

Edición	Fecha	Descripción de la Modificación
1ª	01/06/2026	Versión original.

Ámbito: E-Distribución Redes Digitales SLU – Red MT/BT

Emisión:
Francisco Rodriguez Valderrama

Verificación:
Josep González Cortizo

Aprobación:
María Avery Fernandez

ÍNDICE

1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	4
2	DEFINICIONES	4
2.1	Cruceta	4
2.2	Carga vertical, V, longitudinal, L y transversal, T	4
2.3	Carga de torsión, L_T.....	4
2.4	Carga de ensayo	4
2.5	Coeficiente de seguridad, CS.....	4
2.6	Longitud de cruceta.....	4
3	DISEÑO.....	5
3.1	Armados de tipo bóveda para apoyos de hormigón.	5
3.2	Armados de tipo cruceta plana.....	6
3.3	Armados de tipo semicruceta atirantada.	8
4	CARGAS NOMINALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD.....	10
5	MARCADO	11
6	ENSAYOS DE TIPO	11
6.1	Ensayos sobre los materiales.....	11
6.1.1	<i>Resinas.....</i>	<i>11</i>
6.1.2	<i>Fibra de vidrio</i>	<i>11</i>
6.2	Ensayos sobre probetas	11
6.2.1	<i>Contenido en fibra</i>	<i>11</i>
6.2.2	<i>Absorción de agua.....</i>	<i>11</i>
6.2.3	<i>Ensayo de inflamabilidad</i>	<i>12</i>
6.2.4	<i>Dureza Barcol.....</i>	<i>12</i>
6.2.5	<i>Resistencia a la tracción</i>	<i>12</i>
6.2.6	<i>Resistencia a la flexión.....</i>	<i>12</i>
6.2.7	<i>Resistencia a rayos UV (envejecimiento acelerado)</i>	<i>12</i>
6.2.8	<i>Degradación del color después de envejecimiento</i>	<i>12</i>
6.2.9	<i>Resistencia a la tracción después de envejecimiento</i>	<i>13</i>
6.2.10	<i>Resistencia a la flexión después de envejecimiento.....</i>	<i>13</i>
6.2.11	<i>Temperatura de flexión bajo carga</i>	<i>13</i>
6.2.12	<i>Rigidez dieléctrica</i>	<i>13</i>
6.2.13	<i>Resistencia a la erosión y al tracking.....</i>	<i>13</i>

6.2.14	<i>Adherencia de pintura</i>	13
6.3	Ensayos sobre los crucetas completos	14
6.4	Ensayos de rutina	15
6.5	Ensayos de recepción	16

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente documento tiene por objeto definir las características generales de diseño, esfuerzos nominales y cargas, y ensayo de las estructuras de crucetas aislantes.

2 DEFINICIONES

Las definiciones indicadas a continuación son aplicables a la presente norma.

2.1 Cruceta

Dispositivo destinado a colocarse en la cabeza de un apoyo y cuya función es sustentar los conductores mediante cadenas de aisladores.

2.2 Carga vertical, V, longitudinal, L y transversal, T

Son las componentes verticales, longitudinal (en la dirección paralela a la línea) y transversal (en la dirección perpendicular a la línea) de una carga en un sistema de ejes ortogonales. La carga se considerará aplicada en los puntos de sujeción de los conductores.

2.3 Carga de torsión, L_T

Es la carga que resulta de la rotura de uno de los conductores amarrados a uno de los extremos de la cruceta, a una distancia "d" del apoyo.

2.4 Carga de ensayo

Carga aplicada durante el ensayo. Esta carga es igual a la carga de trabajo, más la sobrecarga, multiplicadas por el coeficiente de seguridad.

2.5 Coeficiente de seguridad, CS

Margen adicional de resistencia frente a sobrecargas.

2.6 Longitud de cruceta

Se define como la distancia horizontal "L" medida desde el eje del apoyo hasta el centro de los orificios destinados a la fijación de los herrajes de las cadenas de aislamiento.

3 DISEÑO

El diseño de las crucetas aislantes se basa en el empleo de perfiles y pletinas de material compuesto reforzado con fibra de vidrio, capaces de resistir las cargas mecánicas y ensayos definidos en los apartados 4 y 5. Pueden incluir pletinas auxiliares metálicas en los puntos de unión entre perfiles.

Todos los elementos que forman la cruceta estarán dimensionados para garantizar seguridad eléctrica y mecánica durante toda la vida útil de la estructura. Asimismo, cualquier elemento adicional necesario para la correcta instalación y funcionamiento de la cruceta, como los capuchones u otros accesorios equivalentes, deberá formar parte integrante de la solución suministrada, quedando identificado tanto en la documentación técnica como en el conjunto objeto de homologación.

El acero empleado en las piezas y perfiles metálicos será de calidad S275JR, conforme a la norma UNE-EN 10025-2, debiendo todas las piezas estar galvanizadas en caliente de acuerdo con la UNE-EN ISO 1461. La tornillería (tornillos, tuercas y arandelas) utilizada en las crucetas será de acero galvanizado, con calidad mínima 8.8, y se deberá especificar el par de apriete a aplicar cerca del orificio correspondiente.

Se deberán proporcionar planos de montaje en los que se defina de forma clara la posición de cada perfil, de la tornillería empleada y los pares de apriete correspondientes.

3.1 Armados de tipo bóveda para apoyos de hormigón.

Los armados de tipo bóveda permitirán el acoplamiento a la cabeza de los apoyos de hormigón, descritos en la norma AND002.

Las piezas de acero para la sujeción de las cadenas de aislamiento se colocarán en el centro y en cada uno de los extremos de la cruceta. En estas piezas de acero existirán orificios de diámetro 21,5 mm y será compatible con las siguientes dimensiones. Esta chapa de acero deberá de tener 16 mm de espesor.

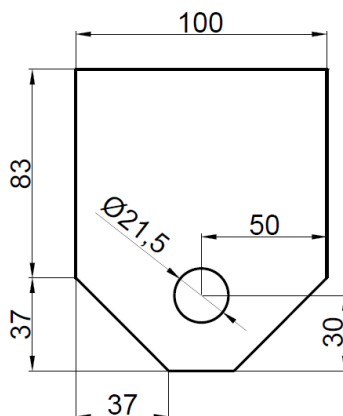


Figura 1. Detalle pieza de acero para la sujeción de las cadenas de aislamiento

La geometría de los armados tipo bóveda deberá permitir los ángulos de oscilación de las cadenas de suspensión indicados en la *figura 2*.

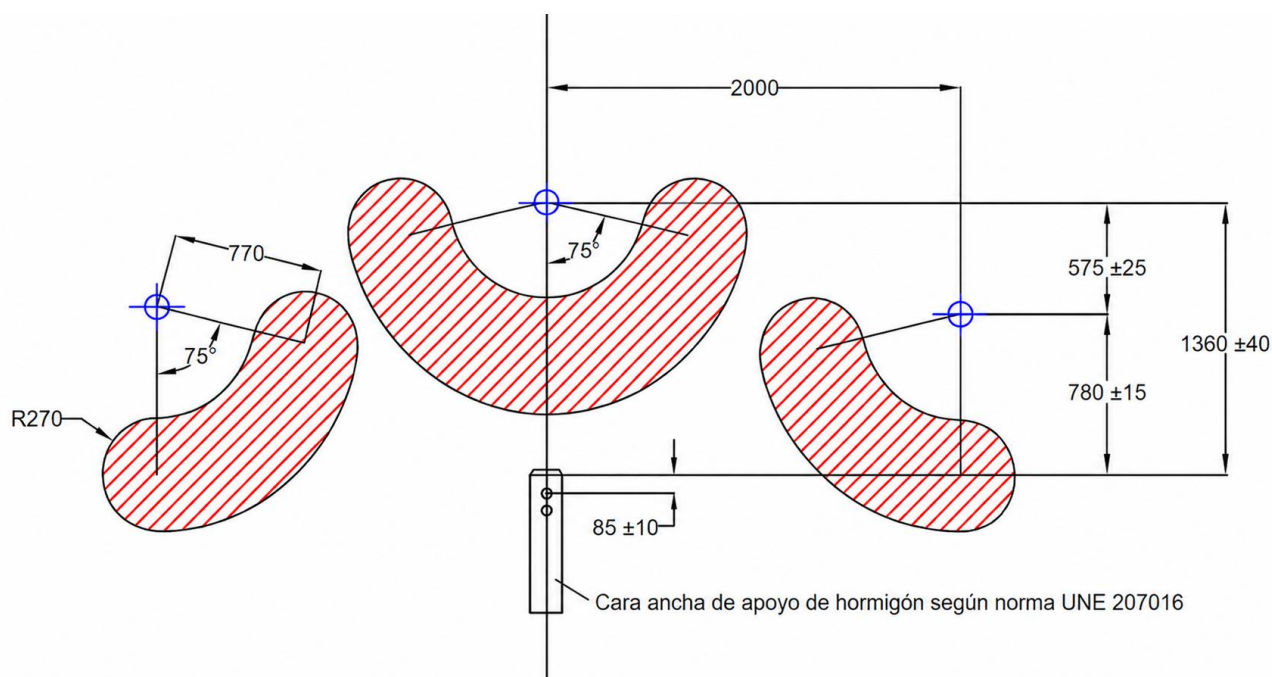


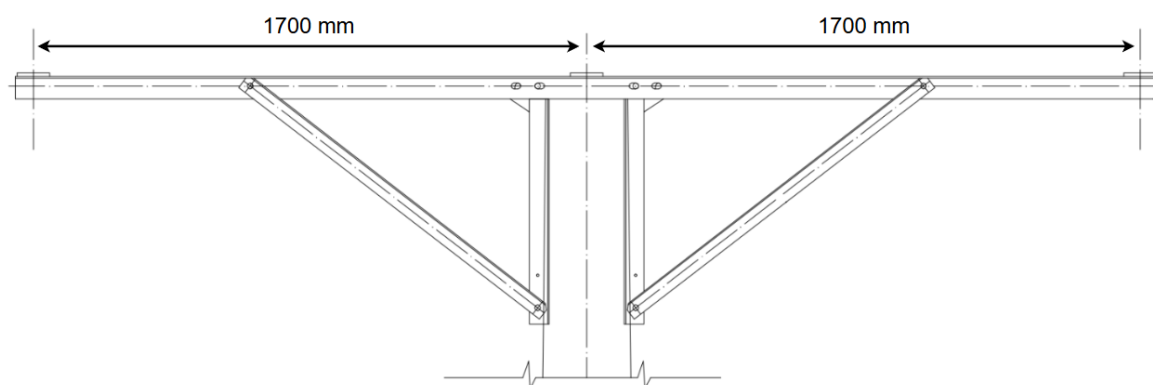
Figura 2. Geometría y ángulos de oscilación de armados de tipo bóveda

3.2 Armados de tipo cruceta plana.

Los armados de tipo cruceta plana permitirán el acoplamiento a la cabeza de los apoyos de hormigón, descritos en la norma AND002.

La cruceta tipo plana respetará las distancias entre conductores indicadas en la *figura 3* y se instalará a lo largo de la cara ancha del apoyo de hormigón, tal y como se indica en la siguiente figura.

ALZADO



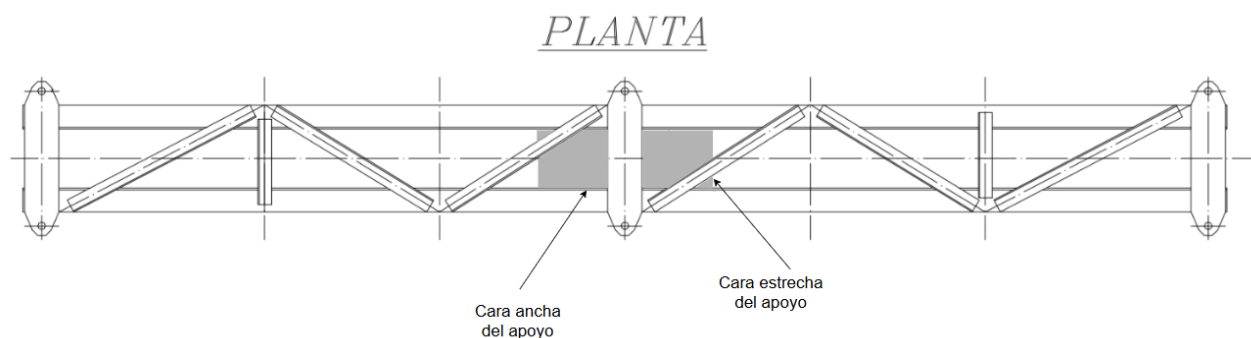


Figura 3. Geometría de crucetas de tipo plana – Vista alzado y planta

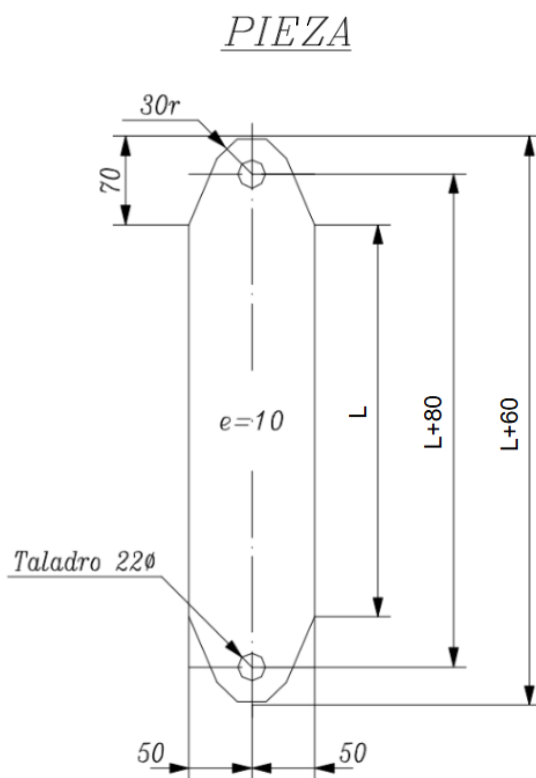


Figura 4. Detalle pieza de acero para sujeción de cadena de aislamiento

La pieza indicada en la Figura 4 será de acero. No obstante, se podrán considerar soluciones equivalentes, siempre que cuenten con la aprobación previa de e-distribución.

3.3 Armados de tipo semicruceta atirantada.

Los armados de tipo semicruceta atirantada permitirán el acoplamiento a la cabeza de los apoyos de celosía, descritos en la norma AND001.

Las longitudes “L” normalizadas de las semicrucetas atirantadas serán las indicadas en la tabla I, siendo “L” la distancia horizontal desde el eje de la torre al centro de los orificios destinados para la fijación de los herrajes de las cadenas de aislamiento, tal como se indica en la figura 5.

Las semicrucetas objeto de la presente especificación serán aplicables exclusivamente a apoyos con carga nominal menor o igual a 4500 daN.

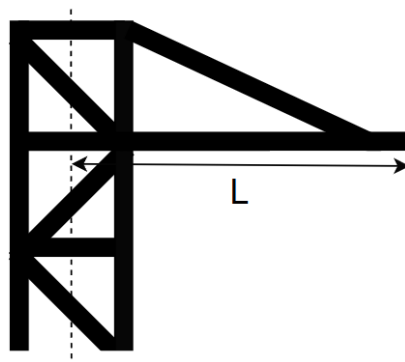


Figura 5. Geometría de crucetas de tipo atirantada

Longitud de la semicruceta (L)		
1,50 m	1,75 m	2,00 m

Tabla I. Longitud de semicrucetas (L)

El suministro incluirá la pieza metálica “AS” que cierra la semicruceta, para sujeción de cadenas de suspensión o amarre, así como la tornillería necesaria para su montaje sobre el apoyo correspondiente.

En la figura 6 se puede apreciar el detalle constructivo de la pieza metálica “AS”.

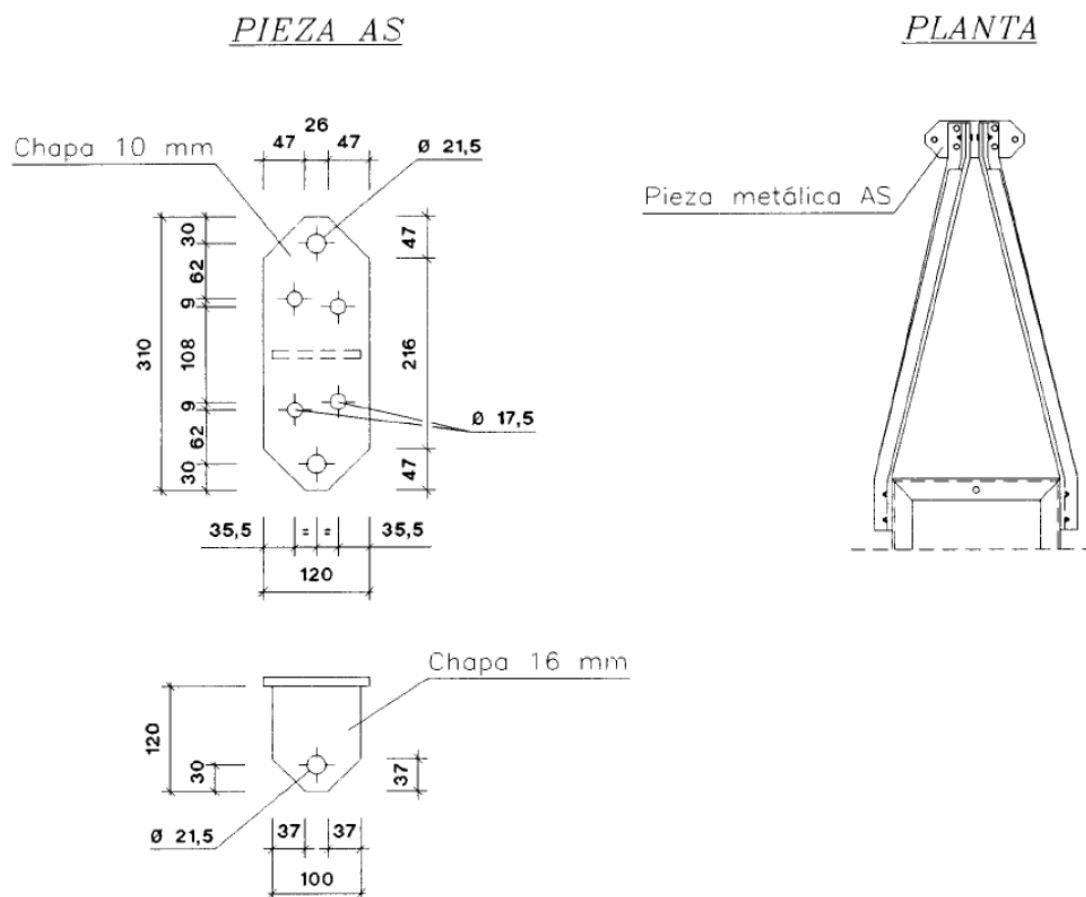


Figura 6. Detalle constructivo pieza AS.

4 CARGAS NOMINALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

El presente apartado establece las cargas nominales de diseño que deberán soportar los distintos tipos de armados definidos en esta norma, así como los coeficientes de seguridad aplicables para la verificación estructural y los ensayos mecánicos.

En la tabla II se indican las cargas de ensayo para cada tipo de cruceta. identificándose cada caso de carga de la siguiente forma: caso A=V+T, caso B=V+L y caso C=V+L_T.

Tipo de cruceta	Longitud de cruceta "L" (m)	Casos de carga (1)	Cargas de trabajo (daN)				CS	Cargas de ensayo (daN) (2)			
			V	T	L	L _T		V	T	L	L _T
Bóveda	2,0	A	240	240			2,5	600	600		
		B			180					450	
		C				120	2				240
Plana	1,7	A	360	426			2,5	900	1065		
		B			240					600	
		C				220	2				440
Semicruceta atirantada	1,5	A	400	2000			2,5	1000	5000		
		B			1500					3750	
	1,75	A	400	2000			2,5	1000	5000		
		B			1500					3750	
	2,0	A	400	2000			2,5	1000	5000		
		B			1500					3750	

Tabla II. Cargas y coeficientes de seguridad

- (1) Las cargas específicas se aplicarán en el punto previsto para la fijación de conductores.
(2) La duración del ensayo será de 60 segundos.

5 MARCADO

Todos los elementos deberán estar marcados mediante troquelado indeleble, con el fin de permitir su correcta identificación y facilitar las labores de montaje. Cada pieza deberá incorporar la marca del fabricante y su correspondiente número de identificación, de acuerdo con el plano de montaje.

Asimismo, los tornillos deberán disponer, grabados o en relieve en la parte superior de la cabeza, de la marca del fabricante y de la clase de resistencia.

6 ENSAYOS DE TIPO

6.1 Ensayos sobre los materiales.

6.1.1 Resinas

Las resinas de poliéster termoendurecibles deben cumplir con las propiedades típicas indicadas en el anexo A, tabla A.3 de la Norma UNE-EN 40-7.

6.1.2 Fibra de vidrio

Las fibras de vidrio utilizadas deben cumplir con las propiedades típicas indicadas en el anexo A de la Norma UNE-EN 40-7.

6.2 Ensayos sobre probetas

A menos que se especifique lo contrario, las probetas deben acondicionarse en una atmósfera normalizada 23/50 Clase 1, según lo especificado en la Norma UNE-EN ISO 291.

Para realizar los ensayos de contenido en fibra, absorción de agua, dureza Barcol y rigidez dieléctrica, las probetas deben obtenerse de muestras extraídas de la misma cruceta que va a ser ensayada según el apartado 6.3. La zona de la que deben tomarse estas muestras debe ser el punto medio de la longitud de la cruceta "L".

Para el resto de los ensayos se deben preparar probetas con la misma proporción en fibra que la obtenida según el apartado 6.2.1. El contenido de resina y aditivos debe tener la misma proporción que la usada para la fabricación de la cruceta que va a ser ensayada según apartado 6.3.

6.2.1 Contenido en fibra

Debe verificarse que las probetas tienen un contenido en fibra superior al 50 % en peso, ensayado según la Norma UNE-EN ISO 1172.

6.2.2 Absorción de agua

La absorción de agua por parte de las probetas debe ser en todo caso inferior al 0,6 %, valor que se debe determinar de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 62.

6.2.3 Ensayo de inflamabilidad

Se debe realizar ensayo de combustión vertical según la Norma UNE-EN 60695-11-10, exigiéndose un resultado que permita clasificar el material como V-0.

6.2.4 Dureza Barcol

La dureza de indentación de las crucetas, determinada por medio de un durómetro Barcol debe ser superior a 32, según la Norma UNE-EN 59.

6.2.5 Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción de las probetas, medida conforme a lo indicado en las Normas UNE-EN ISO 527-1 y UNE-EN ISO 527-4, debe ser superior a 350 MPa.

6.2.6 Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión de las probetas, medida conforme a lo indicado en la Norma UNE-EN ISO 14125, debe ser superior a 450 MPa.

6.2.7 Resistencia a rayos UV (envejecimiento acelerado)

Las probetas sometidas a este ensayo deben tener un acabado superficial sobre fibras igual a los aplicados en las crucetas representadas.

Se deben someter las probetas, durante un mínimo de 5000 h, a una fuente luminosa de arco de xenón, en presencia de humedad, para reproducir los efectos del envejecimiento que se producen cuando las crucetas se exponen a la luz solar, en ambientes de uso final real.

Para ello se debe seguir lo indicado en el método A de la Norma UNE-EN ISO 4892-2. Una vez finalizado el proceso de envejecimiento acelerado, no debe observarse afloramiento de fibras en las probetas y deben superarse los ensayos después de envejecimiento indicados en los apartados 6.2.8, 6.2.9 y 6.2.10.

6.2.8 Degradación del color después de envejecimiento

Se debe evaluar la degradación de color experimentada por las probetas sometidas a envejecimiento acelerado en comparación con las probetas de referencia. El método a utilizar debe ser el definido en la Norma UNE-ISO 4582 como "evaluación visual mediante una escala de contraste (escala de grises para cambios de color de acuerdo con la Norma UNE-EN 20105-A02)".

El grado de solidez del color resultante no debe ser inferior a 3.

En caso de utilizar un color diferente al marrón, el grado de solidez del color resultante debe ser acordado entre el fabricante y e-distribución.

6.2.9 Resistencia a la tracción después de envejecimiento

Se debe reproducir, en las probetas sometidas a envejecimiento acelerado, el ensayo de resistencia a la tracción indicado en el punto 0 para muestras no envejecidas, no debiendo ser el resultado inferior al obtenido en dicho punto en más de un 8 %.

6.2.10 Resistencia a la flexión después de envejecimiento

Se debe reproducir, en las probetas sometidas a envejecimiento acelerado, el ensayo de resistencia a la flexión indicado en el punto 0 para muestras no envejecidas, no debiendo ser el resultado inferior al obtenido en dicho punto en más de un 8 %.

6.2.11 Temperatura de flexión bajo carga

La temperatura de flexión bajo carga de las probetas, determinada según lo descrito en la Norma UNE-EN ISO 75-3 (correspondiente a plásticos reforzados con fibra larga, superior a 7,5 mm antes del procesado), no debe ser inferior a 180 °C.

6.2.12 Rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica de las probetas, ensayadas según la Norma UNE-EN 60243-1, debe ser superior o igual a 10 kV/mm.

6.2.13 Resistencia a la erosión y al tracking

Las probetas sometidas a este ensayo deben ser representativas de la sección más exterior de las crucetas, teniendo exactamente el mismo acabado superficial.

Se debe realizar un ensayo según la Norma UNE-EN IEC 60587 y como resultado las probetas deben obtener una clasificación "2A 1,25" como mínimo.

6.2.14 Adherencia de pintura

En el caso de crucetas pintadas, debe realizarse un ensayo de adherencia de la pintura según la Norma UNE-EN ISO 4624, método B.

El resultado de ensayo de tracción debe dar un valor medio de 10 MPa.

6.3 Ensayos sobre las crucetas completas

Ensayo	Método y condiciones	Valores a obtener
Dimensiones del armado	Comprobación visual	En los armados montados se debe comprobar que las dimensiones cumplen con lo establecido en el punto 3 de la presente norma.
Ensayo mecánico del armado	Se realizarán los ensayos según UNE-EN 60652 de las cargas indicadas en la <i>tabla II</i> .	El armado debe soportar el 100% de las cargas de ensayo indicadas en la <i>tabla II</i> durante 1 min. Transcurrido este tiempo, no deben apreciarse deformaciones permanentes en los elementos constitutivos del armado, a excepción de ovalizaciones en los taladros y de deformaciones permanentes en los tornillos.
Verificación de Marcas	Visual	Todos los elementos deberán ir marcados mediante troquelado indeleble, con el fin de permitir su correcta identificación y facilitar las labores de montaje, incorporando cada pieza la marca del fabricante y el número de identificación correspondiente conforme al plano de montaje. Asimismo, los tornillos deberán llevar grabados o en relieve, en la parte superior de la cabeza, la marca del fabricante y la clase de resistencia.

Tabla III. Ensayos de tipo

6.4 Ensayos de rutina

Los armados deben fabricarse con un sistema de control permanente de producción en fábrica que incorpore como mínimo los siguientes puntos:

- Identificación de los procedimientos de inspección y calibración de equipamiento.
- Controles y ensayos que han de ser realizados durante la fabricación de acuerdo con una frecuencia establecida.
- Verificación de materias primas constituyentes: resinas, fibras y aditivos (en todos los lotes de fabricación).

Los certificados del material deben confirmar que sus especificaciones están de acuerdo con los requisitos especificados en el diseño y validados en los ensayos de tipo.

Los registros de fabricación deben confirmar que las proporciones/dosificaciones de los diferentes materiales están de acuerdo con los requisitos especificados en el diseño y validados en los ensayos de tipo.

- Comprobación de la dureza Barcol según lo indicado en el apartado 6.2.4 pero aplicado sobre una cruceta completa (en 1 cruceta por lote de fabricación).
- Diseño, dimensiones y peso de la cruceta según lo indicado en el apartado 3 (en 1 cruceta por lote de fabricación y tipo de cruceta).
- Marcado de las crucetas según lo indicado en el apartado 6.3 (en 1 cruceta por lote de fabricación y tipos de cruceta).
- Ensayo mecánico: se comprobarán los casos de carga definidos en la tabla II (caso A = $V+T$, caso B = $V+L$ y caso C = $V+L_T$, según aplique), aplicando las cargas de ensayo correspondientes. El armado debe soportar dichas cargas durante 60 segundos, sin presentar deformaciones permanentes, excepto ovalización de taladros o deformaciones en tornillería. (1 cruceta anual por cada tipo de cruceta).

El fabricante debe registrar los resultados del sistema de control de producción. Los registros deben incluir al menos lo siguiente:

- Identificación del producto ensayado.
- Fecha de muestreo.
- Métodos de ensayo utilizados.
- Resultados de ensayo e inspección.
- Fechas de los ensayos.
- Identificación de la autoridad responsable dentro de la fábrica.
- Calibración de equipos.
- Identificación y registro de cualquier caso de no conformidad.
- Procedimientos para corregir cualquier caso de no conformidad.

6.5 Ensayos de recepción

Cuando a petición del cliente se realicen ensayos de recepción, el fabricante debe disponer de los planos de detalle y documentación correspondiente de cada armado, incluyendo la de los controles y ensayos de rutina, en los que deben figurar todos los datos que permitan verificar el cumplimiento de las características.

Se deben comprobar las características constructivas, dimensionales y marcado.

ANEXO I - REFERENCIAS DE MATERIAL ASOCIADAS

REFERENCIA TAM	DENOMINACIÓN
231126	CRUCETA AISLANTE TIPO BÓVEDA LONGITUD 2M PARA APOYOS DE HORMIGÓN MT DESDE 250 HASTA 1600 daN.
231125	CRUCETA AISLANTE TIPO PLANA LONGITUD 1,7M PARA APOYOS DE HORMIGÓN MT DESDE 250 HASTA 1600 daN.
231124	SEMICRUCETA ATIRANTADA AISLANTE LONGITUD 1,5M PARA APOYOS DE CELOSÍA MT HASTA 4500 daN
231123	SEMICRUCETA ATIRANTADA AISLANTE LONGITUD 1,75M PARA APOYOS DE CELOSÍA MT HASTA 4500 daN
231133	SEMICRUCETA ATIRANTADA AISLANTE LONGITUD 2M PARA APOYOS DE CELOSÍA MT HASTA 4500 daN