ET 03.359.116.5

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

TRANSFORMADORES DE ALIMENTACIÓN A SERVICIOS AUXILIARES PARA SUBESTACIONES DE TRACCIÓN DE 3,3 KV DE CORRIENTE CONTINUA

BORRADOR

3ª EDICIÓN: MAYO 2022

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
1	Julio 2016 ERRATUM	Se añade la palabra "mínima" a la tensión de cortocircuito Se modifica el texto para adecuarlo a los valores de pérdidas máximas del apartado 4.15.1 Se modifica el apartado de referencia de la UNE-EN 60076-3 Se modifica el apartado de referencia de la UNE-EN 60076-1 Se añade (**) al último ensayo de la tabla 7 por ser de aplicación únicamente a transformadores secos	4.2 4.6 5.4.6 5.4.9 6.4
2	Enero 2020 Modificado 1	Incorporación de términos	3
3	Enero 2020 Modificado 1	Revisión apartados homologación y lugar de ensayos	6-7.3
4	Enero 2020 Modificado 1	Actualización de normativa	12
5	Julio 2020 Modificado 2	Revisión apartado características transformadores de cuba elástica	4.12.2
6	Mayo 2022 3ª Edición	Inclusión de series de aislamiento de 52 kV y 72,5 kV para transformadores de tipo seco	4.2-4.15
7	Mayo 2022 3ª Edición	Actualización niveles de ruido	4.8
8	Mayo 2022 3ª Edición	Dimensiones y peso máximo. Adecuación a nuevas series de aislamiento.	4.10
9	Mayo 2022 3ª Edición	Valores de perdidas según modificación de normativa	4.15.1
10	Mayo 2022 3ª Edición	Actualización de normativa	12

BORRADOR

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-301. Subestaciones.

Propone:	Aprueba:
Grupo de trabajo GT-301 Fecha: 12 de mayo de 2022	Comité de Normativa Reunión de XX de XX de 2022

BORRADOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS **PÁGINA**

1.- OBJETO 6
2.- CAMPO DE APLICACIÓN 6
3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS 6
4.- DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO 6
4.1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES 6
4.2.-CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS 6
4.3.-CONDICIONES DE SERVICIO 7
4.4.-DESIGNACIÓN DE LOS BORNES 7
4.5.-TOMAS DE ARROLLAMIENTO PRIMARIO 8
4.6.-RENDIMIENTO 8
4.7.-CLASES CLIMÁTICAS, AMBIENTALES Y DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO 8
4.8.-NIVEL DE RUIDO 8
4.9.-CLASE TÉRMICA DEL AISLAMIENTO 8
4.10.- CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y PESO 8
4.11.- PLACA DE CARACTERÍSTICAS 9
4.12.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS 10
4.12.1.- TRANSFORMADORES SUMERGIDOS EN BAÑO DE ACEITE CON DEPÓSITO DE EXPANSIÓN 10
4.12.2.- TRANSFORMADORES SUMERGIDOS EN BAÑO DE ACEITE CON CUBA ELÁSTICA DE LLENADO INTEGRAL 11
4.12.3.- TRANSFORMADORES DE TIPO SECO 12
4.13.- CARACTERÍSTICAS DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA 12
4.14.- CARACTERÍSTICA DEL LÍQUIDO AISLANTE 13
4.15.- VALORES DE LAS MAGNITUDES ADMISIBLES Y TOLERANCIAS 13
4.15.1.- PÉRDIDAS MÁXIMAS 13
4.15.2.- INTENSIDADES DE VACÍO MÁXIMAS 15
4.15.3.- TENSIONES 15
4.15.4.- APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS 16
4.15.5.- TOLERANCIAS 16
4.16.- REQUISITOS PREVIOS 16
5.- CONTROL DE LA CALIDAD Y ENSAYOS 16
5.1.-GEOMÉTRICOS 16
5.1.1.-VERIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y PESO 16
5.2.-ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA 16
5.2.1.-CAPA DE IMPRIMACIÓN 17
5.2.2.-CAPA DE ACABADO 17
5.2.3.-PINTURA 17
5.3.-ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO DIELÉCTRICO (ACEITE) 18
5.4.-ELÉCTRICOS 18
5.4.1.-ENSAYO DE CALENTAMIENTO 18

BORRADOR

5.4.2.-ENSAYO CON IMPULSO TIPO RAYO PLENO (LI) 19
5.4.3.-MEDIDA DE LAS DESCARGAS PARCIALES 19
5.4.4.-MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS 19
5.4.5.-MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL DESFASE 19
5.4.6.-ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENDIA INDUSTRIAL (AV) 19
5.4.7.-MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS Y DE LA CORRIENTE DE VACÍO 19
5.4.8.-ENSAYO DE TENSIÓN INDUCIDA SOPORTADA (IVW) 19
5.4.9.-MEDIDA DE LA PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA Y TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO 20
5.4.10.- MEDIDA DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA (FRA) 20
5.5.-OTROS 20
5.5.1.-VERIFICACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS 20
5.5.2.-COMPROBACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN 20
5.5.3.-MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO 20
5.5.4.-COMPROBACIÓN DE LA CLASE CLIMÁTICA, AMBIENTAL Y DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO 20
6.- VALIDACIÓN 21
6.1.-CONDICIONES GENERALES 21
6.2.-CONDICIONES DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO 21
6.3.-SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE VALIDACIÓN 22
6.4.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y PROPORCIÓN DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR 22
6.5.-RELACIÓN DE ENSAYOS Y VALIDACIÓN Y TIPO DE LABORATORIO 23
7.- RECEPCIÓN 24
7.1.-CONDICIONES GENERALES 24
7.2.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y PROPORCIÓN DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR 24
7.3.-LUGAR DE LOS ENSAYOS 24
7.4.-RELACIÓN DE LOS ENSAYOS DE RECEPCIÓN 24
7.5.-CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO 25
8.- CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ETIQUETADO 25
9.- GARANTÍAS 25
10.-NORMATIVA DEROGADA 26
11.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR 26
12.-NORMATIVA DE REFERENCIA 26

BORRADOR

1.-OBJETO

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas y fijar las condiciones de validación y suministro de los transformadores trifásicos de 100, 160, 250 y 400 kVA para su instalación en subestaciones de tracción para líneas electrificadas en 3,3 kV de corriente continua de Adif y Adif AV, en adelante Adif.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Esta especificación se aplica a los transformadores trifásicos que se instalan, en el interior de los edificios o en los parques de intemperie, de las subestaciones eléctricas de tracción indicadas en el apartado anterior. Dichos transformadores están destinados a la alimentación de los servicios auxiliares de la subestación, así como a otros transformadores propios o ajenos a la misma.

En todo lo no expresamente indicado en la presente especificación técnica, será de aplicación lo contenido en las normas de referencia indicadas en el apartado 12.

3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

Los términos técnicos empleados se encuentran definidos en las normas de referencia indicadas en el apartado 12. Dichas normas tienen carácter complementario de la presente especificación técnica mientras no la contradigan.

El resto de términos se definen a continuación.

Entidad Técnica de Seguimiento. Organismo o empresa independiente del fabricante y/o proveedor, cuya responsabilidad será dar seguimiento al proceso, según el Procedimiento para la validación de productos ferroviarios vigente, desde su inicio hasta su finalización, verificando que se cumplen todos los requisitos de la presente especificación. Los requisitos concretos que debe cumplir se recogen en el apartado 6.3.

4.-DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

4.1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los transformaciones de media potencia objeto de la presente especificación técnica podrán ser de dos tipos:

- Tipo seco encapsulado, con refrigeración AN y aislamiento mediante resina.
- Sumergido en baño de aceite, con refrigeración ONAN.

4.2.-CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- Potencia asignada: 100, 160, 250 y 400 kVA.
- Para transformadores sumergidos en baño de aceite y secos:
  - Tensión asignada del primario: 20, 25, 30, 45 y 66 kV.
  - Serie de Aislamiento: 24, 36, 52 y 72,5 kV.

BORRADOR

- Regulación para la tensión primaria:
  - Hasta serie 36 kV: ± 2,5 %, ± 5 %.
  - Desde serie 36 kV, inclusive: ± 3,5 %, ± 7 %.
- Tensión asignada del secundario: 240 V.
- Grupo de Conexión: Yzn11.
- Frecuencia asignada: 50 Hz.
- Límite de calentamiento medio máximo arrollamientos:
  - Transformador sumergido en baño de aceite: 65 K.
  - Transformador tipo seco: 100 K.
- Límite de calentamiento máximo aceite: 60 K.
- Tensión de cortocircuito mínima:
  - Transformador sumergido en baño de aceite: 4 % (75°C).
  - Transformador tipo seco: 6 % (120°C).

Podrán existir casos particulares en los que las líneas de alimentación tengan tensiones diferentes. En estos casos, las tensiones asignadas del primario serán las correspondientes a la tensión de dichas líneas y el nivel de aislamiento requerido será, de entre los anteriormente descritos, el nivel inmediatamente superior a la tensión asignada, guardando un margen de seguridad mínimo de un 5 %.

Para la validación, los transformadores se ensayarán sobre niveles de aislamiento considerándose cualquier tensión asignada dentro de cada nivel representativo de éste.

4.3.-CONDICIONES DE SERVICIO

- Tipo de servicio: continuo.
- Tipo de instalación secos: interior.
- Tipo de instalación baño de aceite: interior/exterior.
- Temperatura máxima del aire de refrigeración: 40°C.
- Temperatura media mensual máxima del mes más caliente del aire de refrigeración: 30°C.
- Temperatura media anual máxima del aire de refrigeración: 20°C.
- Temperatura mínima del aire de refrigeración: -25°C.
- Humedad relativa máxima del aire ambiente: 93 %.
- Altitud máxima sobre el nivel del mar: 1.000 m.
- Riesgo sísmico: se tendrá en cuenta en aquellos casos en los cuales se demuestre que el lugar de instalación no está exento de movimientos sísmicos de importancia.

4.4.-DESIGNACIÓN DE LOS BORNES

Los bornes se designarán de izquierda a derecha por los siguientes símbolos:

AT 1U – 1V – 1W

BT N – 2U – 2V – 2W

El índice 2 corresponde a los bornes de 240 V.

BORRADOR

4.5.-TOMAS DE ARROLLAMIENTO PRIMARIO

La relación de transformación será regulable por tomas en el arrollamiento primario en los escalones siguientes:

- Trasformadores hasta la serie de aislamiento 36 kV: – 5 %, – 2,5 %, 0 %, 2,5 % y 5 %.
- Trasformadores desde la serie de aislamiento 36 kV, inclusive: – 7 %, – 3,5 %, 0 %, 3,5 % y 7 %.

La toma principal corresponderá con los valores de tensión asignada del arrollamiento.

El cambio de tomas se realizará sin tensión mediante puentes desmontables cubiertos por tapas de protección en los transformadores de tipo seco y mediante conmutador accionable sin carga en los transformadores sumergidos en baño de aceite.

Todas las tomas serán de plena potencia.

4.6.-RENDIMIENTO

El rendimiento de los transformadores cumplirá con las pérdidas máximas indicadas en el apartado 4.15.1 para cada serie de aislamiento y potencia.

4.7.-CLASES CLIMÁTICAS, AMBIENTALES Y DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO

Los transformadores tipo seco serán conformes a las siguientes clases:

- Clase climática: C2
- Clase ambiental: E2
- Clase de comportamiento al fuego: F1

4.8.-NIVEL DE RUIDO

El límite del nivel de potencia acústica (L_{WA}) de los transformadores será:

- Para series de aislamiento $\leq$ 36 kV, el indicado en la norma UNE 21428-1 para transformadores sumergidos en baño de aceite, y en la norma UNE 21538-1 para transformadores de tipo seco.
- Para series de aislamiento > 36 kV transformadores sumergidos en baño de aceite: 65 dB(A), sin tolerancia.
- Para series de aislamiento > 36 kV transformadores tipo seco: 80 dB(A), sin tolerancia.

4.9.-CLASE TÉRMICA DEL AISLAMIENTO

La clase térmica del aislamiento de los transformadores tipo seco será 155 (F), según la norma UNE-EN 60085, con calentamiento medio máximo de los arrollamientos de 100 K en las condiciones más desfavorables y a la corriente asignada.

4.10.-CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y PESO

Las dimensiones y peso máximos admitidos para transformadores sumergidos, incluyendo accesorios y sin considerar el líquido dieléctrico, serán los siguientes:

BORRADOR

- Peso total: 2.500 kg
- Longitud: 3.200 mm
- Anchura: 2.000 mm
- Altura: 3.500 mm

Las dimensiones y peso máximos admitidos para transformadores secos, incluyendo accesorios, serán los siguientes:

Serie de aislamiento	Longitud	Anchura	Altura	Peso total
≤36 kV	3.200	2.000	3.500	5.000
>36 kV	4.000	2.500	4.000	20.000

Tabla 1. Dimensiones y pesos máximos para transformadores de tipo seco

4.11.-PLACA DE CARACTERÍSTICAS

Cada transformador estará dotado de una placa de características en material resistente a la intemperie, con marcado indeleble y situada en una posición visible. Dicha placa de características mostrará la siguiente información:

- Tipo de transformador: seco o baño de aceite
- Norma de fabricación
- Nombre del fabricante
- Número de serie del fabricante
- Año de fabricación
- Clase térmica del aislamiento
- Nivel de ruido
- Potencia asignada
- Número de fases
- Frecuencia asignada
- Tensiones asignadas, incluyendo las tensiones de las tomas
- Corrientes asignadas
- Corriente de vacío
- Grupo de conexión
- Esquema de conexión
- Tensión de cortocircuito a la corriente asignada y a la temperatura de referencia apropiada
- Tipo de refrigeración

BORRADOR

- Masa total
- Masa de aceite aislante
- Masa a desencubar
- Niveles de aislamiento
- Grado de protección
- Límite de calentamiento medio máximo de los arrollamientos
- Límite de calentamiento máximo del aceite
- Clase medioambiental
- Clase climática
- Clase de comportamiento al fuego
- Información requerida en la placa de características por el Reglamento (UE) Nº 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 y Reglamento (UE) 2019/1783 de la Comisión de 1 de octubre de 2019

Además de la placa principal de características, el transformador llevará placas con la identificación y características de los equipos auxiliares de acuerdo con las normas aplicables para dichos equipos.

4.12.-CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

4.12.1.-Transformadores sumergidos en baño de aceite con depósito de expansión

Los transformadores sumergidos en baño de aceite con depósito de expansión tendrán las siguientes características constructivas:

- Bobinados de cobre electrolítico o aluminio en forma de hilo, pletina o banda. Serán concéntricos, independientes y aislados entre sí.
- Circuito magnético formado por tres columnas de igual sección a la de las culatas, construidas en chapas o láminas magnéticas de grano orientado laminado en frío. Las uniones de las culatas serán a 45 grados y solapadas para reducir las pérdidas en vacío. Todos los elementos se compactarán y sujetarán para conseguir una baja vibración, reduciendo el nivel de ruido. El circuito magnético estará puesto a tierra a través de la cuba mediante conexiones flexibles y desmontables para posibilitar las medidas de aislamiento.
- Radiadores de 1 mm de espesor, galvanizados en caliente y soldados a la cuba.
- Cuba y tapa formadas por chapa de acero laminada en caliente, decapada y reforzada con perfiles, resistente al vacío de 0,5 mm de Hg y a una sobrepresión interna de 500 mbar.
- Pasatapas con terminales correctamente dimensionados para la corriente a transportar y para soportar las solicitaciones dieléctricas, térmicas y mecánicas derivadas de los ensayos referidos en la presente especificación. Los pasatapas de alta tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 60137. Los de baja tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 50386.
- Depósito de expansión con boca de llenado, dispositivo para vaciado e indicador de nivel de tipo magnético con contactos de nivel máximo y mínimo.

BORRADOR

- Termómetros o sensores de temperatura, situados en la parte superior de la tapa de la cuba en la zona de baja tensión y próximo al colector del radiador colocándose un depósito de alojamiento del sensor.
- Desecador de aire con carga de silicagel.
- Relé Bucholz con contactos de alarma y disparo.
- Válvula de alivio de sobrepresión súbita con contacto de disparo, situada sobre la tapa siendo la sobrepresión de alivio de 250 mbar (0,25 kg/cm2) y sección de salida mínima de 35 mm2.
- Válvula para vaciado.
- Válvula de filtrado y toma de muestras.
- Elementos de elevación, arrastre, desencubado y fijación para el transporte.
- Ruedas con pestañas orientables en dos direcciones a 90°.
- Soportes para apoyo de gatos hidráulicos.
- Bornes para conexión a tierra.
- Caja de centralización de protecciones, con grado de protección IP 64, que dispondrá de una regleta de bornas hasta la cual se cablearán todos los dispositivos de protección. Los terminales de dichos cableados deberán quedar identificados de forma indeleble.
- Conmutador de tensiones accionable sin carga.

4.12.2.-Transformadores sumergidos en baño de aceite con cuba elástica de llenado integral

Los transformadores sumergidos en baño de aceite con cuba elástica de llenado integral tendrán las siguientes características constructivas:

- Bobinados de cobre electrolítico o aluminio en forma de hilo, pletina o banda. Serán concéntricos, independientes y aislados entre sí.
- Circuito magnético formado por tres columnas de igual sección a la de las culatas, construidas en chapas o láminas magnéticas de grano orientado laminado en frío. Las uniones de las culatas serán a 45 grados y solapadas para reducir las pérdidas en vacío. Todos los elementos se compactarán y sujetarán para conseguir una baja vibración, reduciendo el nivel de ruido. El circuito magnético estará puesto a tierra a través de la cuba mediante conexiones flexibles y desmontables para posibilitar las medidas de aislamiento.
- Cuba elástica y aletas expandibles de chapa de acero laminada en frío, decapada y reforzada con perfiles, resistente a un vacío de 0,5 mm de Hg y a una sobrepresión interna de 500 mbar.
- Pasatapas con terminales correctamente dimensionados para la corriente a transportar y para soportar las solicitaciones dieléctricas, térmicas y mecánicas derivadas de los ensayos referidos en la presente especificación. Los pasatapas de alta tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 60137. Los de baja tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 50386.
- Bloque de seguridad y control, con grado de protección IP 66, con la función de protección por disparo contra sobrepresión, nivel de aceite y detector de emisión de gases y con las funciones de alarma y protección por disparo por temperatura.
- Dispositivo de llenado sobre tapa provisto de cubierta metálica.
- Válvula para vaciado.
- Elementos de elevación, arrastre, desencubado y fijación para el transporte.
- Ruedas con pestañas orientables en dos direcciones a 90°.
- Soportes para apoyo de gatos hidráulicos.

BORRADOR

- Bornes para conexión a tierra.
- Conmutador de tensiones accionable sin carga.

4.12.3.-Transformadores de tipo seco

Los transformadores de tipo seco tendrán las siguientes características constructivas:

- Bobinados de cobre electrolítico o aluminio en forma de hilo, pletina o banda. Serán concéntricos, independientes y aislados entre sí. Los arrollamientos se colocarán entre bridas metálicas que sujetan al núcleo sobre soportes aislantes e intercalando un elemento elástico pretensado capaz de absorber las dilataciones y contracciones del conjunto debidas a las variaciones de temperatura.

- Circuito magnético formado por tres columnas de igual sección a la de las culatas, construidas en chapas o láminas magnéticas de grano orientado laminado en frío. Las uniones de las culatas serán a 45 grados y solapadas para reducir las pérdidas en vacío. Todos los elementos se compactarán y sujetarán para conseguir una baja vibración, reduciendo el nivel de ruido. El circuito magnético estará puesto a tierra mediante conexiones flexibles y desmontables para posibilitar las medidas de aislamiento. A la superficie exterior del circuito magnético se le aplicará una gruesa capa de resina compactante, para evitar la oxidación y obtener un bajo nivel de ruido.Terminales correctamente dimensionados para la corriente a transportar y para soportar las solicitaciones dieléctricas, térmicas y mecánicas derivadas de los ensayos referidos en la presente especificación. Estarán diseñados para conectarles pletinas, trenzas de cobre o el número necesario de cables de cobre. Las conexiones se realizarán por tornillos.

- Sondas térmicas. Cada bobina de baja tensión llevará en su interior unas termorresistencias PT100 (cuya resistencia varía proporcionalmente con la temperatura). Dichas termorresistencias se colocarán en el extremo superior de la bobinas, junto al núcleo, que será el punto accesible más caliente, y estarán conectadas a un termómetro digital que irá midiendo secuencialmente la temperatura. Dicho termómetro dispondrá de dos salidas, contactos N/A, cuyas temperaturas de consigna (alarma y disparo) serán ajustables independientemente. Cuando la temperatura exceda del valor ajustado, se producirá el cierre del contacto y simultáneamente se activará la señal de alarma o desconexión, según proceda.

- Elementos de elevación, arrastre y fijación para el transporte.

- Ruedas con pestañas orientables en dos direcciones a 90°.

- Soportes para apoyo de gatos hidráulicos.

- Bornes para conexión a tierra.

- Puentes desmontables cubiertos por tapas de protección para el cambio de tomas sin tensión.

4.13.-CARACTERÍSTICAS DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

Las superficies y los accesorios externos de los transformadores y las superficies internas que no estén sumergidas en el líquido aislante deben tener una adecuada protección anticorrosiva, que sea además resistente a la acción del aceite (líquido dieléctrico) empleado.

Una vez realizada la limpieza y preparación de las superficies de la chapa o tubo se pintará a brocha o pistola, nunca con rodillo. Cuando la superficie a pintar corresponda al interior de un

BORRADOR

tubo, la aplicación del esmalte podrá realizarse por vertido o pistola en función del diámetro y la longitud del mismo.

Las superficies de chapa o tubo en contacto con el aceite mineral aislante irán pintadas con esmalte de poliuretano alifático de dos componentes (resina base + catalizador) blanco resistente al aceite mineral aislante caliente para temperaturas superiores a 100°C.

A las superficies de chapa o tubo sin contacto con el aceite mineral aislante se le aplicarán las siguientes capas:

- Primera capa de imprimación hidrosoluble de espesor 20 a 25 micras de película seca.
- Segunda capa con pintura intermedia tipo epoxi de dos componentes (resina base + catalizador) en color blanco.
- Tercera y cuarta capa de esmalte de poliuretano alifático no amarillante de dos componentes color gris RAL 7030.

Entre cada capa se dejará un tiempo mínimo de secado al aire de 24 horas.

No se establece procedimiento alguno de pintura. No obstante la pintura debe cumplir los requisitos especificados en el apartado 5.2.3.

4.14.-CARACTERÍSTICA DEL LÍQUIDO AISLANTE

El aceite utilizado para el primer llenado será no inhibido, marcado como U, con las características indicadas en la norma UNE-EN 60296.

4.15.-VALORES DE LAS MAGNITUDES ADMISIBLES Y TOLERANCIAS

4.15.1.-Pérdidas máximas

Las pérdidas máximas serán las indicadas en las normas UNE-EN 50708-2-1. Los valores mínimos del índice de eficiencia serán los indicados en la norma UNE-EN 50708-3-1 y Reglamento (UE) 2019/1783. Estos valores se incluyen en las siguientes tablas:

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	130 W	150 W		
PLENA CARGA (75 ^{0}C)	1.250 W	1.375 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			99,093	99,093

Tabla 2. Pérdidas máximas transformadores baño aceite y potencia asignada 100 kVA

BORRADOR

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	252 W	290 W		
PLENA CARGA (120 ^{0}C)	1.800 W	1.980 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			97,790	97,790

Tabla 3. Pérdidas máximas transformadores tipo seco y potencia asignada 100 Kva

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	189 W	217 W		
PLENA CARGA (75 ^{0}C)	1.750 W	1.925 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			99,191	99,191

Tabla 4. Pérdidas máximas transformadores baño aceite y potencia asignada 160 Kva

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	360 W	414 W		
PLENA CARGA (120 ^{0}C)	2.600 W	2.860 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			98,016	98,016

Tabla 5. Pérdidas máximas transformadores tipo seco y potencia asignada 160 kVA

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	270 W	311 W		
PLENA CARGA (75 ^{0}C)	2.350 W	2.585 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			99,283	99,283

Tabla 6. Pérdidas máximas transformadores baño aceite y potencia asignada 250 kVA

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	468 W	538 W		
PLENA CARGA (120 ^{0}C)	3.400 W	3.740 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			98,345	98,345

Tabla 7. Pérdidas máximas transformadores tipo seco y potencia asignada 250 kVA

BORRADOR

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	387 W	445 W		
PLENA CARGA (75 ^{0}C)	3.250 W	3.575 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			99,369	99,369

Tabla 8. Pérdidas máximas transformadores baño aceite y potencia asignada 400 kVA

PÉRDIDAS MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
EN VACÍO	675 W	775 W		
PLENA CARGA (120 ^{0}C)	4.500 W	4.950 W		
VALOR MÍNIMO DEL PEI (ÍNDICE DE EFICIENCIA MÁXIMA)			98,570	98,570

Tabla 9. Pérdidas máximas transformadores tipo seco y potencia asignada 400 kVA

Los valores de pérdidas debidas a la carga, pérdidas en vacío indicados en las tablas son los valores máximos admisibles, sin tolerancias.

4.15.2.-Intensidades de vacío máximas

Las intensidades de vacío máximas serán las indicadas en la siguiente tabla:

INTENSIDADES DE VACÍO MÁXIMAS	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 Kv	36 kV	52 kV	72,5 kV
% Ir	1,80 %	2,20 %	2,60 %	3,00 %

Tabla 10. Intensidades de vacío máximas

4.15.3.-Tensiones

El transformador será capaz de suministrar sus intensidades asignadas estando alimentado por una tensión igual al 105 %, pero sin exceder el 110 %, de la tensión asignada.

Asimismo deberá ser capaz de suministrar su intensidad asignada cuando la tensión asignada se aplica con una frecuencia que difiera como máximo en ± 2,5 % de la frecuencia asignada.

Las tensiones soportadas en los ensayos serán las indicadas en las siguientes tablas:

TENSIONES	SERIES DE AISLAMIENTO			
	24 kV	36 kV	52 kV	72,5 kV
APLICADA: 50 Hz, 60 s	50 kV	70 kV	95 kV	140 kV
INDUCIDA: 150 Hz, 40 s	DOBLE DE LA TENSIÓN ASIGNADA			
IMPULSO TIPO RAYO PLENO: 1,2/50 µs	125 kV	170 kV	250 kV	325 kV

Tabla 11. Tensiones soportadas por el primario en los ensayos

BORRADOR

TENSIONES	SERIES DE AISLAMIENTO
	< 1,1 kV
APLICADA: 50 Hz, 60 s	3 kV
INDUCIDA: 150 Hz, 40 s	0,48 kV

Tabla 12. Tensiones soportadas por el secundario en los ensayos

4.15.4.-Aptitud para soportar cortocircuitos

El transformador de SS/AA junto con su equipamiento y accesorios deberá estar diseñado y construido para soportar durante su funcionamiento a plena carga los cortocircuitos que eventualmente puedan producirse, en cumplimiento de los requisitos definidos en la norma UNE-EN 60076-5.

4.15.5.-Tolerancias

Para aquellas magnitudes en las que no se especifica una tolerancia concreta en la presente Especificación, serán de aplicación las indicadas en el capítulo 10 de la norma UNE-EN 60076-1.

4.16.-REQUISITOS PREVIOS

El fabricante, para poder suministrar materiales a Adif, deberá tener implantado un sistema de calidad que garantice el control sistemático en todos los procesos de fabricación de los transformadores, prestando especial atención a la trazabilidad de los materiales, de acuerdo a la serie de normas ISO-9000 o similar.

Deberá también tener implantado un sistema de gestión medioambiental , de acuerdo a la serie de normas ISO-14001 o similar.

5.-CONTROL DE LA CALIDAD Y ENSAYOS

5.1.-GEOMÉTRICOS

5.1.1.-Verificación de las características dimensionales y peso

Se comprobará que las dimensiones y peso de los transformadores de SSAA se adecúan a los indicados en el apartado 4.10.

5.2.-ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA

Los ensayos, tanto de la capa de imprimación como de la de acabado, deben realizarse sobre probetas, secando la pintura en el mismo tiempo y con el mismo procedimiento empleado en el secado de las capas que se dan al transformador.

La capa de acabado debe tener un espesor mínimo de 30 µm, debe aplicarse sobre la capa de imprimación, siendo necesario conseguir entre ambas capas un espesor mínimo de 60 µm.

El material empleado en la fabricación de las probetas, así como los métodos de preparación de las superficies de las mismas, antes de aplicar los recubrimientos que van a ser objeto del ensayo, deben ser los especificados en la norma UNE-EN ISO 1514.

BORRADOR

La preparación de las superficies de las probetas utilizadas en los ensayos de espesor y de niebla salina, debe realizarse con los mismos procedimientos empleados en las distintas partes del transformador.

En el ensayo de niebla salina no debe producirse corrosión ni ampollas sobre la superficie de la probeta ensayada. El avance de la corrosión debe ser inferior a 2 mm sobre un aspa marcada en el centro.

Todos los ensayos que se describen a continuación deben realizarse después de que hayan transcurrido al menos 7 días desde el pintado de las probetas.

5.2.1.-Capa de imprimación

Sobre la capa de imprimación se realizarán los ensayos recogidos en la siguiente tabla, debiendo encontrarse los resultados dentro de los valores límites expuestos en la misma:

ENSAYO	UNIDAD	VALOR LÍMITE	MÉTODO DE ENSAYO
Impacto directo (bola 20 mm Ø)	cm	mínimo 40	UNE-EN ISO 6272-1
Embutición	mm	mínimo 4	UNE-EN ISO 1520
Plegado (mandril de 10 mm)	--------	Apto	UNE-EN ISO 1519
Dureza Persoz	s	mínimo 160	UNE-EN ISO 1522
Adherencia	GT	≤ 1	UNE-EN ISO 2409
Espesor	µm	mínimo 30	UNE-EN ISO 2808

Tabla 13. Ensayos sobre la capa de imprimación

5.2.2.-Capa de acabado

Sobre la capa de acabado se realizarán los ensayos recogidos en la siguiente tabla, debiendo encontrarse los resultados dentro de los valores límites expuestos en la misma:

ENSAYO	UNIDAD	VALOR LÍMITE	MÉTODO DE ENSAYO
Impacto directo (bola 20 mm Ø)	cm	mínimo 40	UNE-EN ISO 6272-1
Embutición	mm	mínimo 4	UNE-EN ISO 1520
Plegado (mandril de 10 mm)	-	Apto	UNE-EN ISO 1519
Dureza Persoz	s	mínimo 180	UNE-EN ISO 1522
Adherencia	GT	≤ 1	UNE-EN ISO 2409
Brillo (cabezal 60º/60º)	--------	mínimo 80 %	UNE-EN ISO 2813
Niebla salina	h	400	UNE-EN ISO 9227
Espesor	µm	mínimo 30	UNE-EN ISO 2808

Tabla 14. Ensayos sobre la capa de acabado

5.2.3.-Pintura

Una vez pintado el transformador, con el color RAL corporativo de Adif, se realizarán los ensayos recogidos en la siguiente tabla, debiendo encontrarse los resultados dentro de los valores límites expuestos en la misma:

ENSAYO	UNIDAD	VALOR LÍMITE	MÉTODO DE ENSAYO

BORRADOR

Espesor	µm	mínimo 60	UNE-EN ISO 2808
Espesor medio	µm	mínimo 80	UNE-EN ISO 2808
Brillo (cabezal 60º/60º)	-	mínimo 70 %	UNE-EN ISO 2813
Adherencia	GT	≤ 1	UNE-EN ISO 2409

Tabla 15. Ensayos sobre la pintura del transformador

5.3.-ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO DIELÉCTRICO (ACEITE)

Los valores límites para el aceite extraído del transformador dentro de los primeros 30 días después del llenado y antes de someterlo a carga alguna, deben ser los indicados en la siguiente tabla de conformidad con la norma UNE-EN 60422.

CARACTERÍSTICAS	VALOR LÍMITE	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido en agua	≤ 20 mg/kg	UNE-EN 60814
Índice de neutralización	≤ 0,03 mg KOH/g	UNE-EN 62021-1
Tensión entre fase	≥ 35 mN/m	ASTM D971-12
Factor de pérdidas dieléctricas a 90°C, tan δ	≤ 0,010	UNE-EN 60247
Tensión de ruptura	> 60 kV	UNE-EN 60156

Tabla 16. Ensayos de las características del líquido dieléctrico (aceite)

Se comprobará además que el aceite no contenga azufre corrosivo mediante el ensayo indicado en la norma UNE-EN 62535.

5.4.-ELÉCTRICOS

Los ensayos se efectuarán a una temperatura ambiente comprendida entre 10 y 40°C.

Todos los elementos constitutivos y accesorios externos del transformador durante el ensayo estarán colocados en su sitio y operativos.

Los arrollamientos con tomas se conectarán a su toma principal, a menos que se especifique otra cosa en el apartado relativo al ensayo de que se trate.

Para todas las características distintas a las de aislamiento, los ensayos están basados en las condiciones asignadas, a menos que se especifique otra cosa en el apartado relativo al ensayo de que se trate.

Todos los sistemas de medida utilizados en los ensayos tendrán certificados, precisión conocida y serán calibrados periódicamente.

Cuando se especifica que los resultados de los ensayos se referirán a una temperatura de referencia, esta será de 75°C para los transformadores sumergidos en baño de aceite y 120oC para los transformadores de tipo seco.

5.4.1.-Ensayo de calentamiento

Para los transformadores sumergidos en baño de aceite el método para la determinación del calentamiento hasta el régimen estable es el descrito en el apartado 7.3.2 de la norma UNE-EN 60076-2.

Para los transformadores de tipo seco el ensayo se realizará utilizando el método de puesta en

BORRADOR

carga simulada descrito en el apartado 23.2.1 de la norma UNE-EN 60076-11.

Los calentamientos alcanzados, sobre el ambiente, no deben superar los límites establecidos en el apartado 4.2.

5.4.2.-Ensayo con impulso tipo rayo pleno (LI)

El ensayo se realizará de acuerdo a lo especificado en el apartado 13 de la norma UNE-EN 60076-3.

El valor de los impulsos a aplicar se indica en la tabla 10.

5.4.3.-Medida de las descargas parciales

El ensayo se realizará de acuerdo a lo especificado en el apartado 22 de la norma UNE-EN 60076-11.

El máximo nivel de descargas parciales admisible es 10 pC.

5.4.4.-Medida de la resistencia de los arrollamientos

El ensayo se realizará de acuerdo a lo especificado en el apartado 11.2 de la norma UNE-EN 60076-1.

Los valores de resistencia se referirán a 75ºC para los transformadores sumergidos en baño de aceite y a 120ºC para los transformadores tipo seco. Estos valores se utilizarán con posterioridad en el cálculo de las pérdidas.

5.4.5.-Medida de la relación de transformación y verificación del desfase

Se medirá la relación de transformación para cada toma y se verificará el desfase según se indica en el apartado 11.3 de la norma UNE-EN 60076-1.

5.4.6.-Ensayo de tensión aplicada a frecuendia industrial (AV)

Cada arrollamiento debe ser sometido a este ensayo de acuerdo con el apartado 10 de la norma UNE-EN 60076-3.

El valor de los impulsos a aplicar se indica en la tabla 10.

5.4.7.-Medida de las pérdidas y de la corriente de vacío

El ensayo se realizará de acuerdo a lo especificado en el apartado 11.5 de la norma UNE-EN 60076-1.

Las medidas obtenidas no deberán superar los valores indicados en los apartados 4.15.1 y 4.15.2.

5.4.8.-Ensayo de tensión inducida soportada (IVW)

El ensayo será realizado de acuerdo con el apartado 11.2 de la norma UNE-EN 60076-3.

BORRADOR

5.4.9.-Medida de la pérdidas debidas a la carga y tensión de cortocircuito

El ensayo se realizará de acuerdo a lo especificado en el apartado 11.4 de la norma UNE-EN 60076-1.

Las medidas obtenidas no deberán superar los valores indicados en los puntos 4.15.1 y 4.2.

5.4.10.-Medida de la respuesta en frecuencia (FRA)

El ensayo se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN 60076-18.

Los resultados se valorarán de acuerdo con lo recomendado en la norma.

5.5.-OTROS

5.5.1.-Verificación de la placa de características

Se comprobará la existencia de la correspondiente placa de características y que cumple lo especificado en el apartado 4.11.

5.5.2.-Comprobación de los dispositivos de protección

Se hará actuar a todos los dispositivos de protección, comprobando su correcto funcionamiento en la caja de protección donde se encuentran centralizados.

5.5.3.-Medida del nivel de ruido

El ensayo se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN 60076-10.

Cumplirá con el valor especificado en el apartado 4.8.

5.5.4.-Comprobación de la clase climática, ambiental y de comportamiento al fuego

En función de las clases climática, ambiental y de comportamiento al fuego exigidas al transformador, se realizarán los siguientes ensayos, descritos en la norma UNE-EN 60076-11, siguiendo el orden indicado en la siguiente tabla:

ENSAYO	APARTADO DE LA NORMA UNE-EN 60076-11	CLASES		
		CLIMÁTICA	AMBIENTAL	COMPORTAMIENTO AL FUEGO
		C2	E2	F1
Choque térmico a -25 ºC	27.4	X	-	-
Ensayo de penetración de humedad y condensación	26.3.2	-	X	-
Ensayo de comportamiento frente al fuego	28.3	-	-	X

Tabla 17. Ensayos comprobación de la clase climática, ambiental y comportamiento al fuego

BORRADOR

6.-VALIDACIÓN

6.1.-CONDICIONES GENERALES

La tramitación administrativa para el proceso de validación se regirá por el procedimiento para la validación de productos ferroviarios vigente, regulándose todas sus fases desde de la solicitud hasta su validación definitiva.

En los siguientes apartados se establece el conjunto de ensayos y pruebas convenidos por Adif a fin de garantizar que los productos cumplen con los requerimientos técnico-funcionales mínimos especificados, a fin de obtener la correspondiente validación.

La solicitud de Validación irá acompañada de la siguiente documentación:

- Protocolo para los ensayos a realizar durante el proceso de validación, para su aceptación.
- Certificados de calidad y naturaleza de los materiales empleados en la fabricación.
- Cálculos justificativos, esquemas y características de los ensayos para su aceptación.
- Planos globales y su despiece correspondiente incluyendo cotas y tolerancias.
- Informe con las características principales.
- Documentación que permita la identificación de los distintos accesorios, así como la ubicación de los mismos, incluyendo esquemas eléctricos desarrollados, listas de cableados, bornas, materiales, etc.

Completados los ensayos definidos en la presente E.T., se concederá la validación. El cambio de la E.T., la sustitución de algún producto o elemento que sea considerado sustancial por Adif o el cambio en el proceso de fabricación podrán dar lugar a nuevos ensayos de validación técnica.

Los ensayos de laboratorio anteriores a la fecha de inicio del proceso de validación serán admisibles siempre que no tengan una antigüedad superior a 10 años, y que las normas de referencia con la que hayan sido realizados sigan vigentes, y previa aceptación por parte de la Entidad Técnica.

6.2.-CONDICIONES DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO

Las condiciones de los laboratorios de ensayo serán las indicadas en el apartado 6.5 de esta Especificación Técnica. Se podrá establecer un nivel de exigencia diferente a los laboratorios de ensayos, siendo dichos niveles (estos niveles se corresponden con los tipos A, B, C y D) de mayor a menor los que se definen a continuación:

- **Tipo A**: Laboratorios acreditados por ENAC, u organismo estatal equivalente dentro del ámbito de la UE, para los ensayos concretos indicados en esta ET.
- **Tipo B**: Laboratorios acreditados por ENAC, u organismo estatal equivalente dentro del ámbito de la UE, para ensayos de similar naturaleza a los indicados en esta ET.
- **Tipo C**: Laboratorios no acreditados pero de reconocido prestigio, siempre que cumplan al menos los requisitos de los apartados 6.4; 6.5; 6.6; 7.5 y 7.8 de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, y que cumplan los requisitos de la norma ISO-9001 asociados al laboratorio
- **Tipo D**: Laboratorios del fabricante, siempre que cumplan al menos los requisitos de los apartados 6.4; 6.5; 6.6; 7.5 y 7.8 de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, y que cumplan los requisitos de la norma ISO-9001 asociados al laboratorio.

En los ensayos realizados en los laboratorios tipos C o D deberá contar con la presencia de la Entidad Técnica de Seguimiento.

BORRADOR

6.3.-SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE VALIDACIÓN

El proceso de validación deberá contar con la supervisión de una Entidad Técnica de Seguimiento, en adelante denominada Entidad Técnica. Esta entidad podrá ser de alguno de los siguientes tipos:

1. Entidad acreditada por ENAC, u organismo estatal equivalente dentro del ámbito de la Unión Europea, para la certificación de productos industriales o productos ferroviarios.
2. Entidad acreditada por ENAC, u organismo estatal equivalente dentro del ámbito de la Unión Europea, para certificar sistemas de gestión de calidad ISO 9001.
3. Laboratorio acreditado por ENAC, u organismo estatal equivalente dentro del ámbito de la Unión Europea, para la realización de ensayos similares a los indicados en esta especificación.
4. Organismo o fundación pública de carácter técnico o científico, dentro del ámbito de la Unión Europea.
5. Empresa pública o privada de carácter técnico o científico.

Las entidades de los niveles diferentes al 1 ó 2 deberán ser previamente autorizadas por Adif.

La Entidad Técnica será responsable de supervisar todo el proceso de validación, y sus funciones serán, entre otras, las siguientes:

- Autorizar los laboratorios de tipo B, verificando la "similitud" de sus acreditaciones a los ensayos de esta especificación en base a su experiencia; y autorizar los laboratorios tipos C y D, verificando que cumplen al menos los requisitos de los apartados 6.4; 6.5; 6.6; 7.5 y 7.8 de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, y que cumpla los requisitos de la norma ISO-9001 asociados al laboratorio.
- Deberá estar presente en los ensayos realizados en laboratorios tipos C y D.
- Redactará un informe final cuyo contenido mínimo incluirá:
  - Requisitos de la especificación técnica aplicable.
  - Relación detallada de la documentación entregada por el fabricante, verificando que incluye los siguientes:
    - Denominación comercial del producto.
    - Características técnicas y funcionales.
    - Planos o esquemas que definan el producto.
    - Fecha y lugar de fabricación.
    - Memoria descriptiva del proceso productivo e instalaciones utilizadas para el mismo
    - Fecha y lugar de realización de los ensayos.
    - Documentación relativa a los laboratorios empleados (acreditaciones exigibles, informes de verificación de la ISO 9001, y de los puntos exigibles de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, etc).
    - Informes de ensayos.
    - Cualquier otra documentación exigida por Adif en la presente ET.
  - Descripción y resultados de todos los ensayos, acreditando la superación de dichos ensayos.
  - Conclusiones dando la validez del producto respecto a esta especificación y a la normativa de referencia.

6.4.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y PROPORCIÓN DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR

Los ensayos de validación se realizarán sobre un transformador por nivel de aislamiento conforme

BORRADOR

se indica en el punto 4.2. de esta ET.

6.5.-RELACIÓN DE ENSAYOS Y VALIDACIÓN Y TIPO DE LABORATORIO

Los ensayos, medidas y verificaciones a los cuales deberá someterse el transformador prototipo, así como el tipo de laboratorio exigible, serán los indicados en la siguiente tabla:

APARTADO	ENSAYO, MEDIDA O VERIFICACIÓN	Categoría mínima del laboratorio de ensayos
5.1	Verificación de las características dimensionales y peso	D
5.2	Ensayo de las características de la pintura	D
5.3	Ensayo de las características del líquido dieléctrico (*)	C
5.4.1	Ensayo de calentamiento	D
5.4.2	Ensayo con impulso tipo rayo pleno (LI)	D
5.4.3	Medida de las descargas parciales (**)	D
5.4.4	Medida de la resistencia de los arrollamientos	D
5.4.5	Medida de la relación de transformación y verificación del desfase	D
5.4.6	Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial (AV)	D
5.4.7	Medida de las pérdidas y de la corriente de vacío	D
5.4.8	Ensayo de tensión inducida soportada (IVW)	D
5.4.9	Medida de las pérdidas debidas a la carga y la tensión de cortocircuito	D
5.4.10	Medida de la respuesta en frecuencia (FRA)	D
5.5.1	Verificación de la placa de características	D
5.5.2	Comprobación de los dispositivos de protección	D
5.5.3	Medida del nivel de ruido	D
5.5.4	Comprobación de la clase climática, ambiental y comportamiento al fuego (**)	D

Tabla 18. Relación de ensayos, medidas y verificaciones de validación

(*) Sólo para transformadores sumergidos en aceite

(**) Sólo para transformadores tipo seco

BORRADOR

7.-RECEPCIÓN

7.1.-CONDICIONES GENERALES

La presentación a la recepción deberá ser notificada por escrito, al agente receptor haciendo constar como mínimo:

- Referencia del pedido.
- Fecha de presentación.
- Naturaleza y cantidad del suministro.
- Cualquier otra indicación especial del pedido que Adif considere conveniente.

En la recepción se entregará la siguiente documentación:

- Certificados de calidad y naturaleza de los materiales empleados en la fabricación.
- Planos globales y su despiece correspondiente incluyendo cotas y tolerancias.
- Informe con las características principales.
- Documentación que permita la identificación de los distintos accesorios, así como la ubicación de los mismos, incluyendo esquemas eléctricos desarrollados, listas de cableados, bornas, materiales, etc.
- Informe de los ensayos de validación.
- Especificaciones y manual de instrucciones para el transporte, manipulación, instalación, puesta en marcha y mantenimiento incluyendo las relativas a:
  - Operaciones de limpieza.
  - El mantenimiento rutinario, incluyendo cualquier precaución especial.
  - El manejo de los transformadores.
  - El almacenamiento y el transporte de los transformadores.
  - La instalación de los transformadores.
- Información relativa al tratamiento del transformador y de sus accesorios una vez terminada su vida útil.
- Documentación técnica requerida por el Reglamentos (UE) Nº 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 y Reglamento (UE) 2019/1783 de la Comisión de 1 de octubre de 2019.

7.2.-CRITERIOS DE SELECCIÓN Y PROPORCIÓN DE LAS MUESTRAS A ENSAYAR

Los ensayos de recepción serán realizados después de la fabricación sobre todas las unidades que conformen el lote.

7.3.-LUGAR DE LOS ENSAYOS

Los ensayos se realizarán en un laboratorio al menos tipo D, según se definen en el apartado 6.2, previa aprobación de Adif y bajo la supervisión de personal técnico designado por Adif.

7.4.-RELACIÓN DE LOS ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los ensayos, medidas y verificaciones a que deberán someterse las muestras a ensayar serán los indicados en la siguiente tabla:

BORRADOR

APARTADO	ENSAYO, MEDIDA O VERIFICACIÓN
5.1	Verificación de las características dimensionales y peso
5.4.3	Medida de las descargas parciales (**)
5.4.4	Medida de la resistencia de los arrollamientos
5.4.5	Medida de la relación de transformación
5.4.6	Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial (AV)
5.4.7	Medida de las pérdidas y de la corriente de vacío
5.4.8	Ensayo de tensión inducida soportada (IVW)
5.4.9	Medida de las pérdidas debidas a la carga y tensión de cortocircuito
5.4.10	Medida de la respuesta en frecuencia (FRA)
5.5.1	Verificación de la placa de características
5.5.2	Comprobación de los dispositivos de protección

Tabla 19. Relación de ensayos, medidas y verificaciones de recepción

(**) Sólo para transformadores tipo seco

7.5.-CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Si un ensayo de recepción ofreciera un resultado negativo, se repetirá el ensayo y si éste no es satisfactorio se rechazará el transformador.

8.-CONDICIONES DE TRANSPORTE, EMBALAJE Y ETIQUETADO

Los transformadores serán entregados en embalajes adecuados, de tal manera que se faciliten las operaciones de carga y descarga y que queden protegidos contra las posibles incidencias durante la manipulación, transporte y almacenamiento.

En algunas ocasiones, en las cuales el destino de las unidades no esté fijado, se podrá exigir su entrega en una caja de madera u otro embalaje equivalente.

Cada embalaje deberá ir provisto de su correspondiente etiqueta con las siguientes indicaciones:

- Número del proveedor.
- Número de pedido.
- Número identificativo del transformador.

Los transformadores deben adaptarse para el transporte y el almacenamiento a temperaturas ambientes inferiores a -25°C.

9.-GARANTÍAS

Las garantías serán las establecidas en el contrato de obra, suministro y/o instalación correspondiente entre Adif y la empresa validada suministradora o instaladora de los transformadores y en todo caso cumplirá con la legislación vigente al respecto.

BORRADOR

10.-NORMATIVA DEROGADA

E.T. 03.359.116.5 "Transformadores de alimentación a servicios auxiliares para subestaciones de tracción de 3,3 kV de Corriente Continua". 2ª Edición: Diciembre 2014+Erratum (Julio 2016)+M1 (Enero 2020).

11.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

La presente especificación técnica entrará en vigor en su fecha de aprobación.

En relación al proceso de concesión no se prevé ninguna disposición transitoria distinta a las recogidas en el Procedimiento para la validación de productos ferroviarios vigente.

12.-NORMATIVA DE REFERENCIA

NORMAS

Reglamento (UE) Nº 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014.

Reglamento (UE) 2019/1783 de la Comisión de 1 de octubre de 2019.

AENOR. *"Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en un líquido aislantes, 50 Hz, de 25 kVA a 3.150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1. Requisitos generales. Complemento nacional."* UNE 21428-1. Madrid: AENOR, 2021.

AENOR. *"Transformadores de potencia. Requisitos europeos adicionales. Parte 1-1: Parte común. Requisitos generales."* UNE-EN 50708-1-1. Madrid: AENOR, 2021.

AENOR. *"Transformadores de potencia. Requisitos europeos adicionales. Parte 2-1: Transformador de media potencia. Requisitos generales."* UNE-EN 50708-2-1. Madrid: AENOR, 2021.

AENOR. *"Transformadores de potencia. Requisitos europeos adicionales. Parte 3-1: Transformador de gran potencia. Requisitos generales."* UNE-EN 50708-3-1. Madrid: AENOR, 2020.

AENOR. "*Transformadores trifásicos de distribución tipo seco, 50 Hz, de 100 kVA a 3.150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1. Requisitos generales. Complemento nacional."* UNE 21538-1. Madrid: AENOR, 2018.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 1. Generalidades."* UNE-EN 60076-1. Madrid: AENOR, 2013.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 2. Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido".* UNE-EN 60076-2. Madrid: AENOR, 2013.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 3. Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire."* UNE-EN 60076-3. Madrid: AENOR, 2014. + A1:2018.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 5. Aptitud para soportar cortocircuitos."* UNE-EN 60076-5. Madrid: AENOR, 2008.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 10. Determinación de los niveles de ruido."* UNE-EN 60076-10. Madrid: AENOR, 2002.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 10. Determinación de los niveles de ruido"*. UNE-EN 60076-10. Madrid: AENOR, 2017.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 10-1. Determinación de los niveles de ruido. Guía de aplicación."* UNE-IEC 60076-10-1. Madrid: AENOR, 2007.

BORRADOR

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 11. Transformadores de tipo seco."* UNE-EN 60076-11. Madrid: AENOR, 2005.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 12. Guía de carga para transformadores de potencia de tipo seco."* UNE-IEC 60076-12. Madrid: AENOR, 2010.

AENOR. *"Transformadores de Potencia. Parte 18. Medición de la respuesta en frecuencia".* UNE-EN 60076-18. Madrid: AENOR, 2013.

AENOR. *"Aislamiento eléctrico. Evaluación y designación térmica."* UNE-EN 60085. Madrid: AENOR, 2008.

AENOR. *"Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1.000 V".* UNE-EN 60137. Madrid: AENOR, 2011.

AENOR. *"Pasatapas para transformadores sumergidos en líquido aislante hasta 1 kV y de 250 A hasta 5 kA".* UNE-EN 50386. Madrid: AENOR, 2011+ A1:2013.

AENOR. *"Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Aceites minerales aislantes nuevos para transformadores y aparamenta de conexión".* UNE-EN 60296. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Probetas normalizadas para ensayo".* UNE-EN ISO 1514. Madrid: AENOR, 2017.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Ensayos de deformación rápida (resistencia al impacto). Parte 1: Ensayo de caída de una masa con percutor de gran superficie".* UNE-EN ISO 6272-1. Madrid: AENOR, 2012.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Ensayos de embutición".* UNE-EN ISO 1520. Madrid: AENOR, 2007.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Ensayos de plegado (mandril cilíndrico)".* UNE-EN ISO 1519. Madrid: AENOR, 2011.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Ensayo de amortiguación del péndulo".* UNE-EN ISO 1522. Madrid: AENOR, 2007.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Ensayo de corte por enrejado".* UNE-EN ISO 2409. Madrid: AENOR, 2013.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Determinación del espesor de película".* UNE-EN ISO 2808. Madrid: AENOR, 2007.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Determinación del brillo especular de películas de pintura no metálicas a 20 º, 60 º y 85 º".* UNE-EN ISO 2813. Madrid: AENOR, 2015.

AENOR. *"Pinturas y barnices. Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina".* UNE-EN ISO 9227. Madrid: AENOR, 2017.

AENOR. *"Aceites minerales aislantes en equipos eléctricos. Líneas directrices para su supervisión y mantenimiento".* UNE-EN 60422. Madrid: AENOR, 2013.

AENOR. *"Líquidos aislantes. Papeles y cartones impregnados en aceite. Determinación del contenido en agua por valoración culométrica automática de Karl Fischer".* UNE-EN 60814. Madrid: AENOR, 1999.

AENOR. *"Líquidos aislantes. Determinación de la acidez. Parte 1: Valoración potenciométrica automática".* UNE-EN 62021-1. Madrid: AENOR, 2004.

ASTM. *"Método de ensayo para la determinación de la tensión entre fases del aceite frente al agua por el método del anillo".* D971-12. West Conshohocken: ASTM, 2012.

AENOR. *"Líquidos aislantes. Medida de la permitividad relativa, del factor de disipación dieléctrica (tan δ) y de la resistividad en corriente continua".* UNE-EN 60247. Madrid: AENOR, 2004 + ERRATUM:2005.

BORRADOR

AENOR. *"Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método de ensayo".* UNE-EN 60156. Madrid: AENOR, 1997.

AENOR. *"Líquidos aislantes. Método de ensayo para la detección del azufre potencialmente corrosivo en aceite aislante usado y nuevo".* UNE-EN 62535. Madrid: AENOR, 2009.

AENOR. *"Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".* UNE-EN ISO/IEC 17025. Madrid: AENOR, 2017.

BORRADOR

adif ALTA VELOCIDAD

adif

BORRADOR

www.adif.es
www.adifaltavelocidad.es