

INDICE

1	OBJETO	2
2	ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
3	PREVENCIÓN DE RIESGOS, FORMACIÓN E INCIDENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE.....	2
4	ÁMBITO DE RESPONSABILIDAD	3
5	VERIFICACIONES Y ENSAYOS A REALIZAR	3
5.1	Medición de la continuidad y resistencia óhmica de la pantalla metálica.....	3
5.2	Verificación de la integridad de la cubierta.	4
5.3	Verificación del estado del aislamiento del conductor.....	6
6	MEDIOS DE EJECUCIÓN.....	8
7	DESCRIPCIÓN DEL IMPRESO DE INSPECCIÓN DEL CABLE	9
7.1	Descripción de los códigos de la Inspección.....	12
8	NOTAS TÉCNICAS.....	13
8.1	Concepto Electrical Treeing	13
8.2	Tensión de prueba del aislamiento.	14
8.3	Tiempo de descarga de los cables.....	14
8.4	Tensión de prueba en los tramos mixtos.	14
9	NORMAS, DOCUMENTOS Y REGLAMENTOS	15
10	TERMINOLOGÍA	15
11	ANEXO: IMPRESO DE INSPECCIÓN CABLE.....	16

REALIZADA POR:

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
Dirección Técnica – Operaciones

APROBADA POR:

DIRECCIÓN TÉCNICA

Vº Bº

EDITADA EN: Abril 99

REVISADA EN:

ÁMBITO:

DISTRIBUCIÓN

1 OBJETO

Definir el procedimiento para efectuar los ensayos de los cables unipolares de MT (hasta 30 kV) y sus accesorios, antes de su puesta en servicio en la red de Distribución del Grupo ENDESA.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento se aplicará en todos los nuevos tendidos de las líneas subterráneas de MT antes de su puesta en servicio, tanto para los tendidos realizados por el Grupo ENDESA, como los realizados por el propio cliente, como factor de calidad y antes de emitir la certificación de finalización de la obra.

No se aplicará este procedimiento, para realizar el diagnóstico del estado del cable en tramos de la red en explotación. El tramo de cable se probará una vez concluidos sus accesorios y toda manipulación necesaria para su instalación.

En los casos de tramos mixtos (cables nuevos instalados enlazados con otros que han estado en explotación, se aplicarán los criterios siguientes :

- Se ensayará el tramo nuevo aplicando las instrucciones del procedimiento.
- Se ensayará solo el aislamiento en todo el tramo del cable, con las uniones realizadas y todos los accesorios, a **1,7 U_o**. La tensión U_o corresponderá al menor de los valores de los cables que conforman la línea.

3 PREVENCIÓN DE RIESGOS, FORMACIÓN E INCIDENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE

Para trabajos en un CD con riesgo de contacto con partes sometidas a potencial en MT o BT, serán aplicables las normas de Seguridad en cuanto a verificación de ausencia de tensión, PaT y bloqueo de todas las posibles fuentes de tensión.

En las proximidades de las zonas descritas, el contacto con partes metálicas constituye un riesgo que se deberá evitar, utilizando guantes aislantes homologados para la tensión existente.

Precauciones especiales:

- **No se** realizarán estos trabajos en condiciones atmosféricas adversas (tormenta eléctrica, granizo, etc.).
- **Se suspenderá el trabajo** 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**, debiendo asimismo emplearse los guantes aislantes, además de alfombra aislante o banqueta, homologadas para la tensión existente.

- **Antes** de conectar los cables del equipo de medida, comprobar el valor de tensión existente entre las tomas de PaT o entre una pica auxiliar y los puntos de los conductores que se van a ensayar con el aparato de medida; no se efectuarán los ensayos cuando esta tensión sea igual o superior a 5 V CA,.
El valor de la tensión se anotará en la hoja de revisión
- **No deberá modificarse el estado de la instalación** y queda prohibido abrir o interrumpir la continuidad de cualquier conexión de tierra con todo o parte de la instalación en tensión.
- **Formación del personal.**
Conocimientos base: electricidad a nivel de fp-2, interpretación y seguimiento de esquemas eléctricos y manejo de los aparatos de medida convencionales.
Conocimientos específicos: redes de distribución (tecnologías, estructura, cables, etc.), técnicas de fabricación, tendido, características y comportamiento de los cables subterráneos; normas de trabajos en instalaciones eléctricas de AT, MT y BT, prescripciones de seguridad y primeros auxilios, maniobras y descargos, aplicación práctica de los métodos relativos al procedimiento, comprensión de los efectos derivados de la aplicación de la tensión de c.c. a los cables de nuevos instalados [**Apartado notas técnicas**].
- Para realizar estos trabajos, el equipo humano será de dos personas, una de estas con la capacitación contrastada como responsable del equipo, y la segunda, conocedora de los métodos, y que actuará como ayuda y complemento del responsable.

4 ÁMBITO DE RESPONSABILIDAD

Corresponde al personal de la zona, como responsable de sus instalaciones y de la contratación y seguimiento de las obras, garantizar la calidad en la aplicación de este procedimiento.

5 VERIFICACIONES Y ENSAYOS A REALIZAR

5.1 Medición de la continuidad y resistencia óhmica de la pantalla metálica.

De las diferentes funciones que realiza la pantalla destacan, la de conservación del campo radial y la evacuación a tierra de las corrientes de defecto, por tanto, es importante que no exista discontinuidad o disminución de la sección efectiva en toda la longitud del tramo.

La pérdida del campo radial por rotura de la pantalla o el calor generado por las elevadas corrientes de cortocircuito, caso de disminución de la sección efectiva de la

misma, pueden causar deterioros en el aislamiento que lo incapacitarán para el servicio, (estos efectos suelen encontrarse frecuentemente en empalmes mal confeccionados).

Por las razones expuestas, es de importancia capital para la conservación de la vida útil de los cables, la comprobación de la calidad de la pantalla y, caso de existir fallos en la misma, la localización y reparación inmediata de los defectos encontrados.

Método operativo:

- Las pantallas de los tres cables se unirán entre sí en un extremo y se dejarán desconectadas de tierra; no obstante, la conexión de las tres pantallas entre sí, deberá realizarse correctamente para no introducir resistencia adicional.
- Medida de la continuidad: En el otro extremo se conectará el medidor correspondiente entre dos pantallas formando las tres combinaciones suficientes para garantizar la medida en las tres fases. El resultado de la medida de considerará correcto cuando los tres resultados de medir las pantallas dos a dos, arrojen valores próximos a 0Ω .
- Medida de la resistencia óhmica: Al igual que se ha descrito anteriormente, se procederá a medir con un óhmetro de calidad, que proporcione valores de resistencias de –al menos –, unidades de Ohmio con una cifra decimal, con resolución mínima de 0,1 Ohmio.

Si llamamos A, B y C a los tres valores (en Ohmios), obtenidos en las correspondientes mediciones de resistencia

A = Valor medido entre las fases 1 + 2

B = Valor medido entre las fases 2 + 3

C = Valor medido entre las fases 3 + 1

Los resultados de las resistencias correspondientes a cada fase, se obtendrán de las expresiones:

$$R1 = (A + C - B) / 2$$

$$R2 = (B + A - C) / 2$$

$$R3 = (C + B - A) / 2$$

Los resultados anteriores se considerarán correctos cuando sean inferiores a 1,24 Ohm / km ó estén próximos a dicho valor (Norma Endesa DND001 [1]).

- Si en las mediciones anteriores se detectaran defectos, se procederá a la reparación de los mismos aplicando el procedimiento específico y a su reparación.

5.2 Verificación de la integridad de la cubierta.

A veces, durante el proceso de instalación de los cables o por acciones derivadas de la actuación de terceros, se provocan agresiones o lesiones que pueden afectar a sus elementos constitutivos, estas agresiones van a ser determinantes para la vida útil de los cables.

Generalmente las agresiones más frecuentes originadas en el proceso de instalación suelen afectar a la cubierta en forma de roturas o desgarros, pero sin incidencia o deterioro en los elementos internos de los cables; pantalla, capa semiconductor y aislamiento. Estos mismos defectos pueden originarse durante la explotación por diversas causas; roedores, obras, máquinas excavadoras, sobre tensión en pantalla, etc.

Es conocido el fenómeno de las arborescencias que se provocan en el aislamiento de los cables, de ellas, las húmedas son las que más inciden en la pérdida de la rigidez dieléctrica del aislamiento; sin embargo el mecanismo de formación de las arborescencias es poco conocido, pero se constata que se producen cuando se concatenan presencia de agua o humedad - que normalmente penetra por los posibles fallos de cubierta que se pretenden identificar -, en el aislamiento, en presencia de tensión que genere valores de campo eléctrico igual o mayores de 1,5 kV / .mm [6] .

Es pues de importancia capital para la durabilidad del nuevo cable, garantizar que en el proceso de instalación no se han generado defectos que permitan la penetración de agua o humedad en el interior de los cables; éste es el objeto de la presente prueba.

La norma GE DND001 define que el grosor de cubierta será de al menos 2 mm. La norma UNE 21.143, referida a los ensayos para la cubierta exterior, especifica que ésta debe soportar 4 kV por milímetro de espesor, para ensayos dieléctricos.

Para los tendidos del Grupo ENDESA, la tensión de prueba aplicable en el ensayo de la cubierta del cable una vez completada su instalación, será de **8 kV**, con una duración de **1 minuto**.

Método operativo:

- Se desconectarán las pantallas de los tres cables entre sí, comprobando que no existe posibilidad de contacto accidental durante la medida, de contactos con masas metálicas o tierra, ni de contactos entre ellas mismas.
- Se le aplicará de forma progresiva la tensión del nivel establecido y durante el tiempo indicado, entre cada fase y la red de tierra de la instalación o en su defecto se instalará una toma de tierra provisional ex profeso.

La cubierta se dará por correcta cuando la tensión aplicada permanezca estable durante el tiempo de prueba, estando asimismo estable la corriente de fuga, siendo ésta inferior o sensiblemente parecida a 1,5 mA / kM [UNE 21-143].

- Si la cubierta no soporta la tensión de ensayo, o la corriente de fuga fuera superior a la indicada, se procederá según indica el procedimiento específico para la localización de la o las averías de la misma, y a su posterior reparación.

5.3 Verificación del estado del aislamiento del conductor.

La finalidad de esta prueba es asegurar que en los distintos procesos de la instalación no se ha agredido o afectado el aislamiento del cable, de forma que éste no pueda ponerse en servicio o lo hiciera en precario. El ensayo del cable respecto a la medición de la rigidez dieléctrica del aislamiento, ya se ha efectuado en fábrica; con ésta prueba se pretende realizar la puesta en servicio del cable con las suficientes garantías.

- ***El Riesgo previo de dañar un cable nuevo depende esencialmente de la constante de tiempo en la descarga del cable y de este modo del valor de la resistencia de descarga empleada. Nunca descargar en cortocircuito un cable que ha sido ensayado con tensión en C.C.***

Esta prueba se complementa con la comprobación de la integridad de la cubierta; generalmente los daños que afectan al aislamiento, están ocasionados por golpes o punzonamientos, y afectarán también a la cubierta en forma de desgarros o perforaciones, pero la práctica sanciona que en ciertos casos, la diagnosis de cubierta ha resultado correcta, y podía estar afectado el aislamiento.

Método operativo:

- Aunque para la realización y para el resultado de esta prueba es indiferente el estado de conexión de las pantallas metálicas con respecto a tierra - conectadas o no a la red de tierra de protección -, al igual que en los ensayos anteriores, se mantendrán las pantallas aisladas de tierra y aisladas entre sí.
- Siguiendo las normas de utilización proporcionadas por el fabricante del equipo de prueba utilizado, se realizarán las medidas sometiendo una a una las diferentes fases, a una tensión continua de prueba de **4 U_o**, aplicada entre conductor y pantalla, durante un tiempo de **5 minutos** [UNE 21-123-91/1-14.4d].

NOTA: Se define U_o como la tensión de fase o tensión simple nominal asignada para el cable, que viene impresa de forma indeleble en la cubierta del mismo; dicha tensión es por tanto, independiente de la tensión real actual de la red en la que el cable va a ser puesto en servicio.

- La tensión se aplicará al cable hasta alcanzar el nivel definido, incrementándola lenta y pausadamente, invirtiendo algunos minutos, de forma que al ir subiendo tensión de prueba, controlando siempre la intensidad de carga para que siga el proceso sin incrementos bruscos, y no supere la máxima corriente del equipo de prueba utilizado; en la práctica, el objetivo será no superar el 80 % de la máxima intensidad del aparato empleado.

- Una vez alcanzado el nivel de tensión de prueba, se mantendrá ésta el tiempo prefijado; en éste período se observarán los instrumentos indicadores de tensión generada y de intensidad de fuga, anotándose las posibles desviaciones que se produjeran durante el período.

- Transcurrido el tiempo de prueba, resulta **decisivo para no perjudicar al cable**, disminuir la tensión de prueba de forma lenta y pausada, es decir, en ningún caso se deberá bajar la tensión de forma brusca o repentina, o desconectar el equipo de prueba; ello perjudicaría grave e irreversiblemente al cable analizado.

Será condición necesaria que el equipo disponga de resistencia interna de 1.500 Ohms para evitar el riesgo que se produzca arborescencias antes de su instalación.

La tensión se irá bajando lentamente, de forma que en ningún momento la intensidad de descarga supere a la correspondiente a la carga, es decir, al 80 % de la máxima del instrumento del aparato de medida

No se realizará la prueba, si el equipo generador no dispone de resistencia interna de descarga, y además siempre se procederá a descargar el cable mediante pértiga con resistencia externa de valor mínimo 1.500 Ohmios o preferiblemente superior, apta para disipar una potencia mínima de 1 KW; en caso de utilizar la pértiga descargadora, se comprobará la continuidad de la resistencia de descarga antes y después de su empleo.

- ***Nunca descargar en cortocircuito un cable que ha sido ensayado con tensión en C.C. El Riesgo de que aparezcan arborescencias dañando el cable, se elimina controlando esencialmente la constante de tiempo en la descarga del cable y el valor de la resistencia de descarga empleada.***

- Durante la prueba, la tensión del generador, deberá haber permanecido estable, así como la corriente de fuga, o bien las variaciones de ésta última, deberán estar dentro de valores admisibles

Como guía y a título orientativo, podemos señalar los siguientes valores:

- Cables con aislamiento de PE (E) ó XLPE (R), es admisible una corriente de fuga del orden de 5 μ A / kM.
- Cables con aislamiento EPR (D), es admisible una corriente de fuga de 10 μ A / kM.

Si la tensión permanece estable pero la corriente de fuga es muy superior a los valores reseñados, y el cable tiene empalmes, se deberán inspeccionar visualmente estos, así como las puntas terminales de cada extremo, eliminando los que por su forma exterior no parezcan correctos. Realizada esta operación se volverá a repetir la prueba hasta comprobar que los valores medidos son los correctos o admisibles.

- Si en aplicación de los criterios anteriores, el cable presentara mayores corrientes de fuga de las indicadas o la tensión no mantuviera la estabilidad durante la prueba, se

procederá a localizar los defectos según indica el procedimiento específico, y a su posterior reparación.

6 MEDIOS DE EJECUCIÓN

Para efectuar los ensayos de aislamiento se necesitará un equipo con generador de corriente continua que pueda llegar hasta la tensión de prueba indicada (4 U₀); particularizando el caso para los cables que se instalan en las redes del Grupo ENDESA, cuyas tensiones nominales son 12 / 20 kV y 18 / 30 kV, se obtiene:

$$\clubsuit \quad 4 \times 12 \text{ kV} = 48 \text{ kV}, \quad \clubsuit \quad 4 \times 18 \text{ kV} = 72 \text{ kV}.$$

Así pues, para desarrollar éste procedimiento se precisará el equipo en función del valor de la tensión existente en la zona o los cables a ensayar, con las siguientes características mínimas:

- * Tensión de salida continuamente regulable de 0 a 48 / de 0 a 72 kV.
- * Medida de la tensión en la misma salida de A.T.
- * Corriente mínima de salida, a máxima tensión: 1 mA / 2 mA.
- * Corriente mínima de cortocircuito: 3 mA / 25 mA.
- * Medida de la corriente de fuga. Caso de disponer de medidor analógico, en seis escalas (mínimo): 1, 10 y 100 μ A, 1, 10 y 100 mA.
- * Temporizador.
- * Alimentación a 230 V +/- 10 %. o con baterías incorporadas.
- * Incorporado el dispositivo de descarga.
- * Pértiga con resistencia de descarga.

En caso de que el ensayo lo realice personal ajeno al Grupo ENDESA, éste deberá estar homologado por la unidad correspondiente. Dicho personal, en ningún caso puede pertenecer a un contratista que realice trabajos en la zona, relacionados con la instalación a comprobar.

Para efectuar los ensayos de continuidad y resistencia se utilizarán un multímetro con función de continuidad y con resolución mínima de 0,1 Ohm.

NOTA: \sphericalangle *Dado el coste que suponen los equipos indicados para el ensayo del aislamiento del conductor en c.c., las diferentes empresas del Grupo ENDESA continuarán empleando los que poseen en sus dotaciones actuales aplicando la tensión máxima generada por el equipo para acercarse al objetivo de 4 U₀.*

\sphericalangle *Cuando las distintas empresas del GE y los contratistas autorizados tengan que adquirir nuevos equipos, éstos serán de las características indicadas en éste procedimiento.*

7 DESCRIPCIÓN DEL IMPRESO DE INSPECCIÓN DEL CABLE

Se utilizará el formulario según modelo adjunto.

Empresa y Zona: Se debe consignar la Empresa y la Zona que controla la obra.

Informe Número: Constará de tres apartados; en el primero, el supervisor consignará las iniciales de sus apellidos; en el segundo anotará un número correlativo de cada formulario de inspección, comenzando la numeración cada año natural; en el tercero consignará las dos últimas cifras del año en curso.

Supervisado por: Se consignará el nombre y los dos apellidos del supervisor de la inspección.

Fecha: Se consignará la que corresponda al día, mes y año del ensayo (DD-MM-AA).

Nombre de Contratista: El que realice la obra del tendido .

Identificación de la línea: Se anotarán los números de los centros de transformación o apoyo de conversión extremos de la misma, indicando en cual de los extremos se ha realizado el ensayo.

Características de la línea

Longitud: Se anotará la longitud, en metros, del cable a ensayar.

Características del cable:

Fabricante y marca: Se consignará el nombre del fabricante y la marca del cable; ambos datos deben figurar en la cubierta del cable.

Tipo de cable: Se designará por un grupo de letras que caractericen, por orden correlativo:

Aislamiento: R = polietileno reticulado.
 D = etileno-propileno.

Semiconductoras: H = capas semiconductoras sobre el conductor y sobre el aislamiento, con pantalla metálica de cobre.

Cubierta: Z1 = poliolefina.
 V = PVC
 OL = obturación longitudinal

(Todos estos datos deben estar especificados en la cubierta del cable).

Tensión nominal: Del cable, U_0 / U : Tensión de fase / tensión de línea, en kV, especificada en la cubierta del cable.

Conductor: Mediante la cifra **1** (cable unipolar), seguida del signo **X** y la sección nominal del conductor en mm², la letra **K** (forma circular compacta) y el símbolo **AL** (conductor de aluminio). (Todo ello especificado en la cubierta del cable).

Pantalla: Mediante el signo **+** y la sección de la pantalla en mm², precedida de la letra **H**. (Especificado en la cubierta del cable).

Año de fabricación: Se anotará el año de fabricación del cable. (Especificado en la cubierta del cable).

Tensión de Servicio de la red: Se anotará la tensión de trabajo de la línea (tensión de línea en kV), en la que el cable se ha instalado.

Ensayos: Anotar los valores de los ensayos

Identificando cada fase: fase 1, fase 2 y fase 3 con el color de identificación que posean, si no tuvieran identificación, se denominarán - de izquierda a derecha -, denominando a las fases por 1, 2 y 3. Además se comprobará que los conductores no están en cortocircuito y que tienen continuidad entre los dos extremos.

CONTINUIDAD DE PANTALLAS: Las pantallas se unirán entre sí en un extremo, y en el otro, se medirá continuidad con un multímetro, tomadas las pantallas dos a dos; se anotará B o M, cuando del valor obtenido de resistencia sea $\approx 0 \Omega$, o no lo sea, respectivamente.

RESISTENCIA DE PANTALLAS: Se anotarán los resultados de las mediciones de las pantallas, medidas dos a dos (A, B y C); se calcularán y anotarán los valores de la resistencia de la pantalla de cada fase (R_1 , R_2 y R_3), mediante las expresiones:

$$R_1 = (A + C - B) / 2$$

$$R_2 = (B + A - C) / 2$$

$$R_3 = (C + B - A) / 2$$

En donde: A, B y C son los tres valores (en Ohmios), obtenidos en las correspondientes mediciones de resistencia:

A = Valor medido entre las fases 1 + 2

B = Valor medido entre las fases 2 + 3

C = Valor medido entre las fases 3 + 1

Los resultados anteriores se considerarán correctos cuando sean inferiores a 1,24 Ω /km ó estén en próximos a dicho valor (Norma UNE 3.305 B).

Bajo el valor de la resistencia de la pantalla de cada fase, se anotará el resultado de la inspección: B = Correcto, M = Incorrecto.

AISLAMIENTO DE LA CUBIERTA: Se aplicará una tensión de **8 kV durante 1 minuto**, se anotarán el tiempo y la tensión empleadas. Se anotará el valor de la corriente de fuga

de la cubierta de cada fase, en mA. En caso de defecto anotar en observaciones a que tensión se ha perforado.

Los resultados del ensayo se considerarán aceptables, cuando no se produzca perforación, permaneciendo estables la tensión e intensidad durante el mismo, siendo la corriente de fuga $I < 1,5 \text{ mA/kM}$.

AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR: Para la realización de éste ensayo, han de seguirse detalladamente las instrucciones especificadas en el apartado correspondiente de éste procedimiento, que resumimos a continuación.

- a) Se aplicará una tensión de **4 U_o**, de forma lineal y lenta entre conductor y pantalla, pudiendo estar la misma conectada a tierra o no, y controlando en todo momento la corriente de fuga producida en el dieléctrico, invirtiendo algunos minutos hasta alcanzar el nivel de tensión establecido.
- b) Una vez alcanzado el nivel de tensión máxima de prueba mantener ésta el tiempo previamente fijado en la prueba **5 minutos**.
- c) Transcurrido el tiempo de prueba, reducir la tensión lineal y lentamente hasta cero.
- d) Se descargará el cable mediante pértiga con resistencia de descarga de características adecuadas. **Nunca** descargar el cable mediante cortocircuito.
- e) Al concluir el ensayo, se dejará el conductor conectado a tierra, al menos durante una hora

Se anotará la tensión de prueba en kV, el tiempo de duración (minutos), y el valor en μA de la corriente de fuga de cada conductor. En los casos que hay defectos anotar en observaciones el valor de máxima tensión que ha soportado.

Los resultados del ensayo se considerarán aceptables, cuando no se produzca perforación, permaneciendo estables la tensión e intensidad durante el mismo, siendo orientativa la corriente de fuga $I < 5 \mu\text{A/kM}$ para cables XLP.

NOTA: Se observará, que los valores de referencia dados para ciertas variables, corresponden a valores específicos por kM de cable, por ello, para dar esos ensayos por correctos (B) o por incorrectos (M), se han de efectuar la correspondiente extrapolación.

Observaciones: Breve descripción del ensayo, indicando el resultado del mismo, (CORRECTO O INCORRECTO). Si existen observaciones de interés, asimismo se anotarán como las tensiones máximas soportadas sin llegar al nivel de prueba.

Firmas: Finalizado el ensayo con los resultados obtenidos, el supervisor y el representante de la empresa contratista, firman el impreso de Inspección.



7.1 Descripción de los códigos de la Inspección.

[A]-AISLAMIENTO

4 Cables aislados

A44 Aislamiento de la cubierta inadecuado en cables nuevos.

A45 Aislamiento del conductor inadecuado en cables nuevos.

[M] PANTALLAS CABLES AISLADOS

1 Continuidad

M11 Falta de continuidad de las pantallas de cables aislados.

2 Resistencia

M21 Resistencia de las pantallas de cables aislados nuevos.

8 NOTAS TÉCNICAS

8.1 Concepto Electrical Treeing

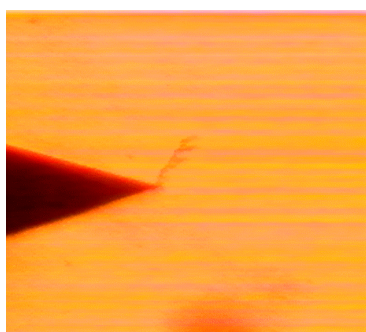
El concepto “Electrical Treeing [3] describe el envejecimiento de los aislamientos de plástico por perforaciones eléctricas parciales de aislamiento, llamadas también descargas parciales internas, en puntos débiles del aislamiento como consecuencia de las elevadas intensidades de campo eléctrico locales.



Estas descargas pueden llevar, debido a la gran erosión del material aislante relacionada con ellas, a la formación de canales huecos con estructura arbórea en relativamente poco tiempo y de ahí a la perforación eléctrica.

La principal causa de estos puntos débiles de aislamiento se ha producido por la entrada de agua al aislante, a través de fallos de la hermeticidad de la cubierta por fallos en la construcción de la instalación o por afectación de terceros.

Como la tensión continua es una tensión sin variación en el tiempo, no se produce el “Electrical Treeing” con un esfuerzo de tensión en continua, es decir, los fallos que conllevan descarga parcial no pueden ser detectados. Por el contrario se puede partir de la base de que en un esfuerzo de tensión a lo largo de varios minutos se produce una inyección de carga espacial en la zona del fallo.



Al realizar la toma de tierra del cable a continuación de la comprobación de la tensión continua, puede que dado el caso no se puedan descargar las cargas espaciales lo suficiente rápido, produciéndose un incremento local muy fuerte de la intensidad del campo en el lugar del fallo.

Esto puede conducir según las circunstancias a la indicación de un “Electrical Treeing” con un esfuerzo posterior del cable con tensión alterna de servicio este canal hueco sigue creciendo luego se lleva en el servicio a la perforación eléctrica. A través de un esfuerzo de tensión continua es posible dañar en la comprobación un cable inicialmente libre de fallos de tal modo que si bien existe la comprobación, poco tiempo después se perfora.

8.2 Tensión de prueba del aislamiento.

La tensión de ensayo será la que resulte después de aplicar la fórmula

$$\mathbf{U \text{ (ensayo)} = U_0 * 2,5 * 2,4 * 0,7 = 4,2 U_0.} \quad \text{Valor a aplicar : } \mathbf{4 U_0}$$

$U_0 * 2,5$ Tensión nominal a frecuencia industrial entre conductor y pantalla metálica (UNE 21-123-91/1- 14.4d).

2,4 Valor para ensayos en c.c. por no poder aplicar a frecuencia industrial (UNE 21-123-91/1-14.4d)

0,7 Corresponde al 70% de la tensión en c.c. que se ha de aplicar en el ensayo de campo (UNE 21-123-91/18-1).

8.3 Tiempo de descarga de los cables.

Aplicando hasta $4 U_0$ en C.C. en tiempos inferiores a 15 minutos no es necesario descargar los cables durante 24 horas, si se aplicarán $6 U_0$ si sería necesario [4]

8.4 Tensión de prueba en los tramos mixtos.

Aplicar la tensión U_0 de menor valor en las referencias de los cables existentes en la red. Para cables de aceite con tensiones inferiores se considerará el valor simple de la red.

Considerando que en la red pueden existir cables que no soportan $3U_0$ a frecuencia industrial, se ensayará el cable junto con todos sus componentes aplicando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{U_0 \times 2,4 \times 0,7 = U_0 \times 1,68}$$

U_0 = Tensión simple para la que se ha construido el cable.

2,4 = Factor de conversión de ca/cc

0,70 = Coeficiente por efectuar el ensayo en tensión después de la instalación.

9 NORMAS, DOCUMENTOS Y REGLAMENTOS

[1] Cables aislados para redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kv. Norma GRUPO ENDESA DND001 de Noviembre de 1997.

[2] Diagnostico de cables GT Mantenimiento en la Distribución UNESA Enero 1998.
Antonio Cabrera

[3] Electrical Treeing Documentación y Video Universidad de Berlin
Prof.Dr.-Ing. W. Kalkner

[4] ERA Report 96-0900 DC Testing and espace charge Octubre de 1996

Normas UNE 21-123-91/1, UNE 21-143,

10 TERMINONOGIA



Grupo
Endesa

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
Dirección Técnica – Operaciones

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS
PARA CABLES UNIPOLARES
NUEVOS
DE MT HASTA 30 kV**

DMD00300.DOC

1ª Edición

Hoja 16 de 17

11 ANEXO: IMPRESO DE INSPECCIÓN CABLE.

INSPECCIÓN DE CABLE

EMPRESA.....

ZONA INFORME N° - -

SUPERVISADO POR FECHA

NOMBRE DEL CONTRATISTA

Identificación de la línea:

.....
.....

Características de la instalación.- Longitud (m)

Características de la línea.- Fabricante y marca:.....

Tipo de cable:..... Año de fabricación:

Tensión nominal: Conductor: Pantalla:

Tensión de servicio de la red:

Ensayos

Identificación de conductores [fase 1 = fase 2 = fase 3 =]

CONTINUIDAD DE PANTALLAS: (B/M) Fase 1-2: Fase 2-3: Fase 1-3:

RESISTENCIA DE PANTALLAS (W):

Valores medidos: Fase 1-2: Fase 2-3: Fase 1-3:

Valores calculad. Fase 1: Fase 2: Fase 3:

Resultado (B < 1,24 Ω/km /M).. Fase 1: Fase 2: Fase 3:

AISLAMIENTO DE CUBIERTA (mA):

Valores medidos a 8 KV durante 1 min F1: F2: F3:

Resultado (B < 1,5 mA/km./M)..... Fase 1: Fase 2: Fase 3:

AISLAMIENTO DEL CONDUCTOR (μA):

Valores medidos a KV durante 5 min F1: F2: F3:

Resultado (B/M) Fase 1: Fase 2: Fase 3:

OBSERVACIONES

.....
.....
.....

EL SUPERVISOR

CONTRATISTA O CLIENTE