

**Tema:** Especificación técnica de material para el proyecto “Red Federal de Fibra Óptica”

**Aplicación:** Red Terrestre.

**Elemento de Red:** **Cable de 96 Fibras Ópticas (instalación en ducto)**

### 1.- Objetivo:

Definir los requerimientos técnicos básicos que debe cumplir el elemento de red de fibra óptica “Cable de 96 Fibras Ópticas (instalación en ducto)” que permitan asegurar; calidad, facilidad de instalación/operación y máxima vida útil de la red, para lo cual deberá ser fabricado y suministrado de acuerdo a las condiciones aquí indicadas.

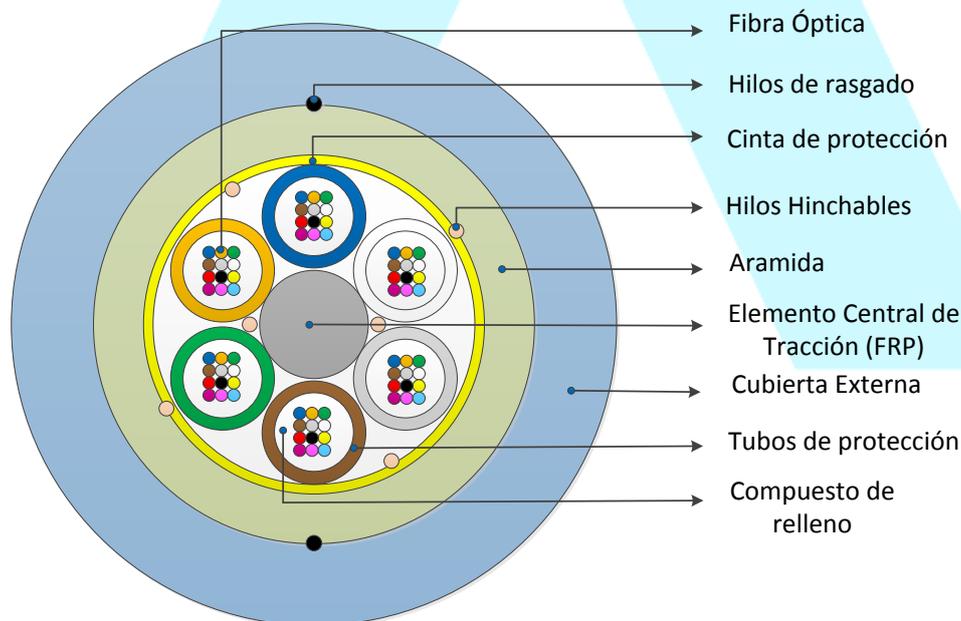
### 2.- Alcance:

Los parámetros técnicos indicados a continuación son parámetros mínimos que deben garantizarse en toda la fabricación, independiente de la cantidad requerida (km) por lo cual deberá el fabricante contar con un sistema de calidad adecuado y con registros auditables, que permita confirmar haber alcanzado los valores técnicos solicitados y mantenerlo uniforme en todas las entregas.

### 3.- Desarrollo:

#### 3.1- Descripción General:

El cable estará compuesto de **96** fibras ópticas monomodo según norma ITU G.652-D de bajo pico de agua (Low Water Peak), con recubrimiento primario, en grupos de **12** fibras dispuestas en **loose tube** dentro de tubos rellenos con material taponante adecuado y totalmente dieléctrico. En la **Figura A** se puede apreciar un corte transversal del cable de FO.



**Figura A (Imagen meramente ilustrativa – No contractual)**

Las protecciones holgadas, tubos Buffer, serán tubos construidos de plástico (PBT o equivalentes), con relleno de compuesto blando que impida la penetración y propagación del agua, con los radios de curvatura normales de trabajo. Dentro de cada tubo protector se dispondrán 12 fibras ópticas.

Como **elemento central de tracción** se empleará una varilla de hilos de plástico reforzado con fibra de vidrio FRP (*Fiber Reinforced Plastic*).

Los tubos protectores de las fibras se reúnen alrededor del elemento central en **forma oscilante (SZ)**, en número adecuado para garantizar el número de fibras requerido para cada caso.

Con el propósito de brindar una protección mecánica externa al núcleo óptico y resistencia a los esfuerzos de torsión, se colocará alrededor de dicho núcleo dos coronas de **hilados de aramidas**, que otorguen al cable la carga de rotura solicitado en el punto seis de la presente.

**Cubierta externa.** Se aplicará una cubierta externa de polietileno de media densidad y de color negro. El polietileno deberá corresponder al tipo ASTM D1248, Tipo II, Clase C, Categoría 4 ó 5, Grado J4. El material deberá poseer un aditivo de negro de humo conforme a la designación N110 en ASTM D1765

<b>Nominal</b>	1,50 mm
<b>Medio</b>	> 1,50 mm
<b>Mínimo absoluto en cualquier punto</b>	> 1,40 mm

**Diámetro externo:** Se proveerá con dimensiones del diámetro externo máximo y diámetro externo medio máximo de 13,00 mm

**Hilos de rasgado:** Se proveerá con dos cordones de rasgado dieléctrico, ubicados a 180 ° entre sí y debajo de la cubierta y de un color distinguible con el resto del núcleo óptico.

Todos los espacios libres de los cables (interior de los tubos de protección, intersticios del núcleo óptico, etc.) deberán estar rellenos con cintas e hilos hinchables.

**Cintas de protección:** Se proveerá preferentemente, una cinta de protección adecuada para garantizar la protección de los tubos o bien un método de manufactura que garantice que las ataduras no marquen los tubos. En cualquier caso, si las ataduras marcan los tubos es motivo de rechazo.

## Fibra ITU G.652-D

### 1.- Atenuación

1260 a 1625	@ 1310	@1383 nm	@ 1550 nm
0,40 dB/km	0,345 dB/km	0,345 dB/km	0,215 dB/km

Nota: los valores anteriores son optimizados por ARSAT y superan a los indicados por ITU-T G-652 D. Son mandatorios.

### 2.- Dispersión cromática

<b>Longitud de onda de dispersión nula</b>	min 1300 nm max 1324 nm
<b>Pendiente de dispersión @ 1310 nm</b>	<= 0,092 ps/nm <sup>2</sup> .km
<b>Valor de dispersión cromática</b>	
<b>@ 1285 nm a 1330 nm</b>	<= 3,20 ps/nm.km
<b>@ 1550 nm</b>	<= 17,00 ps/nm.km
<b>@ 1625 nm</b>	<= 23,00 ps/nm.km

### 3.- Longitud de onda de corte

Fibra con revestimiento primario	$\leq 1280$ nm
Fibra cableada	$\leq 1260$ nm

### 4.- Diámetro modal

@ 1310 nm	9,10 + - 0,40 $\mu$ m
@ 1550 nm	10,40 +/- 0,80 $\mu$ m

### 5.- PMD

Para FO sin cablear. Máximo	0,070 ps/(Km) <sup>1/2</sup>
Para FO cableadas. Máximo	0,110 ps/(km) <sup>1/2</sup>

Error de concentricidad del campo modal  $< 0,6 \mu$ m.

### 6.- Características Mecánicas.

- **Diámetro del revestimiento:** 125  $\mu$ m +/- 1  $\mu$ m.
- **Error de circularidad del revestimiento:**  $< 1\%$ .
- **Diámetro del recubrimiento primario:** será 250  $\mu$ m, donde no debe exceder de 15  $\mu$ m.
- **Concentricidad del recubrimiento:** la relación entre el espesor mínimo y máximo del recubrimiento, deberá ser superior o igual a 0,70.
- **Rango de temperatura de operación:** será de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ , sin que resulten afectadas las características ópticas y mecánicas de las mismas
- **Variación de Atenuación máxima:** +/- 0,050 dB

Parámetro	Valor a cumplir	Norma bajo la cual se debe ejecutar la prueba
<b>Resistencia a la tracción</b>		<b>IEC-60794-1-2-E1</b>
-Previo a la instalación	2700 N	
-En condiciones de servicio	1200 N	
<b>Resistencia a la compresión</b>		<b>IEC-794-1-2-E3</b>
Cable dieléctrico	2300 N / 100 mm / 1 min	
<b>Resistencia al impacto</b>	20 N, 25 impactos, R = 150 mm, 3 ciclos	<b>IEC-794-1-2-E4</b>
<b>Resistencia a la torsión</b>	100 N, +/- 180°, 10 ciclos, L = 1 m	<b>IEC-794-1-2-E7</b>
<b>Resistencia a la curvatura cíclica</b>	R = 20 x D, 100 N, +/- 90°, 25 ciclos	<b>IEC-794-1-2-E6</b>
<b>Radio de curvatura mínimo</b>		<b>IEC-794-1-2-E11</b>
Previo a la instalación	R = 20 x D, 5 vueltas, 3 ciclos	
En condiciones de servicio	R = 10 x D, 5 vueltas, 3 ciclos	

Resistencia de la cubierta		
MDPE original	1600 psi; 11 Mpa	
MDPE envejecida	1200 psi; 8,3 Mpa	
Elongación de la cubierta		
MDPE original	400 %	
MDPE envejecida	375 %	
<b>Contracción de la cubierta</b>	< 5%	<b>EIA RS-455-86</b>
<b>Adhesión de la cubierta</b>	1,4 N/mm de circunferencia	
<b>Rigidez dieléctrica de la cubierta</b>	10KV / 50Hz durante 0,1 seg 6KVcc durante 2 minutos	

## 7.- Características Ambientales

- Variación de Atenuación máxima: +/- 0,050 dB

Parámetro	Valor a cumplir	Norma bajo la cual se debe ejecutar la prueba
Temperatura de operación	-40°C a +70°C	<b>IEC-794-1-F1 Y EIA RS-455-3A</b>
Envejecimiento térmico	120 hs @ 85°C +/- 2°C + 2 ciclos térmicos a temp de operación.	
Persistencia del color	120 hs @ 85°C +/- 2°C + 2 ciclos térmicos a temp de operación	
Estanqueidad al agua	24 hs @ presión col. de agua: 1m temp: 20°C +/- 5°C	<b>IEC-794-1-F5 Y EIA RS-455-82A</b>
Escurrecimiento del compuesto de relleno	24 h @ 65°C	
Compatibilidad de los materiales del núcleo	30 días @ temp: 85°C +/- 2°C humedad: 85% +/- 5%	
Resistencia al resquebrajamiento	> 500 hs (Ingepal CO-630 al 10%)	<b>ASTM D 1693-70/80 CONDICION B</b>

## 8.- Ensayos de las Fibras Ópticas

La determinación de los parámetros ópticos y geométricos de las fibras ópticas, se realizarán siguiendo las indicaciones de las normas EIA RS-455

Los mecánicos y ambientales se basaran en las normas IEC 793 o EIA RS-455

Las condiciones de ensayo serán las establecidas como condiciones atmosféricas estándar: 23°C +/- 5°C y 20 a 70% Humedad Relativa.

## 9.- Ensayos de las características de transmisión

Las medidas deberán realizarse en 1310 nm, y 1550 nm para fibra óptica G 652 D (LWP).

## 10.- Atenuación

La medición de atenuación deberá realizarse al 100% y el procedimiento a seguir es el correspondiente a la norma EIA-455-78 ó EIA-455-61.

### Uniformidad de atenuación

La uniformidad de atenuación deberá verificarse al 100% y mediante el procedimiento descrito en la norma EIA-455-59.

## 11.- Atenuación debido a macrocurvaturas

La medición se efectuará siguiendo el procedimiento descrito en la norma EIA-455-62.

## 12.- Longitud de onda de corte de la fibra cableada

El procedimiento y esquema de medición será acorde a la técnica de la potencia transmitida, correspondiente a norma EIA-455-170.

## 13.- Diámetro modal

El procedimiento de medición será el descrito por norma EIA-455-164 ó EIA-455-167.

## 14.- Coeficiente y pendiente de dispersión cromática

El procedimiento de medición será el descrito en la norma EIA-455-175.

## 15.- PMD

La medición del PMD se realizará de acuerdo al procedimiento de las normas EIA-455-113, EIA-455-122 ó EIA-455-124.

## 16.- Ensayos de las características geométricas

Se adopta la técnica de imagen del campo próximo transmitido.

## 17.- Resistencia a la remoción del recubrimiento

Las mediciones se efectuarán según la metodología propuesta por la norma EIA RS-455-178.

## 18.- Prueba de tracción

La prueba se realizará según los procedimientos EIA RS-455-31A e IEC 793-1-D1.

## 19.- Dependencia de la atenuación con la temperatura

Las fibras se comprobarán de acuerdo con EIA-455-52.

## 20.- Ciclos térmicos y de humedad

Las fibras se comprobarán de acuerdo con las normas EIA-455-73 e IEC 793-1-D1.

## 21.- Inmersión en agua

Las fibras se comprobarán de acuerdo con la norma EIA-455-75.

## 22.- Envejecimiento térmico

Las fibras se comprobarán de acuerdo con la norma EIA-455-70.

## 23.- Longitud de Cable por Carrete

Los largos nominales de las bobinas de cables serán de: 4060 m de promedio +/- 30 m con su extremo interno de 5,00 m +/- 0,50 m, en carrete con caracol interno.

**Importante:** la presente especificación cubre el diseño de cable de FO para:

- ser instalado en ducto en la Planta Externa
- ser instalado en la Planta Interna al que se le deberá modificar la composición de la cubierta que deberá ser ignífuga con mínima emisión de halógenos. Se instalará en el ingreso al edificio y la transición del cable de Planta externa a planta interna será mediante una caja de empalme en cámara frente edificio

(cámara cero) o en ubicación próxima al mismo, asegurando que el recorrido del cable en el interior sea solo de cable de fibra óptica ignífugo.

## 24.- Marcaciones

Los cables deberán ser provistos con la identificación, N° de bobina y marcas de longitud que se indican a continuación, las que se efectuarán en relieve o grabadas en forma bien legible a lo largo de la superficie exterior de su cubierta y a intervalos de 1 m, a los fines de la trazabilidad de cada metro de cable, de cada bobina.

- AR-SAT SA REFEFO**
- Nombre del fabricante.**
- Código del fabricante.**
- Cable Dieléctrico para instalación en ducto.**
- Cantidad y tipo de fibras ópticas G- 652 "D" bajo pico de agua**
- N° de bobina.**
- Marcación secuencial.**
- Mes - Año de fabricación. (MM-AAAA)**

**25.- Identificación de las Fibras Ópticas y de los Tubos Buffer:** se hará en base al código de colores de la tabla siguiente, de acuerdo con la norma EIA/TIA-598-A.

Código de colores ARSAT para identificar cables de FO:

Nro. de FO	Color de pelo de FO y color de tubo buffer
1	Azul
2	Naranja
3	Verde
4	Marrón
5	Gris
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa
12	Celeste

## 26.- Pruebas de control de calidad para cable de FO ARSAT (Según IRAM15)

- Todos los Ensayos deberán ser realizados en Laboratorio Local del Fabricante, según Norma IRAM 15, AQL = 0,4 %.
- En caso que El Fabricante sea en el exterior, el costo del viaje, traslados y estadía, durante el tiempo total de Inspección, para dos Inspectores de ARSAT, será a cargo del Proveedor.

Items	Descriptions	Sample		Check List	Schedule
		Drum	Fibers		
Performance of Optical Fibers	1) Fiber Attenuation Test	at 1310nm at 1383nm at 1550nm at 1625nm	By IRAM15 (Min 32 / 500)	All	
	2) PMD per Drum (no PMDq)				
	3) Cable length measurement				
	4) Chromatic Dispersion.	at 1285~1330nm at 1550nm at 1625nm			
	5) Zero Dispersion Wavelength				
	6) Zero Dispersion Slope				
	7) Cut-off Wavelength ( $\lambda_{cc}$ )				
	8) Mode Field Diameter	at 1310nm at 1550nm			1
	9) Mode Field Concentricity Error				
	10) Cladding Diameter				
	11) Cladding Non-circularity				
	12) Compatibility and Interoperability	at 1310nm at 1550nm PMD			2
Construction of the cable	1) Number of Fibers		5	-	
	2) No. of Fibers per Tube			-	
	3) Loose Buffer Tube			-	
	4) Filling compound in Loose buffer tube			-	
	5) Filler			-	
	6) Central strength member			-	
	7) Water Blocking Material			-	
	8) Core Wrapping Tape			-	
	9) Outer Strength Member			-	
	10) Rip cord 's			-	
	11) Outer Jacket	Material Thickness		-	
	12) Overall Diameter measurement			-	
The Mechanical and Environmental Performance of the cable	1) Tensile Performance	Attenuation Fiber strain	1. (Variac. At máx: +/- 0,050 dB)	3 x tube	
	2) Crush Resistance				
	3) Impact Resistance				
	4) Repeated Bending				
	5) Torsion				
	6) Water penetration		All	-	
	7) Temperature cycling Test				
	8) Attenuation at stabilized temp	-40°C +70°C	1	All	
	9) PMD at stabilized temp	-40°C +70°C			