIOS

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

### 9.4.1. Indicador de Nivel de Aceite

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

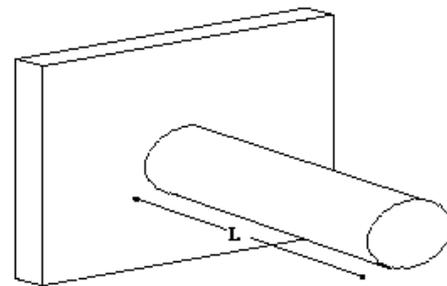
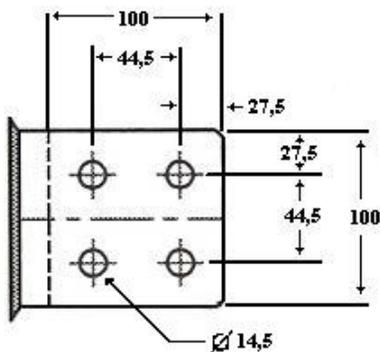
### 9.4.2. Dispositivo de Muestreo del Aceite

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

#### 9.4.3. Terminales Primarios

Los terminales primarios de los transformadores de instrumentación, podrán ser de aluminio, cobre estañado o plateado. El tipo de terminal puede ser de placa (4N) o cilindro sin hilo, según se indique en el Anexo 1.

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



125 largo x 40  $\phi$  mm

#### 9.4.4. Terminales Secundarios

En el caso de los transformadores de instrumentación para uso intemperie, los terminales secundarios deberán ser de bronce fosforoso, y deberán estar alambrados a borneras ubicadas dentro de una caja. Esta caja debe ser adecuada para uso a la intemperie, con grado de protección IP54, según norma IEC, y permitirá 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 interruptores termomagnéticos con contactos auxiliares de alarma, para protección de los circuitos de control.

#### 9.4.5. Terminales de puesta a tierra

El fabricante debe suministrar terminales para conectar los transformadores de instrumentación 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 estañado de sección entre 70 y 240 mm<sup>2</sup>, o bien pletina de cobre de 3 x 40 mm.

#### 9.4.6. Placa de Características

Debe incluirse una Placa de Características, de acero inoxidable, en idioma español o portugués, según se indique. Esta Placa deberá cumplir lo indicado en las Normas IEC - 60044. Adicionalmente debe incluirse una placa con el diagrama de conexionado de los enrollados.

Para los Transformadores de Intensidad debe incluirse, además, una placa de advertencia de acero inoxidable, con el siguiente texto, según el idioma que corresponda:

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 17 de 22

*“¡Atención! No dejar los secundarios en circuito abierto”.*

*“¡Atenção! Nao deixar os secundários em circuito aberto”.*

#### 9.4.7. Soporte Adaptador para Bobina de Bloqueo

En los Transformadores de Tensión Capacitivos, en caso de ser solicitado, debe proveerse un soporte adaptador para la bobina de bloqueo, fijado en la parte superior del TTC, según el requerimiento de Edelnor en el Anexo 2.

## 10. INSPECCIÓN TÉCNICA Y PRUEBAS

Todos los transformadores de instrumentación incluidos en el suministro deberán ser sometidos a pruebas por el fabricante, en presencia del Cliente o su representante, en las siguientes oportunidades:

### 10.1. INSPECCIÓN DURANTE LA FABRICACIÓN

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 garantizar el acceso a los procesos de fabricación, durante las horas de trabajo.

### 10.2. INSPECCIÓN DURANTE LAS PRUEBAS DE RECEPCIÓN FINALES

El proveedor deberá dar aviso al Cliente y/o a su representante con a 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 transformadores de instrumentación la serie completa de pruebas de recepción, establecidas en las normas IEC - 60044. Estas pruebas deberán realizarse sobre todas las unidades que cubre el suministro.

Serán parte de las pruebas de recepción las de rutinas indicadas en la norma IEC, y las señaladas a continuación:

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

El fabricante de los transformadores de instrumentación deberá presentar protocolos de los ensayos aplicados a los aisladores utilizados en sus equipos. El método de pruebas y criterio de aceptación de los aisladores será el descrito en la norma IEC 62155 o 61462.

Si algún transformadore de instrumentación 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

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 18 de 22

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.

## **11. EMBALAJE PARA EL TRANSPORTE**

Cada transformador 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, en especial de la Empresa destinataria.

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.

## **12. INFORMACION TECNICA**

### **12.1. 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 que se indique en los documentos de Licitación. En forma excepcional se aceptarán catálogos o planos de referencia en inglés.

### **12.2. 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 transformadores de instrumentación incluidos en el suministro, informando claramente el modelo ofertado e indicando los componentes principales.
- Características Técnicas Garantizadas (Anexo 1).
- Manual de Garantía de Calidad.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 19 de 22

- 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 transformadores de instrumentación 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 informaciones adicionales 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 y claridad.

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

### **12.3. 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 un CD o DVD con la siguiente información:

- Programa definitivo de fabricación e inspección.
- Lista de planos y documentos de diseño.
- Disposición general de los transformadores de instrumentación 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.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:</b> <b>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTACION DE</b> <b>ALTA TENSION</b>	E-SE-005
		<b>Rev.:</b> Nro.7 NOV 2010
		Página 20 de 22

- Planos de las Placas de Características, de conexonado de enrollados, y de Advertencia.
- Memoria de cálculo sísmico (cuando sea aplicable).
- Curvas características de los TI'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.

#### **12.4. DISEÑOS APROBADOS, MANUALES DE INSTRUCCIÓN E INFORMACIÓN CERTIFICADA**

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

Una copia en papel (y los archivos digitales asociados) con todos los planos aprobados por el Cliente, incluyendo las respectivas modificaciones solicitadas.

5 copias en papel, en idioma español o portugués según corresponda, del manual con las instrucciones de montaje, operación, mantenimiento y almacenamiento.

Finalmente, 15 días después de terminadas las pruebas finales de recepción, el fabricante deberá enviar, en idioma español o portugués según corresponda, 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").

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

#### **12.5. 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.

### **13. GARANTÍAS**

Los transformadores de instrumentación, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de entrega de toda la partida, o de 18 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.

EMPRESA		
<b>1.</b>	<b>Uso (Nuevos Proyectos / Ampliación)</b>	<b>Nuevos Proyectos</b>
<b>2.</b>	<b>Características Generales</b>	-
2.1	Transformador de intensidad / tensión	
2.2	V <sub>máx</sub> equipo (kV)	Ver Tabla 2
2.3	Voltaje soportado impulso (kV <sub>cresta</sub> )	Ver Tabla 2
2.4	Voltaje soportado frec. ind. 1 min (kV)	Ver Tabla 2
2.5	Frecuencia nominal (Hz)	Ver Tabla 2
2.6	Marca	Inf. Fabricante
2.7	Tipo o modelo	Inf. Fabricante
2.8	Norma	IEC 60044
2.9	Uso (Interior/Exterior)	
2.10	Medio Aislante	
2.11	Tipo de montaje	
<b>3.</b>	<b>Característica transformadores de intensidad</b>	-
3.1	Inom primaria (A)	
3.2	Corriente térmica de corta duración, 1 seg. I <sub>th</sub> (kA)	Ver Tabla 4
3.3	Factor térmico nominal	Ver párrafo 6.3
<b>4.</b>	<b>Relaciones de transformación</b>	-
4.1	Núcleo 1	Ver Tabla 3
4.2	Núcleo 2	Ver Tabla 3
4.3	Núcleo 3	Ver Tabla 3
4.4	Núcleo 4	Ver Tabla 3
4.5	Núcleo 5	Ver Tabla 3
4.6	Núcleo 6	Ver Tabla 3
<b>5.</b>	<b>Potencias de salida y clases de precisión</b>	-
5.1	Núcleo 1	Ver Tabla 3
5.2	Núcleo 2	Ver Tabla 3
5.3	Núcleo 3	Ver Tabla 3
5.4	Núcleo 4	Ver Tabla 3
5.5	Núcleo 5	Ver Tabla 3
5.6	Núcleo 6	Ver Tabla 3
<b>6.</b>	<b>Características transformadores de tensión</b>	-
6.1.	Potencia térmica nominal mínima (VA)	Ver párrafo 7.2
6.2.	Carga de precisión simultánea (VA)	Ver párrafo 7.1
6.3.	Factor de voltaje Continuo	Ver párrafo 7.3
6.4.	Factor de Voltaje durante 30 segundos	Ver párrafo 7.3
7.	Relaciones de transformación	-
7.1.	Tensión de Primario (V)	Ver Tabla 5 y Tabla 6
7.2.	Tensión de Secundario (V)	Ver Tabla 5 y Tabla 6
7.3.	Razón de Vueltas K <sub>r</sub>	Ver Tabla 5 y Tabla 6
<b>8.</b>	<b>Clase de Precisión y Burden</b>	-
8.1	Precisión Devanado N°1	Ver Tabla 5 y Tabla 6

8.2	Precisión Devanado N°2	Ver Tabla 5 y Tabla 6
8.3	Burden N°1	Ver Tabla 5 y Tabla 6
8.4	Burden N°2	Ver Tabla 5 y Tabla 6
<b>9.</b>	<b>Otras características</b>	-
9.1	Tipo de aislador	
9.2	Material del aislador	
9.3	Color del aislador	
9.4	Distancia de fuga del aislador (mm)	Ver Tabla 7
9.5	Tipo de terminal primario (Placa/Cilindro)	Ver párrafo 9.4.3
9.6	Material de terminales primarios	Ver párrafo 9.4.3
9.7	Placas de conexión a tierra (Sí/No)	Sí
9.8	Placa de característica de acero inoxidable (Sí/No)	Sí
9.9	Placa con diagrama de conexiónado de los enrollados (Sí/No)	Sí
9.10	Placa de advertencia, de acero inoxidable (Sí/No)	-
9.11	Suministro de pernos, tuercas, golillas galvanizadas	No
9.12	Indicador de Nivel de Aceite (Sí/No)	Sí
9.13	Dispositivo de muestreo del aceite (Sí/No)	Sí
9.14	Superficies metálicas: (G) Galvanizadas (P) Pintadas	-
9.15	Color pintura exterior	
9.16	Espesor galvanizado	
<b>10</b>	<b>Pruebas e inspecciones incluidas en la Oferta:</b>	-
10.1	Tensión aplicada a frecuencia industrial en enrollados primarios	Sí
10.2	Tensión aplicada a frecuencia industrial entre secciones de enrollados primarios y secundarios	Sí
10.3	Prueba de sobrevoltaje entre espiras	Sí
10.4	Medida de descargas parciales	Sí
10.5	Determinación de errores	Sí
10.6	Capacitancia y factor de potencia del dieléctrico	Sí
10.7	Curvas de magnetización de los TC's	Sí
10.8	Prueba de estanqueidad o hermeticidad	Sí
10.9	Verificación visual: dimensiones, pintura, galvanizado, etc.	Sí
10.10	Verificación de marcas en terminales	Sí
10.11	Cumplimiento con proceso de tratamiento y pintura especificado	Sí