

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS  
CRUCETAS DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO**

TABLA I

Ítem	Longitud Nominal Pies (L)	Altura Cima (Pulg)	Base Base (Pulg)	Resistencia Nominal Rn (Kgf)	Peso Aprox. Kg	Coefic. Segur.	Cod. CRE
1	5	4 3/4	3 3/4	500	5.0	2	
2	8	4 3/4	3 3/4	500	7.7	2	5211
3	10	4 3/4	3 3/4	500	9.5	2	

**1. OBJETIVO**

Esta especificación determina las dimensiones y establece las condiciones generales y específicas de las crucetas de poliéster reforzado con fibra de vidrio de sección rectangular, a ser utilizados en el montaje de líneas aéreas de distribución.

**2. NORMAS**

Conforme ASTM D-149, ASTM G-154, ASTM D 4923, ASCE 104 y ANSI C 136.20

**3. CONDICIONES GENERALES****3.1. Materiales**

Las crucetas deben ser fabricados con material compuesto conteniendo resina poliéster reforzada con fibra de vidrio y aditivos y que garantizan la cualidades mínimas iguales o superiores a los requisitos de esta especificación.

**3.2. Condiciones de utilización**

Las crucetas deben presentar resistencia a los ataques de agentes físicos y biológicos durante la vida útil mínima de 40 años, en las siguientes condiciones ambientales:

- Temperaturas entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $45^{\circ}\text{C}$ , con media no superior a  $30^{\circ}\text{C}$  y
- Altitud de hasta 1000 m
- Humedad relativa del aire hasta el 100%
- Exposición al sol

Nota: Entiéndase que los agentes físicos naturales son la radiación ultravioleta, tempestades, humedad y las variaciones de la temperatura y como agentes biológicos la acción de insectos, roedores, aves y hongos.

**3.3. Placa de Identificación**

Las crucetas de poliéster reforzado con fibra de vidrio deben contar con placas de aluminio o acero inoxidable en la cual deben presentar marcación externa indeleble y fácilmente legible, a través de grabado en bajo, contando con las siguientes indicaciones



- Tipo de cruceta CRFV
- Dimensiones en Pulgadas
- Resistencia nominal de la cruceta
- Marca del fabricante
- Marca de "CRE"
- Fecha de fabricación (día, mes, año)
- Peso mínimo

### **3.4. Estructura del laminado de las crucetas**

Un laminado en PRFV para la fabricación de las crucetas debe estar compuesto de la siguiente manera:

- Barrera protectora interior: la constituye de una capa de tela no tejida en fibra de vidrio o tela poliéster, humectada con abundante resina con el fin de mantener un alto contenido de poliéster insaturado, lo que garantiza una protección ante el posible ataque de la humedad a las fibras estructurales internas.
- La resina en el interior de la cruceta debe estar provista de un agente ignífugo o auto extinguyente para proteger el producto de la llama (ocasionada por actos vandálicos o de otro tipo).
- Laminado Estructural: El laminado estructural es la combinación de fibras de vidrio tipo E o ECR y resinas de poliéster insaturado que garantizan el desempeño mecánico de la cruceta. Está compuesto de una serie de capas de fibra de vidrio y resina dispuestas en forma helicoidal (enrollamiento de filamentos).

### **3.5. Protección superficial mecánica y contra la radiación solar**

Acabado de la cruceta (SKIN COAT): Toda cruceta debe tener una última capa de acabado conformada por un velo humectado con una resina poliéster tipo TOP COAT con propiedades de retardancia al fuego. Este acabado garantiza:

- Una alta resistencia a los rayos UV,
- Espesor mínimo de la piel.
- Adecuado desempeño a la intemperie.
- Cubrimiento uniforme de resina en toda la superficie de la cruceta.
- Acabado liso que evita acumulación de polvo, sales y elementos contaminantes que pueden a largo plazo crear caminos conductivos y fenómenos de tracking.
- Superficie lisa que evita la presencia de las fibras utilizadas en el refuerzo estructural, las cuales pueden lesionar las personas en su manipulación y operación.
- La ausencia de fibras expuestas, lo que impide que el agua u otro agente contaminante penetre por el laminado estructural, debilitándolo y comprometiendo su desempeño en el medio y largo plazo.

### **3.6. Acabamiento**

Las crucetas deben presentar superficies lisas, sin marcas de encofrado, sin fisuras o porosidad. Todas las perforaciones deben ser cilíndricas.

Deben atender las siguientes exigencias:

- Rectitud de la cruceta
- Las perforaciones para la instalación de los pernos deben tener un eje perpendicular al eje de la cruceta, con un diámetro de 11/16"



- Las perforaciones deben estar totalmente desobstruidas y no deben dejar expuestas ninguna parte de la armadura.

### **3.7. Color**

Las crucetas deberán tener la protección superficial con Skin Coat de color plomo claro.

### **3.8. Periodo de cura**

Las crucetas podrán ser transportadas después de 72 horas de fabricación.

### **3.9. Resistencia mecánica**

Las crucetas deberán mantener las resistencias mecánicas mínimas especificadas en Tabla I.

### **3.10. Resistencia a propagación del fuego**

Deberán ser utilizados aditivos en la resina y en la camada de protección superficial que garantizan la no propagación del fuego.

### **3.11. Resistencia de la protección superficial**

Las crucetas deberán mantener la protección superficial de modo a no provocar irritaciones en la piel y en las vías respiratorias en las personas que manipulan las crucetas y a la población en general.

### **3.12. Resistencia al ataque de agentes naturales físicos y biológicos**

Las crucetas deberán presentar resistencia a los ataques de agentes naturales - físicos e biológicos.

Como agentes físicos naturales incluye: radiación ultravioleta, tempestades, Humedad baja o elevada, y las variaciones extremas de temperatura (máximas y mínimas anuales).

Entiéndase como agentes biológicos a la acción de insectos, roedores, hongos, etc.

### **3.13. Resistencia a las descargas atmosféricas, campo eléctrico y arco de potencia**

Las crucetas deberán ser resistentes a las descargas atmosféricas, campo eléctrico y arco de potencia de forma de mantener las propiedades eléctricas y mecánicas del material.

### **3.14. Resistencia a la corrosión**

Las crucetas deben ser resistentes al ambiente y atmosferas nocivas.

## **4. CONDICIONES ESPECÍFICAS**

### **4.1. Dimensiones**

Las crucetas deben ser con las dimensiones conforme a las establecidas en la Tabla I.

#### **4.1. Resistencia nominal a carga y a la ruptura**

La resistencia nominal de la cruceta reforzada de Fibra de vidrio debe ser conforme a tabla 1.

La resistencia a la ruptura de la cruceta reforzada de Fibra de vidrio no debe ser inferior a 2 veces la resistencia nominal.

#### **4.1. Perforaciones de la cruceta Reforzada de Fibra de vidrio**

Conforme detallado en Figuras detalladas en esta especificación. Las perforaciones de vista planta se realizarán en la cara de 4 3/4" y las perforaciones de vista perfil se realizarán en la cara de 3 3/4"



## 5. ENSAYOS

### 5.1. Inspección general y visual

La inspección visual es la verificación del acabado en general, la existencias de bolas de aire, perforaciones paralela a los ejes, condición de las tapas de las perforaciones, tapas de base y cima, marcaciones y placa de identificación.

### 5.2. Verificación dimensional

Verificación de todas las dimensiones, espacio entre las perforaciones, diámetro de las perforaciones, posición de las marcaciones,

### 5.3. Ensayo mecánico de resistencia a la flexión

Con la cruceta firmemente asegurado aplicar en los extremos gradualmente hasta llegar al valor de la carga nominal y permanece con esta carga aplicada durante 5 min como mínimo. Al final de los 5 minutos con la carga aplicada deberá ser medida la flecha de la cruceta.

Condición de aprobación:

La flecha de las crucetas sometidas a una tracción igual a la resistencia nominal no deben presentar flechas, en el plano de aplicación de los esfuerzos reales, superiores a 10 % de la longitud nominal de la cruceta.

### 5.4. Ensayo de verificación de carga de ruptura

Manteniendo la condición anterior de instalación, con la misma cruceta de ensayo anterior, aplicar la carga de forma gradual hasta llegar a 2.5 de la carga nominal mantener por un tiempo de 5 minutos. Después de pasado los 5 minutos, la carga debe de ser elevado gradualmente hasta la ruptura de la cruceta o el valor máximo registrado en el dinamómetro deberá ser adoptado como el valor de ruptura del cruceta.

Condición de aprobación:

La cruceta rompe con un valor mayor a la resistencia de ruptura.

### 5.5. Ensayo de propagación del fuego Flamabilidad

Debe presentar como mínimo una retardancia a la propagación de la llama inferior a 25mm/min según la norma ASTM D 635.

Condición de aprobación:

La cruceta se considera aprobada si la llama no se propaga por la muestra y se extingue en 30 segundos.

### 5.6. Ensayo de absorción de agua

Se debe garantizar que el nivel de absorción no debe superar el 2% durante el ensayo según la norma ASTM D 570. .

Condición de aprobación:

El porcentaje de absorción de agua del PRFV no debe ser superior al 2%.

### 5.7. Ensayo de rigidez dieléctrica

Se debe garantizar un aislamiento superior a 8Kv/mm según la norma ASTM D 149.



### **5.8. Ensayos de envejecimiento acelerado**

Al ser sometido el material bajo los parámetros establecidos en la **ASTM G154 en el ciclo 2 UVB 313 a 5.000 horas y en el ciclo 7 UVA 340 a 5.000 horas** de exposición no debe presentar exposición de fibras. También se debe garantizar que el material después de haber sido expuesto durante el tiempo de cada uno de los dos ciclos, no ha perdido propiedades en cuanto a: **aislamiento eléctrico (ASTM D 149), flexión (ASTM D 790), tracción (ASTM D 638), tracking (ASTM D 2303), absorción de humedad (ASTM D 570) y flamabilidad (ASTM D 635).**

### **5.9. Verificación de la resistencia al tracking**

Se debe garantizar un alto desempeño que se demuestra al no presentar erosión bajo tensiones y frecuencias comerciales según la norma ASTM D2303.

### **5.1. Tracción**

Prueba de tracción a probetas según la norma ASTM D638.

### **5.2. Flexión**

Prueba de resistencia a la flexión en probetas bajo la norma ASTM D790

### **5.3. Verificación del control de Calidad**

Durante la inspección el inspector deberá verificar el proceso de garantía de la calidad del producto y del proceso productivo de la cruceta. También solicitara certificados de calidad de las materias primas aplicadas en el proceso de fabricación de las crucetas del lote inspeccionado.

## **6. GARANTIAS**

Las crucetas fabricadas de acuerdo con esta norma deben tener una vida útil no inferior a los 40 años a partir de la fecha de fabricación, siendo que estarán sometidos a los efectos de la intemperie tales como sol, lluvia, vientos, polución ambiental, polvo, cambios de temperatura, etc...

## **7. ENSAYOS DE RECIBIMIENTO**

Debe ser realizado los ensayos detallados en la Tabla 2, atendiendo los procedimientos descritos en el ítem 6, y las normas complementarias citadas en el ítem 2.

La aceptación de las crucetas por CRE RL, será por la comprobación de los valores, será por eventual liberación de la inspección, no eximirá al fabricante de su responsabilidad en entregar las crucetas en plena concordancia con esta Especificación Técnica y no invalidara o comprometerá cualquier reclamación que CRE, realice basada en la existencia de crucetas inadecuadas o defectuosas,

### **7.1. Relatorios de los ensayos**

El documento Protocolo de ensayos debe contar con la siguiente información:

- Nombre y marca comercial del fabricante
- Identificación del laboratorio de ensayo
- Identificación completa del material ensayado (diseño técnico con dimensiones y fotografías)
- Certificados actualizados de calibración de los equipos utilizados en los ensayos.
- Numero de contrato de Compra
- Fecha de realización de cada ensayo
- Nombre legibles y firmas de os representantes del fabricante y del inspector.



## ***7.2. Calibración de los instrumentos de los ensayos de recepción***

Durante los ensayos para la homologación de inspección de recibimiento el fabricante deberá presentar certificados de calibración de los instrumentos de ensayo, emitidos por órganos técnicos responsables, con validez mínima de 1 año.

## **8. ALMACENAMIENTO**

Durante todo el manipuleo las crucetas no pueden ser arrastradas para no arriesgar en la protección superficial de SKIN COAT.

Las crucetas de fibra deben ser apiladas con un máximo de 8 camadas.

La base del apilado debe ser mínimo de 10 mm distantes del suelo. El fabricante debe garantizar que las crucetas serán transportadas y apiladas de forma de garantizar la integridad de estos materiales.

## **9. INSPECCION**

### ***9.1. Generalidades***

El proveedor tomara a sus costos todas las exigencias para que la inspección de las crucetas por parte de CRE RL se realiza en condiciones adecuadas de acuerdo con las normas recomendadas con esta Especificación Técnica, así mismo deberá propiciar libre acceso a los laboratorios, a las dependencias donde están siendo fabricados las crucetas en cuestión, el local de almacenaje, et. También debe disponer de personal habilitado para prestar las informaciones sobre los ensayos a ejecutar.

El proveedor debe avisar a CRE RL con 20 días antes de realizar los ensayos.

### ***9.2. Costos de inspección***

Los costos de inspección en Fábrica para realizar los ensayos de recepción correrán por cuenta del proveedor y deberán ser incluidos y presentados en detalle separado en la oferta económica considerando los siguientes costos:

- Pasaje aéreo de ida y vuelta para dos personas, con los impuestos y tasas aeroportuarios incluidos; desde Santa Cruz de la Sierra - Bolivia hasta el lugar de ubicación de la fábrica o a la ciudad con aeropuerto internacional más cercana.
- El transporte del aeropuerto internacional más cercano hasta el hotel y viceversa, si corresponde.
- Seguro de viaje (tipo Assist Card o equivalente) para los inspectores según los días que se encuentren viajando desde el día de salida y hasta la llegada a Santa Cruz.
- Transporte terrestre, del hotel hasta la fábrica, ida y vuelta, los días que dure la inspección, los cuales serán determinados por el proveedor y comunicados a CRE R.L. vía correo electrónico, previo cronograma
- Hospedaje para dos personas los días de inspección en un hotel con clasificación mínimo de 3 estrellas. Habitaciones separadas.
- Viáticos por los días de inspección para dos personas, adicionando los días de transporte aéreo/terrestre hasta el hotel cercano a la fábrica a ser entregados como se acuerde antes de realizar el viaje a fábrica.
- El viatico diario dependerá del lugar donde se llevaran a cabo los ensayos, siendo:



América Latina \$us 120, Europa \$us 180, Asia \$us 240, o en moneda local al tipo de cambio oficial, por persona.

Estos costos serán prorrateados en el monto total de adjudicación de las crucetas y serán parte de la evaluación económica. Los costos de inspección serán por el pedido. Es decir será un solo costo si en el pedido esta las crucetas y los poste reforzados de fibra de vidrio.

CRE R.L. puede prescindir de la inspección de recibimiento liberando el lote y solicitar el envío de las crucetas más los protocolos de ensayo de recibimiento y de tipo. En este caso no se cancelara los costos de inspección.

### **9.3. Plano de muestras**

Debe ser realizado de acuerdo a TABLA II :

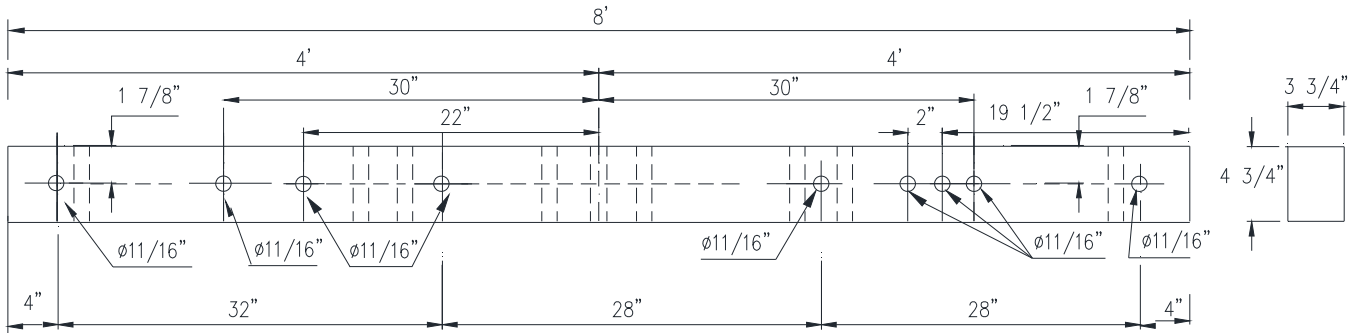
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Numero muestras</b>	<b>Ensayos</b>
1	Inspección general y visual	8	R
2	Verificación dimensional	8	R
3	Comprobación de la rectitud del poste	8	R
4	Verificación del control de calidad	8	R
5	Resistencia a la flexión	1	R
6	Ensayo de Ruptura	1 cada 300	R
7	Ensayo de propagación de fuego	Cuerpos de prueba de 1 poste	T
9	Ensayo de absorción de agua	Cuerpos de prueba de 1 poste	T
10	Ensayo de Rigidez dieléctrica	Cuerpos de prueba de 1 poste	T
11	Ensayo de Tracking	Cuerpos de prueba de 1 poste	T
12	Ensayo envejecimiento acelerado	Cuerpos de prueba de 1 poste	T
13	Tracción	Cuerpos de prueba de 1 poste	T
14	Flexión	Cuerpos de prueba de 1 poste	T

R = Ensayo de Recibimiento T = Ensayo Tipo

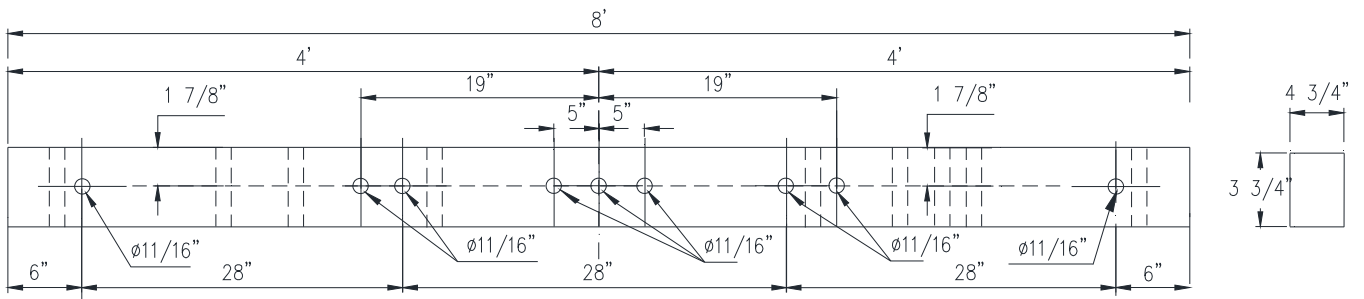
### **9.4. Aceptación y rechazo de las crucetas**

La aceptación de las crucetas de Poliester Reforzado con Fibra de Vidrio, sea con comprobación de los valores, sea por eventual dispensación de la inspección, no eximirá al fabricante de su responsabilidad en proveer las crucetas de acuerdo con esta Especificación Técnica.

EL rechazo de las crucetas en virtud de fallas constatados por medio de inspección, durante los ensayos o en virtud de comprobación de valores o no conformidad con esta Especificación Técnica deben ser substituidos por unidades nuevas y perfectas.



PLANTA



PERFIL