



ESQUEMA 1

DE NORMA IRAM 9513*

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

Requisitos

Preserved eucalyptus round cross head and poles for energy lines and telecommunication system
Requirements

**LAS OBSERVACIONES DEBEN
ENVIARSE CON EL FORMULARIO DE LA
ETAPA DE DISCUSIÓN PÚBLICA**

* Corresponde a la revisión de las normas IRAM 9513:2001, IRAM 9530:1963 e IRAM 9531:1993.

Prefacio

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (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.

Corresponde a la revisión de las normas IRAM 9513:2001, IRAM 9530:1963 e IRAM 9531:1993.

Índice

	Página
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	5
2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA	5
3 DEFINICIONES	5
4 REQUISITOS	6
5 MÉTODOS DE ENSAYO	13
6 MARCADO	16
Anexo A (Normativo) Notas para el comprador.....	18
Anexo B (Normativo) Inspeccion y muestreo	19
Anexo C (Normativo) Ensayos de esfuerzo para postes y crucetas	21
Anexo D (Normativo) Métodos de zunchado y puesta de conectores	30
Anexo E (Normativo) Daños causados por insectos	32
Anexo F (Normativo) Control de preservación de los postes y crucetas.....	33
Anexo G (Informativo) Módulo de elasticidad.....	36
Anexo H (Informativo) Métodos de marcado.....	37
Anexo J (Informativo) Manejo y almacenamiento de postes y crucetas preservados.....	38
Anexo K (Informativo) Ensayos realizados para determinar tensión de flexión y módulo de elasticidad de Eucaliptus grandis.....	39
Anexo L (Informativo) Bibliografía	40
Anexo M (Informativo) Integrantes del organismo de estudio	41

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

Requisitos

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos de los postes de eucalipto, preservados con creosota, o preservador cromo-cupro-arsenical, destinados a ser usados como soportes y crucetas en sistemas de transmisión y distribución de 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.

IRAM 9512 - Creosota para preservación de maderas.

IRAM 9515 - Maderas. Preservadores solubles en agua.

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

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 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 y/o crucetas preservados en un mismo proceso.

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

3.5 clase. Grupo de 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 porcentaje, 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 coloca en una posición aproximadamente horizontal 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 y 4).

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

3.10 daño de insectos. Daño resultante del agujereado del poste o cruceta producido por insectos. No se consideran daños de insectos, las marcas o surcos sobre la superficie del poste.

3.11 diámetro del nudo. 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 la base de 600 mm más el 10% del largo total de la pieza.

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 se consideran como un nudo único.

3.15 preservación. Tratamiento con un preservador, al que se somete la madera para aumentar su resistencia a organismos capaces de destruirla o afectarla.

3.16 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.

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

3.18 torcedura. Desviación natural de la línea recta que se extiende hasta un máximo de 2 m en el poste o cruceta. (Ver figura 2, 3 y 4).

3.19 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. 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: Se establecen las clases indicadas en la tabla 2, según la resistencia a la carga horizontal.

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

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

NOTA. 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 excedan 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.

4.4 Defectos

4.4.1 Albura

El espesor de la albura en un poste o cruceta no debe ser menor que 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 presencia de canales de goma, siempre que los postes y crucetas cumplan con los requisitos indicados 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 20 mm.

4.4.5 Daño causado por insectos

Se admite la presencia de daños de insectos, siempre que:

- Las marcas o surcos tengan una profundidad que no exceda los 3 mm, medidos desde la superficie del poste o cruceta.
- 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.
- No se encuentren más de 20 orificios de polilla de ambrosía (*Platypodidae* itálica), identificados de acuerdo con el Anexo E, por cada metro lineal del largo del poste o cruceta.

No se admite 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 largo sea, como máximo, de 1,20 m.

4.4.7 Grano espiralado

Se permite la presencia de 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 deben presentar más defectos que los admitidos según la tabla 3.

4.4.9 Daños mecánicos

Cualquier deterioro producido por daño mecánico no debe exceder cualquiera de los defectos admitidos según 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 de largo mayor o igual 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, aplicándose el siguiente criterio.

- a) En postes con el punto medio de la línea de empotramiento, (ver figuras 2 a) y 2 b)).
- b) En crucetas con el punto medio de la base, (ver figura 3 a) y 3 b)).

4.4.10.3 Crucetas de largo menor que 6,0 m

Se admiten torceduras y curvas, cuando la medida tomada de acuerdo con 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 4 b)).

4.4.11 Conicidad

La conicidad promedio del poste o cruceta desde la cima a la base debe ser como máximo de 10 mm por metro de largo.

4.4.12 Otros defectos

Otros defectos de los 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.

4.5 Medidas

4.5.1 Largo de los postes y crucetas

El largo del poste o cruceta medido de acuerdo con 5.4.1, debe ser el solicitado, con una tolerancia de ± 75 mm. El largo solicitado debe ser preferentemente uno de los indicados en las tablas C1 ó C2 del Anexo C.

4.5.2 Diámetro en la cima o determinación de la clase

El diámetro en la cima, determinado según 5.4.3, debe ser como mínimo igual al valor requerido (ver Anexo A d), y debe seleccionarse de la segunda columna de la tabla C.1 Anexo C, para el largo requerido correspondiente.

La clase correspondiente a los valores de esfuerzo requeridos (ver Anexo A d), 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 especificado en la cuarta columna de la tabla C.1 o en la tercera columna de la tabla C.2, del Anexo C, respectivamente.

4.5.3 Ovalado de postes y crucetas

El ovalado de los postes y crucetas, determinado de acuerdo con 5.4.3, no deben exceder los límites siguientes:

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

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

Defecto	Máximos admitidos	
	Postes	Crucetas
a) Grietas en la base y cima En los extremos del poste o cruceta 1) Cima. ¹ - Cantidad (mm) - Largo (tal como aparece en la superficie) - Ancho (mm) - Suma de los anchos (mm) 2) Base. ¹ - Cantidad - Largo (tal como aparece en la superficie) (mm) - Ancho (mm) - Suma de los anchos (mm)	3 0,65 x perím. de cima 1,5% del perímetro de cima 25	3 0,65 x perím. de cima 1% del perímetro de cima 10
b) Grietas en la superficie - Cantidad. ² - Largo individual (mm) - Ancho individual. ³ (mm) - Suma de los anchos	3, en cualquier corte transversal 15 % del largo del poste 1,2% del perímetro. 25 mm, en cualquier corte transversal	3, en cualquier corte transversal 15 % del largo de la cruceta 1% del perímetro. 20 mm, en cualquier corte transversal
a) Nudos y nudos hueco: No se admiten nudos con diámetros mayores a 15 mm, desde la línea de empotramiento y hasta 100 mm por encima de dicha línea - Diámetro máximo individual del nudo (mm) - Suma de los diámetros máximos en cualquier longitud de 500 mm. ⁴ - Profundidad máxima del nudo hueco (mm)	50 150 mm. 20	1/6 del perímetro 1/3 del perímetro. 10
1) Las grietas en la base y en la cima, que se extienden desde el centro y aparecen en dos posiciones de la superficie (rajaduras), se cuentan como 2 grietas. 2) En el caso de encontrarse tres grietas en un corte transversal en conjunto, la suma de sus largos no debe exceder la mitad del largo del poste o cruceta. No se consideran grietas cuando el ancho individual, en todo su largo, no excede los 3 mm, en la superficie del poste. 3) El perímetro del poste o cruceta medido en la distancia media del largo de la grieta. 4) Los nudos no mayores de 15 mm de diámetro se permiten sin limitaciones en toda la superficie del poste o cruceta y no se toman en cuenta para la suma de los diámetros.		

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 figura 1).

4.6.1.1 Cima

El corte de la cima del poste puede ser:

- a) Cima con un corte plano: $90^\circ \pm 5^\circ$ del eje longitudinal

- b) Cima con un corte inclinado: $60^\circ \pm 5^\circ$ del eje longitudinal

- c) 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 al eje longitudinal del poste con tolerancia de $\pm 15^\circ$, y el área total de los agujeros causados por el astillado en la tala, medido de acuerdo con 5.3.5 no debe 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 $90^\circ \pm 5^\circ$ determinado según 5.4.4.

4.6.3 Zunchos y conectores

Cuando se requiera (ver Anexo A. f)), los extremos de los postes y crucetas se deben zunchar o se le deben colocar conectores, de acuerdo con lo indicado en el Anexo D.

4.7 Elaboración y cortes

4.7.1 General

La 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 la penetración del 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

Las marcas producidas durante la remoción de la corteza, o la eliminación de ramas o nudos sobresalidos, no deben tomarse como defectos, siempre que se cumpla el requisito indicado en 4.4.1.

4.7.5 Perforaciones

Las perforaciones en el poste o cruceta deben realizarse por pedido (ver Anexo A. g)), y deben ubicarse a 150 mm de los extremos, como mínimo.

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 debe exceder los valores máximos siguientes:

- a) 25 g/100 g, en postes preservados con creosota;
- b) 30 g/100 g, en postes preservados con preservadores cromo-cupro-arsenicales.

4.8.2 Método de preservación

Los postes y crucetas se deben preservar por el método por vacío-presión en autoclave, indicado en la norma IRAM 9511.

4.8.3 Preservadores

El agente preservante que se utilice, según lo solicitado (ver Anexo A, h) debe cumplir con los requisitos indicados a continuación según el caso.

- a) Creosota, en la IRAM 9512.
- b) Preservante cromo-cupro-arsenical, con la IRAM 9515.

4.8.4 Retención

La retención determinada según 5.6 deberá ser como mínimo el valor especificado en la segunda columna de la tabla 4. En el caso del preservador cromo-cupro-arsenical debe, además, cumplir con la retención mínima de los componentes individuales especificados en la tercera columna de la tabla 4.

4.8.5 Penetración

La profundidad de la penetración del preservador, determinada según 5.7, debe ser del 100% de la albura.

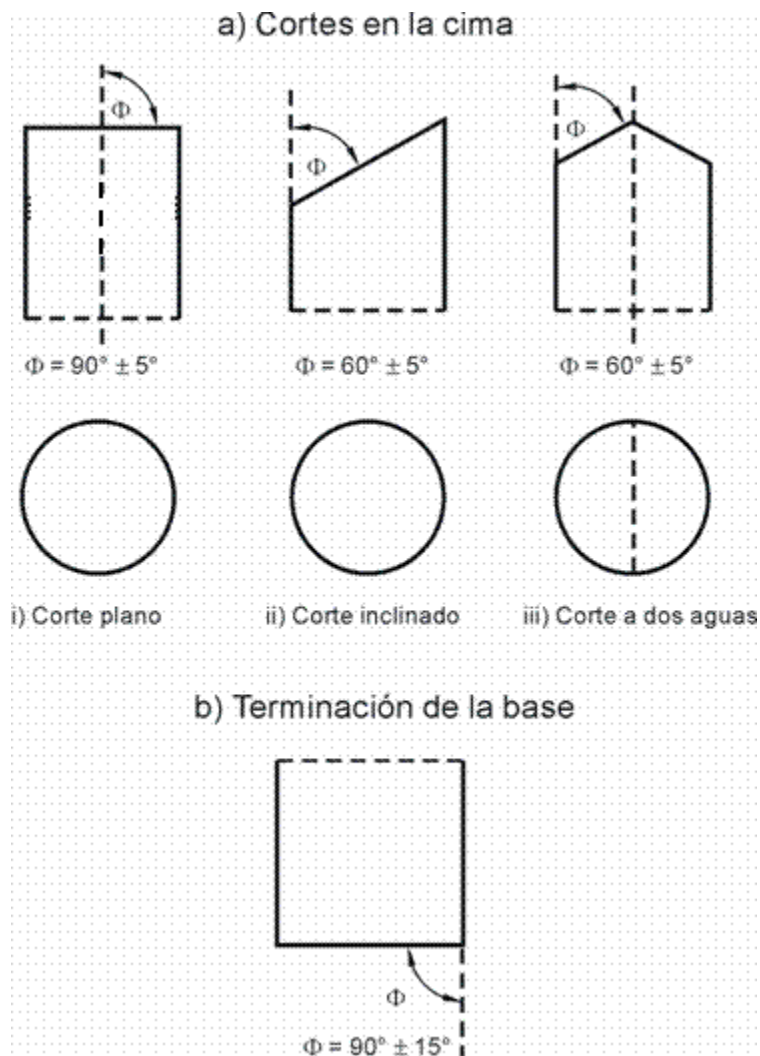


Figura 1 – Diferentes cortes en cima y terminación de la base

Tabla 4 - Retenciones

Tipo de preservador	Retención mínima total (kg/m ³ albura seca)		Retención mínima de los componentes individuales (kg/m ³ albura seca)	
	Por torta	Por tarugos		
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

5 MÉTODOS DE ENSAYO

5.1 General

5.1.1 Cuando así lo solicite el comprador, se realiza el ensayo de esfuerzo (4.3.2), utilizando uno de los métodos indicados en el Anexo C.1 o el Anexo C.2, de cada poste o cruceta de la muestra, (ver Anexo B.3 para el muestreo), antes de someterlos a los restantes ensayos.

5.1.2 Los postes o crucetas perforados para extraer muestras para realizar los ensayos, pueden ser devueltos al lote, siempre que inmediatamente después de haber perforado la madera, la perforación sea completamente obturada con tarugos convenientemente preservados que cumplan lo indicado en 4.8

5.2 Inspección visual

Se realiza el examen visual de cada poste o cruceta seleccionados de acuerdo con el Anexo B.3.

5.3 Defectos

5.3.1 Espesor de la albura

Se determina según la norma IRAM 9508, y en el caso de las crucetas, se extrae la muestra en el punto medio de su largo. Se mide el espesor radial de la albura de cada pieza de la muestra, redondeando al 1 mm y se registra el resultado menor.

Cuando no se pueda diferenciar la albura del duramen por el color se debe emplear el método químico previsto en la IRAM 9508.

5.3.2 Bolsas de goma

Se mide la profundidad máxima de la bolsa de goma al 1 mm, desde la superficie hasta el fondo.

5.3.3 Grietas en los extremos y en la superficie

Se mide el largo de las grietas a los 10 mm y el ancho en el punto más ancho al 1 mm. Se toma como largo de una grieta aquella 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) mayor que 5 mm y no hay aberturas visibles entre ellas, se toman como defectos individuales.

5.3.4 Nudos, nudos agrupados, nudos huecos y cavidades

Se mide la máxima extensión transversal con una precisión 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. La profundidad del nudo hueco se mide como se indica en 5.3.2.

5.3.5 Agujeros por astillado en la tala

Se mide el tamaño del agujero por astillado en la tala realizando 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 largo mayor o igual a 6 m, se hace rotar el poste o cruceta, se observa si algún punto de la superficie, cruza una línea recta imaginaria que une el punto medio geométrico de la cima con:

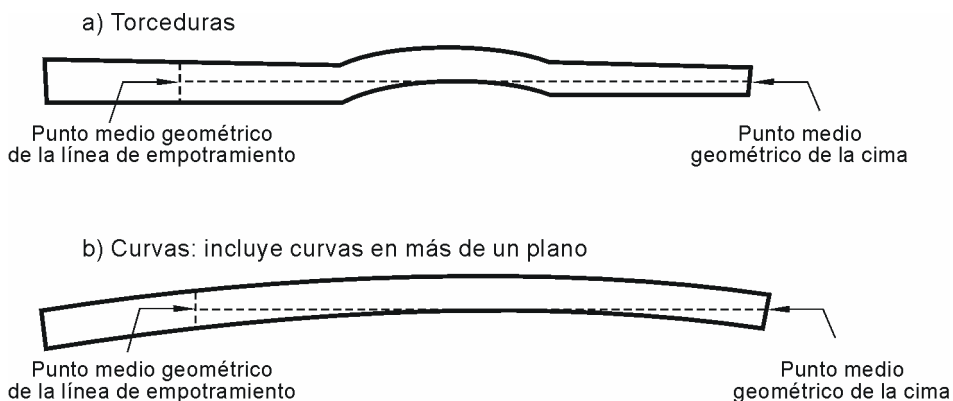
- a) el punto medio geométrico en la línea de empotramiento (ver figura 2), en el caso de postes;
- b) con el punto medio geométrico de la base (ver figura 3), en el caso de las crucetas.

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 de 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).

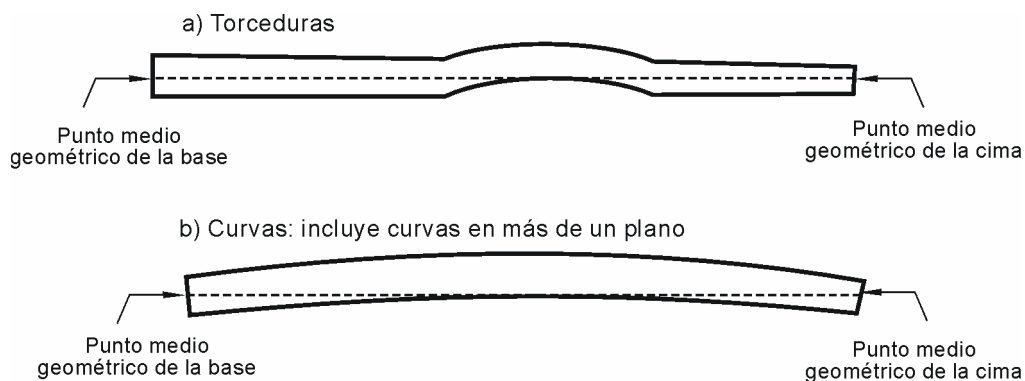
5.3.7 Acebolladuras

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.



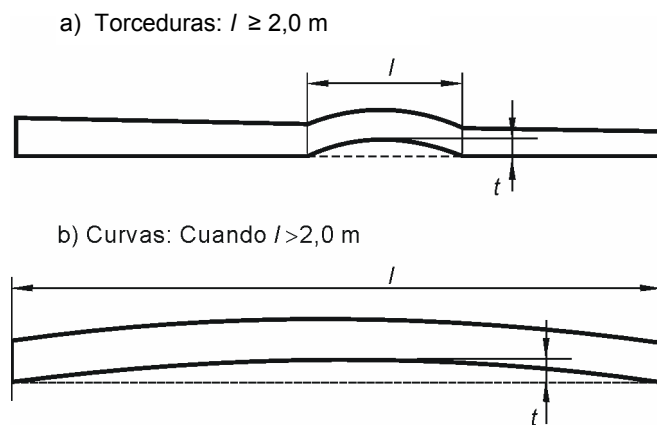
NOTA. Si la línea recta que une los puntos medios de la línea de empotramiento y la cima se encuentra dentro del poste, cumple con el requisito de esta norma.

Figura 2 - Medición de torceduras y curvas de postes de largo mayor o igual a 6,0 m



NOTA. Si la línea recta que une los puntos medios de la base y la cima se encuentra dentro de la cruceta, cumple con el requisito de esta norma.

Figura 3 - Medición de torceduras y curvas de crucetas de largo mayor o igual a 6,0 m



NOTA. Se acepta si $t \leq 15 l$ (t en milímetros y l en metros), siendo l largo de la cruceta.

Figura 4 - Medición de torceduras o curvas de crucetas de largo menor a 6,0 m

5.4 Medidas y cortes de los extremos

9532. En caso de discrepancia debe usarse el método de estufa.

5.4.1 Largo

Se mide la distancia entre los extremos del poste o cruceta con una aproximación por redondeo de 10 mm mediante una cinta métrica.

5.4.2 Perímetro

Se mide la circunferencia de un poste o cruceta con una aproximación por redondeo de 5 mm, usando una cinta métrica.

5.4.3 Diámetro

5.4.3.1 Se determina 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).

5.4.3.2 En el caso de una sección transversal ovalada, se determina el diámetro menor en el punto medio geométrico del diámetro mayor.

5.4.4 Ángulo de corte de los extremos

Se determina con una aproximación por redondeo al 1° más próximo mediante un goniómetro.

5.5 Contenido de humedad

Se determina con una aproximación por redondeo a 1 g/100 g, sobre probetas extraídas del punto medio de la pieza.

La zona de extracción debe estar alejada de cualquier nudo, nudo hueco, cavidad o imperfección de la madera que pueda influir en el resultado de la medición. La extracción de la muestrase realiza según lo indicado en B.2.2.

5.5.1 Postes y crucetas sin preservación

Se utiliza un xilohigrómetro o el método de estufa según lo indicado en la norma IRAM

5.5.2 Postes y crucetas preservados

Se utiliza el método indicado en la norma IRAM 9532 e IRAM 9580, según corresponda. La extracción de la muestra se realiza según lo especificado en B.3.2.

Para el caso de postes y crucetas preservados con preservador cromo-cupro-arsenical puede ocurrir que después del proceso de preservación la madera se encuentre saturada de humedad, ya que el vehículo del preservador es agua. La verificación de un alto valor de humedad no implica el rechazo de la partida sino la necesidad de posponer la inspección hasta que la madera alcance el equilibrio higroscópico adecuado en un ambiente con condiciones similares al del lugar de utilización de los postes o crucetas.

5.6 Retención

El control de retención se realiza según las normas IRAM 9508, IRAM 9526, IRAM 9597 e IRAM 9580. La extracción de la muestra según lo indicado en B.3.2.

5.7 Penetración

Para la determinación de la penetración del preservador, en la albura de los postes o crucetas se usa el método indicado en la IRAM 9508. La extracción de la muestra se realiza según lo indicado en B.3.2.

5.8 Permanencia mínima en planta

Los postes preservados deben cumplir con una permanencia en planta de 20 días, como mínimo.

6 MARCADO

6.1 Método

Los postes y crucetas se deben marcar mediante un método legible, indeleble, permanente y aceptado por esta norma. (En el Anexo H se indican los métodos aceptados).

6.2 Posición

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

- a) los postes de largo mayor o igual a 5,0 m, a 1,80 m por encima de la línea de empotramiento;
- b) los postes de largo menor que 5m y las crucetas, preferiblemente en la cima.

6.3 Información

Cada poste o cruceta debe llevar la siguiente información mínima:

- a) el código de identificación o marca del fabricante;

- b) el mes y año de fabricación con dos dígitos cada uno;
- c) el largo, en metros;
- d) la identificación de la carga (ver Anexo F);
- e) la información adicional requerida por el comprador. (ver Anexo A. j));
- f) lo que indiquen las reglamentaciones legales vigentes.

Anexo A

(Normativo)

Notas para el comprador

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 la realización del 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 clase (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, la elección del método de zunchado o puesta de conectores, (ver el Anexo D).
- g) En caso de solicitar perforaciones, el 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) El marcado (ver 6).
- j) Si se requiere, información adicional.

Anexo B (Normativo)

Inspeccion y muestreo

B.1 Generalidades

B.1.1 Cuando un comprador requiera la verificación continua de la calidad de los postes o crucetas, se sugiere que no solamente considere la evaluación del producto final, sino también, tenga en cuenta los sistemas de gestión de calidad del fabricante. El fabricante podrá tener un procedimiento de control que cubra los requisitos de un sistema integrado de calidad.

B.1.2 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 muestreo indicado en B.3

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

Se hace notar que el plan de muestreo indicado a continuación se aplica únicamente al producto final.

B.1.3 Para realizar la inspección se deben verificar:

- a) El equipamiento industrial. Se debe verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos por la norma IRAM 9511.
- b) Los defectos.
- c) Las medidas.
- d) El control del proceso de preservación (Anexo F).
- e) La retención y penetración.
- f) Otros requisitos especificados por el comprador (Anexo A).

B.2 Definiciones

B.2.1 AQL (Nivel de Calidad Aceptable): Es el nivel de calidad correspondiente al promedio más bajo tolerable del proceso cuando se envía una serie continua de lotes para muestreo de aceptación.

B.2.2 Defectuoso: Poste o cruceta que no cumple con uno o más de los requisitos de esta norma.

B.2.3 Lote: Cantidad de postes o crucetas entre 20 y 3200, incluyendo los extremos, que tengan el mismo tipo de zunchado o conector, sean de la misma medida nominal, y hayan sido preservados con el mismo preservador y la misma retención, provenientes 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 verificar el marcado (capítulo 6) y el esfuerzo, apartado 4.3.2 y (Anexo C) de los postes o crucetas del lote, se toma al azar 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
Nivel II**

Cantidad de postes o crucetas del lote	Muestra para inspección		
	Cantidad de postes o crucetas de la muestra	Número de aceptación	Número de rechazo
20 – 150	I 20	2	3
151 – 500	H 50	5	6
501 – 1 200	J 80	7	8
1 201 – 3 200	K 125	10	11

B.3.1.1 Criterio de aceptación o rechazo: De acuerdo con lo indicado en la columna 3 de la tabla B.1.

B.3.2 Muestra para ensayos de humedad, retención y penetración. De un lote compuesto de n cargas, se toma una muestra igual a la \sqrt{n} cargas, redondeado al número entero superior. Cada muestra de cada una de las cargas debe tener una cantidad de tarugos suficiente como para realizar los análisis de humedad, retención y penetración, extrayendo hasta un máximo de 2 tarugos por poste de la zona media. Los tarugos deben incluir la totalidad de la albura y parte del duramen.

B.3.2.1 Criterio de aceptación o rechazo. Si el total de las muestras cumple con los requisitos indicados en el apartado 4.8, se acepta el lote.

Si hubiera una o más cargas rechazadas, se rechaza todo el lote o bien se analiza cada carga que compone el lote en forma individual, a criterio del inspector interviniente.

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

No se debe reimpregnar más de una vez.

Anexo C

(Normativo)

Ensayos de esfuerzo para postes y crucetas

C.1 Ensayo de carga en voladizo

C.1.1 Aparato de ensayo

Debe contar con los elementos siguientes

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 para permitir que se ajuste al diámetro del poste o cruceta que se ensaya y que no lo dañe durante el 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 promedio de alrededor de 90° aproximadamente, por medio de un cable de un largo tal que, durante el ensayo, los ángulos varíen ligeramente alrededor de 90°.

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

Calibrado, para indicar o registrar, la fuerza real aplicada al poste o cruceta con una precisión de 2,5%.

C.1.2 Procedimiento

C.1.2.1 Usando el asiento de madera, se asegura el poste o cruceta con abrazaderas a la bancada, desde el extremo de la base hasta la línea de empotramiento (LE) con una aproximación de ± 25 mm. Si el poste o cruceta presenta una torcedura o una curva, debe asegurarse que el lado cóncavo de la torcedura o curva se oriente 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 C.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 del 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 formula:

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

siendo:

- F la fuerza requerida para soportar una tensión mínima de flexión de 55 MPa, en el ensayo en voladizo, en newton;
- σ la tensión mínima de flexión aplicable, es decir 55 megapascal;
- P el perímetro mínimo del poste o cruceta a 1800 mm de la base, especificado para la clase correspondiente (ver tabla C.1 o tabla C.2), 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 empotramiento 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 de ensayo

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 ajustarse a la distancia apropiada para el 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 el 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 precisión de 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 asegurarlo queden a $300 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$ o $100 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$ según corresponda, de sus extremos. Si el poste o cruceta presentan torceduras o curvas, el lado cóncavo de la torcedura o curva se debe orientar 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. En ambos casos se incrementa la fuerza, en forma gradual, con una velocidad lo más uniforme posible hasta que se alcance el valor correspondiente de F, que se calcula usando la fórmula dada en C.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 fórmula:

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

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 newton;
- σ la tensión mínima de flexión aplicable, es decir 55 megapascal;
- 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 C.1 o tabla C.2), y una conicidad teórica de 5 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

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	4,88	9,76
1,5	100	315	--	0,75	9,28	18,55
1,5	120	375	--	0,75	15,74	31,49
1,5	140	440	--	0,75	24,68	49,35
1,5	160	500	--	0,75	36,47	72,95
2,0	80	250	255	0,80	3,12	7,37
2,0	100	315	320	0,80	5,85	13,89
2,0	120	375	380	0,80	9,82	23,44
2,0	140	440	445	0,80	15,28	36,58
2,0	160	500	505	0,80	22,45	53,90
2,5	80	250	260	0,85	2,39	6,03
2,5	100	315	325	0,85	4,42	11,26
2,5	120	375	390	0,85	7,35	18,90
2,5	140	440	450	0,85	11,35	29,38
2,5	160	500	515	0,85	16,59	43,15
3,0	80	250	270	0,90	2,00	5,17
3,0	100	315	335	0,90	3,64	9,58
3,0	120	375	395	0,90	6,00	15,99
3,0	140	440	460	0,90	9,20	24,75
3,0	160	500	520	0,90	13,38	36,25
3,5	80	250	280	0,95	1,76	4,58
3,5	100	315	340	0,95	3,16	8,42
3,5	120	375	405	0,95	5,16	13,97
3,5	140	440	465	0,95	7,85	21,54
3,5	160	500	530	0,95	11,36	31,45
4,0	80	250	285	1,00	1,60	4,14
4,0	100	315	350	1,00	2,83	7,57
4,0	120	375	410	1,00	4,58	12,49
4,0	140	440	475	1,00	6,93	19,18
4,0	160	500	535	1,00	9,98	27,92
4,5	80	250	295	1,05	1,48	3,82
4,5	100	315	357	1,05	2,60	6,92
4,5	120	375	420	1,05	4,17	11,36
4,5	140	440	480	1,05	6,27	17,38
4,5	160	500	545	1,05	8,98	25,23
5,0	80	250	300	1,10	1,40	3,56
5,0	100	315	365	1,10	2,42	6,41
5,0	120	375	425	1,10	3,86	10,47
5,0	140	440	490	1,10	5,77	15,96
5,0	160	500	555	1,10	8,22	23,10
5,5	80	250	310	1,15	1,34	3,36
5,5	100	315	372	1,15	2,29	6,00
5,5	120	375	435	1,15	3,62	9,75
5,5	140	440	500	1,15	5,38	14,81
5,5	160	500	560	1,15	7,63	21,38

1) Redondeado a los 5 mm.
2) Basado en el valor mínimo del diámetro de la cima especificado en la segunda columna y calculando una conicidad teórica de 5 mm por metro de largo y redondeado a los 5 mm
3) Calculada utilizando la fórmula dada en C.1.3
4) Calculada utilizando la fórmula dada en C.2.3

(Continúa)

(Continuación)

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
6,0	80	250	315	1,20	1,45	3,43
6,0	100	315	380	1,20	2,45	6,08
6,0	120	375	445	1,20	3,84	9,84
6,0	140	440	505	1,20	5,67	14,89
6,0	160	500	570	1,20	8,01	21,44
6,0	180	565	630	1,20	10,91	29,66
6,5	80	250	325	1,25	1,39	3,26
6,5	100	315	390	1,25	2,34	5,75
6,5	120	375	450	1,25	3,63	9,26
6,5	140	440	515	1,25	5,34	13,96
6,5	160	500	575	1,25	7,50	20,04
6,5	180	565	640	1,25	10,19	27,67
7,0	80	250	335	1,30	1,35	3,13
7,0	100	315	395	1,30	2,25	5,47
7,0	120	375	460	1,30	3,47	8,77
7,0	140	440	520	1,30	5,07	13,19
7,0	160	500	585	1,30	7,09	18,87
7,0	180	565	645	1,30	9,60	26,00
7,5	80	250	340	1,35	1,32	3,01
7,5	100	315	405	1,35	2,17	5,24
7,5	120	375	465	1,35	3,33	8,36
7,5	140	440	530	1,35	4,84	12,52
7,5	160	500	590	1,35	6,75	17,88
7,5	180	565	655	1,35	9,11	24,58
8,0	80	250	350	1,40	1,30	2,92
8,0	100	315	410	1,40	2,12	5,04
8,0	120	375	475	1,40	3,22	8,01
8,0	140	440	535	1,40	4,66	11,96
8,0	160	500	600	1,40	6,47	17,02
8,0	180	565	665	1,40	8,70	23,35
8,5	80	250	355	1,45	1,28	2,84
8,5	100	315	420	1,45	2,07	4,87
8,5	120	375	480	1,45	3,13	7,70
8,5	140	440	545	1,45	4,51	11,46
8,5	160	500	610	1,45	6,23	16,28
8,5	180	565	670	1,45	8,35	22,28
9,0	80	250	365	1,50	1,27	2,77
9,0	100	315	425	1,50	2,03	4,73
9,0	120	375	490	1,50	3,06	7,44
9,0	140	440	555	1,50	4,38	11,03
9,0	160	500	615	1,50	6,03	15,63
9,0	180	565	680	1,50	8,05	21,35

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

(Continúa)

Tabla C.1 (Fin)

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				
10,0	80	250	380	1,60	1,26	2,66
10,0	100	315	445	1,60	1,98	4,49
10,0	120	375	505	1,60	2,94	7,00
10,0	140	440	570	1,60	4,17	10,32
10,0	160	500	630	1,60	5,71	14,55
10,0	180	565	665	1,60	7,57	19,80
11,0	80	250	395	1,70	1,26	2,58
11,0	100	315	460	1,70	1,95	4,30
11,0	120	375	520	1,70	2,86	6,66
11,0	140	440	585	1,70	4,03	9,76
11,0	160	500	645	1,70	5,47	13,69
11,0	180	565	710	1,70	7,21	18,55
12,0	80	250	410	1,80	1,26	2,52
12,0	100	315	475	1,80	1,94	4,16
12,0	120	375	535	1,80	2,81	6,39
12,0	140	440	600	1,80	3,92	9,31
12,0	160	500	665	1,80	5,28	13,00
12,0	180	565	725	1,80	6,93	17,55
13,0	80	250	425	1,90	1,28	2,48
13,0	100	315	490	1,90	1,93	4,05
13,0	120	375	555	1,90	2,78	6,18
13,0	140	440	615	1,90	3,84	8,94
13,0	160	500	680	1,90	5,15	12,42
13,0	180	565	740	1,90	6,72	16,71
14,0	100	315	505	2,00	1,94	3,97
14,0	120	375	570	2,00	2,76	6,00
14,0	140	440	630	2,00	3,79	8,64
14,0	160	500	695	2,00	5,04	11,95
14,0	180	565	755	2,00	6,55	16,02
15,0	100	315	520	2,10	1,95	3,90
15,0	120	375	585	2,10	2,76	5,86
15,0	140	440	645	2,10	3,75	8,39
15,0	160	500	710	2,10	4,97	11,55
15,0	180	565	775	2,10	6,42	15,43
16,0	100	315	535	2,20	1,97	3,85
16,0	120	375	600	2,20	2,76	5,74
16,0	140	440	665	2,20	3,73	8,18
16,0	160	500	725	2,20	4,91	11,22
16,0	180	565	790	2,20	6,32	14,93
17,0	120	375	615	2,30	2,77	5,65
17,0	140	440	680	2,30	3,73	8,01
17,0	160	500	740	2,30	4,88	10,94
17,0	180	565	805	2,30	6,24	14,51
18,0	120	375	630	2,40	2,79	5,58
18,0	140	440	695	2,40	3,73	7,86
18,0	160	500	755	2,40	4,85	10,69
18,0	180	565	820	2,40	6,18	14,14

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

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
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	8,85
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

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

(Continúa)

(Continuación)

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
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
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

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

(Continúa)

Tabla C.2 (Fin)

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
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
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 deben 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 de alambre de acero templado galvanizado, de un diámetro mínimo de 2,5 mm, con las vueltas en forma próxima y tirante y asegurado firmemente en cada uno de los extremos, con clavos galvanizados de 3 mm de diámetro y 38 mm de largo como mínimo. 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 mínimo de 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 mínimo de 2,5 mm, dándole una forma de horquilla, envuelto con 2 vueltas (para dar cuatro hebras) alrededor del poste, tensionado, torcido a 180° y luego grapado al poste o cruceta en un punto tan cerca como sea posible de la vuelta. El alambre sobrante 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 a como mínimo 100 mm de los extremos del poste o cruceta y a 50 mm de la perforación más cercana como mínimo.

D.4 Conectores

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 47 μm de espesor como mínimo.
- c) el espesor del conector debe ser de 1,2 mm como mínimo y el largo de los dientes de 14 mm.
- d) el tamaño del conector debe ser tal que el área que cubra sea como mínimo del 40% del plano del extremo donde se aplica.

D.4.2 Fijación

Para la fijación del conector debe tenerse en cuenta que:

- 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 dentro 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 de dicha sección circular.
- 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

El daño ocasionado por la polilla de ambrosía (*Platypodidae* itálica) y la polilla de lictidos (*Lyctidae*) se puede distinguir de la siguiente forma:

E.1 Examen visual

En los postes y crucetas sin preservación, el borde de los orificios de las polillas de ambrosía (*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

(Normativo)

Control de preservación de los postes y crucetas

F.1 El fabricante debe 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 debe contener 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 deben identificarse, correspondiéndose con la Hoja de Carga.

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

F.5 Para realizar un cálculo aproximado de la retención teórica en los postes y crucetas, se puede calcular el volumen de la albura con la fórmula siguiente:

$$\text{Val} = \frac{L \cdot \text{Sc}c}{1\,000\,000}$$

siendo:

Val el volumen de la albura, en metros cúbicos;

L el largo del poste o de la cruceta, en metros;

Sc c la superficie de la corona circular obtenida de la tabla F.2, en milímetros cuadrados;

1 000 000 el factor de conversión de metro cuadrados a milímetros cuadrados.

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)* L/m ³	Consumo total requerido (D x A) L

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 L	Volumen final del preservante L	Volumen consumido del preservante (F - G) L	Promedio de consumo (H / A) L/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

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 megapascal;
- L la distancia desde la línea de empotramiento hasta el punto de carga, en milímetros;
- Q la fuerza que se aplica, en newton;
- 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 modulo de elasticidad para el 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 de 25 mm de lado o de diámetro como mínimo. 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 0,7 mm como mínimo.

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

H.1.3 La medida de las letras y los números deben ser como mínimo 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 de menos 15 mm y el ancho y profundidad deber 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.

Puede permitirse un período de adaptación del material, para lograr alcanzar el equilibrio de humedad del área donde el mismo vaya a utilizarse

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 estibar en forma cruzada por un periodo máximo de 6 meses, a por lo menos 300 mm por encima del suelo. Si van a estar almacenados por un período 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 debido a un manejo deficiente, pueden producirse fracturas o roturas no claramente visibles.

En ninguna etapa deben aceptarse daños mecánicos por encima de los límites especificados en 4.4.9., (por ej.: cortes transversales, marcados, fracturas debido a manejos deficientes de máquinas o herramientas, etc.).

El manejo de los equipos debe realizarse de manera que la superficie del poste o cruceta no sea dañada. No deben utilizarse postes o crucetas dañados, ya que su vida útil será limitada.

Anexo K
(Informativo)

**Ensayos realizados para determinar tensión de flexión y
módulo de elasticidad de Eucaliptus grandis**

Para la redacción de este Esquema fue necesario realizar ensayos de campo para determinar la tensión máxima de flexión y el módulo de elasticidad de los postes de Eucaliptus grandis.

Los ensayos fueron realizados por el grupo GEMA (UTN - Facultad Regional Concepción del Uruguay) con la presencia del IRAM y la colaboración de ENERPOS S.A. y COMPAÑÍA FORESTAL DE SUD.

Anexo L (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.
- Universidad Tecnológica Nacional de Concepción del Uruguay: Trabajos realizados en ensayos de esfuerzos en postes de eucaliptos de Argentina.

Anexo M (Informativo)

Integrantes del organismo de estudio

El estudio de este Esquema ha estado a cargo del organismo respectivo, integrado en la forma siguiente:

Subcomité de Preservación de maderas

Integrante	Representa a:
Sr. Eduardo CALVO	BOSQUES S.R.L.
Sr. Pablo CAMBIASSO	TELECOM S.A.
Lic. Ricardo CAMERA	QUÍMICA BOSQUES
Sr. Jorge CARRASCO	FIMACO S.A.
Sr. Lucas CATALDI	E CATALDI
Ing. Agr. Roberto CHIARI	ASORA
Ing. Luciano CLERICO	UTN - FACULTAD REGIONAL DE CÓRDOBA
Sr. Julio CORNIDEZ	PADEMA SA
Ing. Agr. Pablo DIEZ ALMIRANTE	ASORA
Sr. Fortunato DURZO	EDENOR
Ing. For. Pedro GELID	ARCH - QUÍMICA ARGENTINA
Sr. Damián GHERSCOVIC	INTI - MADERAS
Dr. Miguel LANGUASCO	PADEMA S.A.
Ing. Justo LAURNAGARAY	INDARGENTOL S.A.
Ing. Agr. Guillermo MALAVASI	TEFQUIM S.A.
Sr. Omar SANTIAGO	ENERPOS S.A.
Ing. Eduardo TORRAN	UTN - FACULTAD REGIONAL DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
Ing. Agr. Luis BISTOLETTI	IRAM

TRÁMITE

El estudio de este Esquema se realizó en las reuniones del 2002-08-16 (Acta 5-2002), 2003-04-11, 2003-05-16, 2003-06-13, 2003-08-15, 2003-09-19 y 2003-10-10 (Actas 2, 3, 4, 5, 6 y 7-2003). Luego en las del 2004-03-12, 2004-04-16, 2004-05-14, 2004-06-11, 2004-08-13, 2004-09-10, 2004-10-08 y 2004-11-12 (Actas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8-2004). En las del 2005-03-11, 2005-04-15, 2005-05-20, 2005-06-24, 2005-08-19, 2005-09-23, 2005-10-21 y 2005-11-18 (Actas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8-2005). Y en las del 2006-03-17, 2006-04-21, 2006-05-12, 2006-06-09 y 2006-08-11 (Acta 1, 2, 3, 4 y 5-2006), en la última de las cuales se lo aprobó como Esquema 1 y se dispuso su envío a Discusión Pública por el término de 30 d.

Asimismo, en el estudio de este Esquema se han considerado los aspectos siguientes:

Aspectos	¿ SE HAN INCORPORADO ? Sí / No / No corresponde	Comentarios
Ambientales	Sí	Permanencia en planta de los postes
Salud	-	
Seguridad	-	

APROBADO SU ENVÍO A DISCUSIÓN PÚBLICA POR EL SUBCOMITÉ DE PRESERVACIÓN DE MADERAS, EN SU SESIÓN DEL 11 DE MES DE AGOSTO (Acta 05-2006).

FIRMADO
Ing. Agr. Luis Bistoletti
Coordinador del Subcomité

FIRMADO
Cdor. Horacio Cornidez
Secretario del Subcomité

FIRMADO
Lic. Marta R. de Barbieri
Vº Bº Gerente de Tecnología Química