

## **CABLE DE GUARDIA CON FIBRA ÓPTICA- OPGW**

### **Características generales**

El cable de guardia con fibra óptica OPGW para 11KA de corriente de corto circuito será fabricado especialmente para su instalación en sistemas de alta tensión (150 KV).

Se ajustará por completo al estándar 1138 (2009) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (por sus siglas en inglés IEEE), salvo indicación en contrario.

Los cables contarán con 24 fibras ópticas del tipo monomodo, en un todo de acuerdo con las características técnicas que se detallan (punto 4.4.3.5 de esta sección).

### **Estructura del cable**

La capacidad de soportar las corrientes de cortocircuito especificadas sin dañar térmicamente a las fibras ópticas se conseguirá por medio de capas periféricas de hilos de acero recubierto de aluminio ("aluminum clad steel") o aleación de aluminio.

La protección mecánica del núcleo óptico se conseguirá por medio de un tubo de aluminio tal cual se establece en la norma IEEE1138. El tubo de aluminio será extruído, no permitiéndose tubo soldado.

El oferente deberá probar que el elemento de protección del "núcleo óptico" no lleva una parte tan sustancial de la corriente de cortocircuito que origine calentamientos peligrosos en las fibras ópticas. Además deberá ser adecuadamente estanco, de forma de impedir el ingreso de humedad.

Se permitirá solamente una capa de hilos o hebras conductoras periféricas.

La capa exterior de hilos deberá estar torneada en el sentido indicado por la norma IEEE1138, punto 3.2., o sea en el **sentido a izquierda**.

Las fibras ópticas se alojarán en tubos holgados, con una sobre longitud tal, que las mismas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos cuando el cable se someta a las cargas de tracción especificadas. El interior de estos tubos se taponará con un compuesto tixotrópico a los efectos de reducir la abrasión en la superficie de las fibras y proporcionarle protección frente a la humedad. Los tubos holgados y las fibras ópticas dentro de los mismos serán de distintos colores para favorecer su identificación, de acuerdo a la publicación ANSI-EIA 359 A 1984.

## Características Nominales

PARÁMETRO	OPGW 11kA/15mm
Corriente de cortocircuito (kA)	$\geq 11$
Tiempo de despeje de falta (seg.)	0.5
Peso máximo (Kg/m)	$\leq 0.7$
Diámetro exterior (mm)	15 (+0 – 0.5)
Carga de rotura (kg)	$> 13500 \times$ peso del cable en kg/m
Clase de descarga atmosférica	Clase 2 (IEEE 1138-2009)

Las temperaturas máximas aceptables en cortocircuito serán:

- Fibras ópticas: 160 °C
- Hilos metálicos:    - Aluminio o aleación de aluminio: 175 °C
- Acero recubierto de aluminio: 375 °C

### Fibras ópticas

Las fibras ópticas de todos los cables deberán cumplir la recomendación G.652.D de la UIT (Marzo 2003) y los requerimientos que se detallan a continuación:

Las fibras ópticas monomodo deberán ser optimizadas para trabajar en el rango de longitud de onda de 1310 nm, siendo también aptas para trabajar a longitudes de onda en la región de 1550 nm.

La atenuación máxima a 1310 nm deberá ser menor o igual a 0,35 dB/km.

La atenuación máxima a 1383 nm  $\pm$  3 nm no deberá exceder el valor de la atenuación a 1310nm.

La atenuación máxima para longitudes de onda desde 1270 a 1340 nm no debe exceder el valor de la atenuación a 1310 nm en más de 0,10 db/km.

La atenuación máxima a 1550 nm deberá ser menor o igual a 0,25 dB/km.

No se permitirán empalmes en las fibras ópticas ni atenuaciones concentradas.

El recubrimiento primario será aplicado directamente sobre la fibra óptica en una o dos capas de compuesto de acrilato, silicona multi-capa u otro material de características similares. Las fibras ópticas que se alojen dentro del mismo tubo tendrán distintos colores que faciliten su identificación, de acuerdo a la publicación ANSI-EIA 359 A 1984. Esta recomendación se aplicará también a los distintos tubos del cable que contengan fibras ópticas.

Para las fibras cableadas el coeficiente de dispersión de polarización deberá ser menor que  $0.1 \text{ ps/km}^{1/2}$  para todos los tipos de cable.

El valor nominal del diámetro exterior será de  $250 \text{ um} \pm 15 \text{ um}$ .

La longitud de onda de corte de la fibra con revestimiento primario será inferior a 1280 nm.

La longitud de onda de corte de la fibra cableada será inferior a 1260 nm.

El valor máximo admitido para el coeficiente de dispersión cromática será dado por la siguiente tabla:

Rango de longitud de onda	Coefficiente de dispersión cromática máximo
1288nm - 1339nm	3.5 ps/(nm.km)
1530nm - 1565nm	17 ps/(nm.km)

El código de colores de los tubos holgados y fibras ópticas de los cables será el siguiente:

<b>FIBRA N°</b>	<b>COLOR TUBO</b>	<b>COLOR FIBRA</b>
1	blanco	natural
2	blanco	azul
3	blanco	amarillo
4	blanco	rojo
5	blanco	verde
6	blanco	naranja
7	azul	natural
8	azul	azul
9	azul	amarillo
10	azul	rojo
11	azul	verde
12	azul	naranja
13	amarillo	natural
14	amarillo	azul
15	amarillo	amarillo
16	amarillo	rojo
17	amarillo	verde
18	amarillo	naranja
19	rojo	natural
20	rojo	azul
21	rojo	amarillo
22	rojo	rojo
23	rojo	verde
24	rojo	naranja

## **CABLE DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRANEO DIELECTRICO**

Se trata del cable que baja de las torres e ingresa en la estación.

### **Características generales**

El cable de fibra óptica será totalmente dieléctrico y contará con 24 fibras de tipo monomodo. Deberá ser apto para instalación subterránea, directamente enterrado .

Las fibras serán monomodo debiendo adaptarse a la especificación G.652.D de la UIT (marzo 2003) y a los requerimientos detallados en el presente pliego.

El cable se ajustará a las prescripciones de la publicación CEI 794.

### **Características físicas**

Cada fibra con su cubierta primaria será protegida por un tubo de tipo "holgado", extruído, en material termoplástico y relleno con gel repelente de la humedad. Las fibras ópticas se alojarán en estos tubos holgados con una sobrelongitud tal, que ellas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos inapropiados cuando el cable se someta a las cargas de tracción especificadas. Asimismo los tubos deberán ser capaces de proteger a las fibras ópticas de esfuerzos laterales.

El conjunto de tubos será cableado alrededor de un elemento resistente no metálico y cubierto por una vaina de polietileno o PVC. El tipo de trenzado de los tubos alrededor del elemento central será de tipo "SZ", de forma helicoidal y sentido oscilante.

Los intersticios del cable, entre los tubos y entre éstos y el elemento central, serán también rellenados con un compuesto taponeante, dieléctrico, homogéneo, libre de materiales extraños, y de fácil limpieza mediante solventes no tóxicos, capaz de absorber y fijar permanentemente de un modo químico, el hidrógeno presente en el cable, a efectos de impedir su acción sobre las fibras ópticas.

El conjunto formado por el elemento central de tracción, tubos protectores, tubos de relleno, y gel de relleno, se encintará en forma adecuada mediante cintas en forma helicoidal, con un recubrimiento de al menos 10%. Las cintas serán de material dieléctrico no higroscópico.

El cable constará de dos cubiertas: una interna y otra externa. Sobre las cintas de material dieléctrico se aplicará una cubierta interna de polietileno o similar de baja densidad y alto peso molecular. El material empleado deberá contener un antioxidante adecuado. El espesor de dicha cubierta interna será como mínimo de 1.0 mm +/- 0.1 mm.

La resistencia a la tracción del cable deberá conseguirse por medio de elementos no

metálicos, siendo el cable totalmente dieléctrico. El cable contendrá como elemento de refuerzo para cumplir con las cargas especificadas de tracción capas de hilos de aramida que proporcionen la resistencia a la tracción requerida, dispuestas en hélice. Se tendrá especialmente en cuenta el cumplimiento de los siguientes requerimientos:

- Deberá soportar en instalación al menos un valor de tensión de tracción de 2700 N.
- Debido a su instalación directamente enterrado, deberá ser capaz de soportar un aplastamiento de 500 N/cm (De acuerdo a CEI 794-1 E3 o similar)

El Proveedor presentará una justificación de la resistencia a la tracción, compresión, etc. asignada al cable.

El cable estará provisto de una cubierta exterior de polietileno o similar de media densidad, construido con las proporciones precisas de antioxidante y negro de humo para asegurar las mejores condiciones frente a la acción de la intemperie y contemplar los requerimientos de estanqueidad, compresión, etc. El material de la cubierta debe ser preparado a partir de materia prima virgen, no siendo admitido material reaprovechado. El espesor de la cubierta externa tendrá un valor mínimo de 1.5 mm +/-0.2 mm.

La cubierta exterior del cable deberá presentar leyendas a intervalos de un metro, las cuales contendrán los siguientes datos:

- Indicación de que el cable contiene fibras ópticas.
- Tipo y cantidad de fibras que contiene.
- Metraje.
- Código de UTE
- Fabricante y año de fabricación

Se proveerán dos cordones de rasgado por debajo de cada una de las dos cubiertas (interna y externa), ubicados a 180°, para facilitar la apertura del cable.

#### *Características nominales del cable de fibra óptica*

Se detallan a continuación valores correspondientes a características mecánicas. El cable deberá igualar o mejorar las prestaciones indicadas.

Tensión de tracción máxima en instalación: 2700 N

Tensión de tracción máxima de operación: 2700 N

Radio de curvatura mínimo en instalación: 0,30 m

Radio de curvatura mínimo permanente: 0,25 m

Carga de compresión: 500 N/cm

Carga de impacto: 3,0Nm

Rango de temperatura de operación: -20 a + 70 °C

## **CABLE DE FIBRA ÓPTICA DIELECTRICO AUTOSOPORTADO - ADSS**

### **Características Generales**

El cable de fibra óptica será totalmente dieléctrico y contará con 24 fibras ópticas de tipo monomodo dispuestas en tubos tipo holgado de material termoplástico. Deberá ser apto para instalación aérea entre torres (líneas de 150 kV), con distancia entre ellas de 500 metros.

Las fibras ópticas serán monomodo debiendo adaptarse a la especificación G.652 D de la UIT (03/2003) y a los requerimientos contenidos en el presente pliego.

El cable se ajustará a las prescripciones de la publicación CEI 794.

### **Características físicas**

Cada fibra con su cubierta primaria será protegida por un tubo de tipo "holgado", extruido, en material termoplástico y relleno con gel repelente de la humedad. Las fibras ópticas se alojarán en estos tubos holgados con una sobrelongitud tal, que ellas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos inapropiados cuando el cable se someta a las cargas de tracción especificadas. Asimismo los tubos deberán ser capaces de proteger a las fibras ópticas de esfuerzos laterales.

El conjunto de tubos será cableado alrededor de un elemento resistente no metálico y cubierto por una vaina de polietileno o PVC. El tipo de trenzado de los tubos alrededor del elemento central será de tipo "SZ", de forma helicoidal y sentido oscilante.

Los intersticios del cable, entre los tubos y entre éstos y el elemento central, serán también rellenos con un compuesto taponeante, dieléctrico, homogéneo, libre de materiales extraños, y de fácil limpieza mediante solventes no tóxicos, capaz de absorber y fijar permanentemente de un modo químico, el hidrógeno presente en el cable, a

efectos de impedir su acción sobre las fibras ópticas.

El conjunto formado por el elemento central de tracción, tubos protectores, tubos de relleno, y gel de relleno, se encintará en forma adecuada mediante dos cintas en forma helicoidal, con un recubrimiento de al menos 10%. Las cintas serán de material dieléctrico no higroscópico.

Sobre las cintas se aplicará una cubierta interna de polietileno o similar de media densidad y alto peso molecular. El material empleado deberá contener un antioxidante adecuado. El espesor de dicha cubierta interna será como mínimo de 1.0 mm +/- 0.1 mm. (valores típicos). En ninguna sección del cable, el espesor medido en cualquiera de las direcciones radiales podrá ser inferior a 0.9 mm.

La resistencia a la tracción del cable deberá conseguirse por medio de elementos no metálicos, siendo el cable totalmente dieléctrico. El cable contendrá como elemento de refuerzo para cumplir con las cargas especificadas de tracción, compresión, etc. capas de hilos de aramida dispuestas en hélice. Se tendrá especialmente en cuenta el cumplimiento del requerimiento de carga de tracción especificado en este pliego de condiciones.

El cable estará provisto de una doble cubierta de polietileno o similar de media densidad, construido con las proporciones precisas de antioxidante y negro de humo para asegurar las mejores condiciones frente a la acción de la intemperie y contemplar los requerimientos de estanqueidad, compresión, etc. El material de las cubiertas debe ser preparado a partir de materia prima virgen, no siendo admitido material reaprovechado.

La cubierta exterior será resistente a la acción de las corrientes de fuga ocasionadas por los campos electromagnéticos a los cuales se someterá el cable (fenómeno de "tracking"). El cable será instalado en líneas de 150kV. La resistencia al tracking de la cubierta exterior deberá alcanzar los 25 kV de acuerdo a la especificación de la IEEE P1222 # 3.7 Clase B. Correspondientemente se explicitarán los valores recomendados de aproximación a las líneas y las tensiones eléctricas.

Se proveerán dos cordones de rasgado por debajo de la cubierta interna, ubicados a 180°, para facilitar la apertura del cable.

### **Características nominales**

Se detallan a continuación valores correspondientes a características mecánicas. El cable ofertado deberá igualar o mejorar las prestaciones indicadas a continuación.



PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Radio de curvatura mínimo	20 D (*)	m
Carga de compresión longitudinal	220	N / cm
Carga de impacto	10	N m
MAT mínimo (maximum allowed tension)	25	kN
RTS mínimo (Rated Tensil Strength)	30	kN
Resistencia Antitracking (cubierta exterior)	25	kV
Rango de temperatura de operación	-10 a +75	° C

(\*) D = diámetro del cable

### **HERRAJES PARA OPGW Y ADSS**

Los herrajes serán aptos para instalación de cables de acuerdo al valor nominal indicado para cada uno de los tipos de herrajes, y tendrán una tolerancia suficiente para permitir la instalación de cables con diámetros con una diferencia de +/- 0.5mm con respecto al valor nominal de diámetro del herraje, manteniendo todas las características técnicas solicitadas en el presente pliego de condiciones.

Los herrajes se ajustarán a los diagramas incluidos en el presente Pliego. La elección de la pieza de sujeción a la torre se ajustará de acuerdo a información a plantear por U.T.E. con posterioridad a la adjudicación, pudiendo variar entonces con respecto a la mostrada en los dibujos.

Los herrajes a emplear en cada caso deberán elegirse de forma de cumplir con los requerimientos necesarios para asegurar la integridad óptica y mecánica de los cables en las condiciones de servicio impuestas. Es indispensable la compatibilidad en diversos aspectos entre cables y herrajes:

- mecánica: compresión, abrasión, etc.
- eléctrica: caso de OPGW, transferencia de corriente
- química: el contacto entre materiales no debe generar corrosión dadas las condiciones ambientales de instalación.

Los criterios funcionales empleados en la elección del conjunto de herrajes se detallan a continuación:

- Facilidad de instalación con una posibilidad de error minimizada.
- Eliminación de los esfuerzos concentrados sobre el cable en los puntos de sujeción, protegiendo así las fibras ópticas.
- Adaptación de los esfuerzos mecánicos estáticos y transitorios sin dañar el cable ni la performance óptica de las fibras.
- Minimización de los efectos dañinos de la vibración impuesta al cable por efecto del viento.
- Gran resistencia a la degradación a largo plazo debida a las condiciones ambientales y a la presencia de altas tensiones cercanas.

Los herrajes a ser suministrados permitirán montaje y desmontaje con herramientas comunes y serán adecuados para mantenimiento del cable con la línea bajo tensión.

El diseño evitará puntos o áreas de concentración de esfuerzos mecánicos o eléctricos que afecten el correcto desempeño de los herrajes.

No se utilizará soldadura en piezas sometidas a esfuerzos principales. Las soldaduras que se empleen deberán indicarse en los planos a presentar con la oferta.

### **Generalidades**

Los herrajes a suministrar serán del tipo preformado, y deberán haber sido ampliamente experimentados en instalaciones del mismo tipo. El oferente deberá suministrar información que acredite estos antecedentes.

Los valores límite aceptables de tensión de flexión estarán de acuerdo con las últimas recomendaciones de la CIGRE o del instituto EPRI.

### **Características principales**

La carga de rotura de los conjuntos de amarre será no inferior a la del cable correspondiente.

La carga de rotura del conjunto de suspensión deberá ser adecuada para soportar las cargas actuantes (peso del cable y presión de viento de  $77 \text{ daN/m}^2$ ), con un factor de seguridad de al menos 3.

La carga de deslizamiento de la grapa de amarre será el 95% de la carga de rotura del cable correspondiente, y la de la grapa de suspensión no inferior al 25% de esta carga de rotura.

Deberá indicarse la forma de instalación de los amortiguadores de vibraciones eólicas del tipo "Stockbridge" o similar, la que será sobre varillas preformadas ("armor rods") de protección del cable en cuestión.

En el diseño de los conjuntos de amarre se cuidará especialmente no exceder los radios de curvatura mínimos especificados a la salida de los "jumpers".

Las grapas de suspensión serán preformadas del tipo armado, con varillas preformadas incorporadas y asiento de material sintético (neopreno o similar) en el contacto con el cable.

El Contratista deberá someter a la aprobación de U.T.E. planos detallados acotados de los conjuntos de amarre y suspensión y de cada una de las piezas que los integran.

### **Características técnicas generales**

Las piezas metálicas tendrán una terminación de buena calidad sin rebabas salientes o escorias.

Los elementos ferrosos serán zincados en caliente, y cumplirán las exigencias de las Normas ASTM A143, A153 y A239.

En relación a la Norma ASTM A153 se establecen las siguientes subclases para las diversas piezas:

- Clase A: Piezas de hierro fundido y chapas trabajadas
- Clase B: Piezas de acero forjado
- Clase C: Tornillos y tuercas
- Clase D: Arandelas

Las roscas serán realizadas antes del zincado, y se deberá remover el exceso de zinc de los filetes luego del zincado. Las roscas de las tuercas y contratuercas serán repasadas luego del zincado.

Todos los pernos para acoplamiento serán suministrados con tuerca, arandela y dispositivo de trabamiento (chaveta o clavija).

Las clavijas podrán ser de bronce, latón extraduro o acero inoxidable, y en todos los casos serán del tipo autotrabadas (no será necesario doblar las puntas luego de su instalación).

Se usarán arandelas cuando haya contacto acero-aluminio. Cuando haya un tornillo de acero en pieza de aluminio, las arandelas serán del tipo a presión.

Los agujeros en piezas de chapa de acero serán cilíndricos, normales al plano de la pieza y sin bordes ásperos.

La ductilidad de los materiales será tal que permita los siguientes alargamientos, medidos sobre una longitud de 50,8 mm:

- Hierro maleable y nodular: 8%

- Acero fundido: 15%
- Acero forjado: 18%
- Piezas de aluminio fundido: 3%

No se utilizarán soldaduras en piezas sometidas a esfuerzos principales. Las soldaduras que se utilicen deberán indicarse claramente en los planos

### **Características adicionales de los herrajes para OPGW**

El cable de guardia se pondrá a tierra en todas las torres a través de la torre misma, por lo que los herrajes para cable OPGW serán capaces de manejar las corrientes indicadas para el cable.

Los elementos de los conjuntos de amarre en contacto con el cable serán de acero recubierto de aluminio o aleación de aluminio si la capa exterior es de acero recubierto de aluminio, y de aleación de aluminio si la capa exterior es de este material. Se deberá prestar especial atención en el sentido de torneado de las varillas preformadas u otros elementos, que debe ser compatible con el sentido en que se cablean los hilos conductores de la capa exterior de los cables de guardia (cables torneados a izquierda).

Los conectores que estén en contacto con el cable tales como conectores de bajada en las torres de empalme, fijación de "jumpers", serán de aleación de aluminio, y estarán

diseñados para asegurar que en ningún caso el cable entre en contacto directo con la torre, sin por ello perjudicar la calidad de su puesta a tierra.

### **Diagramas de Herrajes**

#### Generalidades

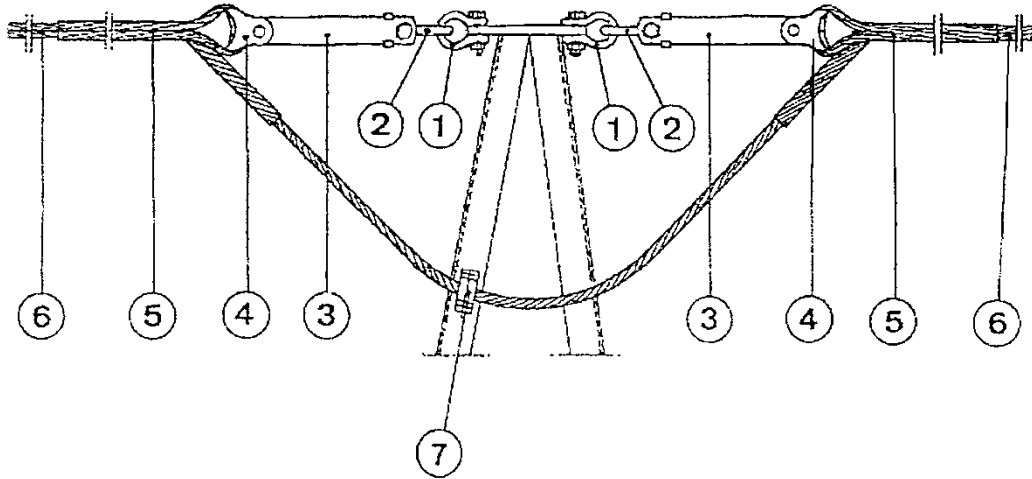
Los herrajes se ajustarán a los diagramas adjuntos. La elección de la pieza de sujeción a la torre se ajustará de acuerdo a información a plantear por U.T.E. con posterioridad a la adjudicación, pudiendo variar entonces con respecto a la mostrada en los dibujos.

#### Amarres

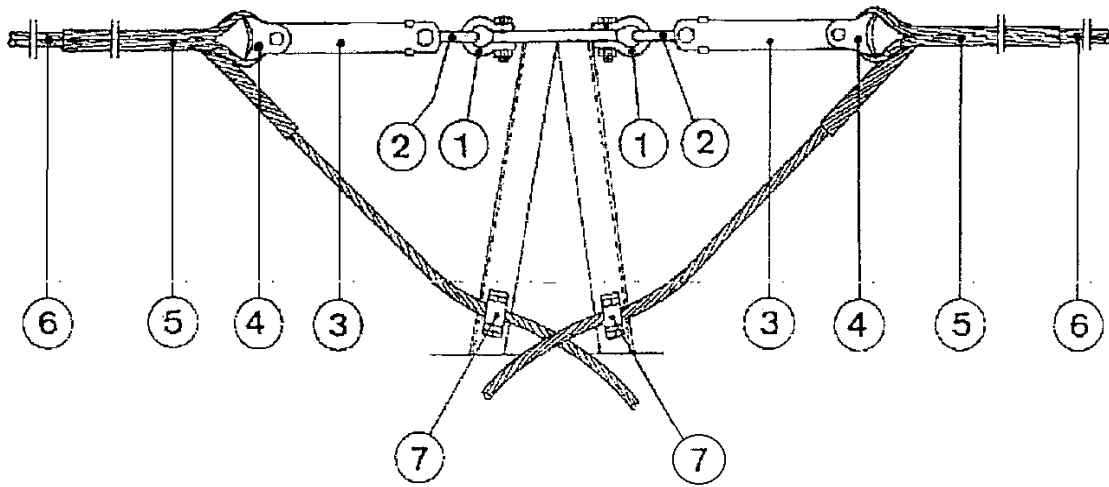
- Referencias:
- 1, 2 : Grillete recto
  - 3 : Tirante
  - 4 : Guardacabos

- 5 : Empalme de protección
- 6 : Retención de anclaje
- 7 : Grapa de sujeción a tierra

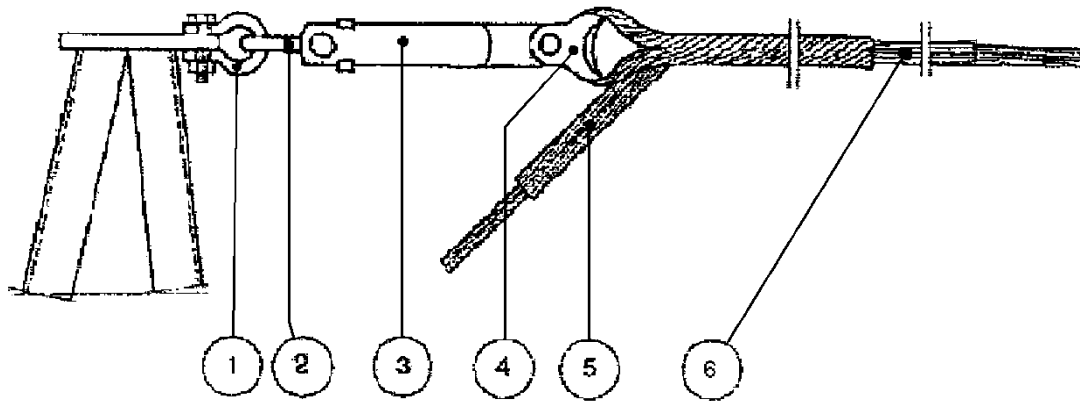
**HERRAJE CONJUNTO BIAMARRE PASANTE**



### HERRAJE CONJUNTO BIARRRE BAJANTE



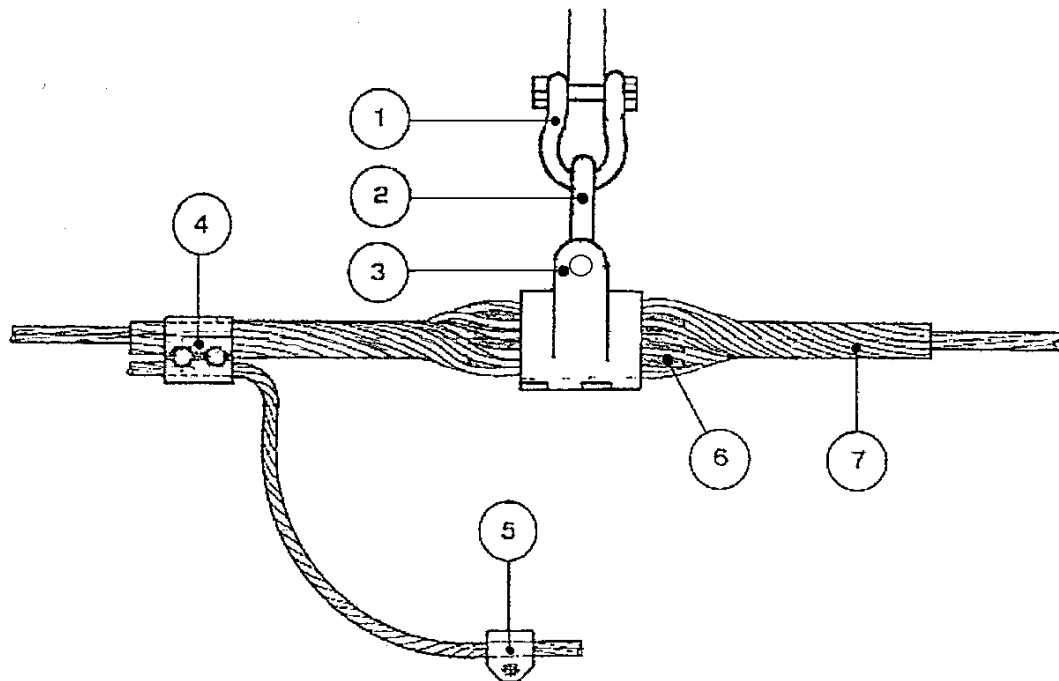
### HERRAJE CONJUNTO AMARRE FINAL



## Suspensiones

- Referencias :
- 1 : Grillete recto
  - 2 : Eslabón revirado
  - 3 : Grapa de suspensión armada
  - 4 : Grapa de conexión paralela
  - 5 : Grapa de conexión a torre
  - 6 : Inserción de goma
  - 7 : Varillas preformadas

### HERRAJE CONJUNTO SUSPENSIÓN



## ENSAYOS

Cables con fibra óptica y herrajes

Al finalizar la fabricación de los cables y herrajes se realizarán un conjunto de ensayos con el objeto de comprobar que se cumplen las características exigidas.

Dichos ensayos serán realizados por el fabricante con personal técnico calificado y serán supervisados por personal técnico de U.T.E.

El fabricante deberá producir cable y herrajes suficientes, además de la cantidad especificada a suministrar, a efectos de la realización de los ensayos.

A los efectos de la realización de ensayos y supervisión de los mismos por personal técnico de U.T.E., es válido lo establecido en las "CONDICIONES GENERALES PARA ADQUISICIONES" (Parte II), Punto 13. En particular se aplicará esta normativa en cuanto a la concurrencia de un inspector de U.T.E. para la certificación de los ensayos de cable; y otro inspector que estará a cargo de las pruebas sobre los herrajes. Lo mismo se aplica para los ensayos de diseño de los herrajes, los que se realizan antes del comienzo de la producción.

El Contratista enviará a U.T.E. con al menos 20 días de anticipación el programa de ensayos a realizar sobre los herrajes a suministrar (inclusive los de control de calidad) a efectos de contemplar la posible asistencia de un Inspector de U.T.E. a los mismos.

Ciertas características de las fibras ópticas de los cables podrán ser garantizadas mediante certificado del fabricante de las fibras ópticas. El certificado incluirá los datos referentes a :

- Características geométricas
- Longitud de onda de corte
- Dispersión cromática
- Dispersión por modo de polarización
- Atenuación

Igualmente por cada bobina de cable el fabricante proveerá un reporte de atenuación de todas las fibras de cada bobina, medidas una vez bobinadas en los carretes en que se suministran. Este informe estará listo antes del arribo del inspector de U.T.E. a fábrica.

Asimismo se incluirán como parte de las pruebas al cable a realizarse bajo supervisión del personal técnico autorizado de U.T.E. .

El fabricante producirá al menos una bobina con sobrelongitud de cada tipo de cable a efectos de contar con cable suficiente para la realización de los ensayos enumerados. La extracción de las muestras (corte del cable) será realizada en presencia del inspector de U.T.E.



## ***Ensayos de aceptación cables de guardia con fibra óptica (OPGW)***

### **a) Atenuación y longitud óptica :**

a.1) Medidas ópticas bidireccionales de atenuación mediante OTDR a 1310 nm

a.2) Medidas ópticas bidireccionales de atenuación mediante OTDR a 1550 nm.

De acuerdo a EIA 455-61-1989.

Estas medidas se realizarán sobre todas las fibras ópticas de todas las bobinas de cable.

### **b) Ensayo de Penetración de agua :**

De acuerdo a IEEE 1138 (2009) – EIA 455-82B 1992

Altura de agua: 1 metro

Duración de la prueba: 24 hs.

### **c) Ensayo de pasaje por roldana (“Sheave”)**

De acuerdo a IEEE 1138 (2009) – Anexo D

### **d) Ensayo de Impacto**

De acuerdo a IEEE 1138 (2009) y EIA 455-25A-1989

Energía de impacto: 5.5 N.m

### **e) Ensayo de Compresión (“Crush”)**

De acuerdo a IEEE1138 (2009)y EIA 455-41-1985

Carga de compresión: 1020kgf

### **f) Ensayos de tracción**

i.1) esfuerzo en la fibra

De acuerdo a IEEE1138 (2009), hasta 100% de C.R.N. (Carga de Rotura Nominal)

i.2) margen de esfuerzo (“strain margin test”)

De acuerdo a IEEE1138 (2009), a 80% de C.R.N.

i.3) "stress strain"

De acuerdo a IEEE1138 (2009), con 70% de C.R.N.

**g) Ensayo de Ciclos de temperatura**

De acuerdo a IEEE1138 (2009) y EIA 455-3A-1989

**h) Ensayos a las hebras o hilos conductores**

De acuerdo a IEEE1138 (2009)

- Tensión
- Elongación
- Diámetro
- Resistencia eléctrica
- Espesor del aluminio (si es aplicable según IEEE1138)
- Curvado (si es aplicable según IEEE1138)
- Torsión (si es aplicable según IEEE1138)

**i) Ensayos al tubo central**

De acuerdo a IEEE1138 (2009)

- Tensión
- Resistencia

**j) Control dimensional**

De cable terminado y elementos constitutivos (tubos, hilos, cubiertas)

**k) Ensayo de paso del cableado**

De acuerdo a IEEE1138 (2009)

**l) Ensayo de dispersión por modo de polarización a la fibra cableada**

De acuerdo a alguno de los métodos especificados en la recomendación G.650 de la U.I.T. de abril de 1997. Se medirá sobre todas las fibras de todas las bobinas de cable.

**m) Inspecciones visuales y control del enrollamiento de las bobinas.**

Todas las fibras ópticas medidas serán elegidas aleatoriamente.

## **n) Ensayo de descarga atmosférica**

De acuerdo a IEEE 1138 (2009)

La variación máxima admisible de atenuación en las fibras ópticas durante la fase de traccionamiento posterior a la aplicación de la descarga será de 0.05 dB

Se aplicará el criterio de aceptación indicado por la norma..

## **Ensayos de aceptación cable dieléctrico autoportado con fibra óptica (ADSS)**

### **a) Atenuación y longitud óptica:**

a.1) Medidas ópticas bidireccionales de atenuación mediante OTDR a 1310 nm.

a.2) Medidas ópticas bidireccionales de atenuación mediante OTDR a 1550 nm.

De acuerdo a EIA 455-61-1989.

Estas medidas se realizarán sobre todas las fibras ópticas en todas las bobinas del cable.

### **b) Ensayo de PMD (Dispersión del modo de polarización)**

El valor máximo admitido es 0.1 ps/km<sup>1/2</sup>

Esta medida se realizará sobre todas las fibras ópticas en todas las bobinas del cable.

### **c) Ensayo de Tracción y Doblado:**

De acuerdo a EIA-455-33A

Rated Tensile Strength (RTS): 35 kN mínimo.

Radio de doblado: 20 D (veinte veces el diámetro del cable)

A 1550 nm variación máxima después de efectuarse el ciclo: 0.05 dB

Nº de fibras a medir: 6

d) Ensayo de Flexión Cíclica:

De acuerdo a EIA 455-104A

Radio de curvatura: 20 D (veinte veces el diámetro del cable)

Nº de ciclos: 25

A 1550 nm variación máxima después de efectuarse los ciclos: 0.05 dB

Nº de fibras a medir: 6.

e) Ensayo de Torsión:

De acuerdo a EIA 455-85A

Longitud de cable: 1.5 metros

Nº de ciclos bidireccionales: 10

A 1550 nm variación máxima después de efectuarse los ciclos: 0.05 dB

Nº de fibras a medir: 6

f) Ensayo de Compresión:

De acuerdo a EIA 455-41A

Carga de compresión: 220 N/cm (2200 Newtons en 10 cm. de longitud de cable)

A 1550 nm variación máxima después de efectuarse los ciclos: 0.05 dB

Nº de fibras a medir: 6

g) Ensayo de Impacto:

De acuerdo a EIA 455 25 A

Valor de energía de impacto mínimo: 10 Nm.

Nº de ciclos de impacto: 20

A 1550 nm variación máxima después de efectuarse los ciclos: 0.05 dB

Nº de fibras a medir: 6

h) Ensayo de Estanqueidad

De acuerdo a EIA 455 82

Altura de agua: 1 metro

Duración de la prueba: 24 hs.

i) Ensayo de Ciclos de Temperatura

De acuerdo a EIA 455 3 A

Intervalo de temperatura total: -15°C a +85°C

A 1310 y 1550 nm variación de atenuación máxima: 0.05 dB

Nº de fibras a medir: 6

j) Control dimensional

De cable terminado y elementos constituyentes (tubos, cubiertas), según límites establecidos en condiciones técnicas.

k) Inspecciones visuales y control del enrollamiento de las bobinas.

## Herrajes para OPGW Y ADSS

### Generalidades

Los ensayos se realizarán según norma IEC o similar, en cuyo caso se suministrará una copia.

### Ensayos de diseño

Se adjuntarán a la oferta protocolos de ensayos de diseño realizados sobre herrajes iguales y fabricados en los mismos talleres que los ofrecidos. Deberá existir una referencia específica en el protocolo (número de plano o de catálogo, etc.) que identifique claramente el material ensayado.

Queda a criterio de U.T.E. la aceptación de una oferta por herrajes para los que alguno de los protocolos de ensayo de diseño especificados más adelante no esté disponible, o el ensayo haya sido realizado por procedimientos sensiblemente diferentes a los especificados.

En tal caso, U.T.E. se reserva el derecho de exigir la realización de alguno de estos ensayos antes de comenzar la producción, a cuyos efectos se cotizará en la oferta cada uno de los ensayos de diseño especificados.

Se especifican los siguientes ensayos de diseño:

- Resistencia al deslizamiento: Se realizará sobre las grapas de suspensión. La fijación de la grapa a la máquina de ensayo deberá simular las condiciones de fijación reales. La longitud de conductor del lado en que se aplica la carga será de al menos 5m. La resistencia al deslizamiento será no inferior al valor especificado cuando se aplica la carga durante al menos 5 minutos.
- Resistencia a la rotura: Se aplicarán las cargas de rotura especificadas durante cinco minutos, en las mismas condiciones y dirección que las cargas normales de operación. El ensayo se continuará luego hasta la rotura. En el caso de las grapas de amarre, se verificará asimismo la resistencia al deslizamiento cuando se aplica la carga especificada durante 5 minutos.

Las piezas de conexión ferrosas forjadas o fundidas serán ensayadas ya zincadas. En estos casos, antes de la aplicación de la carga de rotura se aplicará una carga inferior a la de fluencia (del orden del 90% de la carga de fluencia para materiales con alto contenido de carbono, 60% para materiales de bajo contenido de carbono) durante un minuto, verificándose la inexistencia de deformaciones o defectos surgidos durante el zincado.

En todos los casos se examinarán visualmente las piezas rotas a fin de detectar posibles fallas de fabricación.

### *Ensayos de control de calidad*

El oferente deberá presentar con su oferta el programa de control de calidad a aplicar, incluyendo los ensayos propuestos, ubicación de cada ensayo en el plan de producción, criterios de muestreo y aceptación propuestos, etc.

U.T.E. podrá designar inspectores para presenciar algunos o todos los ensayos previstos. En todos los casos, los certificados de ensayo correspondientes serán sometidos a la aprobación de U.T.E.

El programa de ensayos deberá incluir los siguientes:

- Ensayos químicos y mecánicos sobre la materia prima.
- Ensayos mecánicos y metalográficos luego de los tratamientos térmicos.
- Ensayos de peso y uniformidad de la capa de zinc.
- Ensayos de discontinuidad por métodos magnéticos (ASTM E-138 o similar) para componentes forjados y por métodos radiográficos (ASTM E-94) para componentes fundidos y soldaduras.
  
- Control dimensional de las piezas acabadas.
- Verificación del ensamble de las piezas y movimiento de las articulaciones.

### *Ensayos de aceptación*

Los ensayos de aceptación serán realizados sobre componentes o conjuntos acabados, de acuerdo a los criterios de muestreo y aceptación indicados más adelante.

La selección de las muestras representativas de un lote será realizada por los inspectores de U.T.E., en que se entiende por "lote" una determinada cantidad de material del mismo tipo, forma, composición y tamaño, fabricado esencialmente en las mismas condiciones y presentado para inspección todo junto. Si se trata de piezas sometidas a tratamiento térmico, el lote debe ser parte de un grupo de piezas sometidas en conjunto al tratamiento. Si éste es del tipo continuo, dos piezas que integren el mismo lote deben haber sido sometidas al tratamiento térmico con una diferencia de tiempo no superior a las ocho horas. En el caso de los ensayos de zincado, las piezas del lote deben haber sido zincadas en la misma cuba en el mismo turno de operación.

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayos de zincado: se verificará el peso de la capa de zinc según ASTM A 90. Se verificará la adherencia de la capa de zinc según el ensayo de Preece prescrito en ASTM A 239 (seis inmersiones de un minuto para elementos de las clases A y B, cuatro inmersiones de un minuto para los elementos de las clases C y D; clasificación según ASTM A 153).

- Ensayos de resistencia mecánica: se realizarán sobre los herrajes ensayos análogos a los especificados como ensayos de diseño: resistencia al deslizamiento y resistencia a la rotura
- Ensayos visuales, dimensionales y de ensamble: se verificarán las dimensiones, tolerancias, terminaciones, ajuste y alineación de los elementos de un conjunto, movimiento de las articulaciones, etc.
- Verificación de los embalajes prontos para embarque.

Se aplicarán los siguientes criterios de muestreo:

- Para los ensayos visuales, dimensionales, de ensamblado y de zincado el muestreo se guiará por lo establecido en la Norma COPANT 327 o MIL-SIT-105D.
- Se usarán inicialmente planes de muestreo simple, bajo régimen de inspección normal, y nivel de inspección II.
- De acuerdo a los resultados de los ensayos sobre los primeros lotes se podrá pasar, a criterio del Inspector, a regímenes de inspección más estrictos y/o planes de muestreo dobles o múltiples, según lo previsto en estas Normas.
- Cuando el muestreo se aplique a lotes aislados (debido a cantidades a suministrar pequeñas, proceso de fabricación discontinuo, etc.) el Inspector podrá adoptar planes de muestreo más estrictos a fin de asegurar una protección adecuada contra la aceptación de lotes con muchas piezas defectuosas.

Se establecen los siguientes Límites de Calidad Aceptables (AQL):

Ensayo	AQL
Zincado – uniformidad	4,0
Zincado – peso	4,0
Verificación de dimensiones	4,0
Control visual	4,0
Verificación de ensambles	1,5



Para los ensayos de resistencia mecánica, el número de muestras estará de acuerdo a la siguiente tabla:

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra
Hasta 50	3
51-110	5
111-180	6
181-300	7
301-500	8
501-800	9
Más que 800	10

El lote será rechazado cuando:

- la resistencia a la rotura o deslizamiento es inferior a la garantizada en cualquier pieza.
- el valor medio de las resistencias medidas menos tres desviaciones standard sea inferior a la garantizada.
- se detecten fallas de fabricación al examinar cualquiera de las piezas rotas.
- se detecten deformaciones o fallas de galvanizado en cualquiera de las piezas de conexión forjadas o fundidas al aplicar la carga inferior a la de fluencia.

## **ENSAYOS DE RECEPCIÓN EN DEPÓSITO DE U.T.E.**

Se inspeccionará el estado de carretes, cable y accesorios, para detectar posibles daños, manipulación inadecuada, etc.

Se verificará que los artículos entregados sean los ensayados en fábrica. Asimismo se realizarán pruebas al cable con el Reflectómetro Óptico en el Dominio Temporal (O.T.D.R.) a efectos de verificar que la performance del cable sea la exigida.

## **CAJAS TERMINALES/REPARTIDORES DE FIBRA ÓPTICA**

La caja terminal o repartidor de fibra óptica deberá ser de material metálico, cerrada en todas las caras y para montaje en bastidor normalizado de 19". Cada pigtail estará constituido por un conductor de fibra óptica monomodo norma G.652 D UIT-T de longitud mínima 2 metros. En uno de sus extremos estará montado adecuadamente un conector de tipo FC-UPC.

La calidad de los conectores y acopladores FC-UPC debe ser tal que las pérdidas de inserción sean menores a 0,10 dB y las pérdidas por retorno mayores a 50 dB.

## **RACKS PARA CAJAS TERMINALES**

El contratista deberá suministrar los racks para instalación de las cajas terminales correspondientes.

Rack cerrado de 19" sobre base de pie, ensamblado en chapa de hierro o acero, con bandeja extraíble en el fondo del rack para pasaje de cableado

Deberán ser desarmables y capaces de soportar una carga máxima distribuida de 250 Kg.

Con sistema de montajes de 19" al frente y fondo con 4 perfiles de hierro o acero con la totalidad de las perforaciones roscadas correspondientes 6M (6 mm sistema métrico) o tuercas en jaula o sistema similar para fijación en perfil no roscado, auto sostenidas.

Las medidas deberán ser: ancho 800 mm, altura 1700 mm, profundidad 800 mm

La base debe contar con 4 pies de nivelación para compensar los desniveles.

Capacidad mínimo 30 U R (unidades de rack, 1 UR = 44,45 mm)

Contarán con puerta frontal de 2 mm de espesor con marco de chapa, integrada con vidrio frontal de 2mm de espesor de manera de ver el frente del gabinete, la puerta deberá brindar un Angulo de apertura de 120 grados mínimo. Debe contar con piso interior y tener la posibilidad de permitir la entrada de cables desde el piso del local. Los laterales deberán ser desmontables.

La pintura debe ser texturizada y tener un espesor mínimo 70 micras

La apertura y cierre de puerta tendrá un sistema de manivela giratorio con llave, (tipo Bombin)

### **CAJAS DE EMPALME**

Todas las cajas de cajas de empalme o unión de fibra óptica serán metálicas, estancas, para montaje exterior y tendrán alta resistencia física y química.

Permitirán la entrada y salida de tres o más cables así como el alojamiento en su interior de cierta cantidad de fibras desnudas, y exceso de longitud de tubo holgado.

Dispondrá de organizadores y bandejas que permitirán la separación de cada fibra, su empalmado y el alojamiento de los tubitos termocontraíbles de protección de empalmes.

Las cajas de empalme OPGW-OPGW estarán diseñadas para asegurar la continuidad eléctrica del cable de guardia, de tal forma que no se dañen las fibras ópticas cuando sea sometida a descargas y corrientes iguales a los especificados para los cables.