



endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**NORMA DE
EMPALMES PARA CABLES
SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN**

KNE 002 02

2ª Edición

Hoja 1 de 26

INDICE

1	OBJETO	4
2	NORMATIVA DE REFERENCIA	4
3	DEFINICIONES.....	5
3.1	Tensiones propias del Empalme y su Cable	5
3.1.1	<i>Tensión U_0</i>	5
3.1.2	<i>Tensión U</i>	5
3.1.3	<i>Tensión U_m</i>	5
3.1.4	<i>Tensión U_p</i>	5
3.2	Tensiones propias de la Red en la que se van a utilizar los Empalmes	6
3.2.1	<i>Tensión nominal de la red</i>	6
3.2.2	<i>Tensión más elevada de una red trifásica</i>	6
3.2.3	<i>Sobretensión de rayo</i>	6
3.3	Definiciones concercientes a los Ensayos.....	6
3.3.1	<i>Sistema de ensayo</i>	6
3.3.2	<i>Ensayos individuales</i>	6
3.3.3	<i>Ensayos sobre muestras</i>	6
3.3.4	<i>Ensayos de tipo</i>	7
3.3.5	<i>Ensayos de precalificación</i>	7
4	EMPALMES DE ALTA TENSIÓN	7
4.1	Identificación	7
4.2	Características	8
4.3	Compatibilidad entre Cable y Empalme.....	9
5	TIPOS DE EMPALMES	10
5.1	Empalmes Termo-retráctiles	10
5.2	Empalmes Premoldeados (Una sola Pieza).....	11
5.3	Empalmes Prefabricados (Tres Piezas).....	12
6	GENERALIDADES DE SUMINISTRO	12

REALIZADA POR:
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS AT

APROBADA POR:
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004

REVISADA EN: FEBRERO 2008

ÁMBITO:

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

6.1	Marcaje e Identificación del Empalme	12
6.2	Características del Embalaje	13
7	CONDICIONES DE ENSAYO.....	13
7.1	Temperatura ambiente.....	13
7.2	Frecuencia y Forma de Onda de las Tensiones en el Ensayo a Frecuencia Industrial	13
7.3	Forma de Onda de la Tensión en el Ensayo de Impulso de Tensión tipo Rayo.....	13
7.4	Relación entre las Tensiones de Ensayo y las Tensiones asignadas.....	14
7.5	Determinación de la Temperatura del Conductor del Cable	14
8	ENSAYOS INDIVIDUALES	14
8.1	Examen visual	14
8.2	Ensayo de Descargas Parciales	15
8.3	Ensayo de Tensión	15
9	ENSAYOS DE MUESTREO	16
9.1	Ensayo sobre Componentes.....	16
9.2	Ensayo sobre Empalmes Completos	16
10	ENSAYOS DE TIPO	16
10.1	Generalidades	16
10.2	Extensión de la Aprobación de Tipo	16
10.3	Resumen de los Ensayos de Tipo	17
10.4	Secuencia de Ensayos	17
10.5	Ensayo de Descargas Parciales	18
10.6	Ensayo de Ciclos de Calentamiento en Tensión	19
10.7	Ensayo de Impulso de Tensión tipo Rayo seguido de un Ensayo de Tensión a Frecuencia Industrial	20
10.8	Ensayo de la Protección externa.....	21
10.9	Examen del Empalme	21
11	ENSAYOS DE RECEPCIÓN	21

REALIZADA POR:
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS AT

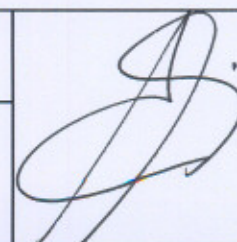
APROBADA POR:
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004

ÁMBITO:

REVISADA EN: FEBRERO 2008

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA





endesa distribución

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

**NORMA DE
EMPALMES PARA CABLES
SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN**

KNE 002 02

2ª Edición

Hoja 3 de 26

12	INFORMACIÓN TÉCNICA A PRESENTAR.....	21
12.1	Presentación de Ofertas.....	22
12.2	Ensayos	22
13	GARANTÍAS.....	22
14	INSPECCIÓN.....	23
15	PROPIEDAD INTELECTUAL.....	23
	ENSAYO DE LA PROTECCIÓN EXTERNA DE EMPALMES ENTERRADOS	24
A.1	Generalidades	24
A.2	Extensión de la Aprobación.....	24
A.3	Inmersión en Agua y Ciclos de Calentamiento	24
A.4	Ensayos de Tensión	25
A.4.1	<i>Muestras con accesorios sin aislamiento seccionador de pantalla</i>	<i>25</i>
A.4.2	<i>Conjuntos con accesorios con seccionamiento de pantalla metálica.....</i>	<i>25</i>
A.5	Examen del conjunto ensayado	26

REALIZADA POR:
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS AT

APROBADA POR:
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004

REVISADA EN: FEBRERO 2008

ÁMBITO:

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto definir el diseño, la fabricación, los ensayos, el suministro y la entrega de empalmes para cables subterráneos de tensión asignada igual o superior a 45 kV.

Esta especificación no cubre la obra civil, los ensayos de puesta en servicio, los cables, los terminales, el montaje de los accesorios ni el tendido de los cables que vienen definidos en otras normas y procedimientos.

2 NORMATIVA DE REFERENCIA

UNE 211004:2003 (IEC 62067:2006)

Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ($U_m=170\text{kV}$) hasta 500 kV ($U_m=550\text{ kV}$). Requisitos y métodos de ensayo.

HD 632 (IEC 60840:2004)

Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m=42\text{ kV}$) hasta 150 kV ($U_m=170\text{ kV}$).

UNE 21308-1:1994

Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

UNE-EN 60071-1:2006 (IEC 60071-1:2006)

Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60230:2002

Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.

UNE-EN 60885-3:2004 (IEC 60885-3:1988)

Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 3: Métodos de ensayo para medidas de descargas parciales sobre longitudes de cables de potencia extruidos.

IEC 60060-1:1989

High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements.

WG 21.03 Electra 151

Recommendations for electrical tests and development on extruded cables and accessories at voltages $> 150 (170)\text{ kV}$ and $< 400 (420)\text{ kV}$.

Nota: En el caso de existencia de normas equivalentes UNE ó UNE-EN e IEC, se adoptará como válida la que tenga fecha de edición posterior. Las fechas indicadas son las vigentes en el momento de redacción de esta norma.

Toda la Normativa de Endesa Distribución aplicable; en particular:

KNE 001 – Norma de cables subterráneos de alta tensión

KNE 003 – Norma de terminales para cables subterráneos de alta tensión

3 DEFINICIONES

Se han adoptado las definiciones siguientes para su utilización en esta Norma:

3.1 Tensiones propias del Empalme y su Cable

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

Tabla 1: Valores de U , U_0 , U_m y U_p normalizados

Tensión asignada U kV	Tensión más elevada para el material U_m kV	Valor de U_0 para determinar la tensión de ensayo U_0 kV	Tensión soportada a impulsos U_p kV
45	52	26	250
66	72,5	36	325
132	145	76	650
220	245	127	1050

3.1.1 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 (empalmes y terminales).

3.1.2 Tensión U

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

3.1.3 Tensión U_m

Tensión máxima eficaz a frecuencia industrial, entre dos conductores cualesquiera, para la que se han diseñado el cable y sus empalmes. Es el valor eficaz más elevado de la tensión que puede ser soportado en condiciones normales de explotación, en cualquier instante y en cualquier punto de la red. Excluye las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones de defecto o a la supresión brusca de cargas importantes.

3.1.4 Tensión U_p

Valor de cresta de la tensión soportada a los impulsos de tipo rayo, aplicada entre cada conductor y la pantalla o cubierta, para el que se han diseñado el cable y sus accesorios (empalmes y terminales).

3.2 Tensiones propias de la Red en la que se van a utilizar los Empalmes

3.2.1 Tensión nominal de la red

Valor eficaz de la tensión entre fases por el que se designa la red y con el que están relacionadas ciertas condiciones de servicio.

3.2.2 Tensión más elevada de una red trifásica

Valor eficaz más elevado de la tensión entre fases que puede aparecer en las condiciones de funcionamiento normales en cualquier instante y en cualquier punto de la red. Excluye los regímenes transitorios de tensión (tales como los ocasionados por maniobras) y las variaciones temporales debidas a condiciones de explotación anormales (tales como las ocasionadas por defectos o por la supresión brusca de cargas importantes).

3.2.3 Sobretensión de rayo

Sobretensión fase-tierra o fase-fase en un lugar determinado de una red, debida a una descarga de rayo (o a otra causa), cuya forma de onda puede considerarse, para la coordinación del aislamiento, como idéntica a la del impulso normalizado (UNE-EN 60071-1) utilizado para los ensayos de tensión soportada a los impulsos de tipo rayo. Generalmente, tales sobretensiones son unidireccionales y de muy corta duración.

3.3 Definiciones concercientes a los Ensayos

3.3.1 Sistema de ensayo

En esta norma se entiende por sistema de ensayo a un cable con sus empalmes instalados.

3.3.2 Ensayos individuales

Son ensayos realizados por el fabricante sobre cada empalme para comprobar que éste cumple las características especificadas, y vienen descritos en el apartado 8.

El no cumplimiento de los resultados prefijados para cada ensayo implicará el rechazo de la pieza ensayada.

3.3.3 Ensayos sobre muestras

Son ensayos realizados por el fabricante sobre empalmes completos, o componentes obtenidos de los empalmes, con una frecuencia especificada, para verificar que el producto terminado cumple los requisitos especificados. Las características de estos ensayos vienen descritas en el apartado 9.

3.3.4 Ensayos de tipo

Los ensayos de tipo son ensayos realizados antes del suministro, para una exigencia comercial normal, de un empalme cubierto por esta norma, para demostrar unas características de funcionamiento satisfactorias en las aplicaciones proyectadas. Una vez completados con éxito, estos ensayos no necesitan repetirse a menos que se realicen cambios en los materiales de los empalmes, en el diseño o en el proceso de fabricación que puedan modificar las características de funcionamiento. Las características de estos ensayos vienen descritas en el apartado 10.

3.3.5 Ensayos de precalificación

Para los empalmes descritos en el alcance de la presente Norma se considera que para tener alguna indicación de su fiabilidad a largo plazo es recomendable llevar a cabo ensayos acelerados de larga duración. Estos ensayos se deberían realizar sobre el sistema de ensayo (cable + empalmes) para demostrar las prestaciones del sistema.

Son ensayos realizados antes del suministro, para una exigencia comercial normal, de un tipo de empalmes cubierto por esta norma, para demostrar que el comportamiento a largo plazo del sistema completo es satisfactorio. El ensayo de precalificación sólo necesita llevarse a cabo una vez, a menos que haya cambios importantes en el empalme, con respecto a los materiales, al proceso de fabricación o al diseño.

4 EMPALMES DE ALTA TENSIÓN

4.1 Identificación

Para una adecuada identificación, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

a) Los empalmes deberán estar correctamente identificados, con indicación de:

- Nombre del fabricante;
- Tipo, designación, plano y fecha de fabricación o código de fecha;
- Tensión asignada;
- Lista de componentes (con referencias y cantidades);
- Instrucciones de instalación (con referencia y fecha);

b) Los casquillos, manguitos y elementos de conexión de los conductores empleados en los empalmes se deberán caracterizar correctamente mediante:

- Instrucciones de montaje;
- Herramientas y equipo (kit) necesario;
- Preparación de las superficies de contacto, si es necesario;
- Tipo, número de referencia y cualquier otra identificación del conector;

c) Los cables utilizados para ensayar los empalmes deberán estar correctamente identificados.

4.2 Características

Todos los empalmes llevarán una envolvente para su protección mecánica una vez instalados. Esta envolvente deberá tener como mínimo las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del cable y garantizar la estanqueidad. Asimismo, deberá cumplir las exigencias del Anexo.

Los empalmes no deben limitar la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas (ver Tabla 2). Para ello, la continuidad eléctrica de los conductores en los empalmes se realizará con elementos de unión de tal naturaleza que no disminuyan la correspondiente conductividad del conductor del cable.

Tabla 2: Temperaturas máximas para el conductor en régimen normal y de sobrecarga

Compuesto aislante	Temperatura máxima del conductor °C		
	Funcionamiento normal	Sobrecarga de seguridad (1)	Cortocircuito (duración máx 5s)
Polietileno reticulado (XLPE)	90	100	250

(1) La duración media de las sobrecargas anuales durante la vida de un cable no puede exceder las 72 horas, sin que se puedan superar las 216 horas dentro del mismo período

Los empalmes deben admitir igualmente las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar (ver Tabla 3 y Tabla 4).

Tabla 3: Intensidades de cortocircuito normalizadas en el conductor

Sección (mm ²)	Intensidad I _{CC}	
	kA	tiempo
400 Al	53	0,5 segundos
630 Al	84	
1000 Al	133	
1200 Al	160	
1000 Cu	202	
1600 Cu	323	
2000 Cu	404	

Tabla 4: Intensidades de cortocircuito normalizadas en las pantallas

Tensión U kV	Sección de la pantalla mm ²	Intensidad I _{CC}	
		kA	tiempo
45	50	9,3	0,5 segundos
66	95	18	
132	120	23	
220	200	38	

4.3 Compatibilidad entre Cable y Empalme

Para asegurar una correcta compatibilidad entre el cable y los empalmes a la hora del montaje en la instalación, los diámetros nominales y las tolerancias de fabricación, tanto del conductor como del aislamiento, deberán adecuarse a los valores especificados en la norma de Endesa Distribución KNE 001, y que se resumen en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5: Valores de diámetros nominales y tolerancias en el conductor para garantizar la compatibilidad entre el cable y los accesorios

Material	Sección	Diámetro nominal	Tolerancias
Aluminio	400 mm ²	23,5 mm	23,2 – 23,9 mm
	630 mm ²	30,5 mm	30,1 – 30,9 mm
	1000 mm ²	38,5 mm	38,0 – 38,9 mm
	1200 mm ²	43,5 mm	43,0 – 44,0 mm
Cobre	1000 mm ²	39,5 mm	39,0 – 40,2 mm
	1600 mm ²	51,0 mm	50,5 – 51,6 mm
	2000 mm ²	56,5 mm	55,9 – 57,1 mm

Tabla 6: Valores de diámetros nominales y tolerancias en el aislamiento para garantizar la compatibilidad entre el cable y los accesorios

Tensión U	Sección	Diámetro nominal	Tolerancias
45 kV	400 mm ² Al	40,0 mm	39,4 – 41,0 mm
	1000 mm ² Al	56,5 mm	55,8 – 57,5 mm
66 kV	630 mm ² Al	52,0 mm	51,5 – 53,0 mm
	1000 mm ² Al	60,5 mm	60,0 – 61,5 mm
132 kV	630 mm ² Al	65,5 mm	64,5 – 66,5 mm
	1200 mm ² Al	79,0 mm	78,0 – 80,2 mm
220 kV	1000 mm ² Cu	85,5 mm	84,9 – 87,0 mm
	1600 mm ² Cu	96,5 mm	95,5 – 97,5 mm
	2000 mm ² Cu	102,5 mm	102,0 – 104,0 mm

Asimismo los empalmes deberán estar diseñados para poder cumplir con las características de la Tabla 7 para garantizar la compatibilidad eléctrica con el cable.

Tabla 7: Secciones normalizadas del conductor del cable, espesor nominal de aislamiento y gradientes asociados

Tensión U	Sección	Espesor nominal	Gradiente kV/mm (*)
45 kV	400 mm ² Al	7,0 mm	C: 4,7 / A: 3,0
	1000 mm ² Al	7,0 mm	C: 4,3 / A: 3,2
66 kV	630 mm ² Al	9,0 mm	C: 5,0 / A: 3,2
	1000 mm ² Al	9,0 mm	C: 4,8 / A: 3,4
132 kV	630 mm ² Al	16,0 mm	C: 6,8 / A: 3,5
	1200 mm ² Al	16,0 mm	C: 6,2 / A: 3,7
220 kV	1000 mm ² Cu	21,0 mm	C: 8,8 / A: 4,4
	1600 mm ² Cu	21,0 mm	C: 8,2 / A: 4,6
	2000 mm ² Cu	21,0 mm	C: 8,0 / A: 4,7

(*) C: gradiente en pantalla sobre conductor / A: gradiente en pantalla sobre aislamiento

5 TIPOS DE EMPALMES

Los empalmes constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable en ambos extremos del empalme y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del empalme y en las zonas de transición entre el empalme y el cable.

Los empalmes pueden ser directos (preparados para una unión directa de las pantallas del cable en una misma fase) o preparados para cross-bonding o cruzamiento de pantallas entre fases. Esta técnica se utiliza fundamentalmente en tramos largos de cable para mitigar el efecto de las tensiones inducidas entre pantallas.

Se pueden encontrar tres tipos de empalmes para los cables de alta tensión:

1. Empalmes termo-retráctiles (para tensiones de 45 y 66 kV).
2. Empalmes premoldeados de una sola pieza (para tensiones de 45, 66, 132 y 220 kV).
3. Empalmes prefabricados de 3 piezas (para tensiones de 132 y 220 kV).

5.1 Empalmes Termo-retráctiles

En los empalmes termo-retráctiles (ver Figura 1), la unión de la parte conductora se hace mediante un conector a presión con pernos que tienen una cabeza que se autocizalla al alcanzar el par de apriete requerido para garantizar la conexión eléctrica prefijada.

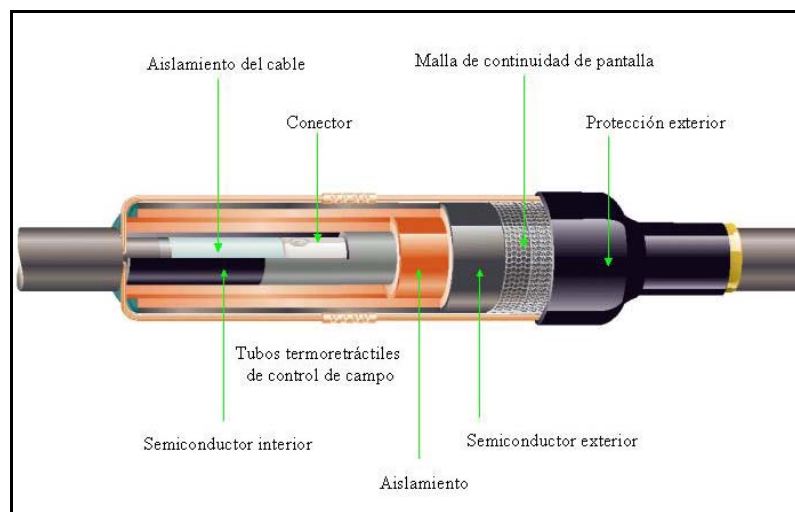


Figura 1: Detalle de un empalme termo-retráctil

El proceso de fabricación de los tubos aislantes consta de 4 etapas: extrusión, reticulado, expansión y cierre y corte. Sobre el conector y los extremos del semiconductor exterior del cable se aplica un tubo termo-retráctil de un material que uniformiza el campo eléctrico. Se aplican a continuación otros dos tubos termo-retráctiles, el primero de material aislante y el segundo que incorpora aislamiento en el interior y una capa semiconductor en el exterior.

Se recubre todo el empalme con una malla de cobre estañado y se da continuidad a la pantalla mediante un casquillo de compresión. Finalmente se reconstituye la cubierta exterior mediante la aplicación de un último tubo termo-retráctil con adhesivo en su cara interna para garantizar una estanqueidad perfecta.

5.2 Empalmes Premoldeados (Una sola Pieza)

La Figura 2 muestra la construcción de un empalme premoldeado de una sola pieza. La parte principal consiste en electrodos de alta tensión internos, una capa aislante y una capa externa semiconductor.

El contacto entre el cable y el empalme está asegurado por la memoria elástica del material empleado en la fabricación del empalme.

El material empleado puede ser goma de etileno propileno (EPR) o goma de silicona. El material, previamente reticulado a alta temperatura, se inyecta en moldes precalentados para la formación de la pieza, eliminando posteriormente las rebabas o imperfecciones superficiales.

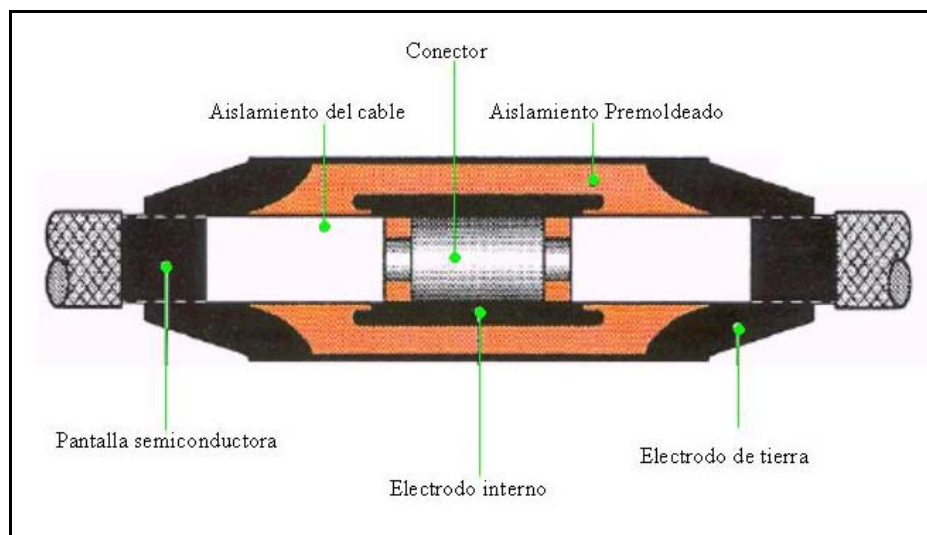


Figura 2: Detalle de un empalme premoldeado

5.3 Empalmes Prefabricados (Tres Piezas)

El aislamiento principal de los empalmes prefabricados consiste en dos conos deflectores premoldeados, denominados adaptadores, y una unidad central como cuerpo principal del empalme (ver Figura 3).

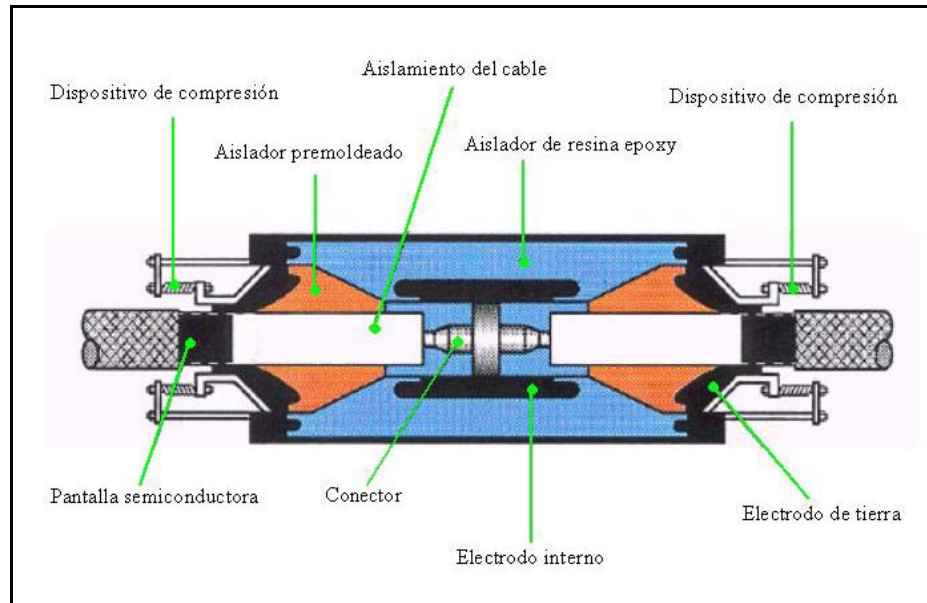


Figura 3: Detalle de un empalme prefabricado

El material empleado puede ser goma de silicona o EPDM para las tres piezas, pudiéndose utilizar resina epoxy o similar para el cuerpo principal. Las piezas se fabrican por inyección del material en moldes precalentados, sometido previamente a un proceso de reticulación a alta temperatura. Sobre ellas se aplican las pantallas semiconductoras para la constitución de los electrodos.

Una vez extraída la pieza del molde, ésta dispone de rebabas e imperfecciones superficiales que deben ser detectadas mediante sistemas de control de defectos superficiales y eliminadas mediante sistemas de lijado o pulido adecuados.

6 GENERALIDADES DE SUMINISTRO

6.1 Marcaje e Identificación del Empalme

Sobre el embalaje de los empalmes deberá estar marcado y ser fácilmente legible lo siguiente:

- Referencia a la presente norma,
- Nombre del fabricante,
- Tipo de empalme (directo, cross-bonding),
- Material aislante (premoldeado, prefabricado, termo-retráctil),

- Tensión asignada U_0/U (U_m),
- Año de fabricación,
- Número de orden de fabricación,
- Sección y material del conductor para el que va destinado,
- Peso bruto y neto.

Los empalmes que contengan productos químicos auxiliares (siliconas, resinas, etc), llevarán marcados los envases de dichos productos con la denominación del contenido. En el caso de que alguno de estos productos sea considerado como tóxico, este hecho deberá igualmente ir grabado en el envase, para evitar una manipulación inadecuada por parte del personal de montaje.

6.2 Características del Embalaje

El embalaje deberá ser capaz de aguantar el peso del empalme a transportar sin que sufra deformaciones que dañen las piezas ubicadas en su interior. Además, deberá estar diseñado para asegurar el suministro del empalme a obra mediante transporte por camión o movimientos de izamiento mediante grúas o carretillas elevadoras.

Además, el embalaje deberá estar adaptado para el transporte marítimo.

7 CONDICIONES DE ENSAYO

7.1 Temperatura ambiente

A no ser que se especifique lo contrario en las condiciones particulares de un ensayo, los ensayos se realizarán a temperatura ambiente de $20 \pm 15^\circ\text{C}$.

7.2 Frecuencia y Forma de Onda de las Tensiones en el Ensayo a Frecuencia Industrial

La frecuencia de los ensayos de tensión alterna, no debe ser ni inferior a 49 Hz ni superior a 61 Hz. La forma de la onda de estas tensiones debe ser prácticamente senoidal. Los valores de tensiones de ensayo indicados son valores eficaces.

7.3 Forma de Onda de la Tensión en el Ensayo de Impulso de Tensión tipo Rayo

De acuerdo con la Norma UNE-EN 60230 el impulso de tensión tipo rayo normalizado debe tener un frente de onda con una duración comprendida entre 1 y $5\mu\text{s}$. El tiempo para alcanzar el valor medio debe ser de $50 \pm 10\mu\text{s}$, como se especifica en la Norma UNE 21308-1.

7.4 Relación entre las Tensiones de Ensayo y las Tensiones asignadas

Donde las tensiones de ensayo están especificadas en esta norma como múltiplo de la tensión asignada U_0 , el valor de U_0 para la determinación de dichas tensiones debe ser el especificado en la Tabla 1.

7.5 Determinación de la Temperatura del Conductor del Cable

Se recomienda utilizar uno de los métodos de ensayo descritos en el Anexo A de la norma IEC 60840.

8 ENSAYOS INDIVIDUALES

Los ensayos siguientes deben ser realizados en el aislamiento principal de todos los accesorios prefabricados de los empalmes, para comprobar que el aislamiento principal cumple con los requisitos.

- a) Examen visual (véase apartado 8.1)
- b) Ensayo de descargas parciales (véase apartado 8.2)
- c) Ensayo de tensión (véase apartado 8.3)

Los ensayos b) y c) deben realizarse de acuerdo con una de las alternativas siguientes:

- 1) sobre el aislamiento principal de los empalmes prefabricados instalados en el cable;
- 2) mediante la instalación de un accesorio matriz en el que un componente del accesorio se sustituye para el ensayo;
- 3) mediante la utilización de una simulación del empalme, en la que se reproduzca el entorno de los esfuerzos del componente del aislamiento principal.

En los casos 2) y 3), la tensión de ensayo debe ser seleccionada para obtener esfuerzos eléctricos, como mínimo, iguales a los que serían aplicados al componente en un accesorio completo sometido a las tensiones de ensayo especificadas en los apartados 8.2 y 8.3.

8.1 Examen visual

Los empalmes serán examinados visualmente para garantizar que cumplen con las especificaciones dadas por el fabricante y que están libres de defectos visibles.

El contenido será verificado de acuerdo con la lista de componentes que debe incluirse en el kit.

Los empalmes deben estar embalados de manera que se incluyan todas las piezas que entran en el montaje del empalme.

En el embalaje irán incluidas las instrucciones detalladas de montaje de cada empalme.

8.2 Ensayo de Descargas Parciales

El ensayo de descargas parciales se debe realizar sobre el aislamiento principal de todos los accesorios prefabricados o premoldeados, de acuerdo con la Norma UNE-EN 60885-3, excepto que la sensibilidad, tal como se define en la norma, debe ser de 5 pC o mejor.

La tensión de ensayo debe aumentarse gradualmente hasta $1,75 U_0$ y mantenerse durante 10 s, para reducirla luego lentamente hasta $1,5 U_0$ (ver Tabla 8).

Tabla 8: Tensiones de ensayo para la medida de descargas parciales

Tensión U	Tensión U_m	Tensión U_0	Ensayo de descargas parciales	
			$1,5 U_0$	$1,75 U_0$
kV	kV	kV	kV	kV
45	52	26	39	46
66	72,5	36	54	63
132	145	76	114	133
220	245	127	190	222

No deben detectarse descargas parciales procedentes del empalme que excedan el valor de 5 pC a $1,5 U_0$.

8.3 Ensayo de Tensión

El ensayo de tensión se debe llevar a cabo a temperatura ambiente aplicando una tensión alterna a frecuencia industrial. La tensión de ensayo aplicada entre el conductor y la pantalla metálica se debe aumentar progresivamente hasta alcanzar el valor especificado, y se mantendrá en este valor durante el tiempo especificado, de acuerdo con la Tabla 9.

Tabla 9: Tensiones de ensayo para el ensayo de tensión

Tensión U	Tensión U_m	Tensión U_0	Ensayo de tensión	
			Tensión ($2,5 U_0$)	Duración
kV	kV	kV	kV	min
45	52	26	65	30
66	72,5	36	90	30
132	145	76	190	30
220	245	127	318	30

No debe producirse perforación del empalme.

9 ENSAYOS DE MUESTREO

9.1 Ensayo sobre Componentes

Las características de cada componente se verificarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante de empalmes, o bien a través de informes de ensayo del suministrador de un componente determinado o a través de ensayos internos.

El fabricante de un empalme determinado proporcionará un listado de los ensayos que deben realizarse en cada componente, indicando la frecuencia de cada ensayo. Los componentes serán inspeccionados en conformidad con sus planos. No deberán existir desviaciones fuera de las tolerancias indicadas. Endesa Distribución se reserva el derecho de aprobación de dichos ensayos.

9.2 Ensayo sobre Empalmes Completos

Para empalmes termo-retráctiles y premoldeados de una sola pieza, al no ser recuperables tras la realización de los ensayos, se realizarán los siguientes ensayos en un empalme completamente ensamblado:

- a) Ensayo de Descargas Parciales (ver apartado 8.2)
- b) Ensayo de Tensión (ver apartado 8.3)

Estos ensayos se llevarán a cabo en la secuencia indicada y con una frecuencia de muestreo de 1 de cada 50 unidades suministradas a Endesa, para cada nivel de tensión.

10 ENSAYOS DE TIPO

10.1 Generalidades

Los ensayos especificados en este apartado deberán demostrar que las características de funcionamiento son satisfactorias en las aplicaciones proyectadas para los empalmes.

10.2 Extensión de la Aprobación de Tipo

Cuando los ensayos de tipo se han realizado con éxito sobre unos empalmes de sección, tensión asignada y constitución determinados, la aprobación de tipo debe ser aceptada como válida para los empalmes del campo de aplicación de esta norma con otra sección, tensión asignada y aspectos constructivos, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

1. El grupo de tensión no es superior al de los empalmes ensayados;

Nota: En este contexto, los empalmes del mismo grupo de tensión asignada son aquellos que tienen un mismo valor U_m de tensión más elevada para el material y los mismos valores de tensión de ensayo. Por ejemplo, los ensayos realizados en un empalme de tensión $U = 66$ kV cubrirían también los empalmes de tensiones $U = 60$ kV y $U = 69$ kV.

2. La sección del conductor del cable a montar no es superior a la del cable ensayado.
3. Los empalmes tienen una construcción igual o similar a la de los ensayados.

Nota: Se consideran empalmes de construcción similar los que tienen el mismo tipo y proceso de fabricación del aislamiento y las pantallas semiconductoras.

4. Los esfuerzos eléctricos máximos calculados en el aislamiento principal del empalme y en las interfases, son iguales o menores que los de los empalmes ensayados.

Un certificado de ensayos de tipo, firmado por el representante de un organismo de control competente, o un informe expedido por el fabricante con los resultados de los ensayos y firmado por el responsable cualificado correspondiente, o un certificado de ensayo expedido por un laboratorio independiente, podrán ser aceptados como evidencia de la ejecución de los ensayos de tipo.

10.3 Resumen de los Ensayos de Tipo

Los empalmes deberán cumplir con los ensayos especificados en el apartado 10.4. La longitud mínima de cable entre empalmes será de 5 m y se ensayará, como mínimo, un empalme de cada tipo.

Los empalmes se instalarán antes de realizar el primer ensayo de descargas parciales.

Los empalmes se instalarán sobre el cable de la forma especificada en las instrucciones del fabricante, con las cantidades y referencias de materiales descritas en la lista de componentes, incluidos los lubricantes, cuando los haya.

Se debe secar y limpiar la superficie externa de los empalmes, pero no se deben someter a ningún tipo de acondicionamiento no especificado en las instrucciones del fabricante y que pueda modificar eléctrica, térmica o mecánicamente el funcionamiento de los conjuntos en ensayo.

10.4 Secuencia de Ensayos

Previamente a la realización de estos ensayos, se medirá el espesor de aislamiento de los cables utilizados y se ajustarán los valores de tensión de ensayo, si es necesario, tal y como se indica en la Norma KNE 001 de Endesa Distribución. No se admitirán los ensayos realizados sobre cables que no cumplan lo especificado en la citada norma referente a la excentricidad y diámetros sobre el conductor y aislamiento.

La secuencia de ensayos debe ser la siguiente:

- a) Instalación de los empalmes y ensayo de descargas parciales a temperatura ambiente (ver apartado 10.5);
- b) Ensayo de ciclos de calentamiento en tensión (ver apartado 10.6);
Nota: El cable debe acondicionarse formando una U, tal y como se especifica en la Norma KNE 001.

- c) Ensayo de descargas parciales (ver apartado 10.5);
 - a temperatura ambiente y
 - a alta temperatura

Los ensayos se deben llevar a cabo después del último ciclo del punto b) o, como alternativa, después del ensayo de impulso de tensión tipo rayo del punto d) siguiente;

- d) Ensayo de impulso de tensión tipo rayo seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial (ver apartado 10.7);
- e) Ensayo de descargas parciales, si no se ha realizado previamente en el punto d) anterior (ver apartado 10.5);
- f) Ensayo de la protección externa de los empalmes (véase apartado 10.8 y Anexo A);

Nota: Estos ensayos pueden realizarse sobre un empalme que haya superado el ensayo del punto b) ensayo de ciclos de calentamiento en tensión, o en un empalme distinto que ha sido sometido y ha superado con éxito tres ciclos térmicos, como mínimo.

- g) Examen de los empalmes, que se debe llevar a cabo tras completar los ensayos precedentes (ver apartado 10.9);

10.5 Ensayo de Descargas Parciales

Los ensayos de descargas parciales se deben realizar de acuerdo con la Norma UNE-EN 60885-3), con una sensibilidad de 5 pC o mejor.

La tensión de ensayo se debe incrementar gradualmente hasta $1,75 U_0$ y mantenerse durante 10 s, y se debe reducir entonces lentamente hasta $1,5 U_0$.

Para realizar el ensayo a alta temperatura, se debe calentar el conjunto por un procedimiento adecuado y se debe determinar la temperatura del conductor o por medida de su resistencia o por termopares en la superficie de la cubierta, o por termopares en el conductor de otra muestra del mismo cable calentada por el mismo procedimiento. El ensayo se debe ejecutar a una temperatura del conductor de 5 a 10°C por encima de la máxima temperatura del conductor en funcionamiento normal (véase Tabla 2). La temperatura del conductor se debe mantener dentro de estos límites de temperatura durante al menos 2 h.

No deben detectarse descargas parciales procedentes del empalme que excedan el valor de 5 pC a $1,5 U_0$.

10.6 Ensayo de Ciclos de Calentamiento en Tensión

El cable se debe doblar previamente en forma de U con un diámetro que se especifica en la norma KNE 001. Una vez constituido el sistema de ensayo, se debe calentar el conjunto haciendo circular una corriente por el conductor hasta que éste alcance una temperatura estable que se mantenga entre 5 y 10°C por encima de la temperatura máxima del conductor en funcionamiento normal (véase Tabla 2).

Si, por razones prácticas, no es posible realizar el calentamiento sólo con el paso de corriente por el conductor, se puede obtener un calentamiento adicional haciendo circular corriente por la pantalla/cubierta metálica, utilizando dispositivos de calentamiento externos o cubriendo el cable con mantas térmicas.

El calentamiento se debe aplicar durante al menos 8 h. La temperatura del conductor se debe mantener dentro de los límites de temperatura establecidos durante al menos 2 h en cada período de calentamiento. A este proceso le debe seguir un período de enfriamiento natural de 16 h como mínimo, hasta que el conductor alcance una temperatura que no supere en 15°C la temperatura ambiente, con un máximo de 45°C.

Para asegurar un adecuado control y regulación de la temperatura de ensayo, se dispondrá en paralelo un cable de similar longitud e idénticas características al utilizado en el sistema de ensayo (denominado habitualmente cable testigo, de referencia o “dummy”), y se someterá a los mismos ciclos térmicos de forma simultánea pero sin aplicar tensión, para poder así colocar termopares en el conductor. En estas condiciones, el sistema de control debe ajustar la temperatura del conductor del cable testigo a la temperatura de ensayo (entre 5 y 10°C por encima de la temperatura máxima del conductor en funcionamiento normal) y las temperaturas de los termopares colocados en las cubiertas del cable testigo y del sistema de ensayo deben ser similares para garantizar que el conductor del sistema de ensayo se mantiene a la temperatura deseada durante el ensayo.

Se debe registrar durante todo el periodo de ensayo la tensión, la corriente y la temperatura en el conductor y la cubierta del cable testigo (dummy), en la cubierta del cable del sistema objeto de ensayo y la temperatura ambiente.

El ciclo de calentamiento y enfriamiento se debe llevar a cabo 20 veces. Durante la totalidad del período de ensayo se debe aplicar una tensión de $2U_0 \pm 3\%$ (véase Tabla 10).

Tabla 10: Tensiones de ensayo para el ensayo de ciclos de calentamiento en tensión

Tensión U	Tensión U_m	Tensión U_0	Ensayo de tensión con ciclos térmicos
			$2 U_0$
kV	kV	kV	kV
45	52	26	52
66	72,5	36	72
132	145	76	152
220	245	127	254

Tras la finalización de los ciclos térmicos, se debe llevar a cabo el ensayo de descargas parciales de acuerdo con lo establecido en el apartado 10.5 sobre el conjunto, a alta temperatura y a temperatura ambiente. Este ensayo puede realizarse alternativamente tras el ensayo de impulso y de tensión a frecuencia industrial del apartado 10.7.

10.7 Ensayo de Impulso de Tensión tipo Rayo seguido de un Ensayo de Tensión a Frecuencia Industrial

El ensayo se debe realizar sobre el conjunto con el conductor del cable a una temperatura de 5 a 10°C por encima de la máxima temperatura del conductor en funcionamiento normal (ver Tabla 2). La temperatura del conductor se debe mantener dentro de los límites establecidos de temperatura durante al menos 2 h.

El impulso de tensión tipo rayo se debe aplicar de acuerdo con el procedimiento dado en la Norma UNE-EN 60230.

El empalme debe soportar sin fallo o contorneamiento 10 impulsos positivos y 10 negativos de tensión, del valor dado en la Tabla 11.

Tabla 11: Tensiones de ensayo para los ensayos de impulso y frecuencia industrial

Tensión U	Tensión U _m	Tensión U ₀	Ensayo de impulso de tensión	Ensayo de tensión tras el ensayo de impulso	
				Tensión	Duración
kV	kV	kV	kV	kV	min
45	52	26	250	65	15
66	72,5	36	325	90	15
132	145	76	650	190	15
220	245	127	1050	254	15

Tras el ensayo de impulso de tensión tipo rayo el conjunto debe ser sometido a un ensayo de tensión a frecuencia industrial a los valores y durante el tiempo indicados en la Tabla 11. Este ensayo puede llevarse a cabo durante el período de enfriamiento, o a temperatura ambiente, según prefiera el fabricante.

No debe producirse perforación del empalme ni contorneamiento.

Se debe realizar el ensayo de descargas parciales de acuerdo con lo establecido en el apartado 10.5 sobre el conjunto, a alta temperatura y a temperatura ambiente, si éste no se llevó a cabo al finalizar el ensayo de ciclos de calentamiento en tensión del apartado 10.6.

10.8 Ensayo de la Protección externa

El Anexo A especifica el procedimiento a adoptar para los ensayos de aprobación de tipo de protecciones exteriores para todo tipo de empalmes, utilizados en los empalmes enterrados o en los dispositivos de seccionamiento de pantalla empleados en las redes de cables de potencia con cubierta aislada y, cuando se utiliza, del seccionamiento de la pantalla asociado.

10.9 Examen del Empalme

La verificación y examen de los empalmes no debe revelar signos de deterioro a visión normal (por ejemplo degradación eléctrica, fugas, corrosión o contracción) que pudieran afectar al sistema en servicio.

11 ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Para la aceptación del material, el fabricante deberá haber realizado previamente los ensayos individuales (ver apartado 8) o los ensayos sobre muestra (ver apartado 9), según aplique.

Todos los ensayos deberán efectuarse de acuerdo a lo establecido en la presente Norma y Endesa se reserva tanto el derecho de asistir a los mismos, para lo cual el fabricante avisará a Endesa con al menos 2 semanas de antelación con respecto a la fecha de realización de los ensayos, como a repetir en su presencia los ensayos individuales sobre un 10%, como máximo, de los empalmes que componen la partida.

La recepción se considerará aprobada una vez realizados estos ensayos de forma satisfactoria y entregado el material con los Protocolos o Actas de dichos ensayos. Si la documentación indicada en el apartado 12.1 hubiese sufrido variaciones en referencia al material entregado, el fabricante deberá facilitar la documentación actualizada para considerar aprobada la recepción.

12 INFORMACIÓN TÉCNICA A PRESENTAR

Toda la documentación será entregada de acuerdo con las Normas de Endesa, en Microsoft Word y Autocad. Toda la documentación incluida estará necesariamente redactada en español.

La oferta económica debe cubrir también el transporte de los empalmes hasta las instalaciones indicadas por Endesa y la retirada del embalaje si fuese necesario. También incluirá los ensayos de puesta en servicio si éstos son requeridos.

12.1 Presentación de Ofertas

Se deberá incluir en la oferta técnica necesariamente la siguiente documentación referida a los empalmes de Alta Tensión:

Detalles constructivos:

- Planos y detalles dimensionales del empalme, incluyendo su peso en kg.
- Condiciones e instrucciones de montaje e instalación.
- Lista de componentes.

Referencias:

- Lista de referencias previas.

Ensayos:

- Documentación correspondiente que acredite la realización y el resultado de los ensayos relacionados en el apartado 12.2.

Excepciones:

- Excepciones a esta Norma si las hubiera.

12.2 Ensayos

Para que un determinado fabricante pueda suministrar a Endesa los empalmes incluidos en el alcance de la presente Norma, deberá haber cumplido satisfactoriamente los ensayos de tipo descritos en el apartado 10 de la presente Norma.

Una vez cumplimentados estos ensayos, en sucesivos suministros solamente se cumplimentarán los ensayos individuales (ver apartado 8) y los ensayos sobre muestra (ver apartado 9) como ensayos de recepción.

No obstante, Endesa se reserva el derecho de solicitar en cualquier momento la repetición de los ensayos, arriba relacionados, que considere oportunos, para verificar que el material continúa cumpliendo con la calidad que en su momento le fue reconocida.

Todos los ensayos deberán efectuarse de acuerdo a lo establecido en la presente Norma y Endesa se reserva el derecho de asistir a los mismos, para lo cual el fabricante deberá avisar a Endesa con al menos 2 semanas de antelación con respecto a la fecha de realización de los ensayos.

13 GARANTÍAS

El fabricante se comprometerá a establecer una garantía sobre los empalmes entregados por un período mínimo de 10 años, a contar inmediatamente desde la recepción, obligándose a reponer los mismos si en dicho período resultaran defectuosos.

14 INSPECCIÓN

Una vez efectuado el pedido, Endesa se reserva el derecho de realizar visitas de inspección a las instalaciones del fabricante, a fin de comprobar los trabajos en curso y la calidad del proceso de fabricación. Endesa deberá comunicar al fabricante con la antelación suficiente la realización de estas visitas. Por su parte el fabricante deberá prestar todas las facilidades para el normal desarrollo de la labor del representante de Endesa.

El hecho de que el representante de Endesa no rechace un determinado trabajo o material durante alguna de sus visitas o en la inspección final no presupone la aceptación definitiva del empalme ni exime al fabricante de su responsabilidad en la correcta ejecución del suministro, que deberá realizarse cumplimentando todos los ensayos individuales (ver apartado 8) o los ensayos sobre muestra (ver apartado 9), según aplique, establecidos en esta Norma.

15 PROPIEDAD INTELECTUAL

El contenido de este documento es una 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.

ANEXO A

ENSAYO DE LA PROTECCIÓN EXTERNA DE EMPALMES ENTERRADOS

A.1 Generalidades

Este Anexo especifica el procedimiento a adoptar para los ensayos de aprobación de tipo de protecciones externas para todo tipo de empalmes, utilizados en los empalmes enterrados o en los dispositivos de seccionamiento de pantalla utilizados en las redes de cables de potencia con cubierta aislada y, cuando se utiliza, del seccionamiento de la pantalla asociado.

A.2 Extensión de la Aprobación

Para la aprobación de una protección externa de empalmes que incluyan entradas para componentes tales como los hilos de conexión, la protección externa sometida a ensayo debe incorporar estos componentes particulares.

Si se ensaya con éxito una protección externa de empalme con seccionamiento de pantalla para los diámetros menor y mayor del cable completo, esto supondrá la aceptación de esta protección para un accesorio similar sin aislante de seccionamiento de pantallas, pero no a la inversa.

Cuando se da la aceptación a un diseño de protección exterior de empalme, ésta se debe considerar válida para todas las protecciones de empalmes del mismo fabricante, con los mismos criterios básicos de diseño, empleando los mismos materiales y dentro del rango de diámetros ensayado, y a tensiones de ensayo iguales o inferiores.

Los ensayos A.3 y A.4 se deben aplicar sucesivamente a un empalme que haya superado el ensayo de ciclos de calentamiento en tensión (véase apartado 10.6) o a un empalme separado que haya superado, como mínimo, tres ciclos térmicos sin tensión.

A.3 Inmersión en Agua y Ciclos de Calentamiento

Se introduce el conjunto a ensayar en agua a una profundidad no inferior a 1 m desde el punto más alto de la protección externa. Esto se puede conseguir mediante un tanque de alimentación por gravedad conectado a un recipiente sellado que contiene el conjunto a ensayar.

Se deben aplicar 20 ciclos de calentamiento/enfriamiento, aumentando la temperatura del agua hasta un valor comprendido entre 15 y 20°C por debajo de la máxima temperatura del conductor en funcionamiento normal (véase Tabla 2). En cada ciclo el agua se debe calentar hasta la temperatura especificada, se mantiene en este nivel durante 5 h al menos y, posteriormente, se enfría hasta 10°C por encima de la temperatura ambiente. La temperatura de ensayo se puede conseguir diluyendo el agua con agua a mayor o menor temperatura.

A.4 Ensayos de Tensión

Finalizados los ciclos de calentamiento y con la muestra de ensayo aún inmersa, se deben realizar los ensayos de tensión tal y como se describen a continuación.

A.4.1 Muestras con accesorios sin aislamiento seccionador de pantalla

Se debe aplicar una tensión de ensayo de 20 kV cc durante 1 minuto entre la pantalla metálica del cable y la parte externa de la protección exterior del empalme puesta a tierra.

A.4.2 Conjuntos con accesorios con seccionamiento de pantalla metálica

Ensayo de tensión continua

Se debe aplicar una tensión de ensayo de 20 kV cc durante 1 minuto entre cada pantalla metálica del cable, en cualquier extremo del accesorio, y también entre cada pantalla metálica y la parte externa de la protección exterior del empalme puesta a tierra.

Ensayo de tensión de impulso tipo rayo

Con el fin de ensayar cada parte a tierra, se debe aplicar la tensión de ensayo establecida en la Tabla 12 entre cada pantalla metálica y el exterior del conjunto a ensayar, estando éste sumergido. Si no es posible realizar el ensayo de tensión de impulso sobre el conjunto estando éste sumergido, se puede extraer el agua y realizar el ensayo inmediatamente, o puede mantenerse húmedo envolviéndolo con una tela mojada, o aplicando un revestimiento conductor alrededor de toda la superficie exterior del conjunto a ensayar.

Tabla 12: Ensayo de tensión de impulso

Tensión U	Tensión de impulso tipo rayo para el aislamiento principal	Nivel de impulso			
		Entre pantallas		Entre cada pantalla y tierra	
		Cable de conexión		Cable de conexión	
		≤ 3m	> 3m, ≤ 10m	≤ 3m	> 3m, ≤ 10m
kV	kV	kV	kV	kV	kV
45	250	60	60	30	30
66	325	60	60	30	30
132	650	60	75	30	37,5
220	1050	60	95	30	47,5

Para el ensayo entre cada pantalla metálica, el conjunto debe sacarse del agua antes del ensayo de impulso.

El procedimiento de ensayo se debe realizar de acuerdo con la Norma UNE-EN 60230, con el empalme a temperatura ambiente.

No debe producirse perforación de aislamiento durante ninguno de los ensayos anteriores.

A.5 Examen del conjunto ensayado

El conjunto se debe examinar cuando hayan finalizado los ensayos descritos en el apartado A.4.

Las cajas de protección externa del empalme rellenas de compuestos extraíbles se consideran que han superado los ensayos si no existe evidencia visible de huecos internos o desplazamiento del compuesto por penetración de agua, o de pérdida de compuesto a través de las juntas de estanqueidad de la caja o de las paredes.

Las protecciones externas de empalme que empleen diseños y materiales distintos, se deben aceptar si no hay evidencia de penetración de agua o de corrosión interna.