

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA
TRANSFORMADOR CONVENCIONAL DE
DISTRIBUCIÓN**

Aprobado por:

CÉSAR AUGUSTO ZAPATA GERENTE DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE ACTUALIZACIONES

FECHA ACTUALIZACIÓN	DETALLE DE LA ACTUALIZACIÓN
12/10/2011	Documento en edición para aprobación

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Ing. Oficina Técnica	Dir. Oficina Técnica	Gerente Distribución
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	2
2. ALCANCE	2
3. CONDICIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MEDIO AMBIENTALES	3
4. NORMAS	4
5. REQUISITOS DE CALIDAD	6
6. REQUISITOS DE LOS TRANSFORMADORES	7
6.1 REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS.....	7
6.2 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	17
7. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO.....	30
8. ENSAYOS	32
8.1 ENSAYOS A COMPONENTES DEL TRANSFORMADOR	33
8.2 ENSAYOS AMBIENTALES A LOS MATERIALES	33
8.3 ENSAYOS DE PROTOTIPO	34
8.4 ENSAYOS DE RUTINA.....	34
8.5 ENSAYOS OPCIONALES.....	34
8.6 ENSAYOS DE CAMPO	35
9. ALCANCE DEL SUMINISTRO	35
9.1 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN CONVENCIONALES	35
9.2 TRANSPORTE.....	35
9.3 EMPAQUE	36
9.4 DOCUMENTOS	36
9.5 ENSAYOS	37
10. DOCUMENTOS DE LA OFERTA.....	37
11. PENALIZACIÓN POR PÉRDIDAS.....	38
11.1 PENALIZACIÓN POR LOTE.....	38
11.2 PENALIZACIÓN INDIVIDUAL	39
11.3 FÓRMULA DE COMPARACIÓN DE OFERTAS	40

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

1. OBJETIVO

La presente especificación técnica tiene por objeto definir los requisitos técnicos, los ensayos, las condiciones para la oferta y el suministro que deben cumplir y satisfacer los Transformadores Convencionales de Distribución, que serán utilizados en las líneas eléctricas aéreas de 13,2kV operadas por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

2. ALCANCE

La presente Especificación tiene por alcance los siguientes Transformadores:

- Transformador Convencional de Distribución 1φ 5 kVA 13,2/0,24 – 0,120 kV
- Transformador Convencional de Distribución 1φ 10 kVA 13,2/0,24 – 0,120 kV
- Transformador Convencional de Distribución 1φ 15 kVA 13,2/0,24 – 0,120 kV
- Transformador Convencional de Distribución 1φ 25 kVA 13,2/0,24 – 0,120 kV
- Transformador Convencional de Distribución 1φ 37,5 kVA 13,2/0,24 – 0,120 kV
- Transformador Convencional de Distribución 1φ 50 kVA 13,2/0,24 – 0,120 kV
- Transformador Convencional de Distribución 1φ 75 kVA 13,2/0,24 – 0,120 kV
- Transformador Convencional de Distribución 3φ 30 kVA 13,2 / 0, 214 - 0,123 kV
- Transformador Convencional de Distribución 3φ 45 kVA 13,2 / 0, 214 - 0,123 kV
- Transformador Convencional de Distribución 3φ 75 kVA 13,2 / 0, 214 - 0,123 kV
- Transformador Convencional de Distribución 3φ 112,5 kVA 13,2 / 0, 214 - 0,123 kV
- Transformador Convencional de Distribución 3φ 150 kVA 13,2 / 0, 214 - 0,123 kV
- Transformador Convencional de Distribución 3φ 225 kVA 13,2 / 0, 214 - 0,123 kV
- Transformador Convencional de Distribución 3φ 300 kVA 13,2 / 0, 214 - 0,123 kV

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

3. CONDICIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MEDIO AMBIENTALES

Los Transformadores serán diseñados y construidos para que se garantice su funcionamiento en las condiciones que se indican en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Condiciones del Sistema Eléctrico

Voltaje Nominal del Sistema Media Tensión (kV rms)	13.2kV
Frecuencia Nominal (Hz)	60
Número de Fases	2 - 3
Sistema de Tierra en la subestación	Sólidamente aterrizado

Tabla 2. Condiciones Medio Ambientales

Rango de Altura (msnm)	1 000 – 2 800
Temperatura Máxima promedio (°C)	30
Temperatura Mínima promedio (°C)	5
Humedad Relativa (%)	80
Velocidad de Viento Media (km/h)	12
Nivel Cerámico (Días/año)	> 100
Nivel de contaminación (IEC 60815)	c (Medio)
Amenaza Sísmica	Alta

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

4. NORMAS

Los Transformadores se deben fabricar de acuerdo con lo especificado en las Normas que se relacionan y de acuerdo con la información de la presente especificación, en todo caso se entiende que se debe aplicar la última versión vigente de cada norma.

Tabla 3. Normas Aplicables

ANSI C57.12.00	IEEE std general requirements for liquid-immersed distribution, power and regulating transformers.
IEEE STD C57.12.20	IEEE standard for overhead-type distribution transformers, 500 kVA and smaller: high voltage, 34 500 v and below; low voltage, 7970/13 800Y v and below.
IEEE C57.12.80	IEEE standard terminology for power and distribution transformers.
ANSI C57.91	IEEE guide for loading mineral-oil-immersed transformers.
IEEE C57.12.90	Standard test code for liquid-immersed distribution, power, and regulating transformers.
ANSI/IEEE C57.19.01	IEEE standard performance characteristics and dimensions for outdoor apparatus bushings.
IEEE C57.110	IEEE recommended practice for establishing liquid-filled and dry-type power and distribution transformer capability when supplying nonsinusoidal load currents.
ANSI/IEEE C76.1-1976	General requirements and test procedure for outdoor apparatus bushings.
IEEE STD C62.11	Standard for metal-oxide surge arresters for ac power circuits (> 1 kV)
ASTM D5317	Standard test method for determination of chlorinated organic acid compounds in water by gas chromatography with an electron capture detector.
ASTM D3487	Standard specification for mineral insulating oil used in electrical apparatus.
ASTM D4541	Standard test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers.
IEC60076-5	Transformadores de potencia. Parte 5: aptitud para soportar cortocircuitos.
IEC 60076-3	Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air.
IEC 60076-12	Loading guide for dry-type power transformers.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

IEC 60071-1	Coordinación de aislamiento. Parte 1: definiciones, principios y reglas.
IEC 60071-2	Coordinación de aislamiento. Parte 2: guía de aplicación.
IEC 60099-4	Applies to non-linear metal-oxide resistor type surge arresters without spark gaps designed to limit voltage surges on a.c. Power circuits
IEC 60815	Selection and dimensioning of high-voltage insulators for polluted conditions.
IEC 60085	Electrical insulation – thermal evaluation and designation.
IEC 60296	Fluids for electrotechnical applications unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.
NTC 818	Transformadores. Monofásicos, autorrefrigerados y sumergidos en aceite, pérdidas, corriente sin carga y tensión de cortocircuito.
NTC 819	Transformadores. Trifásicos, autorrefrigerados y sumergidos en aceite, pérdidas, corriente sin carga y tensión de cortocircuito.
NTC 361	Alambres magneto.
NTC 2076	Recubrimiento de zinc por inmersión en caliente para elementos en hierro y acero.
NTC 1490	Electrotecnia. Accesorios para transformadores monofásicos de distribución.
NTC 2501-1	Pasatapas para terminales con tensión de serie de 1.2 kV utilizados en transformadores de distribución y de potencia menores de 5 MVA sumergidos en liquido refrigerante.
NTC 2501-2	Electrotecnia. Herrajes conectores para terminales con tensión de serie menor o igual a 34,5 kV y superior a 1,2 kV, corriente máxima de 250 A utilizados en transformadores de distribución.
NTC 2748	Sistemas de procesamiento de la información. Control numérico de maquinas. Símbolos.
NTC 618	Transformadores eléctricos. Placa de características.
NTC 3218	Método de ensayo para determinar la tensión de ruptura dieléctrica en aceites aislantes derivados del petróleo usando electrodos del tipo VDE.
NTC 3609	Ensayos mecánicos a transformadores de distribución.
NTC-ISO 14001	Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
NTC-ISO 9001	Sistema de gestión de la calidad. Requisitos
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El proponente podrá usar otras normas diferentes a las indicadas siempre que tengan reconocimiento internacional y que garanticen a criterio de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. unas exigencias iguales o superiores a las de la presente especificación; en este caso el proponente debe adjuntar una copia de las normas que esté cumpliendo traducidas al idioma Español ó Inglés.

En todos los detalles no señalados en esta especificación el transformador debe ser diseñado, fabricado y probado de acuerdo con la serie completa de la norma ANSI-IEEE Std C 57.12.

5. REQUISITOS DE CALIDAD

El proponente y el fabricante deben tener implementados procedimientos de calidad que garanticen que los Transformadores son fabricados y ensayados siguiendo las normas indicadas en esta especificación, igualmente deben tener implementados procedimientos que garanticen el cumplimiento de las políticas ambientales. Los anteriores Requisitos de Calidad serán demostrados con los siguientes Certificados:

- ISO 9001 – 2008 Sistemas de Gestión de la Calidad.
- ISO 14001- 2004 Sistemas de Gestión Medio Ambiental.
- NTC ISO/IEC 17025 – 2005 – Requisitos Generales para la Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.

La COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P se reserva el derecho de verificar la documentación y los procedimientos relativos a la fabricación y ensayos de los Transformadores y el fabricante y el proveedor se obligan a poner a disposición la documentación requerida.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

6. REQUISITOS DE LOS TRANSFORMADORES

6.1 REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS

6.1.1 GENERALIDADES

Los transformadores serán del tipo convencional sumergidos en aceite autorrefrigerados y aptos para usarse en las condiciones de servicio estipuladas en el inciso 3 de la presente especificación, Cualquier omisión de estas especificaciones en la descripción de algún componente o de requerimientos, no exonera al proveedor de su responsabilidad de entregar los Ítems requeridos completos en todos sus aspectos, plena y satisfactoriamente operables.

Los transformadores con potencias menores ó iguales a 112,5 kVA tendrán un peso máximo de 600 kg, los transformadores menores ó iguales a 150 kVA tendrán un peso menor a 700 kg; los transformadores de 250 kVA tendrán un peso inferior a 800 kg.

6.1.2 TENSIONES NOMINALES

La tensión nominal primaria que se aplicará en los terminales de los devanados de los transformadores trifásicos o monofásicos, bajo condiciones de régimen nominal (Condiciones normales de operación) estando el cambiador de derivaciones en la toma principal (3) será de 13 200 V.

La tensión nominal secundaria de los transformadores trifásicos será de 214/123.5 voltios en vacío y para los transformadores monofásicos será de 120/240 voltios en vacío.

6.1.3 GRUPOS DE CONEXIÓN

El grupo de conexión para los transformadores trifásicos será Dyn5, y para los monofásicos la polaridad será sustractiva, cuya denominación es li0, con el neutro del lado de baja tensión accesible externamente y sólidamente puesto a tierra.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

6.1.4 DERIVACIONES

Los transformadores deben estar provistos en el lado primario para regulación de tensión de un conmutador, según norma ANSI C57.12.20, con un mínimo de 5 posiciones con rangos de operación de $\pm 2 \times 2.5\%$ respecto a la posición nominal.

Los transformadores deberán operar satisfactoriamente en cualquier posición del cambiador de derivaciones con sobreexcitación del 10% de la tensión nominal.

La operación para cambio de posición de cualquiera de las derivaciones enunciadas se deberá efectuar con el transformador desenergizado, por medio de una perilla colocada en una parte externa del mismo, de tal manera que para efectuar la operación de conmutación el transformador no deberá destaparse ni deberá perder su hermeticidad. En la perilla de accionamiento la placa indicadora o pared del tanque se deberá indicar claramente cada una de las posiciones de tensión y debe tener inscrito: "OPERAR SIN TENSIÓN". El mecanismo propio de conmutación deberá colocarse internamente dentro del tanque del transformador y sumergido en el aceite. Los transformadores deben ser despachados con el cambiador en la derivación principal.

6.1.5 CAPACIDADES

De acuerdo con las capacidades requeridas los transformadores deberán entregar como mínimo su potencia nominal en cualquier posición del cambiador de derivaciones a tensión secundaria nominal y frecuencia nominal, sin exceder los límites de aumento de temperatura establecidos en estas especificaciones.

Los transformadores deberán ser capaces de:

Operar continuamente por encima de la tensión nominal o a valores menores de la frecuencia nominal, a la máxima potencia nominal aparente en kVA en cualquier derivación sin exceder los

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

límites de aumento de temperatura establecidos de acuerdo con el numeral 6.1.7 de estas especificaciones, cuando todas y cada una de las siguientes condiciones prevalezcan:

- a. La tensión secundaria y los voltios por Hertz no excedan el 105 % de los valores nominales.
- b. El factor de potencia sea 80% o mayor.
- c. La frecuencia sea al menos 95% del valor nominal (57Hz)
- d. Operar continuamente por encima de la tensión nominal a valores menores de la frecuencia nominal o en cualquier derivación en vacío, sin exceder los límites de aumento de temperatura establecidos en el numeral 6.1.7 de estas especificaciones, cuando ni la tensión ni los voltios por Hertz exceden el 110% de los valores nominales.

La corriente de carga del transformador será aproximadamente senoidal, el factor de armónicas no excederá el 0.05 p.u. para factor de armónicas consultar norma ANSI/IEEE C57.12.80 2002.

6.1.6 REFRIGERACIÓN

Los transformadores de distribución convencionales serán sumergidos en aceite autorefrigerados clase ONAN, aptos para montaje a la intemperie. Deberán despacharse con su volumen normal de aceite, listos para operación.

6.1.7 LÍMITES DE AUMENTO DE TEMPERATURA

Los transformadores deben garantizar su potencia nominal operando a tensión nominal a una altura entre 1000 y 2800m sobre el nivel del mar y a una temperatura ambiente máxima de 30°C. En estas condiciones de operación, los límites máximos admisibles para la elevación de temperatura en los transformadores sobre la temperatura máxima ambiente corresponderán a los valores determinados de acuerdo con la Norma ANSI C57.12.00 y medida por el método de resistencia así:

- 60°C para la temperatura superficial del aceite.
- 65°C para la temperatura media en el devanado.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El transformador de distribución deberá ser diseñado para cumplir con las condiciones anteriormente mencionadas sin pérdida de vida útil.

El límite de calentamiento del aceite con cualquier método de refrigeración (medido por termómetro), será de 60°C cuando el transformador esté sellado o equipado con conservador (tanque de expansión), y 55°C cuando el transformador no esté sellado o así equipado.

6.1.8 SOBRECARGAS

El aumento máximo de temperatura en el aceite no deberá exceder los valores máximos establecidos en la ANSI C57.91 (NTC 2482) especificados para 1 000 m sobre el nivel del mar, cuando el ensayo se realice a una temperatura ambiente de 20°C con el transformador a una carga del 169% de la nominal durante dos (2) horas, después de haber permanecido estable la carga del transformador en 90% de la nominal el valor anterior de sobrecarga no implicará sacrificio adicional de la vida útil de los transformadores inferior al 0.0137% diario.

Cuando la temperatura ambiente sea diferente de 20°C o se modifique el tiempo de la sobrecarga se deben tener en cuenta los valores de cargabilidad del transformador.

6.1.9 NIVELES DE RUIDO AUDIBLE

Los transformadores deberán construirse de manera que el nivel de ruido promedio admisible cuando se energizan a frecuencia y tensión nominal sin carga, no exceda los valores dados en la tabla 4, medidos a una distancia radial aproximadamente igual a la mitad de la altura del transformador de acuerdo con el procedimiento dado en la norma NEMA TR1, en su última revisión.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 4. Niveles de Ruido Admisible

Capacidades	Nivel de ruido
0 - 50 kVA	48 dB
51 - 100 kVA	51 dB
101 - 300 kVA	55 dB
301 – 500 kVA	56 Db

6.1.10 CAPACIDAD DE SOPORTE DE CORTO CIRCUITO

Los transformadores deberán ser diseñados y construidos para soportar los esfuerzos dinámicos y térmicos producidos por cortocircuitos externos, a tierra o entre fases en uno o más bornes del terminal de baja tensión, estando éstos a tensión nominal y al 100% de la carga (IEC 60076–5) según los valores indicados en la tabla 5.

Tabla 5. Capacidad de Soporte de Cortocircuito

Potencia del transformador kVA	Corriente de cortocircuito en p.u. de la corriente nominal (asimétrica)	Duración máxima de cortocircuito para cálculo térmico
Monofásicos		
5 - 25	40	0.781
37,5 - 100	35	1.020
167- 500	25	2.0
Trifásicos		
15 – 45	35	1.020
75 – 225	30	1.388
300 - 500	25	2.0

Nota: Los transformadores deben soportar los esfuerzos dinámicos producidos por los valores de las corrientes de cortocircuito, especificados anteriormente, durante un tiempo de 0.25 segundos.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

La duración del cortocircuito para propósito de cálculo térmico estará determinada por la siguiente ecuación:

$$t = 1250/I^2$$

Siendo:

- t: Duración del cortocircuito en segundos
- I: Corriente simétrica de cortocircuito en p.u.

Los esfuerzos térmicos y la temperatura máxima admisible de los arrollamientos, bajo condiciones de cortocircuito, no debe ser mayor de 250°C para devanados de cobre (sección 4.1 de IEC 60076–5). La corriente simétrica de cortocircuito deberá ser la corriente permitida por la impedancia del transformador.

Los esfuerzos dinámicos que soportarán los transformadores están indicados en la sección 4.2 de la norma IEC 60076–5.

6.1.11 NIVEL DE AISLAMIENTO

En la tabla 6 se indica el nivel de aislamiento que deben tener los devanados y bujes de los transformadores referidos a 1 000 m sobre el nivel del mar.

Los valores corresponden a los transformadores de distribución según las normas IEEE C57.12.00, IEEE C57.19.01, para las tensiones nominales de los sistemas de 13,2 kV de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 6. Nivel de Aislamiento

Características Eléctricas	Un	Devanados		Bujes		Neutro
		AT-1	BT	AT-1	BT	
		15 kV	240 V	15kV	240 V	
Clase de aislamiento	kV	15	1,2	15	1,2	1,2
Nivel de aislamiento al impulso básico (BIL) (1,2/50 μ s)	kV	95	30	110	45	45
Tensión de impulso con onda recortada (cresta)	kV	110	36	142	52	52
Tensión de prueba a frec. Industrial, 1 min (eficaz)						
En seco	kV	34	10	50	10	10
En húmedo	kV	40	6	45	6	6

6.1.12 ARMÓNICOS

El transformador deberá proporcionar una corriente senoidal y el factor de armónicos no deberá exceder del 0.05 por unidad, como lo define la norma ANSI/IEEE C57.12.00 y deberá cumplirse bajo las condiciones de operación descritas en la misma norma.

El factor armónicos (K) mide la capacidad de un transformador para tolerar corrientes armónicas pero no para eliminarlas; se expresa como $I_h(\text{pu})^2 h^2$, donde $I_h(\text{pu})$ es la magnitud de un armónico específico y h es el orden del armónico (ej. 3º, 5º, etc). El factor K está relacionado con las pérdidas caloríficas que un transformador puede tolerar cuando alimenta una carga no lineal, lo cual nos indica que los transformadores con factor K no necesariamente es más eficiente.

Este factor se aplica exclusivamente a transformadores; no existe una correlación directa con la Distorsión Armónica Total (THD). El factor K está derivado de la información contenida en la Norma ANSI/IEEE C 57.110.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

6.1.13 PÉRDIDAS, CORRIENTES SIN CARGA Y TENSIÓN DE CORTO CIRCUITO

Los valores máximos declarados admisibles para las pérdidas con carga (P_c), pérdidas sin carga (vacío) (P_o), corrientes de vacío (I_o) y tensión de cortocircuito (U_z), por ningún motivo serán superiores a las especificadas por las NTC 818 y 819 última revisión cuyos valores se presentan en las Tablas 7 y 8.

Los proveedores además de ofertar los transformadores con las pérdidas normales podrán ofertar alternativas con “Pérdidas Reducidas” para los transformadores solicitados. Las ofertas serán evaluadas y se hará comparación económica adicionando el costo capitalizado de las pérdidas al costo de los transformadores. Para efectos de comparación de ofertas se aplicará la fórmula de comparación dada en el numeral 11.3, con los factores de capitalización de pérdidas que serán informados para un adecuado análisis por parte del proveedor.

Las pérdidas en el cobre del transformador a potencia nominal en kW, corregidas a una temperatura de referencia de 85 °C deberán estar de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI 57.12.00 y ANSI 57.12.90. Las pérdidas en el trafo energizado sin carga en kW, corregidas a una temperatura de referencia de 20 °C deberán estar de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI 57.12.00 y ANSI 57.12.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 7. Valores Máximos admisibles para Transformadores Monofásicos

Serie AT \leq 15 kV, serie BT \leq 1.2 Kv

Potencia kVA	Io % In	Po (W)	Pc (85°C) (W)	Uz (%) (85°C)
5	2,5	30	90	\leq 3.0
10	2.5	50	140	\leq 3.0
15	2.4	70	195	\leq 3.0
25	2.0	100	290	\leq 3.0
37.5	2.0	135	405	\leq 3.0
50	1.9	160	510	\leq 3.0
75	1.7	210	710	\leq 3.0

Tabla 8. Valores Máximos admisibles para Transformadores Trifásicos

Serie AT $<$ 15kV, serie BT \leq 1.2kV

Potencia kVA	Io % In	Po (W)	Pc (85°C)(W)	Uz (85°C) (%)
30	3.6	135	515	\leq 3.0
45	3.5	180	710	\leq 3.0
75	3.0	265	1090	\leq 3.5
112.5	2.6	365	1540	\leq 3.5
150	2.4	450	1960	\leq 4.0
225	2.1	615	2890	\leq 4.0
300	2.0	765	3675	\leq 4.5

Para la aceptación o rechazo en fábrica de los transformadores por parte de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. registrarán las tolerancias sobre los valores garantizados

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

(declarados en la oferta) y que se indican en la tabla 9, siempre que dichos valores sean inferiores a los máximos descritos en las anteriores tablas.

Lo anterior significa que la tolerancia se aplica solo sobre el valor declarado, siempre y cuando el valor declarado más la tolerancia especificada, no exceda los valores máximos establecidos en las anteriores tablas.

Los valores de las pérdidas eléctricas que se confrontarán contra las garantizadas serán estrictamente los valores obtenidos en las pruebas.

Tabla 9. Tolerancias Permitidas para Recibir los Transformadores

Características	Tolerancias
Pérdidas totales (Pt)	6% de las pérdidas declaradas
Pérdidas con carga (Pc)	14% de las pérdidas declaradas
Pérdidas sin carga (Po)	10% de las pérdidas declaradas
Tensión de cortocircuito para la derivación principal	10% de la tensión de corto circuito declarada para esta derivación
Tensión de cortocircuito para las derivaciones diferentes de la derivación Principal	14% del valor establecido para cada derivación
Corriente sin carga declarada	30% de la corriente sin carga declarada

Las tolerancias para los valores especificados de impedancia y las tolerancias permitidas en los equipos de medida de pérdidas serán los establecidos en los apartados 9.2, 9.3 y 9.4 de la norma IEEE C 57.12.00 respectivamente.

6.1.14 TRANSFORMADOR CON BAJAS PÉRDIDAS

Además de la oferta por transformadores con pérdidas de norma se pueden presentar ofertas alternativas para transformadores con pérdidas reducidas o “bajas pérdidas”, en este caso se

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

hará el análisis comparativo de las ofertas para decidir la compra de los transformadores que nos garanticen un sustancial ahorro de dinero en el largo plazo.

6.2 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

6.2.1 PARTE ACTIVA

El diseño de los transformadores será del tipo cámara de aire bajo la tapa, y el sellado se realizará mediante empaque entre el tanque y la tapa.

La parte activa de los transformadores (núcleo y bobinas) deberá fijarse internamente en las paredes del tanque con el fin de soportar las fuerzas axiales de cortocircuito, montaje y las correspondientes al transporte.

La parte activa de los transformadores deberá tener dispositivos (ganchos, orificios u otros) que faciliten su retirada y colocación en el mismo. Estos dispositivos deberán ser simétricos y garantizar el izado sin movimientos horizontales; deberán ser diferentes a los soportes de fijación al tanque.

6.2.2 NÚCLEO

El núcleo podrá ser fabricado con láminas de acero al silicio, de grano orientado y laminado en frío, lámina de metal amorfo u otro material magnético, libres de fatiga por envejecimiento de alta permeabilidad y bajas pérdidas por histéresis, podrá ser laminado o enrollado sin embargo, el oferente deberá indicar en la propuesta el tipo de núcleo empleado en la fabricación de sus equipos.

Las láminas llevarán películas aislantes en sus superficies, las cuales no serán afectadas por el aceite caliente o los aumentos de temperatura propios del núcleo del transformador y presentarán superficies suaves con el fin de poder obtener elevados factores de laminación.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Cuando el núcleo terminado sea del tipo enrollado, éste deberá ser sometido a un proceso de recocido en atmósfera de gas inerte con el fin de reorientar los granos de la lámina magnética.

Las láminas deben estar rígidamente aseguradas para que resistan esfuerzos mecánicos y deslizamientos durante el transporte, montaje y condiciones de cortocircuito. El núcleo será aterrizado al tanque del transformador para evitar potenciales electrostáticos.

6.2.3 DEVANADOS

El material aislante entre las espiras de la bobina deberá corresponder al indicado en el numeral 6.1.10. Las bobinas de los transformadores deberán soportar las pruebas de cortocircuito, tensión aplicada y de onda recortada, indicadas en los ensayos.

Los devanados primarios y secundarios serán de cobre conductividad 100 % IACS a 20°C ó de Aluminio de alta conductividad, el aislamiento entre espiras y capas de espiras deberá cumplir los requerimientos del numeral 6.1.10.

Los devanados deberán constituir una unidad sólida, para lo cual serán sometidos a los procesos de prensado y curados que fueren necesarios.

Los materiales adicionales utilizados en la fabricación tales como pegantes, cintas, etc, deberán ser compatibles con el aceite. Cada borne secundario en su parte interna deberá ir unido a la bobina de tal forma que presente área de contacto adecuada para la corriente que circulará por allí.

6.2.4 MATERIALES AISLANTES

6.2.4.1. AISLANTE SÓLIDO

El aislamiento sólido permitido al interior de los transformadores de distribución, corresponde al designado como clase "A", los cuales deberán soportar la máxima temperatura en el punto más

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

caliente de los devanados (105 °C o superior) según la norma IEC 60085. La evaluación del material deberá realizarse de acuerdo a las condiciones indicadas en la cláusula 3 de la misma norma. Deberá cumplir con los niveles de aislamiento y temperatura indicados en la sección 6.1.7 y 6.1.10 de esta especificación.

Se deberán utilizar procesos de horneado que garanticen el curado de las resinas asegurando así resistencia mecánica permanente durante el tiempo de vida útil del transformador.

El aislamiento del alambre esmaltado deberá soportar como mínimo dos (2) veces la tensión espira a espira del diseño del arrollamiento a baja frecuencia y cumplirá los requisitos establecidos en la NTC 361.

6.2.4.2. ACEITE DIELECTRICO

Los transformadores deben ser entregados llenos de aceite mineral no inhibido clase T, definido en la Tabla 2 de la IEC 60296, o el aceite mineral Tipo I y Tipo II, definidos en la norma ASTM D-3487. El aceite mineral aislante o dieléctrico deberá ser nuevo no usado y que reúna los requerimientos de la norma ANSI/ASTM D5317.

El aceite para los transformadores deberá cumplir con las siguientes características físicas, químicas y eléctricas de la NTC 1465 (ASTM D-3487), para aceites inhibidos Tipo I ó Tipo II y que se dan en la tabla 10.

No se admitirá presencia de PCB en el aceite, el aceite no deberá contener Policloruros de Bifenilos ni ninguno de sus derivados (como el Pyranol, Inerteen, Chlorextol, Noflamol, Saf-T-Kuhl), ni Polihalogenados u otros compuestos tóxicos, así como no tener efectos negativos ni tóxicos sobre el medio ambiente, ni sobre la salud de los seres humanos o ser perjudicial para los seres vivos.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION	
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN	

Tabla 10. Características de los Aceites

Características	Un	Inhibido Tipo I	Inhibido Tipo II
Físicas			
Aspecto visual		Claro y Brillante	
Punto de anilina	°C	63 – 84	63 – 84
Punto de fluidez, máximo	°C	- 30	- 30
Gravedad especifica, 15 °C/15	°C	0.865 – 0.910	
Punto de inflamación no menor de (recipiente abierto)	°C	147	147
Químicas			
Contenido de agua máximo,	ppm	30	30
Nº de neutralización (acidez total Máx)	Mg KOH/g	0.025	0.025
Estabilidad a la oxidación acelerada (72 h), % lodo, máx. Sedimentación	% peso	0.15	0.15
Número de Acidez total (72h)	Mg KOH/g	0.50	0.30
Número de Acidez total (164h)	Mg KOH/g	0.60	0.40
Eléctricas			
Factor de potencia a 60Hz máx	% a 25°C	0,05	0,05

Pruebas según el método de "Voltaje de Ruptura del Dieléctrico", método NTC 3218 con electrodos semiesféricos VDE a 1,02 mm (0,04") de apertura.

6.2.5 TANQUE

Los transformadores de distribución con tanque convencional deberán tener una cámara de nitrógeno ó aire seco en la parte superior, cuya función será mantener una ligera sobrepresión sobre el aceite y preservarlo de humedad. El volumen del gas deberá ser tal que, estando el aceite a temperatura de trabajo máxima, no se supere la sobrepresión del ensayo de la cuba.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El tanque y la tapa de los transformadores deberán ser de lámina de acero laminado en frío; la tapa se fijará al tanque por medio de pernos y empaquetadura de acrilonitrilo que aseguren por lo menos, dos reposiciones de acuerdo con la NTC 1490 y 1656. La lámina a utilizar en la construcción del tanque deberá ser de un espesor tal que esté en capacidad de soportar todos los esfuerzos mecánicos originados por el propio peso del transformador y los esfuerzos producidos por sobrepresiones internas debido a sobrecargas o cortocircuitos.

El diseño de la tapa del tanque no debe permitir el almacenamiento de agua encima de ella, así mismo, las perforaciones que posee el tanque y la tapa para asegurar los aisladores a la misma (alta o baja tensión), deben tener un resalto circunferencial hacia arriba con el fin de evitar la acumulación de agua por ende minimizar la entrada de humedad al transformador lo anterior aplica para tapas y tanques cuyo calibre sea 12 y 14.

El diseño del tanque de los transformadores tipo poste se debe disponer de una pestaña o similar en la parte inferior (base) de tal manera que al colocar dicho tanque sobre una superficie plana, el fondo del mismo quede por encima del nivel de esa superficie.

Los transformadores tipo poste deberán llevar instalados verticalmente sobre una de las paredes del tanque, soportes que permitan que el equipo sea instalado o fijado en poste. Los soportes o agarraderas serán en número de dos y tendrán una longitud mínima de 286 mm con el propósito de garantizar el cumplimiento de las distancias de seguridad establecidas por el RETIE.

En la base del tanque de los transformadores mayores a 150 kVA se deberá tener soldada exteriormente una base que soporte el peso del transformador, con perfiles en I o en U y 4 ruedas atornilladas a la base y orientables a 90°, lo anterior para permitir su instalación apoyados a nivel de superficie. Los perfiles se extenderán más allá del plano que definan todas las paredes laterales del mismo.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

La separación entre la parte activa y el fondo del tanque, deberá tener un espacio suficiente para la acumulación de sedimentos. El tanque deberá disponer de dispositivos para izar el transformador de acuerdo a su peso, la cantidad será par y estarán ubicados en forma simétrica, los tanques de los transformadores deberán ser lo suficientemente resistentes para soportar una presión manométrica de 48.99 kPa (7.1psig) sin distorsión permanente, y además deberá soportar una presión manométrica de 103.5 kPa (15 psig) sin romperse. De igual forma debe cumplir con todos los requisitos y ensayos que se muestran en la NTC 3609 (Ensayos Mecánicos a Transformadores de Distribución).

El transformador debe contar con una válvula de sobrepresión reemplazable colocada en la pared del tanque sobre el nivel máximo alcanzado por el aceite a una temperatura de operación de 140°C, calculada por el fabricante. La válvula debe estar colocada de tal manera que no interfiera con el uso de los accesorios del transformador.

Dicha válvula debe presentar las siguientes características:

- Presión máxima de apertura 82.8 kPa
- Diferencia máxima de presiones entre apertura y cierre 27.6 kPa.
- No se deben presentar fugas entre el intervalo de la presión de recierre y -55.2 kPa.
- Flujo de descarga a 110.4 kPa y 21 °C de $0.01651 \text{ m}^3 / \text{s}$

Los materiales del tipo ferroso como tornillería deberán ser galvanizados en caliente, de acuerdo con lo estipulado en la NTC 2076 (ASTM A-153). La tornillería M10 (3/8") o menor será en acero inoxidable o bronce. No se aceptarán galvanizados en frío o iridizados (galvanizados electrolíticos). Los materiales del tipo no ferroso deberán ser estañados.

Se acepta el uso de radiadores en los transformadores con potencias mayores a 50kVA.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

6.2.6 BUJES TERMINALES

Los bujes terminales de los transformadores de distribución requeridos por estas especificaciones deben cumplir los niveles de aislamiento estipulados en el numeral 6.1.10.

Los bujes primarios para transformadores de distribución deberán tener las dimensiones dadas por la norma IEC 137, las distancias de fuga de los bujes primarios para 13,2 kV será ≥ 300 mm.

Los transformadores trifásicos deben estar provistos con tres (3) bujes en el lado primario y cuatro (4) en el lado secundario, incluyendo el neutro accesible. El montaje de tales bujes sobre el tanque debe estar de acuerdo con NTC1656, la posición de los bujes de alta tensión para transformadores trifásicos no necesita ser simétrica y deben estar fijos a la tapa en posición vertical y serán diseñados para que un aislador roto pueda ser reemplazado con facilidad.

Los transformadores monofásicos deben ir equipados con dos (2) bujes en el lado de alta tensión y tres (3) bujes en el lado de baja tensión, incluyendo neutro accesible. El montaje de los bujes sobre el tanque del transformador debe estar de acuerdo con NTC 1490 y debe ser efectuado en forma individual.

Los bujes de alta tensión deben ser del tipo "pata larga" y deben ser fijados por encima de la tapa utilizando grapas o pisadores metálicos que se soporten en tornillos fijados a la tapa. El color de los aisladores, a menos que se especifique otro, será gris claro.

La instalación de los bujes debe ser tal que no permita el paso de la humedad al interior del transformador, el aumento de temperatura de los bujes deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma IEC 137.

Los límites de radio influencia y de factor de potencia de los bujes de los transformadores deben estar de acuerdo con las normas ANSI C 76.1.6.1 y C 76.1.6.2 respectivamente.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Los requerimientos mecánicos que deben satisfacer los bujes, como son: dimensiones, presiones internas, deformaciones permisibles, etc., deben satisfacer la norma IEC 137, las pruebas efectuadas sobre los mismos deben estar de acuerdo con la norma ANSI C 76.1.9.

6.2.7 TERMINALES

Deberán estar equipados con conectores terminales no soldados y deben ser de un material que acepte indistintamente conductores de cobre o aluminio. Para media tensión la sección máxima de los conductores será de 70 mm².

Los terminales de baja tensión deben recibir como mínimo dos terminales de compresión tipo pletina de dos perforaciones.

Los terminales para los devanados de baja tensión deben ser para salidas verticales con conectores aptos para conectar conductores de cobre o aluminio.

Los terminales de alta y de baja tensión deben estar de acuerdo con lo especificado en las NTC 1490, 1656 y 2501. Los conectores de todos los transformadores deben estar de acuerdo con la capacidad de estos y la capacidad nominal de corriente de los terminales y sobrecarga de los equipos.

Dependiendo de la capacidad del transformador el tipo de conector de baja tensión a emplearse en transformadores de distribución deberá corresponder a los indicados en la Tabla 11.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 11. Conectores para Baja Tensión

Transformador	Capacidad mínima del Herraje (A)	Tipo de Conector
Monofásico \leq 25 kVA	125	OJO
Monofásico de 37,5 y 50 kVA	250	OJO PALA
Monofásico de 75 kVA	340	OJO PALA
Monofásico \geq 75 KVA	Según Trafo	PALA
Trifásico 30 kVA	125	OJO
Trifásico de 45 y 75 kVA	250	OJO PALA
Trifásico de 112,5 kVA	340	OJO PALA
Trifásico de 150 kVA	630	PALA
Trifásico \geq 225 kVA	Según Trafo	PALA

El espacio externo entre los terminales de los bujes de baja tensión debe ser tal que provee a la máxima distancia de seguridad entre partes metálicas vivas en el área de trabajo.

Los conectores terminales deberán presentar superficies redondeadas sin rebabas y en todos los casos la disposición del perno será horizontal.

6.2.8 ACCESORIOS

Los transformadores deberán estar provistos, dispuestos y de acuerdo con todos los accesorios descritos en las NTC 1490, 1656 y 2622. Además de lo descrito en la Norma se deberán instalar bases y soportes galvanizados en caliente para instalación de los pararrayos.

En la pared del tanque próximos a los bujes terminales, se deberán instalar los soportes requeridos para la instalación de los pararrayos en la cuba, tanto los soportes como los

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

pararrayos (uno por cada fase), deben suministrarse instalados, conjuntamente con el transformador.

El material empleado para los soportes, pernos, tuercas y arandelas de presión será acero al carbono galvanizado en caliente.

En los transformadores de 150 kVA o mayores, se dispondrá una válvula de drenaje, en la parte inferior de la cuba a ras del fondo, para la evacuación del aceite aislante; la válvula será del tipo compuerta de un diámetro mínimo de una pulgada y un dispositivo para toma de muestras del líquido refrigerante. Sobre la parte superior de la pared de la cuba se deberá ubicar el indicador de nivel del aceite.

En todos los transformadores (en la pared del tanque) será instalada una válvula de seguridad de sobrepresión de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20, el diseño de la válvula deberá ser tal que no permita la acumulación de suciedad que pudiera interferir en la calibración y/u operación de la misma.

Los transformadores deberán estar dotados de dos tornillos conectores de puesta a tierra. El tornillo de rosca M12x1,75 (diámetro x paso) estará dotado de tuerca y arandela, ambos de acero inoxidable o latón con un contenido mínimo de cobre de 60%. Adicionalmente, se deberá suministrar el conector de aterrizamiento en latón estañado (min. 8µm).

Se debe proveer un terminal accesible para la puesta a tierra del neutro, la cubierta del tanque deberá estar eléctricamente conectada a la toma de tierra del tanque.

6.2.9 PINTURA

La pintura exterior del transformador debe resistir sin deteriorarse, las condiciones atmosféricas para servicio permanente a la intemperie, en el ambiente indicado en el inciso 3.2. "Condiciones de Servicio".

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

El acabado exterior del tanque se conformará con pintura de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20, apartado 6.5.3., y sometido a los siguientes ensayos realizados según indica en la norma ASTM B 117-49 T:

- Salt spray test
- Crosshatch adhesion test
- Humidity test
- Impact test
- Oil resistance test
- Ultraviolet accelerated weathering test
- Abrasión resistance-Taber abraser

En el interior del tanque existirá una marca que indique el nivel nominal del aceite a 25 °C, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20.

Antes de la aplicación de la pintura en cualquier superficie del tanque tanto interior como exterior, se aplicará inicialmente un método abrasivo para asegurar la fijación de la pintura siguiendo las siguientes etapas:

- Desengrasado.
- Granallado o arenado para todas las superficies, interiores y exteriores, con un perfil de rugosidad no superior a 75 µm.
- Aplicación de anticorrosivo.
- Aplicación de pintura de acabado.

Si los tipos de pintura anticorrosiva y de acabado son a base de resinas TGIC o polvo electrostático el espesor mínimo de pintura deberá ser de 120 µm (micras) y si es a base de resinas epóxicas o poliuretano alifático, el espesor mínimo de pintura seca deberá ser de 150µm, medido por el método magnético. Para la aplicación de la pintura se puede utilizar cualquier

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

método siempre y cuando se conserve el hecho de que la base anticorrosiva sea epóxica y según la norma IEC 60815.

En las superficies interiores del tanque será aplicada sólo una capa de pintura epoxi–poliamina de 30 µm de color blanco, compatible con el aceite en todo su rango de temperaturas, como mínimo 105°C. Internamente se marcará el nivel del líquido refrigerante.

El color de la superficie exterior del tanque deberá ser Gris claro Ral 7038.

Los oferentes podrán proponer métodos y/o compuestos de pintura diferentes a los aquí indicados pero adecuados para ambiente tipo IIb1 y en éste caso deberán entregar los certificados de cumplimiento con las pruebas definidas al inicio de esta sección.

La adherencia de las capas de pintura externa será 400 PSI, pruebas de acuerdo a ASTM D 4541.

6.2.10 EMPAQUE Y PROTECCIÓN

Los transformadores deberán empacarse individualmente en guacales de madera tratada o plástico que tengan la resistencia mecánica adecuada, de tal forma que protejan al transformador durante el cargue, el transporte y descargue. Los guacales permitirán y facilitarán el bodegaje de los mismos en doble arrume para capacidades hasta de 112,5 kVA y en forma individual para capacidades mayores hasta por un período de un año a la intemperie.

Cada transformador debe ser fijado a la base del guacal por medio de tornillos o zuncho.

La madera deberá ser tratada para el control de plagas según requerimientos internacionales, evitando los compuestos dañinos para el hombre o el medio ambiente, como el “Pentaclorofenol” y “Creosota”. El tratamiento deberá contemplar a lo menos: alta toxicidad a

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

organismos xilófagos, alta penetrabilidad y poder de fijación, estabilidad química, sustancias no corrosivas a los metales ni que afecte características físicas de la madera.

6.2.11 PROTECCIONES

La protección contra sobretensiones se realizará con Descargadores de óxidos metálicos, óxido de zinc (ZnO), con envoltura polimérica y cumplirán con la Especificación Técnica para Descargadores de Sobretensión de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. El fabricante del transformador deberá llenar y presentar con su oferta la respectiva ficha técnica diligenciada con los Datos Técnicos Garantizados.

El Contratista deberá proveer los descargadores para 13,2 kV según el caso y será el responsable del cumplimiento de las características de los descargadores. Los niveles de protección de los descargadores ofrecidos estarán coordinados con los niveles del aislamiento de los transformadores, guardándose los márgenes de protección utilizados internacionalmente según la norma IEC 60071.

Los descargadores cumplirán la norma IEC 60099-4 para el tipo óxido metálico, también se aceptarán las normas ANSI/IEEE C 62.11.

Los descargadores deben suministrarse con soporte aislante o con soporte metálico (L) y con tornillos ≥ 13 mm ($\frac{1}{2}$ ").

En operación normal no requerirán ningún tipo de mantenimiento. Los cierres serán herméticos.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

7. IDENTIFICACIÓN Y MARCADO

7.1 MARCACIÓN SOBRE EL TRANSFORMADOR

Todo transformador de distribución tendrá sobre el tanque y la tapa las siguientes identificaciones utilizando pintura indeleble negra:

- La identificación de los pasatapas de AT se hará en la tapa con letras de tamaño mínimo de 35 mm.
- La identificación de los pasatapas de BT con la secuencia de cada fase se hará en la pared del tanque debajo de estos con letras de tamaño mínimo de 35 mm.
- La Marcación de la potencia Nominal en kVA se hará en la pared del tanque en el segmento 1, con números y letras de tamaño mínimo de 70 mm de alto por 50 mm de ancho, centrados en el alto del tanque y de forma que queden visibles una vez montado el transformador en el poste.
- El transformador tendrá impreso en bajo relieve el Número de serie de fabricación en el tanque preferiblemente en los soportes de fijación.

7.2 PLACA DE CARACTERÍSTICAS

Los transformadores de distribución tendrán una placa de características que suministre toda la información indicada en la NTC 618 (ANSI C57.12.00).

La placa de características en lámina de Acero Inoxidable deberá estar localizada sobre el tanque de acuerdo con lo establecido en la NTC 1490 ó NTC 1656 según el caso, deberá estar escrita en español, además los números, letras y demás información común a todos los transformadores deberá estar impresa en bajo o alto relieve.

La placa de características incluye la siguiente información:

- Nombre o razón social del fabricante.
- Número de licencia de fabricación.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

- Número de serie del fabricante (*).
- La palabra “Transformador”.
- Año de fabricación.
- Número de fases.
- Potencia Nominal (*).
- Frecuencia nominal
- Tensiones nominales, número de derivaciones y tensión en cada una (*).
- Corrientes nominales.
- Símbolo del grupo de conexión.
- Tensión de corto circuito a la corriente nominal.
- Impedancia de cortocircuito (valor medido referido a 85°C)
- Tensiones de serie de cada devanado.
- Nivel básico de aislamiento de cada devanado (BIL o NBA).
- Ubicación y marcación de terminales en el tanque.
- Corriente de corto circuito simétrica.
- Duración del corto circuito simétrico máximo permisible.
- Método de refrigeración.
- Tipo de aislante líquido (preferentemente nombre genérico).
- Volumen de líquido refrigerante en litros. (l).
- Peso total aproximado en kg.
- Diagrama de conexiones.
- Diagrama fasor del transformador (trifásicos).
- Incremento de temperatura en °C.
- Material conductor de los bobinados.

(*) El tamaño de las letras de la potencia, el número de serie y el rango de tensiones en ningún caso será inferior a 4 mm.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Los transformadores llevarán placas con el código de barras para su registro electrónico.

8. ENSAYOS

Los transformadores deberán satisfacer los ensayos de calificación y recepción, que deben llevarse a cabo únicamente en la fábrica, de acuerdo con el apartado 8.1 de la norma ANSI-IEEE C 57.12.00.

Todos los ensayos para recepción y de comprobación de las características técnicas garantizadas por el fabricante deberán realizarse de acuerdo con la norma ANSI-IEEE C 57.12.90 y serán efectuados en presencia de representantes de la empresa COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. así mismo se realizarán en las instalaciones del proveedor quien debe asumir su costo y proporcionar el material, equipos y personal necesario para tal fin. Si los resultados de los ensayos o los equipos de prueba no son confiables, estas igualmente podrán ser realizadas o repetidas a costa del proveedor en laboratorios oficiales o particulares reconocidos por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

De acuerdo a las normas se deben efectuar los siguientes ensayos a los transformadores, las cuales deberán estar contempladas dentro del alcance del suministro e incluidas en el precio del equipo.

- Ensayos a componentes del transformador.
- Ensayos ambientales a los materiales.
- Ensayos de prototipo.
- Ensayos de rutina.
- Ensayos opcionales.
- Ensayos de Campo

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Si uno de los transformadores seleccionados para su ensayo no satisface los requisitos estipulados en dichos ensayos, esto será motivo suficiente para rechazar el lote respectivo completo, el inspector anotará en el formulario correspondiente los datos completos de la identificación de los lotes rechazados, y un inventario de los transformadores aceptados.

Para todos los transformadores se requiere que al inicio de la fabricación el proveedor proporcione a la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P un listado con la programación de todas las verificaciones que el fabricante realiza en cada etapa de manufactura incluyendo en esta lista las pruebas finales, esta lista debe ser revisada y aprobada entre el proveedor y la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

8.1 ENSAYOS A COMPONENTES DEL TRANSFORMADOR

El fabricante del transformador es responsable de llevar a cabo la evaluación y seguimiento del sistema de calidad de sus proveedores, así mismo es responsable de la calidad y de las consecuencias derivadas de los defectos que pudieran presentarse en cualquiera de los componentes suministrados por terceros.

La COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. exige para todos los componentes, la evidencia de que se hayan realizado los ensayos prototipo, así como las pruebas necesarias que garanticen la calidad y fiabilidad de estos.

El reporte de los ensayos de rutina de cada parte debe anexarse al reporte de ensayos del transformador, debe tener claramente referenciado el número de parte del fabricante del transformador y el número de serie designado por el subproveedor.

8.2 ENSAYOS AMBIENTALES A LOS MATERIALES

El fabricante del transformador es responsable de efectuar los ensayos necesarios a todos los materiales expuestos al medio ambiente como pueden ser el aceite, la pintura, acabados y contar con evidencia de los resultados de estos ensayos.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

8.3 ENSAYOS DE PROTOTIPO

Al menos se deben presentar los siguientes ensayos.

- Tensión de impulso por descarga atmosférica (rayo).
- Elevación de temperatura en los devanados.
- Ensayo de corto circuito, se acepta el criterio de similitud IEC.
- Nivel de ruido audible.

8.4 ENSAYOS DE RUTINA

Todos los ensayos que se enlistan a continuación son de rutina y se deben efectuar al transformador totalmente terminado.

- Características físicas del transformador totalmente ensamblado.
- Resistencia del aislamiento de los devanados.
- Rigidez dieléctrica del líquido aislante.
- Relación de transformación entre todos los devanados y todas las posiciones.
- Resistencia óhmica en cada uno de los devanados.
- Polaridad, secuencia de fases y desplazamiento angular.
- Pérdidas en vacío al 90, 100 y 110% de la tensión nominal.
- Corriente de excitación a 90, 100 y 110% de la tensión nominal.
- Impedancia a corriente nominal y referida al último paso del enfriamiento.
- El valor de impedancia requerido es en posición mínima, nominal y máxima.

8.5 ENSAYOS OPCIONALES

Se requieren efectuar en fábrica los siguientes ensayos, los cuales están clasificados como opcionales. Se deben efectuar en uno de los transformadores de la misma capacidad y características.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

- Pérdidas, corriente de excitación e impedancia a tensión, carga o frecuencia distinta a las nominales.
- Prueba hidrostática.
- Presión negativa (vacío).
- Verificación de la operación correcta del relevador Buchholz (cuando aplique).
- Verificación de la operación correcta de la válvula de sobrepresión.
- Prueba de elevación de temperatura promedio de los devanados a capacidades distintas de las nominales.
- Medición de la impedancia en función de la frecuencia.

8.6 ENSAYOS DE CAMPO

Son los ensayos que se deben realizar al recibir el transformador en campo específicamente:

- Resistencia de aislamiento de los devanados.
- Relación de transformación.
- Factor de potencia de los aislamientos.
- Rigidez dieléctrica del líquido aislante.

9. ALCANCE DEL SUMINISTRO

9.1 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN CONVENCIONALES

Comprende el suministro puesto en sitio y transporte hasta los almacenes de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.

9.2 TRANSPORTE

Los Transformadores serán entregados en el lugar especificado por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. Los costos asociados al transporte ya sea marítimo, aéreo ó terrestre

		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

serán por cuenta del proveedor. El proveedor deberá cumplir con la reglamentación vigente de las autoridades de tránsito en Colombia para el transporte de ese tipo de productos, si durante el transporte el proveedor causa daños a terceros será el proveedor el responsable de las indemnizaciones a que hubiere lugar dejando a la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. libre de cualquier responsabilidad.

9.3 EMPAQUE

Con el objetivo de evitar el rechazo de los transformadores ocasionado por daños en el transporte, éste debe realizarse de acuerdo con altos estándares en el manejo confiable de mercancías que les aseguren el buen estado.

Los transformadores deberán ser embarcados completos con todos los accesorios para su inmediata instalación, garantizándose su entrega inmediata. El envío estará adecuadamente reforzado para su transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

Los transformadores deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en Colombia, en materia de movimiento de cargas y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptada y establecida, para que las unidades no sufran ningún tipo de daño, golpe, deterioro o escape del aceite aislante. En caso contrario, el proveedor será responsable de cualquier operación de remoción, recuperación, limpieza, descontaminación, embalaje, transporte y disposición final del líquido, materiales y equipo utilizado y costeará los gastos en que se incurra.

9.4 DOCUMENTOS

El proveedor dentro de su propuesta debe suministrar como mínimo los siguientes documentos:

- Copias e informe de los ensayos realizados a los Transformadores de acuerdo con la presente especificación.
- Certificado de conformidad de producto de acuerdo con el RETIE.

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

- Manuales de Garantía de Calidad
- Registro de Trazabilidad del pedido:
 - Referencia del pedido de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
 - Número del lote de producción.
 - Número de unidades del lote que incluye el pedido.
 - Punto (s) de entrega de los Transformadores

9.5 ENSAYOS

Dentro del alcance quedan incluidos todos los ensayos indicados en la presente especificación y en las normas referenciadas.

10. DOCUMENTOS DE LA OFERTA

El proponente deberá presentar toda la documentación que considere pertinente para definir lo más exactamente posible los Transformadores ofertados. Adicionalmente debe presentar la siguiente documentación:

- Ficha Técnica del anexo 1 totalmente diligenciada y completada con las características particulares.
- Lista de discrepancias a la presente especificación.
- Certificado de Conformidad de producto con el RETIE.
- Certificación Vigente de Gestión de la Calidad ISO 9001-2008 con alcance
- Certificación Vigente de Gestión Ambiental ISO 14001-2004
- Certificado NTC ISO/IEC 17025 – 2005 – Requisitos Generales para la Competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- Catálogo Comercial de los Transformadores

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

11. PENALIZACIÓN POR PÉRDIDAS

11.1 PENALIZACIÓN POR LOTE

- En el núcleo:

$$Cf. = 2A * (Por - Pod) N$$

Donde:

Cf: Valor por penalización de pérdidas en vacío (en \$Col)

Por: Pérdidas reales en el hierro o vacío, en kW

Pod: Pérdidas declaradas en el hierro o vacío, en kW

N: Número de transformadores del lote

A: Coeficiente de las pérdidas en vacío en \$Col./kW

- En los devanados

$$Cd = 2B * (Pcr - Pcd) N$$

Donde:

Cd: Valor por penalización de pérdidas bajo carga (en \$Col)

Pcr: Pérdidas reales en los devanados, en kW

Pcd: Pérdidas declaradas en los devanados, en kW

N: Número de transformadores del lote

B: Coeficiente de las pérdidas en los devanados en \$Col./kW

Las anteriores fórmulas se aplicarán por lote independientemente para las pérdidas en vacío y pérdidas en los devanados.

El tamaño de la muestra para obtener el promedio de las pérdidas reales en vacío ó en los devanados se determinará estadísticamente, de acuerdo con lo establecido en la NTC 2859-1 con

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

un nivel de inspección III y un nivel aceptable (NCA) 1.0. Si al realizar las pruebas el número de transformadores que sobrepasen el valor de las pérdidas declaradas más las tolerancias, es mayor al máximo número de defectuosos permitidos para este nivel de inspección, el lote será rechazado.

La penalización sólo se aplicará cuando el promedio de las pérdidas reales en el hierro o en los devanados supere los valores declarados, es decir que el fabricante no tendrá derecho a indemnización alguna si las pérdidas reales son menores que las declaradas.

11.2 PENALIZACIÓN INDIVIDUAL

(Se utilizará para lotes menores a 30 unidades)

- En el núcleo

$$Cf. = 2A * (Por - Pod)$$

Donde:

Cf: Valor por penalización de pérdidas en vacío (en \$Col)

Por: Pérdidas reales en el hierro o vacío, en kW

Pod: Pérdidas declaradas en el hierro o vacío, en kW

A: Coeficiente de las pérdidas en vacío en \$Col./kW

- En los devanados

$$Cd = 2B * (Pcr - Pcd)$$

Donde:

Cd: Valor por penalización de pérdidas bajo carga (en \$Col)

Pcr: Pérdidas reales en los devanados, en kW

Pcd: Pérdidas declaradas en los devanados, en kW

B: Coeficiente de las pérdidas en los devanados en \$Col./kW

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Las anteriores fórmulas se aplicarán independientemente para cada uno de los transformadores y la penalización solo se aplicará a los transformadores cuyos valores de pérdidas reales en el hierro ó en los devanados supere los valores declarados, es decir que el fabricante no tendrá derecho a indemnización alguna si las pérdidas reales son menores que las declaradas.

11.3 FÓRMULA DE COMPARACIÓN DE OFERTAS

La comparación de ofertas se hará calculando el coste de cada ofertante según la expresión:

$$P_{comp} = P_{OF} + A \times P_C + B \times P_V$$

P_{COMP} : Precio de comparación en \$

P_{OF} : Precio ofertado en \$

P_C : Pérdidas en carga en kW

P_V : Pérdidas en vacío en Kw

Los valores de A y B se calcularán de la siguiente manera:

$$A = \sum_{K=1}^n \frac{[I_1 (1 + C)^K]^2}{(1 + t)^n} \times 12 \times Fp \times (730 \times CE + CP)$$

$$B = 12 \times \frac{(1 + t)^n - 1}{t \times (1 + t)^n} \times (730 \times CE \times CP)$$

Siendo los respectivos parámetros:

t: Tasa de actualización

C: Tasa de crecimiento de la carga

n: Número de años (vida útil)

Fp: Factor de pérdidas

CE: Precio medio de compra de energía \$/kW

CP: Precio medio de compra de potencia \$/kW*mes

12: Meses del año

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

730: Número de horas promedio al mes.

Los valores de estos parámetros establecidos por normalización son los siguientes:

Tabla 12. Valores de los Parámetros

N(años)	20
F^P	0,3
C	4,5%
I₁	0,6 (*)

(*) La carga prevista para el primer año de funcionamiento del transformador será el 60% de la nominal, e irá aumentando cada año un 4,5 % para alcanzar en el año 20 el 130 % de la misma, momento en el que se procederá a su cambio por ampliación.

Los parámetros CE, CP y t serán fijados por la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. ya que estos valores pueden ser distintos.

Simplificando las formulas A y B queda:

$$A = A_1 \times (730 \times CE + CP)$$

$$B = B_1 \times (730 \times CE + CP)$$

La tabla adjunta indica los distintos valores de A₁ y B₁ en función de la tasa de actualización:

Compañía Energética de Occidente		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES DE DISTRIBUCION
ET- TR-01-11	12 OCT 2011	GERENCIA DISTRIBUCIÓN

Tabla 13. Coeficientes A1 y B1

	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
A1	63,48	59,58	55,97	52,64	49,56
B1	227,85	216,55	206,02	196,22	187,07
	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%
A1	46,71	44,07	41,62	39,34	37,23
B1	178,53	170,55	163,08	156,10	149,55
	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
A1	33,44	30,15	27,29	24,8	22,61
B1	137,64	127,13	117,82	109,54	102,16
	12,0%	14,0%	16,0%	18,0%	20,0%
A1	19,01	16,19	13,96	12,17	10,73
B1	89,63	79,48	71,15	64,23	58,43