

## **NORMA DE DISTRIBUCIÓN**

**NO-DIS-MA-5107**

**DIAGNÓSTICO PREVENTIVO DE CABLES  
SUBTERRÁNEOS DE MT CON AISLACIÓN XLPE  
(MÉTODO “OFF-LINE”)**

**FECHA DE APROBACIÓN: 2016/XX/XX**

## ÍNDICE

0.-	REVISIONES.....	1
1.-	OBJETO.....	2
2.-	CAMPO DE APLICACIÓN.....	2
3.-	DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS.....	2
4.-	DATOS DE INSTALACIONES EXISTENTES.....	2
4.1.	INSTALACIÓN DE EMPALMES.....	2
4.2.	INSTALACIÓN DE TERMINALES.....	3
4.2.1.	Terminales en celdas prefabricadas.....	3
4.2.2.	Terminales en celdas de mampostería.....	5
4.2.3.	Terminales aéreos de intemperie.....	5
5.-	DIAGNOSTICO PARA CABLES MT.....	6
5.1.	DESCARGAS PARCIALES (DP).....	6
5.2.	DATOS GARANTIZADOS A SUMINISTRAR POR EL OFERENTE.....	6
5.2.1.	Nivel de tensión aplicada desde la fuente auxiliar (en función de $U_o$ , tensión nominal fase-tierra del cable).....	7
5.2.2.	Frecuencia de la fuente.....	7
5.2.3.	Tiempo máximo de aplicación de tensión.....	7
5.2.4.	Largo de los tramos.....	7
5.2.5.	Clasificación de resultados obtenidos.....	7
5.2.6.	Tiempo máximo de medida.....	8
5.3.	TANGENTE DELTA (TD).....	8
5.3.1.	Datos garantizados a suministrar por el oferente.....	8
5.3.2.	Indicar niveles de tensión aplicada desde la fuente auxiliar (en función de $U_o$ , tensión nominal fase-tierra del cable).....	8
5.3.3.	Forma de Onda y frecuencia de la fuente.....	8
5.3.4.	Tiempo máximo de aplicación de tensión.....	8
5.3.5.	Largo de los tramos.....	8
5.3.6.	Clasificación de resultados obtenidos.....	8
5.3.7.	Tiempo máximo de medida.....	9
6.-	REQUISITOS DEL DIAGNOSTICO.....	10
6.1.	DATOS RECABADOS PD.....	10
6.2.	DATOS RECABADOS TD.....	10
6.3.	DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES.....	10
7.	ANTECEDENTES DEL OFERENTE.....	11
8.	NORMAS DE CONSULTA.....	11

## 0.- REVISIONES

A continuación se indican los cambios respecto a la versión anterior, a título informativo y sin perjuicio de la vigencia de todo lo especificado en la presente norma.

<b>MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2013</b>	
<b>APARTADO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>5.1</b>	Se agrega ensayo de descargas parciales en cables nuevos, en cables en servicios y reparaciones.
<b>5.2</b>	Se agrega ensayo de tangente delta en cables nuevos, en cables en servicios y reparaciones.
<b>5.1.1.2.</b>	Se admite el método de la onda amortiguada (DAC) además de la fuente de tensión tipo VLF (extra baja frecuencia) para lograr las tensiones requeridas
<b>MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 20 DE AGOSTO DE 2007</b>	
<b>APARTADO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>6</b>	Se admite el método de la onda oscilante (OWTS) además de la fuente de tensión tipo VLF (extra baja frecuencia) para lograr las tensiones requeridas
<b>4</b>	En el caso de las celdas con terminales apantallados enchufables la firma adjudicataria deberá prever adaptadores a colocar sobre los mismos en cada extremo del cable a ensayar de forma de realizar las medidas y conectar a la fuente sin que existan descargas parciales originadas en ese punto
<b>4</b>	Se especifican los diámetros exteriores máximos de los cables a diagnosticar
<b>7</b>	En el caso que el nivel de ruido existente en el punto de medida no permita recabar datos útiles, no se considera realizado el diagnóstico en ese tramo, y UTE designará otro para realizar el diagnóstico

## 1.- OBJETO

El presente documento tiene por objeto definir las condiciones técnicas e información exigibles a las firmas oferentes de un servicio de diagnóstico para cables subterráneos de Media Tensión de Distribución.

## 2.- CAMPO DE APLICACIÓN

El diagnostico aplicará a circuitos formados por ternas de cables unipolares de aislación XLPE de media tensión hasta 18/30 kV. Los cables poseen pantalla de alambres de cobre de 16 mm<sup>2</sup> de sección y cubierta exterior de PVC o PE.

Las ternas están directamente enterradas, y las fases tendidas en tresbolillo. Las pantallas de alambres de cada fase están aterradas en ambos extremos de un tendido. No existe cross-bonding ni aterramientos en los empalmes.

## 3.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

VLF - Extra baja frecuencia (Very Low Frequency)

DP - Descargas parciales

PDIV - Voltaje de inyección de descargas parciales

VLF-TD - Tangente delta con fuente de extra baja frecuencia

VLF-TDTS - Estabilidad de tangente delta (desviación standard) con fuente de extra baja frecuencia

VLF-DTD - Diferencia de tangente delta

$$\text{VLF-DTD} = \text{TD}(0.5\text{U0}) - \text{TD}(1.5\text{U0})$$

## 4.- DATOS DE INSTALACIONES EXISTENTES

### 4.1. INSTALACIÓN DE EMPALMES

En general el número y localización de los empalmes de un circuito son datos no seguros o desconocidos, no obstante a los efectos de mejorar la interpretación de los resultados del diagnóstico se tendrán en cuenta los siguientes largos nominales de bobinas para los cables más utilizados en Distribución de UTE:

- Cable 12/20 kV Al 1x 95mm<sup>2</sup> 1000m.
- Cable 12/20 kV Al 1x185mm<sup>2</sup> 1000m.
- Cable 12/20 kV Al 1x240mm<sup>2</sup> 1000m.
- Cable 18/30 kV Al 1x240mm<sup>2</sup> 1000m.
- Cable 18/30 kV Al 1x500mm<sup>2</sup> 500m

## 4.2. INSTALACIÓN DE TERMINALES

En todos los casos las pantallas de los tres cables se encuentran conectadas juntas a un chicote de cable de tierra que se conecta al circuito de tierra general.

El oferente deberá en lo posible disponer de elementos de conexión de la fuente auxiliar o de los acopladores capacitivos que no impliquen desabulonar los terminales del cable de la paleta de conexión del equipo al que está conectado. En casos particulares como bornes con alivio de campo, encintados o terminales en paralelo el procedimiento se acordará entre UTE y el oferente.

En el caso de las celdas con terminales apantallados enchufables del tipo push-on éstos deberán desconectarse, por tanto la firma adjudicataria deberá prever unos adaptadores a colocar sobre los mismos en cada extremo del cable a ensayar de forma de realizar las medidas y conectar a la fuente sin que existan descargas parciales originadas en ese punto.

Si se opta por el uso de acopladores inductivos, se tendrán en cuenta los siguientes diámetros exteriores máximos:

	Cables 12/20 kV			Cables 18/30 kV	
sección nominal	95 Al	185 Al	240 Al	240 Al	500 Al
D <sub>e</sub> (mm)	37	41	44	49	61

A los efectos de estimar las dificultades de montaje de los acopladores capacitivos o inductivos a utilizar, se describen los posibles tipos de instalación. No existe otro punto accesible para la colocación de sensores.

### 4.2.1. Terminales en celdas prefabricadas

Los terminales se encuentran dentro del compartimiento de cables de las celdas, el cual es accesible mediante una tapa removible, tal como se ve en las siguientes fotografías:



Foto 1: Compartimientos de cable aislamiento en aire con terminales convencionales (no apantallados)



Foto 2: Compartimientos de cable con terminales apantallados tipo enchufables.

#### 4.2.2. Terminales en celdas de mampostería

Los terminales se encuentran dentro de una celda de mampostería, accesibles mediante puerta tipo reja (ver *Foto 3*).

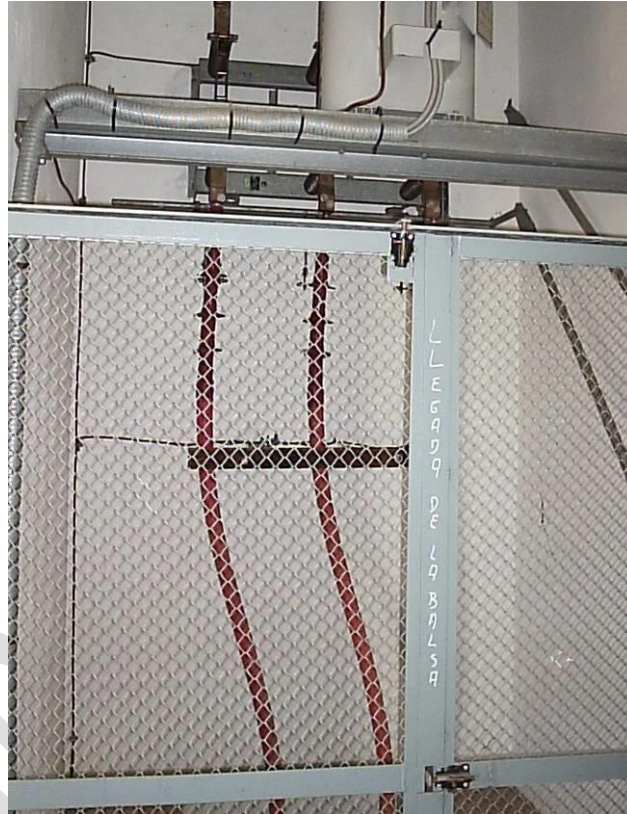


Foto 3: Compartimientos de cable en celda de mampostería.

#### 4.2.3. Terminales aéreas de intemperie

En este caso los cables suben por caños plásticos y se conectan a seccionadores tripolares montados en estructuras apoyadas en columnas (ver *Foto 4*).



Foto 4: Terminales de cables en instalación intemperie

## 5.- DIAGNOSTICO PARA CABLES MT

Se describen los ensayos exigibles para la realización de un servicio de diagnóstico de cables subterráneos de MT y sus condiciones de aceptabilidad basándose en la especificación IEEE 400 para cables en servicio, instalaciones nuevas como también para reparaciones.

### 5.1. DESCARGAS PARCIALES (DP)

La detección de descargas parciales se realizará en tramos de cable seleccionados por UTE, pudiéndose utilizar el principio de reflectometría en el dominio tiempo (TDR) o bien en base al análisis del espectro de frecuencia de PD.

Los métodos de detección, precisión de equipos a utilizar y criterios de interpretación de resultados deberán estar de acuerdo con la norma IEEE Std. 400.3.

El método de medida a utilizar será el denominado “*off-line*”, donde el circuito es desconectado de la red, debiéndose utilizar una fuente auxiliar además del propio equipo de detección.

La empresa será responsable de colocar en la conexión del equipo y el terminal del cable MT un elemento (conformador de campo) con el fin de evitar ruido que pueda distorsionar la medida y evitar también descargas parciales tipo corona provenientes de los terminales o del entorno las cuales no serán consideradas en las medidas.

### 5.2. DATOS GARANTIZADOS A SUMINISTRAR POR EL OFERENTE

El oferente deberá incluir en su oferta una Planilla de Datos Garantizados que incluya al menos la siguiente información técnica:



**5.2.1. Nivel de tensión aplicada desde la fuente auxiliar (en función de  $U_0$ , tensión nominal fase-tierra del cable)**

Se establece como rango normal entre  $1,5U_0$  y  $2U_0$  el nivel de tensión que se aplicará en cada circuito. Una vez adjudicado el oferente, se acordará el nivel exacto de tensión a aplicar. Para tensiones mayores y hasta  $2,5 U_0$  pueden ser aplicadas si previamente han sido justificada su aplicación y aceptada por UTE.

**5.2.2. Frecuencia de la fuente.**

Se preferirá una fuente que aplique una tensión sinusoidal similar a la frecuencia de la red de UTE (50 Hz). Como alternativa se aceptarán cualquiera de las siguientes fuentes:

Fuente de extra baja frecuencia (VLF de 0,1 Hz): Descripción en punto 6.2.1 de la norma IEEE 400-3

**5.2.3. Tiempo máximo de aplicación de tensión**

El tiempo máximo de aplicación de la tensión auxiliar por fase durante las mediciones no superará los 15min, en caso de que el tiempo sea mayor a 15min se deberá justificar el procedimiento, quedando a criterio de UTE su aprobación.

**5.2.4. Largo de los tramos**

Se deberá especificar el largo máximo aproximado de los tramos del circuito que el equipo es capaz de diagnosticar (sensibilidad de detección), distinguiendo la variación de este parámetro según se mida en un extremo del tramo o en ambos.

**5.2.5. Clasificación de resultados obtenidos**

Interpretación de resultados para cables en servicio				
Ensayo	Instalación	Criterio de aceptación (Verde)	Monitoreo (Amarillo)	Reemplazo inmediato (Rojo)
DP	Tramo XLPE c/empalmes y terminales	< 250 pC	250 pC a 500pC - PDIV < $U_0$ 500pC a 1000pC - PDIV > $U_0$	>500 pC - PDIV < $U_0$ > 1000 pC - DIV > $U_0$
	API c/empalmes y terminales	< 4000 pC	4000pC a 10000pC - PDIV < $U_0$	> 10000 pC - PDIV < $U_0$

Interpretación de resultados para cables nuevos o reparaciones *			
Ensayo	Instalación	Criterio de aceptación	Criterio de rechazo
DP	Tramo XLPE c/empalmes y terminales	< 250 pC	>250 pC - PDIV < $U_0$ >500pC - PDIV > $U_0$
	API c/empalmes y terminales	< 4000 pC	>4000pC

**Nota:** En caso de un tramo de cable nuevo sin empalmes que se detecte una fuente puntal de DP en el cable (no en el terminal), que supere el ruido de fondo medido por el equipo, éste no debe ponerse en servicio y se deberá analizar ese cable en forma particular.

En caso de que la interpretación de resultados sea distinta a la propuesta por UTE, se deberá presentar para aprobación una clasificación para cables en servicio tipo “semáforo” y otra para cables nuevos o reparaciones del tipo aceptación/rechazo.

#### 5.2.6. *Tiempo máximo de medida*

Se deberá agregar el tiempo máximo estimado necesario para llevar a cabo todas las medidas necesarias en un tramo (terna de tres fases unipolares), a partir de la desconexión del circuito, hasta su posterior energización.

### 5.3. TANGENTE DELTA (TD)

El ensayo de tangente delta se realizará en tramos de cable seleccionados por UTE utilizando el método incluido en la norma IEEE 400-2 con su interpretación de resultados también incluido en ésta especificación en el punto 5.2.1.5.

El método de medida a utilizar será el denominado “*off-line*”, donde el circuito es desconectado de la red, debiéndose utilizar una fuente auxiliar además del propio equipo de detección.

#### 5.3.1. *Datos garantizados a suministrar por el oferente*

El oferente deberá incluir en su oferta una Planilla de Datos Garantizados que incluya al menos la siguiente información técnica:

#### 5.3.2. *Indicar niveles de tensión aplicada desde la fuente auxiliar (en función de $U_0$ , tensión nominal fase-tierra del cable).*

La tensión debe fijarse en  $U_0$  e ir aumentándola hasta llegar a  $2U_0$  en pasos de  $0.5U_0$ .

#### 5.3.3. *Forma de Onda y frecuencia de la fuente.*

Los ensayos se realizarán con una fuente VLF de 0.1Hz y una forma de onda sinusoidal.

#### 5.3.4. *Tiempo máximo de aplicación de tensión*

Cada paso de  $0.5U_0$  debe incluir al menos seis mediciones individuales de TD a intervalos de 10s entre cada medida a 0,1 Hz. El valor medio de TD y la desviación standard deben ser calculados en cada etapa.

#### 5.3.5. *Largo de los tramos*

Se deberá especificar el largo máximo aproximado de los tramos del circuito que el equipo es capaz de diagnosticar (sensibilidad de detección), distinguiendo la variación de este parámetro según se mida en un extremo del tramo o en ambos.

#### 5.3.6. *Clasificación de resultados obtenidos*

TD	Criterios para cables en servicio o reparaciones – Tabla 4 IEEE 400-2 2013					
Tipo de Cable	Acción Requerida	VLF-TDTS (Desviación standard a $U_0$ ) [ $10^{-3}$ ]		VLF-DTD (Diferencia entre la medida a $U_0$ y $2U_0$ ) [ $10^{-3}$ ]		VLF-TD (Medida de tangente delta a $2U_0$ ) [ $10^{-3}$ ]
Cables XLPE	No requiere acción (Verde)	< 0.1	y	< 0.6	y	< 1.2
	Requiere monitoreo (Amarilo)	0.1 a 0.5	o	0.6 a 1	o	1.2 a 2
	Reemplazo inmediato (Rojo)	>0.5	o	>1	o	>2
Cables API	No requiere acción (Verde)	< -0.5	y	-20 a 20	y	< 85
	Requiere monitoreo (Amarilo)	0.5 a 1	o	-20 a -50 o 20 a 50	o	50 a 100
	Reemplazo inmediato (Rojo)	>1	o	<-50 o >50	o	>100

TD	Criterios para cables nuevos – Tabla I.2 IEEE 400-2 2013					
Tipo de cable	Acción Requerida	VLF-TDTS (Desviación standard a $U_0$ ) [ $10^{-3}$ ]		VLF-DTD (Diferencia entre la medida a $U_0$ y $2U_0$ ) [ $10^{-3}$ ]		VLF-TD (Medida de tangente delta a $2U_0$ ) [ $10^{-3}$ ]
Cables XLPE	Aceptación	< 0.1	y	< 0.6	y	< 1.2
	Rechazo	>0.1	o	>0.6	o	>1.2

**Nota:** No se ha utilizado la Tabla G.1 del Anexo G de la norma IEEE 400.2 como criterio de aceptación y rechazo para cables nuevos ya que no presenta un criterio de rechazo utilizable.

En caso de que la interpretación de resultados sea distinta a la propuesta por UTE, se deberá presentar para aprobación una clasificación para cables en servicio tipo “semáforo” y otra para cables nuevos o reparaciones del tipo aceptación/rechazo.

### 5.3.7. Tiempo máximo de medida

Se deberá agregar el tiempo máximo estimado necesario para llevar a cabo todas las medidas necesarias en un tramo (terna de tres fases unipolares), a partir de la desconexión del circuito, hasta su posterior energización.

## 6.- REQUISITOS DEL DIAGNOSTICO

El oferente adjudicatario deberá realizar una medición y un posterior informe y diagnostico que incluya como mínimo lo exigido a continuación. En el caso que el nivel de ruido existente en el punto de medida no permita recabar datos útiles, no se considera realizado el diagnostico en ese tramo, y UTE designará otro para realizar el diagnóstico.

### 6.1. Datos recabados PD

- Reflejar los resultados en un gráfico indicando nivel de DP destacadas en función de la distancia y las distintas tensiones aplicadas en función de la distancia y tensión de aplicación.
- Conclusiones de los resultados obtenidos por cada tramo, en particular nivel máximo obtenido y PDIV correspondiente.
- Incluir en lo anterior Identificación y desglose de las DP recibidas no relevantes: ruido, DP en otros.

La cantidades mínimas de mediciones de DP por nivel de tensión deberán ser:

22 kV ( $U_0=12$ kV)	31,5 kV ( $U_0=18$ kV)
0,5 $U_0= 6$	9
$U_0=12$	18
1,5 $U_0= 18$	27
22 (tensión nominal de red)	31,5 (tensión nominal de red)

### 6.2. Datos recabados TD

- Reflejar los resultados en un gráfico indicando la evolución por fase de la medida de nivel de TD en función del voltaje aplicado.
- Incluir a lo anterior Identificación y desglose de los niveles de TD obtenidos.

### 6.3. Diagnóstico y Recomendaciones

Se deberá incluir en el informe un diagnostico en base a los datos relevados, indicando para los puntos donde existen DP que potencialmente impliquen una falla a corto o largo plazo, una categorización en función de la gravedad, y las medidas recomendadas a tomar en cada uno de esos puntos en base a lo presentado en el punto 5.2.5 del presente documento así como también una conclusión y recomendación de los resultados obtenidos con la medida de TD:

- Frecuencia de mediciones de seguimiento posteriores si corresponde (o bien indicar si el cable se encuentra libre de DP relevantes). Detallar que ritmos de crecimiento serían considerados inaceptables para posteriores mediciones.
- Si se considera necesario una reparación, indicar si debe ser inmediata o puede programarse con cierta anticipación, indicando cual sería el tiempo recomendado máximo para llevarla a cabo.

En todos los cables ensayados deberá quedar claro el criterio de categorización de los puntos críticos detectados en función de las medidas registradas.

La información deberá presentarse en papel y en forma digital, y se registrarán como base para eventuales diagnósticos posteriores de seguimiento.

El formulario para la confección del informe se realizara de acuerdo al documento FO-DIS-OB-0164 (Formulario de Ensayos en cables subterráneos de Media Tensión).

## **7. ANTECEDENTES DEL OFERENTE**

El oferente deberá poseer antecedentes de haber realizado diagnósticos de detección de DP en cables apantallados de Media Tensión similares a los requeridos.

Se adjuntará a la oferta una copia de los protocolos correspondientes, debiendo quedar claro el cliente, el tipo de instalación y la fecha.

El oferente deberá haber hecho diagnósticos similares en al menos 5 circuitos de cables de Media Tensión, durante los últimos 5 años.

## **8. NORMAS DE CONSULTA**

IEEE Std. 400.3 - "IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment".

IEEE Std 400.2 - "Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF) (less than 1 Hz)".