



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**PROCEDIMIENTO
PRUEBAS DE PUESTA EN
SERVICIO DE INSTALACIONES
SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN**

KME 002 02.DOC

2ª Edición

Hoja 1 de 24

INDICE

1 OBJETO.....	3
2 ALCANCE.....	3
3 ABREVIATURAS UTILIZADAS	3
4 TENSIONES PROPIAS DEL CABLE Y SUS ACCESORIOS	4
5 DEFINICIONES.....	4
5.1 Tensión U_0.....	4
5.2 Tensión U.....	4
6 ENSAYOS A REALIZAR Y ORDEN DE LOS MISMOS.....	4
7 COORDINACIÓN Y SEGURIDAD DURANTE LAS PRUEBAS.....	5
8 ENSAYO SOBRE LA CUBIERTA DEL CABLE	6
8.1 REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE CUBIERTA	6
8.2 REQUISITOS DEL ENSAYO DE CUBIERTA	6
9 MEDIDAS DE PARÁMETROS ELECTRICOS	7
9.1 VERIFICACIÓN DE ORDEN DE FASES.....	7
9.1.1 Requisitos de la verificación de orden de fases	7
9.2 MEDIDA DE LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.....	7
9.3 MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LA PANTALLA	8
9.4 MEDIDA DE LA CAPACIDAD.....	9
9.5 MEDIDA DE LAS IMPEDANCIAS DIRECTA Y HOMOPOLAR.....	9
10 MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES	9
10.1 REALIZACIÓN DE LA MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES CON SISTEMA RESONANTE.....	10
10.2 REALIZACIÓN DE LA MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES CON SISTEMA DE BAJA FRECUENCIA (VLF).....	11
10.3 REALIZACIÓN DE LA MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES CON SISTEMA DE ONDA AMORTIGUADA (DAC)	11
10.4 REQUISITOS DE LA MEDICIÓN DE DESCARGAS PARCIALES	11

REALIZADA POR:
SUBDIRECCIÓN DE LÍNEAS AT

EDITADA EN: JUNIO 2004
REVISADA EN: DICIEMBRE 2009

APROBADA POR:
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

ÁMBITO:
ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

11 ENSAYO DE TENSIÓN SOBRE AISLAMIENTO.....	12
11.1 REALIZACIÓN DEL ENSAYO CON SISTEMA RESONANTE.....	12
11.2 REALIZACIÓN DEL ENSAYO A BAJA FRECUENCIA (VLF).....	13
11.3 REQUISITOS DEL ENSAYO.....	14
12 VERIFICACIÓN FINAL DE LA INSTALACIÓN Y DE LAS CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA.....	14
12.1 REQUISITOS DE LA VERIFICACIÓN.....	15
13 CONTROL DE CALIDAD	15
13.1 EQUIPOS DE ENSAYO.....	15
14 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LOS ENSAYOS	15
15 PROTOCOLO PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN	16
16 PROPIEDAD INTELECTUAL	16
ANEXO A:	17
FORMATOS DE ACTAS DE MEDICIONES Y ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO	17

REALIZADA POR:
SUBDIRECCIÓN DE LÍNEAS AT

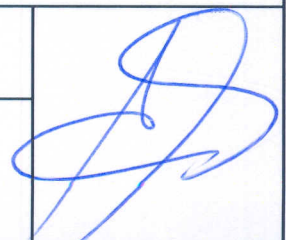
APROBADA POR:
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004

ÁMBITO:

REVISADA EN: DICIEMBRE 2009

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto definir los ensayos de puesta en servicio en instalaciones subterráneas de tensiones superiores a 36 kV, ejecutadas con cable seco de XLPE, que son requerimiento para confirmar las condiciones contractuales y permitir el traspaso de propiedad del contratista al cliente. En el futuro esta norma se irá adecuando a los avances tecnológicos que se vayan produciendo.

La finalidad de los ensayos que se realizan en campo sobre la instalación es comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios se han ejecutado correctamente.

Hay que tener en cuenta que el fin de estos ensayos no es demostrar que la fabricación de los cables y los accesorios es buena, para ello se requieren otro tipo de ensayos (ensayos de rutina, ensayos de precalificación y ensayos de tipo) que vendrán definidos en las normas de cable y de accesorios.

2 ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos las instalaciones con cables aislados de A.T. nuevos que vayan a ser propiedad de Endesa Distribución Eléctrica (EDE).

A pesar del gran interés de EDE de que toda instalación con cables nuevos sea comprobada antes de su conexión a la red, hay situaciones que imposibilitan que se puedan realizar todas las pruebas y ensayos de este procedimiento debido a:

- Imposibilidad de acceso con los medios necesarios a las instalaciones.
- Necesidad de manipular el interior de subestaciones blindadas que pueden condicionar la garantía o el buen funcionamiento de estas.
- Cables extremadamente cortos (< 30 m).

En estos casos se realizarán todas las pruebas y ensayos de este procedimiento que sean posibles y razonables, y se mantendrá la instalación 24 h en tensión antes de su puesta en servicio.

Esta última prueba se tratará de sustituir (cuando la tecnología este disponible y accesible comercialmente) por una puesta en tensión durante 2 h con medida de descargas parciales en los accesorios con la tensión de red durante este tiempo.

3 ABREVIATURAS UTILIZADAS

Las abreviaturas utilizadas en este procedimiento son:

AT	Alta Tensión
XLPE	Polietileno reticulado
kV	Kilovoltio
pC	Picoculombios
DPs	Descargas Parciales

VLF Very Low Frequency
DAC Damped Alternating Current
OWTS Oscilating Wave Test System

4 TENSIONES PROPIAS DEL CABLE Y SUS ACCESORIOS

Los cables y sus accesorios se designarán mediante las tensiones U_0/U (U_m), definidas en los apartados siguientes, para proporcionar información sobre la compatibilidad con la aparamenta y los transformadores (ver Tabla 1).

Tabla 1: Valores de U y U_0 .

Tensión Nominal de Red U (kV)	Tensión nominal del cable U_0/U (kV)
45 47	26/45
50 52 60 66 69	36/66
110 132 138	76/132
220 230	127/220

5 DEFINICIONES

5.1 Tensión U_0

Tensión nominal eficaz a frecuencia industrial, entre cada conductor y la pantalla o la cubierta, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

5.2 Tensión U

Tensión nominal eficaz a frecuencia industrial, entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

6 ENSAYOS A REALIZAR Y ORDEN DE LOS MISMOS

El orden de realización de los ensayos de puesta en servicio será el siguiente:

1. Ensayo de cubierta
2. Ensayo de Tensión sobre el Aislamiento
3. Ensayo de Descargas Parciales (DPs)
4. Medidas de parámetros eléctricos:
 - a. Verificación de Orden de Fases.
 - b. Medida de la Resistencia del Conductor.
 - c. Medida de la Resistencia de Pantalla.
 - d. Medida de la Capacidad.
 - e. Medida de la Impedancia Directa y Homopolar.
5. Verificación de conexiones de puesta a tierra

7 COORDINACIÓN Y SEGURIDAD DURANTE LAS PRUEBAS

La coordinación de actividades empresariales se gestionará según legislación vigente y procedimiento de Coordinación de Actividades Empresariales ENDESA-SGSST-PG.11. Según lo marcado en el RD 171/2004 la coordinación entre empresas concurrentes en el centro de trabajo, se completará a través de la presencia del Recurso Preventivo por cada una de dichas empresas y el intercambio de información entre ellos.

Para la prevención de riesgos laborales se deberán mantener las distancias volumétricas de aproximación a partes con tensión (NNM007). En estos trabajos se tendrán en cuenta tanto las preinscripciones incluidas en el RD 614/2001 sobre riesgo eléctrico como las Normas de operación de Endesa.

En cuanto a precauciones especiales:

- No se realizarán estos trabajos en condiciones atmosféricas adversas (tormenta eléctrica, granizo, etc.)
- Se suspenderán los trabajos cuando ocurran los citados fenómenos atmosféricos.
- En el momento de conectar o desconectar los conductores a ensayar, con los cables del equipo de ensayo, dichos conductores deberán estar puestos a tierra.
- Antes de conectar los cables del equipo de medida, comprobar el valor de tensión existente entre las tomas de PAT o entre una pinza auxiliar y los puntos de los conductores que se vayan a ensayar con el aparato de medida, no se efectuarán los ensayos cuando esta tensión sea igual o superior a 5V CA.
- No deberá modificarse el estado de la instalación y queda prohibido abrir o interrumpir la continuidad de cualquier conexión a tierra con todo o parte de la instalación en tensión.

La formación exigible para la realización de estas pruebas habrá de ser, como mínimo:

- Formación adecuada a los riesgos de la actividad y ajustada a la evaluación de riesgos del puesto de trabajo.
- Formación en técnicas de socorrismo para primeros auxilios.
- Formación en Prescripciones de seguridad para trabajos eléctricos, mecánicos en altura y para el manejo de los aparatos relativos a esta actividad.
- Conocimiento sobre la utilización de los EPI's a emplear dentro de la actividad.
- Conocimientos de las Normas de Operación de Endesa.
- Formación derivada del RD 614/2001 de Riesgo Eléctrico, siendo trabajador cualificado.

8 ENSAYO SOBRE LA CUBIERTA DEL CABLE

Previamente, se efectuará la inspección visual de la integridad del grafitado, en aquellos cables en los que sea posible revisar la integridad éste.

Durante el transporte, almacenamiento, manejo y tendido, el cable puede ser dañado accidentalmente; ya que los cables disponen de una protección exterior, se puede pensar que el aislamiento no estará dañado siempre y cuando la cubierta no lo esté. Esto se puede verificar mediante un ensayo después de tendido sobre la cubierta.

Este ensayo se considera adecuado para detectar daños serios sobre la cubierta. Además, después de cualquier reparación efectuada sobre el cable, es necesario repetir el ensayo para poder localizar cualquier otro daño posible.

8.1 REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE CUBIERTA

Este ensayo se realiza según el apartado 5 de la Norma UNE 21143 (CEI 60229) como se indica:

- Se aplicará una tensión de 10 kV en cc entre la pantalla metálica y tierra durante 1 minuto (para cubiertas de espesor igual o superior a 2,5 mm).

Para que el ensayo sea efectivo, es necesario que haya un buen contacto entre el tierra y toda la superficie exterior de la cubierta, para ello, y sobre todo en instalaciones bajo tubular, es necesario que exista una capa semiconductor sobre la cubierta para ayudar a este buen contacto (el grafitado de la cubierta es un método comúnmente aplicado).

Se dispondrá de un equipo de localización de perforaciones para este ensayo.

8.2 REQUISITOS DEL ENSAYO DE CUBIERTA

Para que el resultado del ensayo sea válido, no se debe producir ninguna perforación en la cubierta del cable.

En caso de producirse una perforación en la cubierta del cable:

1. Se localizará el punto de la perforación.
2. Se desenterrará el cable en este punto.
3. Se analizarán las causas de la perforación¹.
4. Se reparará la perforación de la cubierta si fuera posible. Si no fuera posible se deberán establecer las medidas adecuadas para garantizar la protección del cable en ese punto.
5. Se volverá a realizar el ensayo para poder localizar cualquier otro daño posible.

¹ Hay que tener en cuenta que una perforación en la cubierta del cable puede indicar un problema interno en el mismo y consecuentemente daños ocultos sobre el aislamiento.

9 MEDIDAS DE PARÁMETROS ELECTRICOS

9.1 VERIFICACIÓN DE ORDEN DE FASES

El objeto de esta tarea es realizar la comprobación y el timbrado de las fases para asegurarse de que no ha habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios.

9.1.1 Requisitos de la verificación de orden de fases

ENDESA facilitará la información a la empresa que realiza la verificación del orden de fases en los extremos de la instalación.

La verificación se realizará con la ayuda de un megóhmetro entre una fase y tierra aplicando una tensión de 500V y se repetirá sucesivamente sobre las diferentes fases.

En el caso de presentarse un cruzamiento de fases, se efectuarán medidas correctoras necesarias y se volverá a verificar la instalación.

9.2 MEDIDA DE LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

El valor de la resistencia del conductor es necesario para realizar el tarado de las protecciones según las condiciones reales de funcionamiento de la instalación.

La metodología para realizar este ensayo será la siguiente:

- En uno de los extremos de la instalación se conectará dos fases entre sí (fases "0" y "4").
- En el otro extremo de la instalación entre las dos mismas fases se conecta un óhmetro de calidad con resolución suficiente como para obtener una medida de, al menos, la centésima de ohmio.
- Esta misma medida se repetirá otras dos veces: una vez puenteando las fases "4" y "8" y otra puenteando las fases "8" y "0".
- Denominando A, B y C a los tres valores en ohmios obtenidos de las correspondientes mediciones de resistencia.

A = Valor medido de la resistencia de las fases "0" + "4".

B = Valor medido de la resistencia de las fases "4" + "8".

C = Valor medido de la resistencia de las fases "8" + "0".

Los resultados de la resistencia correspondiente a cada fase, se obtendrán de las expresiones:

$$R \text{ fase "0"} = (A + C - B) / 2$$

$$R \text{ fase "4"} = (B + A - C) / 2$$

$$R \text{ fase "8"} = (C + B - A) / 2$$

En la realización de este ensayo se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se adoptará como temperatura de medida la temperatura ambiente, a pesar de que la temperatura no es uniforme a lo largo de toda la línea.
- La conexión para realizar el puente entre las dos fases deberá tener la misma resistencia en las tres medidas o realizar la medida de la resistencia óhmica de dicha conexión (incluidos los contactos de las conexiones) en cada medida y restarla al valor medido. Esto es especialmente importante en tramos de cables cortos.

Criterio de Aceptación: La continuidad del cable se considerará aceptable si en ninguna de las tres medidas se obtiene un resultado de impedancia elevado.

El valor medido de la resistencia del conductor de cada una de las fases no deberá exceder del 10% del valor especificado por el fabricante.

En el caso de detectarse alguna discontinuidad en el cable:

- Se localizará el punto de la discontinuidad, descubriendo el cable en este punto.
- Se analizarán las causas y se reparará si fuera posible. Si no fuera posible se establecerán las medidas adecuadas.
- Se volverá a realizar el ensayo.

9.3 MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LA PANTALLA

Este ensayo se realizará de forma análoga a la medida de la resistencia del conductor. La única diferencia es que en este caso se puentearán las pantallas metálicas de dos fases entre sí, en lugar de puentear el conductor de dos fases entre sí.

Criterio de Aceptación: La continuidad de las pantallas metálicas se considerará aceptable si en ninguna de las tres medidas se obtiene un resultado de impedancia elevado.

El valor medido de la resistencia del conductor de cada una de las fases no deberá exceder del 10% del valor especificado por el fabricante.

En el caso de detectarse alguna discontinuidad en la pantalla:

- Se localizará el punto de la discontinuidad, descubriendo el cable en este punto.
- Se analizarán las causas y se reparará si fuera posible. Si no fuera posible se establecerán las medidas adecuadas.

- Se volverá a realizar el ensayo.

9.4 MEDIDA DE LA CAPACIDAD

La capacidad se deberá medir entre el conductor y la pantalla metálica. El valor medido no deberá exceder en más del 8% del valor nominal especificado por el fabricante.

El valor medido de la capacidad es necesario para realizar el tarado de las protecciones según las condiciones reales de funcionamiento de la instalación.

9.5 MEDIDA DE LAS IMPEDANCIAS DIRECTA Y HOMOPOLAR

Se deberá medir las Impedancia Directas y Homopolar (dadas a 25 °C). El valor medido de la impedancia homopolar es necesario para realizar el tarado de las protecciones según las condiciones reales de funcionamiento de la instalación.

10 MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES

Durante la instalación de los accesorios se pueden producir pequeñas vacuolas o cavidades, contaminaciones o protusiones en las diferentes interfaces. Estas irregularidades pueden producir descargas en las interfaces durante largos de períodos de tiempo, provocando perforaciones no deseadas y acortando la vida del sistema. Por lo tanto, es importante la detección de las Descargas Parciales (DPs) en una fase temprana de su aparición.

En la recomendación del grupo de trabajo WG 21.09 de CIGRE (Electa 173) en 1997 se indica que la combinación de ensayo de Descargas Parciales (DPs) y el ensayo en CA es un método aún más eficaz para la verificación de la instalación que solamente el ensayo en CA.

Las descargas parciales son un indicativo de la destrucción progresiva e irreversible de los aislamientos sólidos o mixtos, o de defectos puntuales del cable y/o de los accesorios instalados, por lo que las DPs juegan un papel de gran importancia tanto para la detección de defectos incipientes.

A pesar que la experiencia en sistemas de monitorización de DPs en cables de AT es aún limitada, se puede afirmar que los resultados obtenidos son vinculantes, no sin tener en cuenta la gran incertidumbre que genera el entorno en las medidas in-situ (problemática del ruido de alto valor inducido, que enmascara en muchas ocasiones las DPs).

Básicamente, nos encontramos dos problemas con la medida de DPs en instalación acabada. Primero la fuerte atenuación de señal a alta frecuencia característica de los cables de alta tensión puede reducir la amplitud de la señal de DP por debajo de un nivel detectable, en función de la distancias del origen de las DPs respecto al sensor de medida. Segundo, el sistema de medida debe ser capaz de distinguir entre diferentes fuentes de DPs y entre un impulso de DPs y ruido.

En una instalación correcta no deben existir DP internas al sistema de cable a las tensiones consideradas en estos ensayos. Sin embargo determinar que todas las señales detectadas son ruido o provienen de elementos externos, no siempre es posible, por lo que se admitirá como correcto valores de DPs menores de 20 pC.

Si el nivel de las DPs medido en el ensayo es inferior a 20 pC se dará por superado el ensayo.

Si se detecta actividad de DPs mayores o iguales a 20 pC y se puede asegurar que provienen del interior del sistema de cable se considerará la instalación defectuosa.

Si el nivel de ruido supera los 20 pC y no se puede discriminar con seguridad si existen DPs provenientes del sistema de cable, se tratará de localizar la fuente de las DPs mediante sensores de UHF u otro procedimiento fiable (prueba específica). Si se determina con seguridad la existencia o la no existencia de DPs provenientes del sistema de cable se considerará la instalación defectuosa o correcta, respectivamente. En otro caso, puesto que la tecnología actual no garantiza el conocimiento de la procedencia (internas, externas, ruido) de las DPs en todas las situaciones, se procederá a poner la instalación en servicio, previo establecimiento de un Plan de Seguimiento que garantizará una respuesta adecuada ante posibles contingencias de dichas líneas y que tendrá que estar operativo durante los dos meses siguientes a la puesta en servicio.

El Plan de Seguimiento deberá, como mínimo, contemplar el ajuste y revisión de las protecciones de la línea de AT en cuestión, de modo que se garantice el despeje de la posible falta sin afectar a otras instalaciones, así como un estudio de cargas de la porción de red que puede verse afectada realizado por Operación, con recomendación de medidas de operación y mantenimiento a adoptar.

En estos casos la entidad que realice la medición de las DPs, deberá de elaborar un informe que justifique la imposibilidad de un diagnóstico que marque la existencia, o la no existencia, de DPs provenientes del sistema de cable, con seguridad.

10.1 REALIZACIÓN DE LA MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES CON SISTEMA RESONANTE

El ensayo de DPs se realizará de acuerdo a la norma UNE 21-175/2 (CEI 60885-3), con una sensibilidad máxima de 20 pC.

La tensión de ensayo debe aumentarse progresivamente y mantenerse a $1,75 U_0$ durante 10 segundos, para reducirla luego lentamente hasta $1,5 U_0$ ($1,4 U_0$ para instalaciones de 220 kV).

En el caso de instalaciones, que bien en parte, bien en su totalidad, han permanecido previamente en servicio, la tensión de ensayo se aumentará progresivamente hasta $1,4 U_0$ (tensiones ≤ 66 kV) o $1,2 U_0$ (>66 kV) y tras 10 segundos comenzarán a realizarse las medidas.

10.2 REALIZACIÓN DE LA MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES CON SISTEMA DE BAJA FRECUENCIA (VLF)

Este sistema sólo será aplicable en tensiones ≤ 66 kV. El ensayo de DPs se realizará a frecuencias no inferiores a 0,1 Hz, con forma de onda según lo establecido en la norma IEC 60060-3 apartado 9 y con una sensibilidad máxima de 20 pC.

La tensión de ensayo debe aumentarse progresivamente y mantenerse a $1,75 U_0$ durante 10 segundos, para reducirla luego lentamente hasta $1,5 U_0$.

En el caso de instalaciones, que bien en parte, bien en su totalidad, han permanecido previamente en servicio, la tensión de ensayo se aumentará progresivamente hasta $1,4 U_0$ y tras 10 segundos comenzarán a realizarse las medidas.

10.3 REALIZACIÓN DE LA MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES CON SISTEMA DE ONDA AMORTIGUADA (DAC)

El ensayo de DPs se realizará en una frecuencia próxima a la de la red (siempre en un rango de 20 Hz a 300 Hz), según lo establecido en la norma IEC 60060-3 apartado 10 y con una sensibilidad máxima de 20 pC.

La tensión de ensayo debe aumentarse linealmente la tensión hasta un valor $1,75 U_0$ dejando posteriormente el sistema oscilante desconectado de la fuente de tensión hasta que la onda generada quede amortiguada.

En el caso de instalaciones, que bien en parte, bien en su totalidad, han permanecido previamente en servicio, la tensión de ensayo se aumentará linealmente hasta $1,4 U_0$ (tensiones ≤ 66 kV) o $1,2 U_0$ (> 66 kV).

10.4 REQUISITOS DE LA MEDICIÓN DE DESCARGAS PARCIALES

La amplitud de la descarga a la tensión de prueba según el caso, no debe ser superior a 20 pC.

En las situaciones donde se tenga un nivel de ruido electromagnético equiparable, se realizarán actuaciones a fin de minimizarlo.

Si el sistema de puesta a tierra de las pantallas de la instalación a ensayar es con cruzamiento de pantallas (cross bonding), previamente a la medición de descargas parciales se conectarán las pantallas de cada fase de forma directa. Posteriormente se volverán a conectar las pantallas con sus cruzamientos originales.

En el caso de considerarse la instalación incorrecta:

1. Se localizará la fuente de las descargas.
2. Se desmontará el accesorio.
3. Se analizará la causa de las descargas.
4. Se volverá a montar otro nuevo.
5. Se volverá a realizar el ensayo.

11 ENSAYO DE TENSIÓN SOBRE AISLAMIENTO

El propósito del ensayo es chequear la calidad de la instalación sometiendo el aislamiento a niveles de tensión superiores a los de servicio. En el ensayo de tensión sobre aislamiento podrán utilizarse los siguientes métodos, a criterio de EDE:

- Ensayo resonante. Aplicable a instalaciones de todas las tensiones.
- Ensayo a Baja Frecuencia (VLF). Este ensayo solo podrá aplicarse a cables de tensión inferior o igual a 66 kV.

11.1 REALIZACIÓN DEL ENSAYO CON SISTEMA RESONANTE

El ensayo de tensión sobre aislamiento se realizará mediante un sistema resonante (figura 1) de frecuencia variable en CA según norma IEC 60840 (rango 20 Hz - 300 Hz) aplicando tensión entre el conductor del cable y la pantalla metálica según lo marcado en Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3

Tensión del cable (U ₀ /U)	Tensión de ensayo	Tipo instalación	Duración
26/45kV	2,0 x U ₀	crítica	1 hora
36/66kV	2,0 x U ₀		
76/132kV	1,7 x U ₀	todas	
127/220kV	1,4 x U ₀		

Para ampliaciones de instalaciones que, bien en parte, bien en su totalidad, han permanecido previamente en servicio, en las que se hayan realizado obras de ampliación y que hayan de ser ensayadas involucrando al conjunto de la instalación, ampliada, a fin de evitar el sometimiento de la instalación antigua a un estrés excesivo se tomarán los valores siguientes (Tabla 4):

Tabla 4

Tensión del cable (U ₀ /U)	Tensión de ensayo	Duración
26/45kV	1,4 x U ₀	1 hora
36/66kV	1,4 x U ₀	
76/132kV	1,2 x U ₀	
127/220kV	1,2 x U ₀	

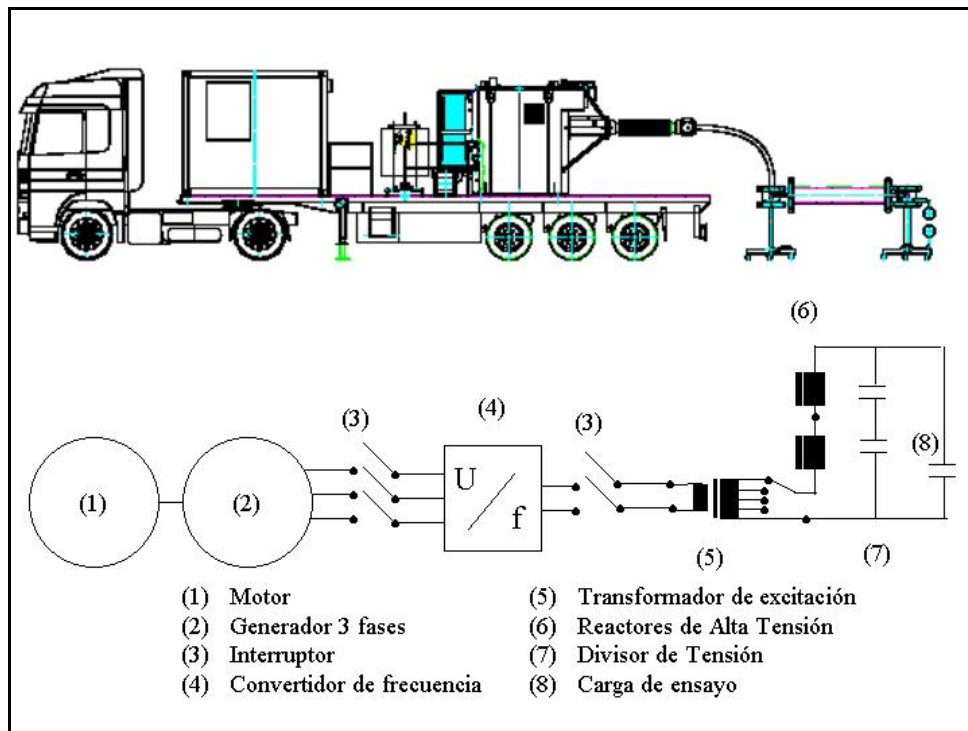


Figura 1: Equipo para ensayo con sistema resonante sobre camión, con filtro de alta tensión para la medida de DPs y esquema de los principales componentes de un equipo resonante.

La longitud máxima que se puede ensayar dependerá de la capacidad del cable (que depende del espesor de aislamiento, de la sección del conductor y del material utilizado como aislamiento), reactancia del equipo de ensayo, tensión de ensayo y frecuencia de ensayo.

Dependiendo de la tensión de ensayo y de la capacidad del cable el sistema puede requerir una extensión con una segunda reactancia que se conectará en serie o en paralelo según se requiera.

Debido a las dimensiones del equipo de ensayo puede ocurrir que éste no pueda situarse cercano a la instalación del cable. Estos casos pueden requerir un cable adicional (de las mismas características que el que se quiere ensayar) equipado con un terminal adecuado para conectarlo a la instalación a ensayar.

Se dispondrá de un equipo de localización de perforaciones para este ensayo.

11.2 REALIZACIÓN DEL ENSAYO A BAJA FRECUENCIA (VLF)

Ensayo a baja frecuencia (para frecuencias no inferiores a 0,1 Hz, con forma de onda según lo establecido en la norma IEC 60060-3 apartado 9) aplicando tensión entre el conductor del cable y la pantalla metálica según lo marcado en Tabla 5 y Tabla 6.



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

PROCEDIMIENTO

PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO DE INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN

KME 002 02.DOC

2ª Edición

Hoja 14 de 24

Tabla 5

Tensión del cable (U_0/U)	Tensión de ensayo	Duración
26/45kV	2,0 x U_0	1 hora
36/66kV		

Tabla 6 (instalaciones con permanencia previa en servicio)

Tensión del cable (U_0/U)	Tensión de ensayo	Duración
26/45kV	1,4 x U_0	1 hora
36/66kV	1,4 x U_0	

11.3 REQUISITOS DEL ENSAYO

Para que el resultado del ensayo sea válido, no se debe producir ninguna perforación en el aislamiento del cable ni en los accesorios.

En caso de producirse una perforación:

1. Se localizará el punto de la perforación.
2. Se desenterrará el cable en este punto.
3. Se analizará la causa de la perforación².
4. Se sustituirá la zona del cable dañada por un tramo de cable nuevo, realizándose los empalmes necesarios.
5. Se volverá a realizar el ensayo para poder localizar cualquier otro daño posible.

12 VERIFICACIÓN FINAL DE LA INSTALACIÓN Y DE LAS CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA

Una vez realizadas todas las medidas y ensayos, se verificarán las conexiones a tierra (pantallas de cable, accesorios, ...) según lo indicado en el proyecto, tomando medida de la resistencia de los distintos puntos de puesta a tierra.

Será responsabilidad común del responsable de los ensayos (supervisión y control de calidad) y del director del proyecto, la verificación de la instalación final y la aceptación de las medidas/ensayos, en coordinación con el instalador/ fabricante del cable.

Ambos, junto con el responsable de explotación, firmarán el documento del Anexo A (Acta Final) como documento de entrega a EXPLOTACIÓN de la instalación en perfectas condiciones para su puesta en servicio.

² Hay que tener en cuenta que una perforación en el aislamiento del cable puede indicar un problema de calidad durante la fabricación y/o transporte del mismo o un problema de calidad en la labor del tendido.

12.1 REQUISITOS DE LA VERIFICACIÓN

Se recuperará el conexionado de las pantallas según especificaciones del proyecto, teniendo especial atención en el conexionado de los descargadores en single point.

Si hay diferencias:

1. Se realizará de nuevo la conexión en el punto donde no está bien conectada.

13 CONTROL DE CALIDAD

13.1 EQUIPOS DE ENSAYO

Todos los equipos utilizados en la realización de ensayos deberán estar calibrados realizándose los ensayos dentro del período de validez de su calibración.

14 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LOS ENSAYOS

Durante los ensayos, el técnico responsable verificará que los trabajos realizados están de acuerdo con la presente Norma.

La entidad que realice los ensayos deberá entregar el Acta de resultados de ensayos según el Anexo A. Estas Actas de Resultados de ensayos irán firmadas por:

1. La entidad que realiza el ensayo, tanto lo realice directamente o subcontratado. En este último caso, se especificará quién es la entidad subcontratada para realizar el ensayo.
2. La entidad encargada del Control de Calidad de la Instalación, que realizará la supervisión de los ensayos.
3. Endesa Distribución (Director del Proyecto).
4. Responsable de Explotación (Acta Final)

El Dossier de Resultados de Ensayos contendrá la siguiente información:

- Los ensayos de puesta en servicio realizados y el orden de los mismos según Actas Anexo A.
- El personal que ha estado presente en la realización de los ensayos, según Actas Anexo A.
- El resultado de cada una de las pruebas realizadas y las decisiones y medidas tomadas en el caso de que no hubieran dado correctamente, según Actas Anexo A e Informes Adicionales complementarios (si fueran necesarios).
- Se adjuntará copia de los certificados de calibración de los equipos.

15 PROTOCOLO PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

Dada las particularidades que presentan los sistemas de distribución de Alta Tensión, se hace necesario que la toma de la decisión de puesta o no en servicio de la instalación/instalaciones sea consensuada entre las diversas partes implicadas, en función del conocimiento de la instalación de cada una de ellas (Laboratorio, Director Proyecto y Explotación), de modo que cada parte opine en función de sus responsabilidades para con la instalación (para ello se genera un nuevo acta, acta final, que refrendará el conocimiento de todas las partes).

Tras los ensayos de Descargas Parciales (primera prueba y prueba de revisión, si es necesaria, el Técnico o Director del Proyecto habrá de dar, o no, su aceptación a dichas pruebas. En caso de que el nivel de ruido fuera tal que pudiese estar enmascarando valores de DPs no admisibles y existiesen dudas sobre la fiabilidad de los ensayos, la ACEPTACIÓN/NO ACEPTACIÓN de las pruebas de DPs ha de ser consensuada entre el Director del Proyecto y el Responsable de Explotación.

Una vez hayan sido realizados los ensayos en la secuencia marcada y se hayan cumplimentado las correspondientes actas, se procederá a conformar el acta final, donde se plasmará el resumen de los ensayos. Esta acta será cumplimentada por todas las partes implicadas, a saber, el Laboratorio, el Director del Proyecto y el Responsable de Explotación, a fin de consensuar en base a las mediciones obtenidas, la puesta en servicio o no de la instalación.

Cuando se albergasen dudas sobre la existencia de defectos detectados mediante DPs que no se puedan determinar con mayor seguridad, se cumplimentará un acta de recepción provisional de la instalación, se elaborará un plan de contingencia y se pondrá en servicio la instalación. Durante 2 meses a partir de esta puesta en servicio se realizará un seguimiento de la instalación y si no se detectase un problema claro o un empeoramiento en las medidas de DPs se procederá a la confección del acta final, dándose por buena la instalación.

La calificación de alguno de los ensayos como NO APTO conllevará la no aptitud de la instalación, por lo que no será puesta en servicio.

16 PROPIEDAD INTELECTUAL

El contenido de este documento es una obra propiedad intelectual cuya explotación y divulgación corresponde, de forma exclusiva, a Endesa Distribución.

En consecuencia, cualquier reproducción total o parcial de su contenido o, alternativamente, cualquier divulgación o explotación del mismo, deberá contar con la autorización expresa de esta Empresa.



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**PROCEDIMIENTO
PRUEBAS DE PUESTA EN
SERVICIO DE INSTALACIONES
SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN**

KME 002 02.DOC

2ª Edición

Hoja 17 de 24

ANEXO A:

FORMATOS DE ACTAS DE MEDICIONES Y ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO

			ACTA N°:
REALIZADO POR:		SUPERVISADO POR:	
ENTIDADES PRESENTES:			
DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:			CONTRATO:
PETICIONARIO:			
EQUIPO DE ENSAYO:			
FECHA ENSAYO:		AÑO:	DIA-MES:

TENSIÓN DEL CABLE:			
26/45kV	36/66kV	76/132Kv	127/220kV

RESULTADOS DE MEDIDA ORDEN DE FASES		ORDEN DE LA MEDIDA:	
FASE 1:		Longitud:	
RESULTADO:			
FASE 2:		Longitud:	
RESULTADO:		Longitud:	
FASE 3:		Longitud:	
RESULTADO:		Longitud:	
OBSERVACIONES:			

RESULTADOS MEDIDA RESISTENCIA CONDUCTOR			ORDEN DE LA MEDIDA:	
FASE 1:				
RESULTADO:	Longitud:	RESISTENCIA FABRICANTE:		
FASE 2:				
RESULTADO:	Longitud:	RESISTENCIA FABRICANTE:		
FASE 3:				
RESULTADO:	Longitud:	RESISTENCIA FABRICANTE:		
ACEPTACIÓN ($\leq 10\%$ VALOR DEL FÁBRICANTE)		APTO	NO APTO	
OBSERVACIONES:				

RESULTADOS MEDIDA RESISTENCIA DE PANTALLA			ORDEN DE LA MEDIDA:	
PANTALLA FASE 1:				
RESULTADO:	Longitud:	RESISTENCIA FABRICANTE:		
PANTALLA FASE 2:				
RESULTADO:	Longitud:	RESISTENCIA FABRICANTE:		
PANTALLA FASE 3:				
RESULTADO:	Longitud:	RESISTENCIA FABRICANTE:		
ACEPTACIÓN ($\leq 10\%$ VALOR DEL FÁBRICANTE)		APTO	NO APTO	
OBSERVACIONES:				

RESULTADOS MEDIDA CAPACIDAD DEL CONDUCTOR		ORDEN DE LA MEDIDA:
CAPACIDAD FASE 1:		
RESULTADO:	Longitud:	RESULTADO:
CAPACIDAD FASE 2:		
RESULTADO:	Longitud:	RESULTADO:
CAPACIDAD FASE 3:		
RESULTADO:	Longitud:	RESULTADO:
ACEPTACIÓN ($\leq 8\%$ VALOR DEL FÁBRICANTE)	APTO	NO APTO
OBSERVACIONES:		

RESULTADOS MEDIDA IMPEDANCIAS DIRECTAS Y HOMOPOLAR		ORDEN DE LA MEDIDA:
IMPEDANCIA DIRECTA:		
RESULTADO:		
IMPEDANCIA HOMOPOLAR:		
RESULTADO:		
OBSERVACIONES:		

Realizado por:

Supervisado por:

Director de Proyecto:

Fd^o Fd^o Fd^o

			ACTA N°:
REALIZADO POR:		SUPERVISADO POR:	
ENTIDADES PRESENTES:			
DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:			CONTRATO:
PETICIONARIO:		PROCEDIMIENTO DE MEDIDA UTILIZADO:	
EQUIPO DE ENSAYO:			
FECHA ENSAYO:		AÑO:	DIA-MES:
TENSIÓN DEL CABLE / TENSIÓN DE ENSAYO:			
26/45kV	36/66kV	76/132kV	127/220kV
PASOS REALIZADOS PARA REALIZAR LA MEDIDA:			

RESULTADOS DE MEDIDA:		ORDEN DE LA MEDIDA:	
TIPO CABLE:	1º PRUEBA	PRUEBA ESPECÍFICA (SI PROCEDE)	
AMPLITUD DE DESCARGA (pC):			
ACEPTACIÓN PRIMERA PRUEBA	APTO	NO APTO	
ACEPTACIÓN PRUEBA ESPECÍFICA	APTO	NO APTO	
OBSERVACIONES:			

RESULTADOS DE MEDIDA:		ORDEN DE LA MEDIDA:	
Nº EMPALMES:	TIPO:		
	1º PRUEBA	PRUEBA ESPECÍFICA (SI PROCEDE)	
AMPLITUD DE DESCARGA (pC):			
ACEPTACIÓN PRIMERA PRUEBA	APTO	NO APTO	
ACEPTACIÓN PRUEBA ESPECÍFICA	APTO	NO APTO	
OBSERVACIONES:			
Nº TERMINALES:	TIPO:		
	1º PRUEBA	PRUEBA ESPECÍFICA (SI PROCEDE)	
AMPLITUD DE DESCARGA (pC)::			
ACEPTACIÓN PRIMERA PRUEBA	APTO	NO APTO	
ACEPTACIÓN PRUEBA ESPECÍFICA	APTO	NO APTO	
OBSERVACIONES:			

Realizado por:

Supervisado por:

Director de Proyecto:

Resp. de Explotación :

Fd° Fd° Fd° Fd°

		ACTA N°:
REALIZADO POR:	SUPERVISADO POR:	
ENTIDADES PRESENTES:		
DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:	CONTRATO:	
PETICIONARIO:		
EQUIPO DE ENSAYO:		
FECHA ENSAYO:	AÑO:	DIA-MES:

TENSIÓN DEL CABLE / TENSIÓN DE ENSAYO:			
26/45kV	36/66kV	76/132kV	127/220kV
2,0/1,4 x U ₀ / 1 hora (fase-tierra)	1,7/1,2 x U ₀ / 1 hora (fase-tierra)	1,4/1,2 x U ₀ / 1 hora (fase-tierra)	

RESULTADOS DE ENSAYO:		ORDEN DEL ENSAYO:	
FASE 1:		Longitud:	
TENSIÓN APLICADA:	kV	DURACIÓN:	minutos
RESULTADO:			
OBSERVACIONES:			
FASE 2:		Longitud:	
TENSIÓN APLICADA:	kV	DURACIÓN:	minutos
RESULTADO:			
OBSERVACIONES:			
FASE 3:		Longitud:	
TENSIÓN APLICADA:	kV	DURACIÓN:	minutos
RESULTADO:			
OBSERVACIONES:			

Realizado por:

Supervisado por:

Director de Proyecto:

Fd° Fd° Fd°

		ACTA N°:
REALIZADO POR:	SUPERVISADO POR:	
ENTIDADES PRESENTES:		
DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:	CONTRATO:	
PETICIONARIO:		
EQUIPO DE MEDIDA:		
FECHA MEDIDAS:	AÑO:	DIA-MES:

TENSIÓN DEL CABLE:			
26/45kV	36/66kV	76/132kV	127/220kV

RESULTADOS DE LA MEDIDA:	ORDEN DE LA MEDIDA:
Nº EMPALMES:	
RESULTADO CONEXIÓN A TIERRA DE LAS PANTALLAS EN PUNTOS DE EMPALME:	
OBSERVACIONES:	
Nº TERMINALES:	
RESULTADO CONEXIÓN A TIERRA DE LAS PANTALLAS EN PUNTOS DE TERMINAL:	
OBSERVACIONES:	

<p>Se han verificado las conexiones de pat, revisado los aprietes y garantizado la continuidad de la mismas. Tras la revisión pertinente la instalación queda verificada en su totalidad.</p>

Realizado por:

Supervisado por:

Director de Proyecto:

Fd° Fd° Fd°

		ACTA N°:
REALIZADO POR:	SUPERVISADO POR:	
ENTIDADES PRESENTES:		
DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:	CONTRATO:	
PETICIONARIO:		
FECHA ACTA FINAL:	AÑO:	DIA-MES:

TENSIÓN DEL CABLE / TENSIÓN DE ENSAYO:			
26/45kV	36/66kV	76/132kV	127/220kV

RESULTADOS DE ENSAYOS Y MEDIDAS:		
ENSAYO DE AISLAMIENTO SOBRE CUBIERTA	APTO	NO APTO
ENSAYO DE TENSIÓN SOPORTADA	APTO	NO APTO
MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES	APTO	NO APTO
MEDIDA DE RESISTENCIA DE CONDUCTOR	APTO	NO APTO
MEDIDA DE RESISTENCIA DE PANTALLA	APTO	NO APTO
MEDIDA DE RESISTENCIA DE CABLES	APTO	NO APTO
MEDIDA DE LA CAPACIDAD DE CABLES	APTO	NO APTO
VERIFICACIÓN FINAL Y DE CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA	APTO	NO APTO

Laboratorio/Entidad Ctrl. Calidad: Director de Proyecto:

Responsable de Explotación:

Fd° Fd° Fd°

ACEPTACIÓN DE INSTALACIÓN

		ACTA N°:
REALIZADO POR:	SUPERVISADO POR:	
ENTIDADES PRESENTES:		
DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN:	CONTRATO:	
PETICIONARIO:		
EQUIPO DE ENSAYO:		
FECHA ENSAYO:	AÑO:	DIA-MES:

TENSIÓN DEL CABLE / TENSIÓN DE ENSAYO:			
26/45kV	36/66kV	76/132kV	127/220kV
Se aplicará una tensión de 10 kV en cc entre la pantalla metálica y tierra durante 1 minuto (cubiertas de espesor igual o superior a 2,5 mm)			

RESULTADOS DE ENSAYO:		ORDEN DEL ENSAYO:	
FASE 1:		Longitud:	
TENSIÓN APLICADA:	kV	DURACIÓN:	minutos
RESULTADO:			
OBSERVACIONES:			
FASE 2:		Longitud:	
TENSIÓN APLICADA:	kV	DURACIÓN:	minutos
RESULTADO:			
OBSERVACIONES:			
FASE 3:		Longitud:	
TENSIÓN APLICADA:	kV	DURACIÓN:	minutos
RESULTADO:			
OBSERVACIONES:			

Realizado por:

Supervisado por:

Director de Proyecto:

Fd° Fd° Fd°