



Postes y crucetas redondas de eucalipto preservados para líneas aéreas de distribución de energía eléctrica y sistemas de telecomunicaciones

Requisitos

PREFACIO

El Instituto Argentino de Normalización (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

IRAM es el representante de la Argentina en la International Organization for Standardization (ISO), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y en la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN).

Esta norma IRAM es el fruto del consenso técnico entre los diversos sectores involucrados, los que a través de sus representantes han intervenido en los Organismos de Estudio de Normas correspondientes.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para postes de eucalipto, preservados con creosota, o preservadores solubles en agua, destinados a ser usados como soportes y crucetas en sistemas de transmisión y distribución en líneas aéreas de energía y telecomunicaciones.

2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA

Los documentos normativos que se indican a continuación son indispensables para la aplicación de este documento.

Para los documentos normativos en los que se indica el año de publicación, se aplican las ediciones citadas.

Para los documentos normativos en los que no se indica el año de publicación, se aplican las ediciones vigentes, incluyendo todas sus modificaciones.

IRAM 18 - Muestreo al azar.

IRAM 9508 - Postes de madera preservada. Método de laboratorio para la determinación de la retención y de la penetración.

IRAM 9511 - Preservación de maderas. Vocabulario.

* Corresponde a la revisión de la IRAM 9513:2001, conjuntamente con las IRAM 9530:1963 y 9531:1993.

IRAM 9512 - Creosota para preservación de maderas.

IRAM 9515 - Maderas. Preservadores solubles en agua.

IRAM 9529 - Maderas. Determinación de la resistencia a la flexión de postes de madera.

IRAM 9526 - Preservación de maderas. Determinación de cromo, cobre, arsénico y boro, en soluciones preservantes o en maderas preservadas. Método por espectrofotometría de absorción.

IRAM 9532 - Maderas. Método de determinación del contenido de humedad.

IRAM 9580 - Maderas. Método de determinación de preservadores oleosos y humedad en madera impregnada.

IRAM 9588 - Postes de madera preservada para líneas aéreas de energía y telecomunicaciones - Método de muestreo.

IRAM 9593 - Creosota. Método de determinación de la presencia de productos derivados del petróleo.

IRAM 9597 - Preservadores de maderas. Método para la determinación de preservantes por espectrometría de fluorescencia de rayos X.

3 DEFINICIONES

Para los fines de la presente norma se aplican las definiciones siguientes:

3.1 astillado en la tala. Formación en el plano de la base del poste o cruceta de un agujero debido al astillado de la madera durante la tala.

3.2 base. Extremo de mayor perímetro del poste o cruceta.

3.3 carga. Es el conjunto de postes impregnados en un mismo proceso.

3.4 cima. Extremo de menor perímetro del poste o cruceta.

3.5 clase. La clase estará definida de manera de agrupar postes y crucetas de distintas especies y medidas con parámetros mecánicos similares obtenidos mediante ensayos de flexión según la IRAM 9529.

3.5 conicidad. Disminución del diámetro promedio del poste o cruceta expresado en porciento, por unidad de longitud.

3.6 contracurva. Curva en dos direcciones y en un plano.

3.7 cruceta. Pieza colocada en la zona cercana a la cima, que se usa en una posición aproximadamente horizontal en la estructura para la sustentación de los conductores.

3.8 curva. Desviación natural de la línea recta, que se extiende más de 2 m en el poste o cruceta. (Ver figura 2).

3.9 curva doble. Curva en dos direcciones en dos planos.

3.10 daño de insectos. Daño ocasionado como resultado del agujereado del poste o cruceta producido por insectos. Las marcas o surcos sobre la superficie del poste son admitidos a los efectos de esta norma y no se consideran daño de insectos.

3.11 diámetro del nudo. El diámetro del nudo se mide en la superficie como la distancia entre dos líneas paralelas al eje longitudinal del poste o cruceta y que incluye al nudo o nudos agrupados.

3.12 grieta. separación longitudinal de la madera que se extiende radialmente a través de la pieza cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos puntos opuestos de la superficie del poste o cruceta.

3.13 línea de empotramiento (LE). Plano normal al eje del poste, ubicado a una distancia de 600 mm más el 10% del largo total del mismo, medido desde la base.

3.14 nudos agrupados. Dos o más nudos juntos, en los que la fibra de la madera los envuelve alrededor como una unidad y que deben ser considerados como un nudo único.

3.15 preservar/preservación. Tratar/tratamiento a que se somete la madera para aumentar su resistencia a organismos capaces de destruirla o afectarla con un preservador.

3.16 pudrición incipiente. Etapa inicial de descomposición de la madera, que no ha avanzado lo suficiente como para afectar sus propiedades físicas o mecánicas.

3.17 rajadura. Separación longitudinal de la madera, que se extiende a través de la pieza en forma tal que abarca dos puntos opuestos de la superficie del poste o cruceta.

3.18 rotura o fractura. Separación o corte de las fibras de la madera en sentido transversal a las vetas.

3.19 torcedura. Desviación natural de la línea recta que se extiende 2 m o menos en el poste o cruceta. (Ver figura 2).

3.20 torcedura doble. Torcedura en dos direcciones y dos planos.

4 REQUISITOS

4.1 Tipo de material

El material debe ser poste o cruceta, según el requerimiento. (Ver Anexo A.1 a).

4.2 Especie forestal

A menos que se requiera y se apruebe otra especie forestal, los postes y crucetas deben ser de las especies indicadas en la tabla 1.

Tabla 1 - Especies Forestales

Especie Forestal	
Nombre Botánico	Nombre Común
Eucalyptus grandis	Grandis o Saligna
Eucalyptus saligna	Saligna e híbridos de Saligna
Eucalyptus saligna	Saligna

4.3 Clases - Esfuerzo

4.3.1 Clase: Para la determinación de las clases, se utilizaron las cargas horizontales que se detallan en la tabla 2.

Tabla 2 - Clases

Clase	Carga horizontal (kN)
1	20,02
2	16,50
3	13,30
4	10,68
5	8,45
6	6.67
7	5.34
9	3.29
10	1.65

En la tabla C.1 y C.2 se especifican los perímetros mínimos a 1 800 mm de la base, de manera tal que los postes o crucetas no exceda la tensión mínima de flexión en la línea de empotramiento aplicando una carga horizontal a 600 mm de la cima en el caso que el largo sea de por lo menos 6,00 m, y a 100 mm de la cima en los demás casos.

4.3.2 Esfuerzo: Cuando se requiera un ensayo, de acuerdo a lo estipulado en Anexo C, cada poste o cruceta debe soportar, sin tener fallas, una fuerza F calculada de acuerdo con la formula correspondiente indicada en el Anexo C. La fuerza F corresponde a una tensión mínima de flexión de 55 MPa. Si se requiere expresamente, todos los postes o crucetas deben ser probados.(Ver Anexo A. 1 b))

4.4 Defectos

4.4.1 Albura

El espesor de la albura en un poste o cruceta no puede ser menor de 15 mm, se encuentre o no desbastada.

4.4.2 Pudrición

Antes de la preservación los postes o crucetas deben encontrarse libres de ataque de hongos.

4.4.3 Canales de goma (kino)

Se permiten los canales de goma, siempre que:

- Se realicen los ensayos a los postes y crucetas para que cumplan con los requisitos enunciados en 4.3.2.

4.4.4 Bolsa de goma

Se permiten las bolsas de goma, siempre que:

- La profundidad de las bolsas, medidas en forma radial, no exceda los 15 mm.

4.4.5 Daño causado por insectos

Los postes y crucetas deben estar libres de daños de insectos, excepto en los siguientes casos:

- a) Las marcas o surcos que tengan una profundidad que no exceda los 3 mm, medidos desde la superficie del poste o cruceta.

- b) No se encuentren más de 5 orificios de polilla de la corteza (*Cerambycidae*) por metro lineal de largo en el poste o cruceta, asegurándose que los agujeros sean obturados firmemente, después de la preservación con un tarugo o clavija de madera adecuadamente preservada.
- c) No se encuentren más de 20 de orificios de polilla de ambrosía (*Platyopidae*), identificado de acuerdo con el Anexo E, por cada metro lineal del largo del poste o cruceta.

No se permitirá el daño producido por la polilla de lictidos (*Lyctidae*), que se identifica de acuerdo con el Anexo E.

4.4.6 Acebolladuras

Los postes y las crucetas pueden tener acebolladuras (las que se identifican de acuerdo con 5.3.7), siempre que no haya más de una en la base y una en la cima y su ubicación se encuentre a más de 50 mm del perímetro exterior y su longitud no exceda el 1,20 m.

4.4.7 Grano espiralado

Se permite el grano espiralado en postes y crucetas, siempre que no exceda un giro completo cada 6,0 m, o parte proporcional para medidas menores.

4.4.8 Defectos después de la preservación

Los postes y crucetas preservados no pueden exceder los defectos permitidos según tabla 3.

4.4.9 Daños mecánicos

Cualquier deterioro producido por daño mecánico no puede exceder cualquiera de los defectos permitidos de la (tabla 3).

4.4.10 Torceduras y curvas

4.4.10.1 General

No se permiten curvas dobles o torceduras dobles en postes y crucetas.

4.4.10.2 Postes y crucetas mayores o iguales a 6,0 m

Se permiten torceduras y curvas, incluyendo las curvas que están en más de un plano, cuando la línea recta que une el punto medio geométrico de la cima con el punto medio geométrico de la línea de empotramiento no sobresale por la superficie del poste o la cruceta en ningún punto intermedio (ver figura 2), aplicándose el siguiente criterio.

- a) en crucetas con el punto medio de la base, ver fig. 3a y b;
- b) en postes con el punto medio de la línea de empotramiento, ver fig. 2a y b.

4.4.10.3 Crucetas menores de 6,0 m

Se permiten torceduras y curvas, cuando la medida tomada de acuerdo a 5.3.6 expresada en milímetros no exceda 15 veces el valor numérico, expresado en metros del largo L de la cruceta (ver figuras 4 a y b).

4.4.11 Conicidad

La conicidad promedio del poste o cruceta desde la cima a la base no debe exceder los 10 mm por metro de largo.

4.4.12 Máximo de defectos permitidos

Los defectos en postes y crucetas, medidos de acuerdo con 5.3 después de zunchado o colocados los conectores metálicos (Ver Anexo D) no deben exceder los máximos especificados en la tabla 3.

Tabla 3 - Máximo de defectos permitidos (grietas y nudos)

1	2	3
	Máximos Permitidos	
	Postes	Crucetas
a) Grietas en la base y cima En los extremos del poste o cruceta		
1) Cantidad ¹		
Cima	3	3
Base	4	3
2) Largo (tal como aparece en la superficie)		
Cima	0,65 x perí. de cima	0,65 x perí. de cima
Base	1,20 x perí. de base	0,65 x perí. de base
3) Ancho		
i) Cima	10 mm	6 mm
ii) Base		
El perímetro. de cima es hasta 550 mm	1/30 perí. o 15 mm	6 mm
Cada ancho individual	(El que sea menor)	
Suma de los anchos	50 mm	10 mm
b) Grietas en la superficie		
1) Cantidad ²	3 en cualquier corte transversal	3 en cualquier corte transversal
2) Largo individual	2,5 x perímetro. ³	2,5 x perímetro. ³
3) Ancho individual	10 mm	10 mm
4) Suma de los anchos	25 mm	25 mm
c) Nudos y Nudos huecos:⁴ Con diámetros superiores a 15 mm (no aplicable a postes o crucetas que se ha probado y cumplido con 4.3.2)		
a) Medida individual del nudo sano	1/6 del perímetro 50 mm	1/6 del perímetro
b) Suma de los diámetros máximos en cualquier longitud de 500 mm. Para este cálculo no se tendrán en cuenta los diámetros no mayores que 15 mm	150 mm	1/3 del perímetro ⁴
1) Las grietas en la base y en la cima y que se extienden desde el centro y aparecen en dos posiciones opuestas de la superficie (rajaduras), se cuentan como 2 grietas. 2) En el caso se encuentren tres grietas en conjunto en cualquier corte transversal, la suma de sus largos no debe exceder la mitad del largo del poste o cruceta. No se consideran grietas cuando el ancho individual no excede los 3 mm a todo lo largo del poste. 3) El perímetro del poste o cruceta medido en la distancia media del largo de la grieta. 4) Los nudos menores de 15 mm de diámetro se permiten sin limitaciones en toda la superficie del poste y no se toman en cuenta para la suma de los diámetros		

4.5 Medidas

4.5.1 Largo de los postes y crucetas

El largo del poste o cruceta debe ser medido de acuerdo con 5.4.1, permitiéndose una tolerancia de ± 75 mm. El requerimiento (Ver Anexo A) debe realizarse seleccionando preferiblemente los largos indicados en la primera columna de la tabla C.1 ó C.2 del Anexo C.

4.5.2 Diámetro en la cima o determinación de la clase.

Midiendo de acuerdo con 5.4.2 y 5.4.3 se determina:

- El diámetro en la cima, que será como mínimo igual al valor requerido (ver Anexo A.1 d), y debe seleccionarse de la segunda columna de la tabla C.1 Anexo C, para el largo requerido correspondiente, o
- La clase correspondiente a los valores de esfuerzo requeridos (ver Anexo A.1 d), y debe seleccionarse de la segunda columna de la tabla C.2 Anexo C, para el largo requerido correspondiente;
- En cualquiera de los dos casos anteriores el perímetro medido a 1800 mm de la base determina el esfuerzo que soporta el poste o cruceta, y debe ser como mínimo el consignado en la cuarta columna de la tabla C.1 o C.2, del Anexo C respectivamente.

4.5.3 Ovalado de postes y crucetas

El ovalado de los postes y crucetas, midiendo de acuerdo con 5.4.2, no deben exceder los siguientes límites:

- En el caso de postes: la diferencia entre el diámetro mayor y el menor en el plano de la cima no debe exceder los 20 mm, en el caso que el diámetro de la cima sea menor de 140 mm y los 25 mm en los demás casos.
- En el caso de las crucetas: el requisito especificado en 4.5.3 a) debe cumplirse en el plano de la cima y de la base.

4.6 Corte de los extremos

4.6.1 Postes

El corte de los extremos del poste debe ser plano y sin escalones, y su medición debe cumplir el siguiente criterio (Ver Fig. 1).

4.6.1.1 Cima

El corte de la cima del poste puede ser:

- Cima con un corte plano: $90^\circ \pm 5^\circ$ del eje longitudinal
- Cima con un corte inclinado: $60^\circ \pm 5^\circ$ del eje longitudinal
- Cima con corte a dos aguas: $60^\circ \pm 5^\circ$ del eje longitudinal

4.6.1.2 Base

El corte de la base debe ser perpendicular ($\pm 15^\circ$) al eje longitudinal del poste, y el área total de los agujeros causados por el astillado en la tala, medido de acuerdo a 5.3.5 no puede exceder el 10 % del área de la sección transversal de la base del poste.

4.6.2 Crucetas

Ambos extremos deben ser planos y sin escalones con un ángulo de corte de $90^\circ \pm 5^\circ$.

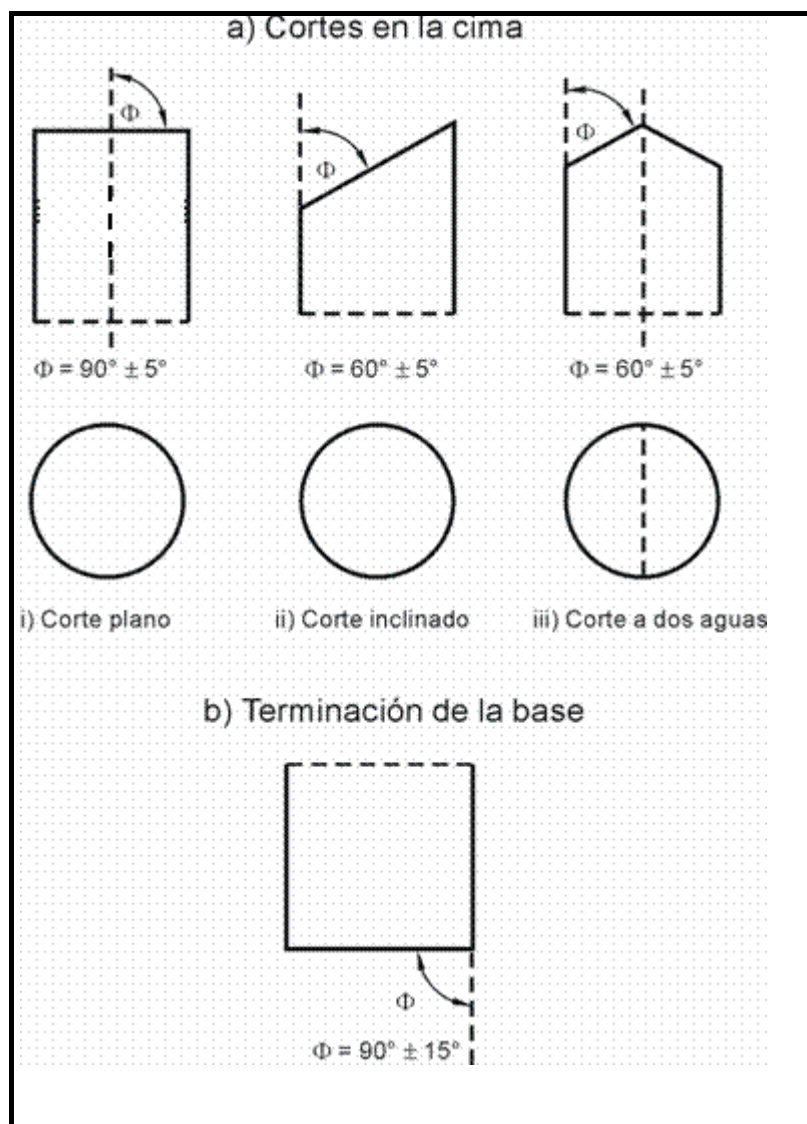


Figura 1 – Diferentes cortes en cima y terminación de la base

4.6.3 Zunchos y conectores

Si se solicitan en el requerimiento (ver Anexo A.1 f)), los extremos de los postes y crucetas se deben zunchar o colocar conectores, de acuerdo con los requisitos del Anexo D.

4.7 Elaboración y cortes

4.7.1 General

Toda elaboración y cortes en los postes y crucetas se deben realizar previamente a la preservación.

4.7.2 Corteza

Los postes y crucetas no deben tener corteza que impida penetrar el preservador.

4.7.3 Ramas y nudos sobresalidos

Las ramas y nudos sobresalidos deben eliminarse al ras en forma prolija previamente a la preservación, respetando lo indicado en 4.4.1 y 4.7.4.

4.7.4 Marcas

No deben tomarse como defectos los deterioros producidos por marcados durante la remoción de la corteza o la eliminación de ramas o nudos sobresalidos, siempre que cumplan los requisitos de 4.4.1.

4.7.5 Perforaciones

Las perforaciones en el poste deben realizarse por pedido (ver Anexo A.1 h)), y deben ubicarse a por lo menos 150 mm de los extremos.

4.8 Preservación

4.8.1 Contenido de humedad

El promedio del contenido de humedad de los postes y crucetas, en el momento de la preservación y determinado de acuerdo con 5.5 no deberá exceder los valores máximos siguientes:

- 25 g/100 g en postes preservados con creosota;
- 30 g/100 g en postes preservados con preservador cromo-cupro-arsenicales.

4.8.2 Método de Preservación

Se empleara el método por vacío-presión en autoclave, especificado en la norma IRAM 9511

4.8.3 Preservadores

Se empleará uno de los siguientes preservadores, según el requerimiento (ver Anexo A.1 h), que cumplirá con los requisitos especificado:

- Creosota, en las normas IRAM 9512 y IRAM 9593;
- Preservador cromo-cupro-arsenical, en la norma IRAM 9515.

4.8.4 Retención

La determinación de la retención se realiza de acuerdo a 5.6 teniendo en cuenta que:

- El promedio de retención, deberá ser igual o mayor al valor especificado en la tabla 4.
- El valor de retención individual mínima, no será menor del 90% de los valores indicados en la tabla 4.

Tabla 4 - Retenciones

Uso	Tipo de preservador	Promedio de retención mínima total (kg/m ³ albura seca)		Retención mínima de los componentes individuales (kg/m ³ albura seca)	
		Por torta	Por tarugos		
Postes de: -Telefonía -Electricidad -Distribución -Crucetas	Creosota	170	153	-.-	-.-
	CCA Tipo C	10,8		Cromo, expresado como CrO ₃	4,81
				Cobre, expresado como CuO	1,84
				Arsénico, expresado como AsO ₅	3,24

4.8.5 Penetración

La profundidad de la penetración del preservador, medida de acuerdo con 5.7, será del 100% de la albura. En el 10% restante será de por lo menos el 90%.

5 INSPECCIÓN Y MÉTODOS DE ENSAYO

5.1 General

5.1.1 A pedido del comprador Anexo A.1 b), se realizará el ensayo de esfuerzo (4.3.2) utilizando uno de los métodos dados en el Anexo D.1 o el Anexo D.2, de cada poste o cruceta de la muestra, (ver Anexo B.3 para el muestreo), antes de someter los mismos a los restantes ensayos.

5.1.2 Si los postes o crucetas fueron perforados para realizar los ensayos de conformidad, (ver Anexo B.2.3) estos pueden ser devueltos al lote, con la condición que inmediatamente después de haber perforado e inspeccionado la madera, la perforación sea completamente obturada con tarugos convenientemente preservados con el preservador y retenciones aceptados para la madera.

5.2 Inspección

Usando los métodos dados en 5.3 y 5.4, se realiza el examen visual y luego se mide cada poste o cruceta seleccionados de acuerdo con el Anexo B.2.2, para la conformidad de los requerimientos pertinentes de 4.4 a 4.7 inclusive.

5.3 Medición de defectos

5.3.1 Espesor de la albura

Para determinarlo se utiliza la norma IRAM 9508, y en el caso de las crucetas, se extrae la muestra en el punto medio de su largo. El espesor radial de la albura de cada pieza de la muestra, se mide con una aproximación por redondeo a 1 mm y se registra el resultado menor.

Cuando la diferencia entre la albura y duramen no se pueda realizar por una diferencia visible del color se empleará el método químico previsto en dicha norma.

5.3.2 Bolsas de goma

La profundidad máxima de la bolsa de goma se mide, con una aproximación por redondeo a 1 mm, como la profundidad que presenta la cavidad en el poste o cruceta desde la superficie, si no se hubiera interrumpido por este defecto.

5.3.3 Grietas en los extremos y en la superficie

La medición del largo de las grietas se realiza con una aproximación por redondeo a 10 mm y el ancho (en el punto más ancho) con una aproximación por redondeo a 1 mm. Se toma como largo de una grieta la longitud en la cual su ancho excede los 3 mm. Cuando las grietas corren longitudinalmente, una al lado de la otra y están separadas por bandas de madera sólida de un ancho (medido en forma transversal a las fibras) que exceda los 5 mm y no hubiera aberturas visibles entre ellas, se toman como defectos individuales.

5.3.4 Nudos, nudos agrupados, nudos huecos y cavidades

Se toma como tamaño de un nudo la máxima extensión medida en forma transversal al eje longitudinal del poste o cruceta y con una aproximación por redondeo a 5 mm. Si un nudo es difícil de definir o contornear, se toma como sus límites los del anillo externo del crecimiento que pertenezcan obviamente a la rama. La medición de los nudos agrupados, nudos huecos y cavidades que resultan de un nudo hueco, se realiza de la misma forma.

5.3.5 Agujeros por astillado en la tala

Se toma como tamaño del agujero por astillado en la tala la media entre su diámetro mayor y menor en su cara expuesta, cada uno medido con una aproximación por redondeo a 5 mm y en ángulos rectos a la dirección general de la fibra.

5.3.6 Torceduras y Curvas

5.3.6.1 En el caso de postes y crucetas de un largo de por lo menos 6,0 m, se debe observar, mientras se hace rotar el poste o cruceta, si algún punto de la superficie, cruza una línea recta imaginaria que une el punto medio geométrico de la cima con el punto medio geométrico de la línea de empotramiento.

5.3.6.2 En el caso de las crucetas con un largo menor de 6,0 m, las torceduras y curvas se miden (con una aproximación por redondeo a 5 mm), como la máxima distancia entre la línea recta y la curva interior. Debe asegurarse que la línea recta tenga hasta 2,0 m de separación en el caso de las torceduras, y más de 2,0 metros de separación en el caso de las curvas. (Ver figura 4)

- en los postes, con el punto medio geométrico en la línea de empotramiento (figura 2);
- en las crucetas, con el punto medio geométrico de la base (figura 3).

5.3.7 Acebolladuras

Se inserta hasta su máxima penetración en la separación una sonda de un grosor de 2 mm (o un alambre redondo de 2 mm de diámetro). Se considera que la separación es una acebolladura si la profundidad es mayor de 500 mm.

Medición de torceduras y curvas

I- Postes de por lo menos 6,0 m de largo

Se aceptan si la línea recta que une los puntos medios de la línea de empotramiento y la cima siempre se encuentra dentro del poste.

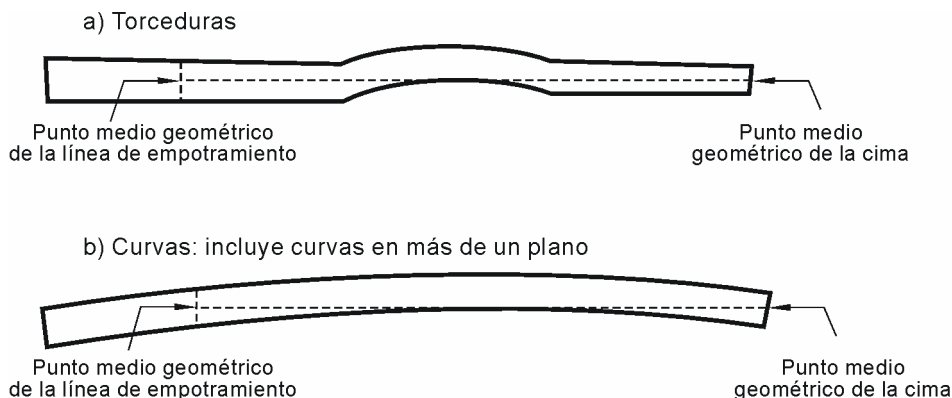


Figura 2

III- Crucetas mayores o iguales que 6,0 m de largo

Se aceptan si la línea recta que une los puntos medios de la base y la cima siempre se encuentra dentro de la cruceta.

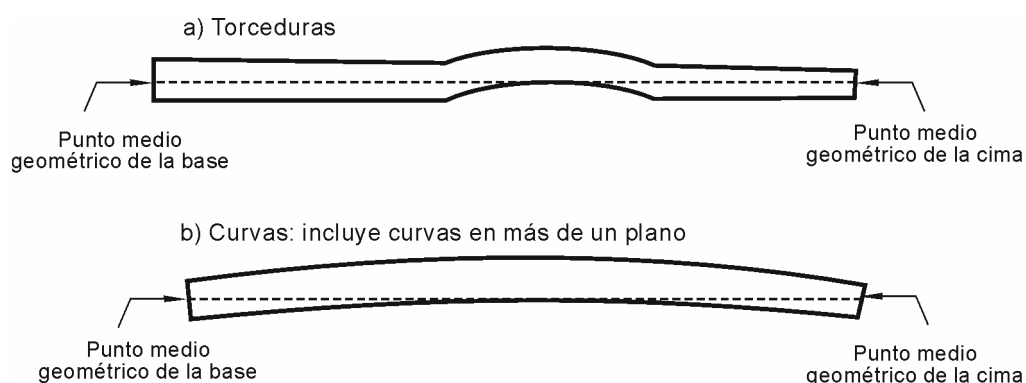
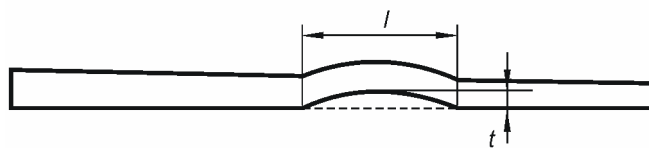
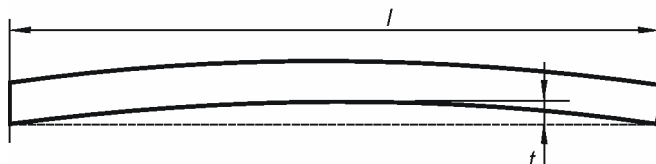


Figura 3

III- Crucetas menores que 6,0 m de largo

Se aceptan si $t < 15 t$ (t en milímetros y t en metros), del total de t .

a) Torceduras: Cuando $l < 2,0$ m**b) Curvas: Cuando $l > 2,0$ m****Figura 4****5.4 Medidas y cortes de los extremos**

Los largos, perímetros, diámetros y escuadrados de los extremos se miden como se indica en 5.4.1 a 5.4.4.

5.4.1 Largo

El largo de un poste o cruceta se mide, con una aproximación por redondeo a 10 mm, como la distancia entre los extremos.

5.4.2 Perímetro

El perímetro se mide, usando una cinta métrica, con una aproximación por redondeo a 5 mm.

5.4.3 Diámetro

El diámetro se mide, con una aproximación por redondeo a 1 mm, usando una cinta métrica o una cinta de diámetros, excepto cuando se miden los extremos ovalados (Ver 4.5.3). En el caso de cortes transversales ovalados, se mide el diámetro menor en el punto geométrico medio del diámetro mayor.

5.4.4 Ángulo en los extremos

El ángulo por el corte en los extremos se mide con una aproximación por redondeo al grado más próximo.

5.5 Contenido de humedad**5.5.1 Postes y crucetas sin preservación**

El contenido de humedad se determina, con una aproximación por redondeo a 1 g/100 g, usando un xilohigrómetro o el método de estufa según la norma IRAM 9532. En caso de discrepancia debe usarse el método de estufa.

El lugar de lectura o extracción de las probetas en postes y crucetas, deberá estar alejada de cualquier nudo, nudo hueco, cavidad o imperfección de la madera que pueda influir en el resultado de la medición, y estará ubicado en el punto medio de la pieza.

5.5.2 Postes y crucetas preservados

Para el caso de postes y crucetas preservados con preservador cromo-cupro-arsenical es de esperar que después del proceso de impregnación la madera se encuentre saturada de humedad ya que el vehículo del preservador ha sido el agua. La verificación de un alto valor de humedad no implica rechazo de la partida sino la necesidad de posponer la inspección hasta que la madera alcance un equilibrio higroscópico adecuado con el lugar de utilización de los postes y crucetas.

Para determinarlo se debe usar el método de extracción de las muestras según norma IRAM 9588, y para determinar el contenido de humedad la norma IRAM 9532, y la IRAM 9580 para postes impregnados con creosota.

5.6 Retención

Para el caso de postes y crucetas preservados con preservador cromo-cupro-arsenical es conveniente dejar transcurrir un lapso mínimo de 48 horas antes de la extracción de los tarugos para lograr así una adecuada fijación del preservador.

El control de retención se realiza según las IRAM 9508, IRAM 9526, IRAM 9597 e IRAM 9580.

5.7 Penetración

Para la determinación de la penetración del preservador, en la albura de los postes, se usa el método especificado en la IRAM 9508. En el caso de las crucetas, la penetración se determina aproximadamente en la mitad del largo.

5.8 Permanencia mínima en planta

Los postes preservados deberán cumplir con una permanencia en planta mínima de 20 días.

6 MARCADO

6.1 Método

Los postes y crucetas se deben marcar mediante un método legible, indeleble, permanente y aceptado por IRAM. (Métodos aceptados figuran en el Anexo H).

6.2 Posición

Cada poste o cruceta debe ser marcado en la siguiente posición;

- a) los postes de más de 5,0 m: a 1,80 m por encima de la línea de empotramiento;
- b) las crucetas preferiblemente en la cima.

6.3 Información

Cada poste o cruceta debe llevar la siguiente información mínima. Puede incluirse en el requerimiento información adicional. (Ver Anexo A.1 j).

- a) código de identificación o marca del fabricante;
- b) mes y año de fabricación con dos dígitos cada uno;
- c) la clase y medida (largo);
- d) información adicional (código alfa numérico). Este código identifica la carga y coincide con el N° de la hoja de carga correspondiente (ver Anexo F).

Anexo A (Normativo)

Notas para el comprador

A.1 En licitaciones, pedidos de cotización y órdenes de compra o contratos deben especificarse los siguientes requisitos:

- a) El tipo de material (Ver 4.1.)
- b) Si se requiere el ensayo de esfuerzo de cada poste o cruceta. (Ver 4.3.2).
- c) El largo de los postes y de las crucetas. (Ver 4.5.1)
- d) El diámetro en la cima (ver tabla C.1) o la case (ver tabla C.2) de los postes o crucetas (ver 4.5.2).
- e) El tipo de corte de la cima. (Ver 4.6.1.1)
- f) Si se requiere que los postes o crucetas tengan zunchos o conectores y en tal caso elección del método de zunchado o puesta de conectores. (Ver Anexo E)
- g) En caso de solicitar perforaciones, plano o detalle de los agujeros en los postes o crucetas. (Ver 4.7.1 y 4.7.5).
- h) El tipo de preservador. (Ver 4.8.3).
- i) Identificación (marcado Ver 6).
- j) Si se requiere información adicional.

Anexo B

(Normativo)

Verificación de calidad de los postes y crucetas de eucalipto

B.1 Verificación de calidad

Cuando se efectúen compras continuas al mismo proveedor es conveniente poner énfasis en garantizar la calidad mediante un sistema de certificación sobre los siguientes aspectos:

- a) Equipamiento industrial. Se verificará el cumplimiento de los requisitos exigidos por la norma IRAM 9511 pto. 3.101.
- b) Proceso de impregnación.
- c) Medidas.
- d) Defectos.
- e) Retención y penetración.

El objetivo de esta certificación es asegurar el cumplimiento del producto con los requisitos de esta norma y la utilización de los métodos de ensayos correspondientes.

Si no se dispone de un sistema para poder determinar la calidad de un lote y el comprador desea establecer, por medio de inspecciones y ensayos de muestreos, si un lote del material cumple con las normas, se usa el plan de muestreos dado en B.3. Se hace notar que este es un plan de muestreo que se aplica únicamente al material final.

B.2 Definiciones

B.2.1.1 AQL (Limite Aceptable de Calidad): El máximo porcentaje de unidades de material defectuoso que, en la realización de la inspección por muestreo, puedan considerarse satisfactorios como promedio del proceso.

B.2.1.2 Defectuoso: Un poste o cruceta que falla una o más veces en el cumplimiento de los requisitos requeridos en la norma.

B.2.1.3 Lote: No menos de 50 y no más de 3200 postes o crucetas que tengan el mismo tipo de zunchado o conector, sean la misma medida nominal, y hayan sido preservados con el mismo preservador y la misma retención, de un mismo fabricante y sometido en una sola vez a la inspección y ensayos.

B.3 Muestreo

El siguiente procedimiento de muestreo, basado en un AQL de 4, se aplicará para determinar si un lote cumple con los requerimientos de la norma. Las muestras así tomadas se consideran representativas de las respectivas propiedades del lote.

B.3.1 Muestra para verificación de medidas defectos y ensayos de esfuerzo

Después de comprobar en el lote el cumplimiento del marcado (pto 6) y el Anexo C (ver Anexo A.1b) se toma al azar del lote el número de postes o crucetas indicados en la segunda columna de la tabla B.1, en relación con el tamaño total del lote indicado en la columna 1.

Tabla B.1 – Tamaño de las muestras

Cantidad de postes o crucetas del lote	Muestra para inspección	
	Cantidad de postes o crucetas de la muestra	Número de aceptación
20 – 150	20	2
151 – 500	50	5
501 – 1 200	80	7
1 201 – 3 200	125	10

B.3.1.1 Criterio de aceptación o rechazo: De acuerdo a columna 3 de la tabla B.1.

B.3.2 Muestra para ensayos de retención penetración y humedad. De un lote compuesto de n cargas, se toma una muestra igual a la \sqrt{n} cargas. Cada muestra de cada una de las cargas tendrá una cantidad de tarugos suficiente para realizar los análisis de retención, penetración y humedad. Extrayendo (según norma IRAM 9588) hasta un máximo de 2 tarugos por poste de la zona media. Los tarugos incluirán la totalidad de la albura y parte del duramen.

B.3.2.1 Criterio de aceptación o rechazo. El lote será aceptado cuando se apruebe el total de las muestra.

Si hubiera una o más cargas rechazadas se rechazará todo el lote o se analizarán todas las cargas a criterio del inspector interviniente.

Las cargas rechazadas pueden ser sometidas a un proceso de reimpregnación para lograr los requisitos de la norma.

No está permitido reimpregnar más de una vez.

Anexo C

(Normativo)

Ensayos de esfuerzo y valores para postes y crucetas

C.1 Ensayo de carga en voladizo

C.1.1 Aparato

C.1.1.1 Bancada

Aparato capaz de amarrar el poste o cruceta a ensayar desde la base hasta la línea de empotramiento, debiendo asegurarse que:

- a) no tendrá movimientos significativo en el sector de amarre durante la realización de la ensayo,
- b) impida cualquier movimiento de rotación del poste o cruceta

C.1.1.2 Asiento de madera

El asiento de madera debe tener una dureza similar a la madera que se ensaya, sirviendo para asegurar el poste o cruceta en la bancada, con las abrazaderas correspondientes. Uno de sus lados debe estar redondeado en para permitir que se ajuste al diámetro del poste o cruceta que se ensaya y que no lo dañe durante la ensayo.

C.1.1.3 Torno o aparato de tiro

De capacidad suficiente y preferiblemente con motor, que sea capaz de aplicar la fuerza al poste o cruceta a probar. La fuerza debe ser aplicada en forma horizontal y en un ángulo de aproximadamente 90° promedio, por medio de un cable de un largo tal que, durante la ensayo, los ángulos varíen ligeramente entre un poco menos y un poco más de 90°.

NOTA: La posición de la bancada con respecto al torno debe ser cambiada cuando varía el largo de los postes o crucetas en ensayo.

C.1.1.4 Dinamómetro o Celda de carga (que pueden tener registrador)

Calibrado, para indicar o registrar (según corresponda), la fuerza real aplicada al poste o cruceta con hasta un 2,5% de tolerancia.

C.1.2 Procedimiento

C.1.2.1 Usando el asiento de madera el poste o cruceta se asegura con abrazaderas a la bancada, con una aproximación de ± 25 mm, desde el extremo de la base hasta la línea de empotramiento (LE). Si el poste o cruceta presenta una torcedura o una curva, debe asegurarse que el lado cóncavo de la torcedura o curva mire hacia el torno. Se asegura el cable al poste o cruceta en una posición a 600 mm ± 25 mm o 100 mm ± 25 mm según corresponda (ver D.1.3.), del extremo de la cima, y en esa posición se asegura la bancada o el torno (o ambos) para que el ángulo entre el eje de el poste o cruceta y el cable de tiro sea ligeramente menor de 90°.

C.1.2.2 Se acorta el cable y sin realizar movimientos bruscos, se aplica la fuerza, en forma gradual y con una velocidad lo mas uniforme posible hasta que la misma alcance el valor correspondiente de F, que se calcula usando la formula dada en D.1.3. Cuando se llega al valor solicitado, el ensayo se detiene y se libera la fuerza.

C.1.2.3 Se considera el poste o cruceta como defectuoso cuando se detecta algún signo visible de falla durante la ensayo.

C.1.3 Cálculo

Se calcula el valor de F según la siguiente fórmula

$$F = \frac{\sigma P^3}{32 \pi^2 L}$$

siendo:

- F la fuerza requerida para soportar una tensión mínima de flexión de 55 MPa, en el ensayo en voladizo, en newtons;
- σ la tensión mínima de flexión aplicable, es decir 55 MPa;
- P el perímetro mínimo del poste o cruceta a 1800 mm de la base, especificado para la clase correspondiente (Ver Tabla C.1), en milímetros;
- L la distancia desde la línea de empotramiento hasta el punto de carga a 600 mm de la cima en el caso de los postes y crucetas de por lo menos 6,0 m, y desde la línea de empotramientos hasta el punto de carga a 100 mm de la cima en los demás casos, en milímetros.

C.2 Ensayo de carga en el punto medio

C.2.1 Aparato

C.2.1.1 Dos anclajes adecuados que:

- a) No dañen el poste o cruceta durante el ensayo, y
- b) Sean de tal manera que el ancho pueda variarse, para que la distancia entre ellos pueda ser ajustada a la distancia apropiada para la ensayo, es decir, al largo del poste o cruceta a ensayar, menos 600 mm o menos 200 mm según corresponda.

C.2.1.2 Un dispositivo para aplicar la fuerza, que se posiciona centralizado a los anclajes, y que puede consistir en, por ejemplo:

- a) Un pistón hidráulico o neumático con capacidad y fuerza suficiente, para realizar presión, y con un pie con un radio tal que se ajusta al diámetro en el punto medio del poste o cruceta, de forma tal que no lo dañe mientras se realiza la ensayo.
- b) Un torno adecuado y cable.

C.2.1.3 Un indicador de fuerza o registrador, calibrado para indicar o registrar, según corresponda, la fuerza real aplicada al poste o cruceta, con una tolerancia de hasta un 2,5%.

C.2.2 Procedimiento

C.2.2.1 Se coloca el poste o cruceta a ensayar en el aparato de manera que los anclajes para asegurar queden en una posición a 300 mm \pm 25 mm o 100 mm \pm 25 mm según corresponda, de sus extremos y si el poste o cruceta presentan torceduras o curvas, el lado cóncavo de la torcedura o curva debe mirar hacia el pie del pistón, o el lado convexo de la torcedura o curva hacia el torno, según corresponda.

C.2.2.2 Si se usa el torno, se acorta el cable sobrante y sin tironear, se aplica la fuerza en el punto medio de distancia del poste o cruceta. Si se utiliza el pistón, se extiende el brazo (sin impactar con el poste o cruceta) hasta que se ponga en contacto en el punto medio de distancia. En ambos casos se incrementa la fuerza, en forma gradual y con una velocidad lo más uniforme posible hasta que la

misma alcance el valor correspondiente de F, que se calcula usando la formula dada en D.2.3. Cuando se llega al valor solicitado, el ensayo se detiene y se interrumpe la aplicación de la fuerza.

C.2.2.3 Se considera el poste o cruceta como defectuoso cuando se detecta algún signo visible de falla durante la ensayo.

C.2.3 Cálculo

Se calcula el valor de F según la siguiente formula

$$F = \frac{\sigma P^3}{25,1 \pi L_1}$$

siendo:

- F la fuerza requerida para soportar una tensión mínima de flexión de 55 MPa, en el ensayo de carga en el punto medio, en newtons;
- σ la tensión mínima de flexión aplicable, es decir 55 MPa;
- P el perímetro del poste o cruceta en el punto medio, en base al perímetro mínimo a 1 800 mm de la base, especificado para la clase correspondiente (Ver Tabla D.1), y una conicidad teórica de 7 mm por metro, en milímetros;
- L_1 la distancia desde 300 mm de la base hasta 300 mm de la cima en el caso de los postes y crucetas de por lo menos 6,0 m, y desde 100 mm de la base hasta 100 mm de la cima en los demás casos, en milímetros.

**Tabla C.1 - Medidas y valores de esfuerzo de los postes y crucetas
Especificando el diámetro de la cima**

1	2	3	4	5	6	7
Largo	Medidas				Fuerza requerida para soportar una tensión de flexión de 55 MPa	
	Cima		Perímetro teórico mínimo a 1,8 m de la base ²⁾	Distancia desde la base a la LE	Ensayo en voladizo ³⁾	Ensayo en el punto medio ⁴⁾
	Diámetro	Perímetro ¹⁾				
m	mm	mm	mm	m	kN	kN
1,5	80	250	--	0,75	--	
1,5	100	315	--	0,75	--	
1,5	120	375	--	0,75	--	
1,5	140	440	--	0,75	--	
1,5	160	500	--	0,75	--	
2,0	80	250	255	0,80	3,12	
2,0	100	315	320	0,80	5,84	
2,0	120	375	380	0,80	9,81	
2,0	140	440	445	0,80	15,26	
2,0	160	500	505	0,80	22,42	
2,5	80	250	260	0,85	2,39	
2,5	100	315	325	0,85	4,41	
2,5	120	375	390	0,85	7,34	
2,5	140	440	450	0,85	11,33	
2,5	160	500	515	0,85	16,57	
3,0	80	250	270	0,90	2,00	
3,0	100	315	335	0,90	3,64	
3,0	120	375	395	0,90	5,99	
3,0	140	440	460	0,90	9,19	
3,0	160	500	520	0,90	13,36	
3,5	80	250	280	0,95	1,76	
3,5	100	315	340	0,95	3,15	
3,5	120	375	405	0,95	5,15	
3,5	140	440	465	0,95	7,78	

1	2	3	4	5	6	7
Largo m	Medidas				Fuerza requerida para soportar una tensión de flexión de 55 MPa	
	Cima		Perímetro teórico mínimo a 1,8 m de la base ²⁾	Distancia desde la base a la LE	Ensayo en voladizo ³⁾	Ensayo en el punto medio ⁴⁾
	Diámetro mm	Perímetro ¹⁾ mm				
3,5	160	500	530	0,95	11,35	
4,0	80	250	285	1,00	1,59	
4,0	100	315	350	1,00	2,83	
4,0	120	375	410	1,00	4,57	
4,0	140	440	475	1,00	6,92	
4,0	160	500	535	1,00	9,97	
4,5	80	250	295	1,05	1,48	
4,5	100	315	357	1,05	2,59	
4,5	120	375	420	1,05	4,16	
4,5	140	440	480	1,05	6,26	
4,5	160	500	545	1,05	8,96	
5,0	80	250	300	1,10	1,40	
5,0	100	315	365	1,10	2,42	
5,0	120	375	425	1,10	3,85	
5,0	140	440	490	1,10	5,76	
5,0	160	500	555	1,10	8,21	
5,5	80	250	310	1,15	1,34	
5,5	100	315	372	1,15	2,29	
5,5	120	375	435	1,15	3,61	
5,5	140	440	500	1,15	5,37	
5,5	160	500	560	1,15	7,62	
6,0	80	250	315	1,20	1,44	
6,0	100	315	380	1,20	2,45	
6,0	120	375	445	1,20	3,83	
6,0	140	440	505	1,20	5,66	
6,0	160	500	570	1,20	8,00	
6,0	180	565	630	1,20	10,90	
6,5	80	250	325	1,25	1,39	
6,5	100	315	390	1,25	2,33	
6,5	120	375	450	1,25	3,63	
6,5	140	440	515	1,25	5,33	
6,5	160	500	575	1,25	7,49	
6,5	180	565	640	1,25	10,17	
7,0	80	250	335	1,30	1,35	
7,0	100	315	395	1,30	2,24	
7,0	120	375	460	1,30	3,46	
7,0	140	440	520	1,30	5,06	
7,0	160	500	585	1,30	7,08	
7,0	180	565	645	1,30	9,58	
7,5	80	250	340	1,35	1,32	
7,5	100	315	405	1,35	2,17	
7,5	120	375	465	1,35	3,33	
7,5	140	440	530	1,35	4,84	
7,5	160	500	590	1,35	6,74	
7,5	180	565	655	1,35	9,09	
8,0	80	250	350	1,40	1,30	
8,0	100	315	410	1,40	2,11	
8,0	120	375	475	1,40	3,22	
8,0	140	440	535	1,40	4,65	
8,0	160	500	600	1,40	6,46	
8,0	180	565	665	1,40	8,68	
8,5	80	250	355	1,45	1,28	
8,5	100	315	420	1,45	2,07	
8,5	120	375	480	1,45	3,13	
8,5	140	440	545	1,45	4,50	
8,5	160	500	610	1,45	6,22	
8,5	180	565	670	1,45	8,34	
9,0	80	250	365	1,50	1,27	
9,0	100	315	425	1,50	2,03	
9,0	120	375	490	1,50	3,05	
9,0	140	440	555	1,50	4,37	
9,0	160	500	615	1,50	6,02	

1	2	3	4	5	6	7
Largo	Medidas				Fuerza requerida para soportar una tensión de flexión de 55 MPa	
	Cima		Perímetro teórico mínimo a 1,8 m de la base ²⁾	Distancia desde la base a la LE	Ensayo en voladizo ³⁾	Ensayo en el punto medio ⁴⁾
	Diámetro	Perímetro ¹⁾				
m	mm	mm	mm	m	kN	kN
9,0	180	565	680	1,50	8,04	
10,0	80	250	380	1,60	1.26	
10,0	100	315	445	1,60	1.98	
10,0	120	375	505	1,60	2.94	
10,0	140	440	570	1,60	4.17	
10,0	160	500	630	1,60	5.70	
10,0	180	565	665	1,60	6.68	
11,0	80	250	395	1,70	1.25	
11,0	100	315	460	1,70	1.95	
11,0	120	375	520	1,70	2.86	
11,0	140	440	585	1,70	4.02	
11,0	160	500	645	1,70	5.46	
11,0	180	565	710	1,70	7.20	
12,0	80	250	410	1,80	1.26	
12,0	100	315	475	1,80	1.93	
12,0	120	375	535	1,80	2.81	
12,0	140	440	600	1,80	3.91	
12,0	160	500	665	1,80	5.28	
12,0	180	565	725	1,80	6.92	
13,0	80	250	425	1,90	1.28	
13,0	100	315	490	1,90	1.93	
13,0	120	375	555	1,90	2.78	
13,0	140	440	615	1,90	3.84	
13,0	160	500	680	1,90	5.14	
13,0	180	565	740	1,90	6.62	
14,0	100	315	505	2,00	1.94	
14,0	120	375	570	2,00	2.76	
14,0	140	440	630	2,00	3.78	
14,0	160	500	695	2,00	5.04	
14,0	180	565	755	2,00	6.54	
15,0	100	315	520	2,10	1.95	
15,0	120	375	585	2,10	2.75	
15,0	140	440	645	2,10	3.75	
15,0	160	500	710	2,10	4.96	
15,0	180	565	775	2,10	6.41	
16,0	100	315	535	2,20	1.97	
16,0	120	375	600	2,20	2.76	
16,0	140	440	665	2,20	3.73	
16,0	160	500	725	2,20	4.91	
16,0	180	565	790	2,20	6.31	
17,0	120	375	615	2,30	2.77	
17,0	140	440	680	2,30	3.72	
17,0	160	500	740	2,30	4.87	
17,0	180	565	805	2,30	6.23	
18,0	120	375	630	2,40	2.79	
18,0	140	440	695	2,40	3.72	
18,0	160	500	755	2,40	4.85	
18,0	180	565	820	2,40	6.17	

1) Redondeado a 5 mm.

2) Basado en el valor mínimo del diámetro de cima especificado en la segunda columna y calculando una conicidad teórica de 5 mm por metro de largo y redondeado a 5 mm

3) Calculada utilizando la fórmula dada en C.1.3

4) Calculada utilizando la fórmula dada en C.2.3

**Tabla C.2 – Medidas y valores de esfuerzo de los postes y
crucetas especificando la Clase**

1 Largo m	2 Clase	4 Medidas			6 Fuerza requerida para soportar una tensión de flexión de 55 MPa		7
		3 Perímetro mínimo a 1,8 m de la base mm	Perímetro teórico en cima ¹⁾ mm	Distancia desde la base a la LE m	Ensayo en voladizo ²⁾		Ensayo en el punto medio ³⁾
					kN	kN	kN
1,5	10	- . -	175	0,75	1,65	3,30	
1,5	9	- . -	220	0,75	3,29	6,58	
1,5	7	- . -	260	0,75	5,34	10,68	
1,5	5	- . -	305	0,75	8,45	16,90	
1,5	3	- . -	355	0,75	13,30	26,60	
2,0	10	205	200	0,80	1,65	3,86	
2,0	9	260	255	0,80	3,29	7,77	
2,0	7	310	305	0,80	5,34	12,68	
2,0	5	360	355	0,80	8,45	20,14	
2,0	3	425	420	0,80	13,30	31,82	
2,5	10	230	220	0,85	1,65	4,11	
2,5	9	295	285	0,85	3,29	8,34	
2,5	7	350	335	0,85	5,34	13,66	
2,5	5	410	395	0,85	8,45	21,78	
2,5	3	475	465	0,85	13,30	34,49	
3,0	10	255	235	0,90	1,65	4,23	
3,0	9	320	305	0,90	3,29	8,63	
3,0	7	380	360	0,90	5,34	14,19	
3,0	5	445	430	0,90	8,45	22,69	
3,0	3	520	505	0,90	13,30	36,03	
3,5	10	275	245	0,95	1,65	4,28	
3,5	9	345	320	0,95	3,29	8,78	
3,5	7	410	385	0,95	5,34	14,48	
3,5	5	480	455	0,95	8,45	23,22	
3,5	3	560	535	0,95	13,30	36,95	
4,0	10	290	255	1,00	1,65	4,29	
4,0	9	370	335	1,00	3,29	8,65	
4,0	7	435	400	1,00	5,34	14,64	
4,0	5	510	475	1,00	8,45	23,53	
4,0	3	595	560	1,00	13,30	37,52	
4,5	10	305	265	1,05	1,65	4,28	
4,5	9	390	345	1,05	3,29	8,87	
4,5	7	460	415	1,05	5,34	14,71	
4,5	5	535	495	1,05	8,45	23,70	
4,5	3	625	580	1,05	13,30	37,86	
5,0	10	320	270	1,10	1,65	4,25	
5,0	9	405	355	1,10	3,29	8,85	
5,0	7	480	430	1,10	5,34	14,73	
5,0	5	560	510	1,10	8,45	23,78	
5,0	3	650	600	1,10	13,30	38,06	
5,5	10	335	275	1,15	1,65	4,21	
5,5	9	420	365	1,15	3,29	8,81	
5,5	7	500	440	1,15	5,34	14,71	
5,5	5	580	525	1,15	8,45	23,79	
5,5	3	680	620	1,15	13,30	38,15	
6,0	10	335	265	1,20	1,65	3,96	
6,0	9	420	355	1,20	3,29	8,35	
6,0	7	495	430	1,20	5,34	13,98	
6,0	6	535	470	1,20	6,67	17,68	
6,0	5	580	515	1,20	8,45	22,68	
6,0	4	630	560	1,20	10,68	28,99	
6,5	10	345	270	1,25	1,65	3,93	
6,5	9	435	365	1,25	3,29	8,32	
6,5	7	515	440	1,25	5,34	13,98	
6,5	6	555	480	1,25	6,67	17,70	
6,5	5	600	525	1,25	8,45	22,72	
6,5	4	650	575	1,25	10,68	29,07	
7,0	10	355	275	1,30	1,65	3,90	

1	2	3	4	5	6	7
Largo m	Clase	Medidas			Fuerza requerida para soportar una tensión de flexión de 55 MPa	
		Perímetro mínimo a 1,8 m de la base mm	Perímetro teórico en cima ¹⁾ mm	Distancia desde la base a la LE m	Ensayo en voladizo ²⁾ kN	Ensayo en el punto medio ³⁾ kN
7,0	9	450	370	1,30	3,29	8,29
7,0	7	530	450	1,30	5,34	13,95
7,0	6	575	490	1,30	6,67	17,68
7,0	5	620	540	1,30	8,45	22,73
7,0	4	670	590	1,30	10,68	29,10
7,5	10	370	280	1,35	1,65	3,86
7,5	9	465	375	1,35	3,29	8,24
7,5	7	550	460	1,35	5,34	13,91
7,5	6	590	500	1,35	6,67	17,64
7,5	5	640	550	1,35	8,45	22,70
7,5	4	690	605	1,35	10,68	29,09
8,0	9	480	380	1,40	3,29	8,19
8,0	7	565	465	1,40	5,34	13,85
8,0	6	605	510	1,40	6,67	17,59
8,0	5	655	560	1,40	8,45	22,64
8,0	4	710	615	1,40	10,68	29,05
8,0	3	765	670	1,40	13,30	36,64
8,5	9	490	385	1,45	3,29	8,13
8,5	7	580	475	1,45	5,34	13,78
8,5	6	625	520	1,45	6,67	17,52
8,5	5	675	570	1,45	8,45	22,57
8,5	4	730	625	1,45	10,68	28,98
8,5	3	785	680	1,45	13,30	36,58
9,0	9	505	390	1,50	3,29	8,07
9,0	7	590	480	1,50	5,34	13,70
9,0	6	640	525	1,50	6,67	17,43
9,0	5	690	580	1,50	8,45	22,49
9,0	4	745	635	1,50	10,68	28,89
9,0	3	805	690	1,50	13,30	36,49
10,0	9	525	395	1,60	3,29	7,93
10,0	7	620	490	1,60	5,34	13,53
10,0	6	665	540	1,60	6,67	17,25
10,0	5	720	590	1,60	8,45	22,28
10,0	4	780	650	1,60	10,68	28,67
10,0	3	840	710	1,60	13,30	36,26
11,0	9	545	400	1,70	3,29	7,79
11,0	7	645	500	1,70	5,34	13,34
11,0	6	695	550	1,70	6,67	17,04
11,0	5	750	605	1,70	8,45	22,05
11,0	4	810	665	1,70	10,68	28,41
11,0	3	870	730	1,70	13,30	35,98
12,0	9	565	405	1,80	3,29	7,64
12,0	7	665	505	1,80	5,34	13,15
12,0	6	715	555	1,80	6,67	16,81
12,0	5	775	615	1,80	8,45	21,80
12,0	4	840	680	1,80	10,68	28,13
12,0	3	905	740	1,80	13,30	35,67
13,0	9	585	410	1,90	3,29	7,49
13,0	7	690	510	1,90	5,34	12,95
13,0	6	740	565	1,90	6,67	16,59
13,0	5	800	625	1,90	8,45	21,53
13,0	4	865	690	1,90	10,68	27,83
13,0	3	930	755	1,90	13,30	35,33
14,0	7	710	515	2,00	5,34	12,75
14,0	6	765	570	2,00	6,67	16,35
14,0	5	825	635	2,00	8,45	21,27
14,0	4	890	700	2,00	10,68	27,52
14,0	3	960	765	2,00	13,30	34,99
15,0	7	730	520	2,10	5,34	12,54
15,0	6	785	575	2,10	6,67	16,12
15,0	5	850	640	2,10	8,45	20,99
15,0	4	915	710	2,10	10,68	27,21

Esquema A3 IRAM 9513:2006

1	2	3	4	5	6	7
Largo m	Clase	Medidas			Fuerza requerida para soportar una tensión de flexión de 55 MPa	
		Perímetro mínimo a 1,8 m de la base mm	Perímetro teórico en cima ¹⁾ mm	Distancia desde la base a la LE m	Ensayo en voladizo ²⁾ kN	Ensayo en el punto medio ³⁾ kN
15,0	3	985	780	2,10	13,30	34,63
16,0	7	745	525	2,20	5,34	12,34
16,0	6	805	580	2,20	6,67	15,89
16,0	5	870	645	2,20	8,45	20,72
16,0	4	940	715	2,20	10,68	26,89
16,0	3	1010	785	2,20	13,30	34,27
17,0	6	825	585	2,30	6,67	15,65
17,0	5	890	650	2,30	8,45	20,45
17,0	4	960	725	2,30	10,68	26,58
17,0	3	1035	795	2,30	13,30	33,90
18,0	6	840	585	2,40	6,67	15,42
18,0	5	910	655	2,40	8,45	20,18
18,0	4	985	730	2,40	10,68	26,26
18,0	3	1055	800	2,40	13,30	33,54

1) Basado en el perímetro mínimo a 1800 mm de la base especificado en la tercera columna y calculando una conicidad teórica de 5 mm por metro de largo y redondeado a 5 mm.

2) Calculada utilizando la fórmula dada en C.1.3

3) Calculada utilizando la fórmula dada en C.2.3

Anexo D

(Normativo)

Métodos de zunchado y puesta de conectores

D.1 General

D.1.1 Si se requiere (ver Anexo A.1 f) los extremos de los postes o crucetas se deben zunchar o ponérseles conectores.

D.1.2 El espesor mínimo de recubrimiento del galvanizado de los clavos, grapas y alambres que se usan para el zunchado debe ser el siguiente:

- a) clavos y alambre: 25 μm y
- b) grapas 10 μm .

D.1.3 El zunchado debe realizarse antes de la preservación.

D.2 Métodos de zunchado

D.2.1 Grapas

Cada grapa debe tener por lo menos 38 mm de largo, ser de alambre de acero templado con un diámetro de 4 mm, y debe ser clavadas atravesadas sobre los alambres del zunchado, en forma que haya una inclinación de por lo menos 3 mm entre las puntas de la grapa, medida sobre la superficie del poste o cruceta, en relación al ángulo recto a su eje longitudinal.

D.2.2 Clavado y grapado

El zunchado mediante el clavado y grapado en los extremos del poste o cruceta, consiste en dar 4,5 vueltas del alambre de acero templado galvanizado, de un diámetro de por lo menos 2,5 mm, envuelto con vueltas próximas y en forma tirante y firmemente asegurado en cada uno de los extremos, con clavos galvanizados de un diámetro de por lo menos 3 mm y un largo de por lo menos 38 mm. Cada faja de alambres debe ser grapada en dos lugares opuestos, en forma aproximadamente diametral uno del otro.

D.2.3 Nudo de granjero

El zunchado nudo de granjero en los extremos del poste o cruceta, consiste en 4 vueltas del alambre de acero templado galvanizado, de un diámetro de por lo menos 2,5 mm, envuelto con 2 vueltas en un nudo apretado, apoyado al ras contra la superficie del poste o cruceta y luego grapado en dos lugares opuestos, en forma aproximadamente diametral uno del otro.

D.2.4 Tensionado de las vueltas

El tensionado del zunchado en los extremos de los postes o crucetas consiste en un alambre de acero templado galvanizado, de un diámetro de por lo menos 2,5 mm, dándole una forma de horquilla, envuelto con 2 vueltas (para dar cuatro hebras) alrededor del poste, tensionado, torcido 180° y luego grapado al poste o cruceta en un punto tan cerca como sea posible de la vuelta. El sobrante alambre debe ser cortado y el resto doblado dos veces alrededor de la grapa. Las cuatro hebras de alambre deben ser grapadas en el poste o cruceta en una posición diametralmente opuesta al de la vuelta.

D.3 Posición

La posición del zunchado debe estar por lo menos 100 mm de los extremos del poste o cruceta y por lo menos a 50 mm de la perforación más cercana.

D.4 Conectores

NOTA: Los conectores se deben usar solamente en los cortes planos o inclinados, en los extremos de los postes o crucetas.

D.4.1 Características

El conector debe:

- a) Estar construido de acero galvanizado cincado por inmersión en caliente.
- b) Tener un recubrimiento de cinc de por lo menos 47 μm de espesor.
- c) El espesor del conector debe ser de por lo menos de 1,2 mm y el largo de los dientes de 14 mm.
- d) El tamaño del conector debe ser tal que el área que cubra debe ser de por lo menos del 40% de la superficie del plano del extremo donde se aplica.

D.4.2 Fijación

- a) Los clavos deben penetrar totalmente y ningún clavo puede quedar doblado.
- b) El conector debe estar posicionado en el medio del área en el plano del extremo del poste o cruceta. La figura rectangular del conector debe quedar inscrita en la sección circular del poste o cruceta de manera que los vértices del conector lleguen tan cerca del perímetro como sea posible pero no debe sobresalir sobre la superficie redonda de la madera.
- c) Debe estar posicionado de manera tal que la dirección de mayor resistencia a la tracción quede perpendicular a la rajadura principal.

Anexo E

(Normativo)

Daños causados por insectos

Se debe distinguir entre el daño ocasionado por la polilla de ambrosía (*Platypodidae*) y la polilla de lictidos (*Lyctidae*) de la siguiente forma:

E.1 Examen visual

En los postes y crucetas sin preservación, el borde de los orificios de las polillas de ambrosia (*Platypodidae*) son normalmente negros y los agujeros no están llenos con aserrín; en tanto que el borde de los orificios de entrada y salida de las polillas de lictidos (*Lyctidae*), conservan el color natural de la madera y los orificios están llenos con aserrín.

E.2 Método por tarugado

Con una mecha tarugadora se toman muestras de los dos orificios mayores y del 20% de los orificios presentes en el área infestada. Luego se toma otros 2 tarugos a una distancia de entre 15 mm y 25 mm desde cualquiera de las dos perforaciones iniciales, en una dirección longitudinal al orificio de salida.

En el caso de daño ocasionado por la polilla de ambrosía (*Platypodidae*), los tarugos extraídos son de madera no afectada (excepto en la parte del agujero de entrada y salida) que usualmente tienen varias galerías cortas transversales al grano.

Si el ataque es severo, la porción externa del tarugo (o sea la parte que se extiende aproximadamente 3 mm desde la superficie hacia el interior) se separa fácilmente del resto.

Anexo F (Informativo)

Control de preservación de los postes y crucetas

F.1 El fabricante deberá llevar un control del proceso productivo, para lo cual debe identificar cada carga de material que se procesa.

F.2 El proceso de preservación de cada carga de postes y crucetas deberá registrarse en forma correlativa en una planilla, que contendrá como mínimo todos los datos de la Hoja de Carga de la tabla F.1, que se adjunta como ejemplo.

F.3 En cada carga que se realice, los postes o crucetas deberán identificarse, correspondiéndose con la Hoja de Carga.

F.4 Un ejemplar de la Hoja de Carga, estará a disposición del comprador, o del inspector o encargado de realizar los ensayos en los postes o crucetas.

F.5 Para un cálculo aproximado de la retención teórica en los postes y crucetas, se puede tomar el volumen de la albura de la tabla F.2

Tabla F.1 – Ejemplo de Hoja de carga

Nombre de la Empresa:

HOJA DE CARGA N°:

Lote N°:

Fecha:

I. Detalle de la madera a preservar.

Cantidad de postes o crucetas	Medidas		Volumen de albura por unidad m ³	Volumen total de albura m ³
	Largo	Ø en cima o clase		
A - Volumen total de albura de la carga =				

Humedad promedio de la madera antes de la preservación:	%
Especie forestal:	

II. Cálculo de las variables para la preservación de la madera

Preservante*:	Creosota	CCA
Temperatura de trabajo de la creosota/CCA*:	°C.	

B	C	D	E
Densidad de la creosota, o % de concentración de la solución CCA*	Retención requerida del preservante kg/m ³	Promedio de consumo requerido (Creosota = C / B) (CCA = C / B x 100)* Litros/m ³	Consumo total requerido (D x A) litros

III. Tiempo empleado en el proceso de preservación de la madera.

Operación	Inicio (hh:mm)	Fin (hh:mm)	Duración (hh:mm)	Valor del Vacío o de la Presión
a) Vacío inicial				mm Hg
b) Llenado autoclave				
c) Presión				kg/cm ²
d) Desagote				
e) Vacío final				mm Hg
Duración total del proceso:				

IV. Resultado del proceso de preservación de la madera.

F	G	H	I	J
Volumen inicial del preservante litros	Volumen final del preservante litros	Volumen consumido del preservante (F - G) litros	Promedio de consumo (H / A) litros/m ³	Retención neta (Creosota = I x B), o (CCA = I x B / 100)* kg/m ³

* Tachar lo que no corresponda

Nombre y firma del responsable

Tabla 2 – Cálculo del volumen de albura



Anexo G (Informativo)

Módulo de elasticidad

G.1 General

El módulo de elasticidad E para un poste o cruceta ensayado de acuerdo con el Anexo B, se calcula utilizando la fórmula de G.2 o G.3. El valor promedio de E para los postes y crucetas de eucaliptos, pueden considerarse de 10.400 MPa.

G.2 Ensayo en voladizo

La fórmula para el cálculo del módulo de elasticidad para el ensayo en voladizo, es la siguiente

$$E = \frac{4 L^3 Q}{3 \pi \Delta A^3 B}$$

siendo:

- E el módulo de elasticidad, en megapascales;
- L la distancia desde la línea de empotramiento hasta el punto de carga, en milímetros;
- Q la fuerza que se aplica, en newtons;
- Δ el desplazamiento que se observa en el punto de carga, en milímetros;
- A el radio del poste en la línea de empotramiento, en milímetros;
- B el radio del poste en el punto donde se aplica la carga, en milímetros.

G.3 Ensayo en el punto medio

La fórmula para el cálculo del módulo de elasticidad para la ensayo en el punto medio, es la siguiente

$$E = \frac{L^3 Q_1}{2,36 \Delta D^4}$$

siendo:

- E el módulo de elasticidad, en Mpa;
- L la distancia entre los soportes, en milímetros;
- Q_1 la fuerza que se aplica, en newtons;
- Δ el desplazamiento que se observa en el punto de carga, en milímetros;
- D el diámetro poste o cruceta en la punto de la distancia media, en milímetros.

Anexo H (Informativo)

Métodos de marcado

Se acepta cualquiera de estos métodos o una combinación, para el marcado del material.

H.1 Chapa de identificación de acero templado o de aluminio

H.1.1 Las chapas deben ser por lo menos de 25 mm de lado o de diámetro. La chapa de acero templado debe tener un espesor de por lo menos 0,5 mm y estar galvanizadas. Las chapas de aluminio deben tener un espesor de por lo menos 0,7 mm.

H.1.2 Cada chapa debe sujetarse con un clavo galvanizado de 30 mm de largo y por lo menos 2,5 mm de diámetro.

H.1.3 La medida de las letras y los números deben ser por lo menos de 3,5 mm de altura.

H.2 Marcado a fuego

La altura de las letras y números, después del marcado a fuego, debe ser por lo menos 15 mm y el ancho y profundidad deben ser por lo menos de 1 mm.

Anexo J (Informativo)

Manejo y almacenamiento de postes y crucetas preservados

J.1 Generalmente, los postes y crucetas dan el servicio de vida útil proyectado solo si se evita un periodo prolongado de almacenamiento antes de la instalación.

Para lograr alcanzar el equilibrio de humedad del área donde el mismo va a utilizarse, puede permitirse un periodo de adaptación del material.

J.2 El almacenamiento en posición horizontal combinado con la exposición directa a la luz del sol, causa la degradación de la madera creosotada y adicionalmente, la creosota tiende a migrar, por fuerza gravitacional, reduciendo de ese modo la cantidad de creosota en el lado superior del poste o cruceta.

Asimismo, los postes y crucetas, cuando se los dejan expuestos en lugares de alta temperatura por largos periodos, tienden a agrietarse y por lo tanto deberían ser puestos bajo una cobertura (media sombra) o bajo techo.

J.3 Los postes se pueden apilar en forma cruzada por un periodo máximo de 6 meses, a por lo menos 300 mm por encima del suelo. Si van a apilarse por un periodo mayor, deben protegerse, con alguna cobertura, en dirección norte sur, y después de 6 meses, deben rotarse 180°. Toda el área que rodea la pila debe estar libre de pastos y malezas, para reducir el riesgo de fuego.

Debe procederse con cuidado en el manejo del material, tratando de no golpear o dejar caer los postes y crucetas, ya que pueden producirse fracturas o roturas no claramente visibles, debido a un manejo deficiente.

No se deben aceptar daños mecánicos por encima de los límites especificados en 4.4.9, ninguna etapa (por ej.: cortes transversales, marcados, fracturas debido manejos deficientes de maquinas o herramientas, etc.).

El manejo de los equipos debe ser realizado de manera que la superficie del poste o cruceta no sea dañada. Los postes o crucetas dañadas no deben ser utilizados, ya que su vida útil será limitada.

Anexo K (Informativo)

Bibliografía

En el estudio de este Esquema se han tenido en cuenta los antecedentes siguientes:

IRAM - INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN

IRAM 9513:2001 - Postes de eucalipto para líneas aéreas preservados con creosota y CCA, por proceso bajo presión en autoclave.

IRAM 9530:1963 - Postes para líneas aéreas de energía. Características generales y métodos de ensayo.

IRAM 9531:1993 - Postes de eucaliptos para líneas aéreas. Medidas y defectos.

- SABS 754:1994 - Eucalyptus poles, cross-arms and spacers for power distribution and telephone system.
- ANSI 05.1:2001 - Specifications and dimensions for wood poles.
- UTN de Concepción del Uruguay: Trabajos realizados en ensayos de esfuerzos en postes de eucaliptos de Argentina.