



# ET-AT105 Cables de fibra óptica OPGW para líneas de AT ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

<b>Revisión #:</b>	<b>Entrada en vigencia:</b>
0	01 Septiembre 2009



Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel Colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en <https://likinormas.enelcol.com.co>





## 1. OBJETO

---

El objeto de la presente especificación es fijar las características ópticas, mecánicas y eléctricas que deben cumplir los cables de fibra óptica OPGW, a ser empleados en líneas de **alta tensión** existentes en Enel Colombia S.A. ESP.

## 2. NORMAS APLICABLES

---

Para el diseño, fabricación y pruebas, los cables de fibra óptica así como sus componentes, deberán cumplir con las prescripciones de la última versión de alguna de las siguientes normas:

- IEC 60794-4-10: Cables de fibra óptica: Cables aéreos ópticos para líneas de transmisión eléctrica. Especificación para OPGW (Cables ópticos de guarda.)
- IEEE-1138: Norma de Construcción de cables compuestos de fibra óptica y alambres de guarda para uso en líneas de transmisión eléctrica.

## 3. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

---

El oferente deberá tener implementado un **sistema** de **calidad** basado en las normas de la serie ISO -9001 del año 2000, el cual cubra los procedimientos para diseño, manufactura, instalación, servicios, inspecciones y pruebas. Este **sistema** de **calidad** deberá tener la correspondiente **certificación** vigente.

## 4. CAMPO DE APLICACIÓN

---

Esta especificación esta desarrollada para cables de fibra óptica que se utilizarán en líneas aéreas con voltajes iguales o superiores a 57.5 kV, en ambientes normales y severos de **contaminación** , alto grado de humedad y neblina. Sus características deberán adecuarse a dichas condiciones de **servicio** .

## 5. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

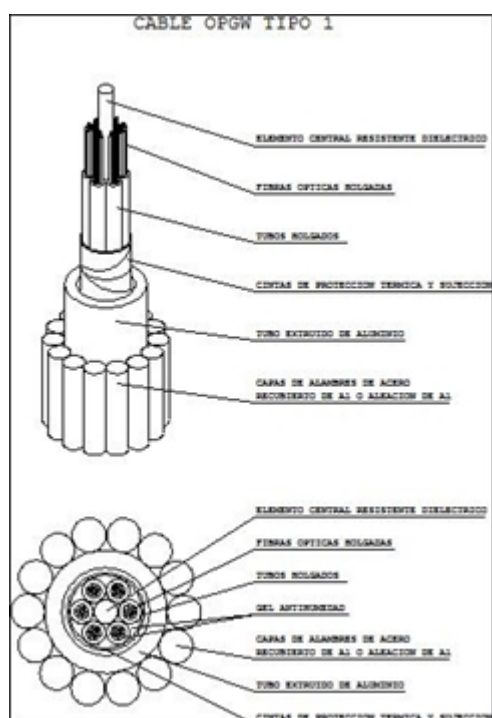
---

### 5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES:

---

Consiste en un **cable** de **tierra** con capas exteriores de acero recubierto de aluminio o de aleación de aluminio, arrollados sobre un tubo de aluminio extruido en cuyo interior se aloja el núcleo óptico.

En el interior del **cable** (tubo extruido de aluminio), se aloja el núcleo óptico formado por un elemento central mecánicamente resistente y por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá de un gel anti humedad. También el núcleo óptico se rellenará de un gel anti humedad. Todo el conjunto estará envuelto por unas cintas de sujeción y protección térmica.



**Figura 1. Composición Cable OPGW (cable de guarda con hilos de fibra óptica)**

## 5.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DEL CABLE

<b>CABLES OPGW Icc 19 kA/0,3 s</b>	
Número de fibras	24
Diámetro cable (mm)	14
Carga de rotura (Kg)	7944
Peso (Kg/Km)	547
Módulo de elasticidad (Kg/mm <sup>2</sup> )	10826
Coefficiente de dilatación (x10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup> )	15.77
Radio de curvatura (mm) (durante la dilatación)	400
Radio de curvatura (mm) (en el dispositivo de freno)	560
Radio de curvatura (mm) (depués de la instalación)	280
Resistencia óhmica a 20 °C (ohm/Km)	0.406



## 5.3 COMPOSICIÓN

### 5.3.1 Núcleo óptico

- Soporte central: **dieléctrico** resistente a la tracción.
- Fibras ópticas: 12 y 24
- Segunda protección: holgada en el interior de tubos, con cintas de protección, sujeción tanto térmica como mecánica y gel protector. No se instalarán fibras de diferente tipo por el mismo tubo.

### 5.3.2 Tubo de protección del núcleo óptico

Tubo de aluminio estanco y extrusionado de un espesor igual o superior a 1,1 mm. El relleno entre el tubo de aluminio estanco y el núcleo óptico se efectuará con gelatina hidrófuga.

### 5.3.3 Capa exterior

Coronas de alambres que proporcionarán las características tanto mecánicas como eléctricas. En ambientes agresivos se utilizarán alambres con diámetro > 3 mm.

## 5.4 TIPO DE FIBRA ÓPTICA: MONOMODO CONVENCIONAL

La fibra deberá ser del tipo monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula estará situada en torno a 1300 nm, optimizada para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que puede utilizarse también a longitudes de onda en la región de 1550 nm, (en las que la fibra no está optimizada).

### 5.4.1 Características de la fibra

Diámetro campo modal (a 1310 nm)	9,5± 0,5 um.
Diámetro del revestimiento	125 mm ± 2,4 % del valor <b>nominal</b>
No circularidad del revestimiento	< 2%
No circularidad del campo de propagación monomodal	< 6%
<b>Error</b> de concentricidad núcleo/revestimiento	± 1um
Atenuación para fibra SM lambda = 1310 nm	≤ 0,36 dB/Km Se verificará la no existencia de discontinuidad
Atenuación para fibra SM lambda = 1550 nm	≤ 0,23 dB/Km Se verificará la no existencia de discontinuidad
Longitud de onda de corte	entre 1100 y 1280 nm.
Coefficiente de dispersión cromática Entre 1285 y 1330 nm	≤ 3,5 ps/(nm.Km)
Entre 1525 y 1575 nm	≤ 20 ps/(nm.Km)



## 5.5 COLORES

---

Cada una de las fibras es coloreada para su fácil identificación de acuerdo con lo especificado en la norma IEC 60304

## 6. INSPECCIÓN TÉCNICA Y PRUEBAS

---

El **cable** de fibra óptica OPGW, deberá cumplir con todas las exigencias de las pruebas de tipo, aceptación y de rutina, descritas en la norma IEC 60794-4-10.

Las pruebas tipo deberán ser realizadas y certificadas por laboratorios independientes de reconocido prestigio internacional.

### 6.1 PRUEBAS TIPO

---

La finalidad de estos ensayos será verificar las principales características de un **cable** de fibra óptica OPGW.

Las siguientes pruebas Tipo deben ser efectuadas:

- Prueba de tracción.
- Prueba de Esfuerzo- **tensión**
- Prueba de resistencia de rotura
- Prueba de torsión (sheave)
- Prueba de vibración
- Prueba de Creep
- Prueba de ciclos térmicos
- Prueba de penetración de Agua
- Prueba de corto circuito
- Prueba de resistencia al **rayo** .

### 6.2 PRUEBAS MUSTREO Y DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA

---

Se deberán realizar estos ensayos para demostrar el adecuado diseño, de los materiales y del proceso de fabricación (tecnología) del **cable** de fibra óptica OPGW.

Las pruebas típicas son:

- Diseño
- **Inspección** visual.
- Longitud de paso
- Diámetro del **cable**
- Peso del **cable**
- Resistencia DC del **cable**
- Prueba de resistencia de rotura (hilos).
- Pruebas de atenuación en la fibra.

**Estas pruebas deberán ser realizadas por el fabricante y los resultados de los ensayos entregados a Enel Colombia S.A. ESP.**



Opcionalmente, en el caso que se indique, Codensa asistirá a dichas pruebas por lo que se deberán incluir en la oferta los costos asociados a alojamiento, alimentación, transporte, seguro, tasas de embarque, impuestos, visas, gastos menores y otros propios de la actividad por realizar.

### 6.3 PRUEBAS DE RUTINA

---

La finalidad de estas pruebas es eliminar el **cable** de fibra óptica OPGW que tengan defectos de fabricación. Se aplicará según IEC 60794-4-10 punto 11 "Routine test". Es responsabilidad del fabricante su realización.

- **Inspección** de entrada de materia prima de acuerdo con el plan de manufactura de **calidad** .
- Coeficiente de atenuación de la fibra
- Diseño del **cable**
- Longitud de paso
- **Calidad** de la superficie del **cable**
- Diámetro del **cable**
- Diámetro de los componentes del **cable**
- Características eléctricas y mecánicas de los componentes del **cable** .

### 6.4 RECEPCIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA (EMBALAJE Y TRANSPORTE)

---

Los cables de fibra óptica deberán ser cuidadosamente embalados y debidamente protegidos para resistir la manipulación durante las operaciones de embarque, desembarque y transporte internacional y nacional.

Deberán ser empacados preferiblemente en cajones de madera u otro **material** que aseguren un transporte aceptable y seguro por parte de un transportista regular hasta el punto de entrega requerido por el comprador. Cada cajón deberá ser marcado con un código seleccionado por el fabricante con el propósito de identificar el **lote** . Estas marcas deberán ser resistentes a la intemperie y a condiciones anormales durante el transporte y almacenaje.

Los cables deberán estar fijados de una forma adecuada tal que se asegure la inmovilización de los mismos durante el transporte y almacenaje. Los cajones de madera deberán tener un diseño que permita su manipulación con vehículo montacargas.

En todos los cajones, deberá incluirse en una tarjeta dentro de un bolsillo plástico externo, que resista el clima, el transporte y manejo, en una parte claramente visible, la longitud del **cable** , el nombre del comprador y el número de la orden de compra.

## 7. INFORMACIÓN A PRESENTAR EN LA OFERTA TÉCNICA

---

El oferente deberá entregar dentro de su propuesta **técnica** la siguiente información:

- Certificado de gestión de **calidad** ISO 9001.
- Tablas de características técnicas garantizadas diligenciadas en su totalidad, según Anexo 1.
- Listado de suministros similares, con certificado de por lo menos 2 clientes, en los cuales se afirme que conductores similares a los ofertados, han presentado un comportamiento favorable.
- Folletos y Documentación **técnica** del conductor y los herrajes.



- Desviaciones técnicas de la oferta.
- Copia de las normas técnicas empleadas en la fabricación y pruebas del **cable** y los herrajes.

Es **requisito obligatorio para cumplir técnicamente, la presentación de la totalidad de la información anteriormente solicitada.**

## 8. GARANTÍA

El fabricante se comprometerá a una garantía sobre los cables y herrajes por un período mínimo de 3 años, a establecer inmediatamente desde la recepción, obligándose a reponer el **tramo** del mismo así como los materiales y trabajos asociados, que en dicho período pudieran resultar defectuosos.

### ANEXO 1. TABLAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

Las Tablas de Características Técnicas son reproducibles y deberán ser diligenciadas en su totalidad y firmadas por el proponente.

Aspectos generales de los proponentes

1. Nombre del fabricante .....
2. Nombre de la fábrica .....
3. País de la fábrica .....
4. Dirección .....
5. E- Mail .....
6. Nombre **persona** a contactar .....
7. Teléfono / Fax .....
8. Nombre del representante .....
9. Dirección .....
10. E- Mail .....
11. Nombre **persona** a contactar .....
12. Teléfono / Fax .....

### ANEXO 1. TABLA Nº 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS - OPGW

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	SOLICITADO	OFRECIDO	Observación
<b>1</b>	<b>Norma de Fabricación:</b>	-	IEC 60794-4-10 o IEEE-1138		
<b>2</b>	<b>Fabricante y País de origen:</b>	-			
<b>3</b>	<b>Referencia Cable:</b>	-			
<b>4</b>	<b>Fibras ópticas</b>				
4,1	Número de hilos	Un	24		
4,2	Material de los hilos		Norma ITU-T G.652-D		
<b>5</b>	<b>Tubo de protección</b>	-			
5,1	Espesor	mm	0,35		



5,2	Diámetro externo	mm	3		
5,3	Material	-	PBT 1Ttubo/12 fibras		
<b>6</b>	<b>Pasta tamponante</b>				
6,1	Material	-	Gel pulibutéica		
			Tixotrópica/ Gel		
			Silicona Absorvedora de hidrógeno		
<b>7</b>	<b>Cinta de recubrimiento</b>				
7,1	Material (1 alambre)	-	Poliaramida 3160 HM		
7,2	Material (6 alambre)	-	Poliaramida 1420 HM		
<b>8</b>	<b>Cubierta Metálica</b>				
8,1	Espesor	mm	1,5		
8,2	Material	-	Aluminio 1350		
8,3	Diámetro externo	mm	7		
<b>9</b>	<b>Corona exterior</b>				
9,1	Número de hilos	Un	9		
9,2	Diámetro externo	mm	3,5		
9,3	Material	-	Acero cubierto de aluminio		
9,4	Norma material	-	20.3% IACS ASTM B415		
<b>10</b>	<b>Sección metálica</b>	mm <sup>2</sup>	113		
<b>11</b>	<b>Diámetro exterior nominal</b>	mm	14		
<b>12</b>	<b>Paso</b>	mm	190		
<b>13</b>	<b>Carga de rotura nominal (UTS)</b>	kgf	7944		
<b>14</b>	<b>Máxima tracción en las peores condiciones climáticas</b>	kgf	3178		
<b>15</b>	<b>Peso nominal</b>	kg/km	547		
<b>16</b>	<b>Módulo de elasticidad</b>	kgf/mm <sup>2</sup>	10826		
<b>17</b>	<b>Coefficiente de dilatación lineal</b>	1/°C	15.77x10 <sup>-6</sup>		
<b>18</b>	<b>Radio mínimo de curvatura</b>	-			
18,1	Durante instalación	mm	400		
18,2	En el dispositivo de freno	mm	560		
18,3	Después de la instalación	mm	280		
<b>19</b>	<b>Clase de descarga atmosférica (CREM=60%)</b>	C	50		
<b>20</b>	<b>Máxima corriente de corto circuito</b>	(kA) <sup>2</sup> s	107		
	<b>Ti= 40 °C; Tf= 180 °C; t= 0.3 s; Icc= 19 kA</b>				
<b>21</b>	<b>Resistencia eléctrica del cable en (CC @ 20 °C)</b>	O/km	0,406		
<b>22</b>	<b>Coefficiente de corrección de la resistencia eléctrica a temperatura del cable</b>	1/°C	3.7X10 <sup>-3</sup>		
<b>23</b>	<b>Temperatura de operación</b>	°C	-30/+70		
<b>24</b>	<b>Pruebas de muestreo</b>				





24,1	Diseño	-	si		
24,2	Inspección visual de los elementos del cable	-	si		
24,3	Diámetro del cable	-	si		
24,4	Peso del cable	-	si		
24,5	Resistencia DC del cable	-	si		
24,6	Prueba de resistencia de rotura	-	si		
24,7	Coeficiente de atenuación de la fibra	-	si		
<b>25</b>	<b>Pruebas de rutina</b>	-			
25,1	Inspección visual	-	si		
25,2	Coeficiente de atenuación	-	si		
25,3	Diseño del cable	-	si		
25,4	Longitud de la capa de armadura	-	si		
25,5	Calidad de la superficie del cable	-	si		
25,6	Diámetro del cable	-	si		
25,7	Diámetro de los componentes del cable	-	si		
25,8	Características eléctricas y mecánicas de los componentes del cable	-	si		
<b>26</b>	<b>Período de Garantía</b>	años	3		
<b>27</b>	<b>Certificado de Calidad ISO 9001</b>	-	si		

## ANEXO 2. TABLA N° 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS PATCH CORDS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	SOLICITADO	OFRECIDO	Observación
1	Tipo de conector	-	FC-PC, simplex		
2	Cubierta del cable	-	ONFR y kevlar		
3	Color	-	Amarillo		
4	Tipo de fibra		Monomodo		
5	Longitud	m	6 m		
6	Pérdidas directas	dB	< 0.3		
7	Pérdidas de retorno	dB	> 45		