

<b>CLIENTE</b>	OPTRONICS S.A DE C.V.
<b>DIRECCIÓN</b>	Parque Tecnológico Innovación Querétaro Lateral de la Carretera Estatal 431, km 2.2. Interior 28 El Marqués, Qro. C.P. 76246


**ELEMENTO BAJO PRUEBA: CONECTOR MECÁNICO SC/APC MONOMODO**

MARCA	MODELO	NÚMERO DE LOTES	MUESTRAS POR LOTE
OPTRONICS	OPCOMESCAMULUVE	1	40

**ENSAYOS REALIZADOS:**

CARACTERIZACIÓN ÓPTICA Y GEOMÉTRICA				
Ensayo	Método	Cond. Ambientales		Evaluación de la conformidad
		Temp.	H.R.	
Geometría de conectores (GR)	Telcordia GR-326-CORE, 4.4.5 Geometry Requirements	i=21.3°C f=21.5°C	i=52 % f=54 %	CONFORME
Perdidas por Inserción ( IL )	IEC 61300-3-4, Fibre optic interconnecting devices and passive components – Attenuation”, method (A) Insertion loss.	i=21.8°C f=21.5°C	i= 46 % f= 48 %	CONFORME
Pérdidas de Retorno ( ORL )	“IEC 61300-3-6 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Return loss method 1 OCWR.	i=21.7 °C f=21.8°C	i=47 % f=46 %	CONFORME
ENSAYOS MECÁNICOS				
Prueba de Flexión	Telcordia GR-326-CORE, 4.4.3.2 Flex test	i=21.5 °C f=21.7°C	i=49% f=48%	CONFORME
Prueba de Torsión	Telcordia GR-326-CORE, 4.4.3.3 Twist test.	i=21.9 °C f=21.7°C	i=55% f=56%	CONFORME
Prueba de Transmisión con carga aplicada	Telcordia GR-326-CORE, 4.4.3.3 Transmission With Applied Tensile Load test.	i=21.3 °C f=21.2°C	i=53% f=51%	CONFORME
ENSAYOS AMBIENTALES				
Prueba de envejecimiento	Telcordia GR-326-CORE, 4.4.2.2, Thermal Cycle Test	i=22.1 °C f=21.9 °C	i=43% f=45%	CONFORME

## NORMAS APLICADAS

<i>TELCORDIA GR- 326 CORE</i>	<i>Generic Requirements for Singlemode Optical Connectors and Jumper Assemblies</i>
<i>TELCORDIA GR-1081 CORE</i>	<i>Generic Requirements for Field-Mountable Optical Fiber Connectors</i>
<i>IEC 61300-3-4</i>	<i>Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 3-4: Examinations and measurements – Attenuation, method (A) insertion loss</i>
<i>IEC 61300-3-6</i>	<i>Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss”, método 1 OCWR.</i>

<b>LUGAR DE MEDICIÓN</b>	<b>FIBERLAB S. DE R.L. DE C.V.</b> Laboratorio de pruebas Lateral de la Carretera Estatal 431, km 2+200 Parque Tecnológico Innovación Querétaro El Marqués, Qro. C.P. 76246
--------------------------	---

Fecha de medición: 23 de Octubre al 17 de Noviembre de 2020

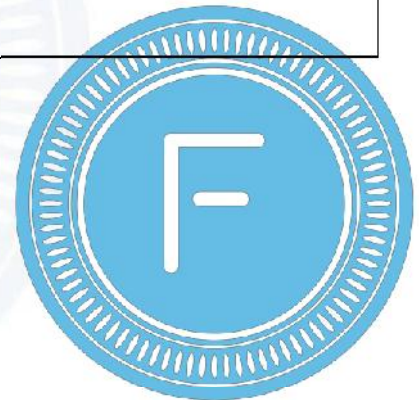
Fecha de emisión: 19 de Noviembre de 2020



REALIZÓ PRUEBAS  
ING. JESSICA SÁNCHEZ



AUTORIZÓ  
DR. JUAN CARLOS BERMÚDEZ



## 1. CARACTERIZACIÓN GEOMETRÍA DE CONECTORES

### 1.1. Geometría para conectores no angulados (UPC)

De acuerdo a la recomendación “*Telcordia GR-326-CORE, 4.4.5 Geometry Requirements*”, existen tres parámetros geométricos que definen la calidad de la cara frontal de un conector UPC, figura 1.

- I. Radio de curvatura de la cara frontal de la férula (R)
- II. Altura de la fibra: es la posición de la fibra con respecto a la superficie de la férula.
- III. Desfasamiento del vértice: (Apex offset) es la distancia desde el centro del eje óptico (núcleo de la fibra) al punto más alto de la cara de la férula.

Estos parámetros geométricos deberán de mantenerse dentro de las recomendaciones de la GR-326-CORE para asegurar un buen contacto físico en una conexión de dos conectores del mismo tipo.

Un mal contacto físico lleva a un aumento de las pérdidas y la reflectancia de una conexión.

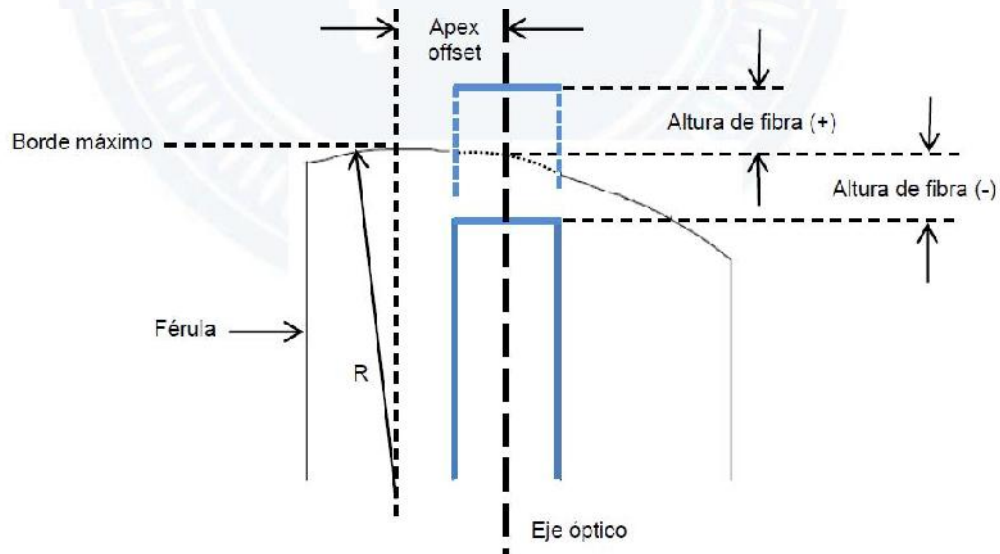


Figura 1. Principales parámetros geométricos de un conector para fibra óptica (UPC).  
 “*Telcordia GR-326-CORE, 4.4.5 Geometry Requirements*”

## 1.2. Geometría para conectores con pulido angulado (APC).

Para conectores angulados (APC) con un ángulo de pulido de 8° (APC, figura 2), se consideran como parámetros críticos:

- I. Radio de curvatura (R)
- II. Altura de fibra
- III. Desfasamiento de la cúpula (Dome Offset)

El desfasamiento de la cúpula (Dome offset) se define como la distancia entre el centro de la férula y el vértice del pulido esférico con respecto al ángulo del plano de referencia. Esta dimensión se mide en ambas posiciones extremas cuando la férula se gira hacia la derecha y hacia la izquierda.

La relación entre el desfasamiento de la cúpula y el error de ángulo se define mediante la ecuación (1).

$$\text{Dome offset} = R \cdot \sin(\alpha) \quad (1)$$

Dónde: R es el radio de curvatura  
 $\alpha$  es el error de ángulo medido en grados.

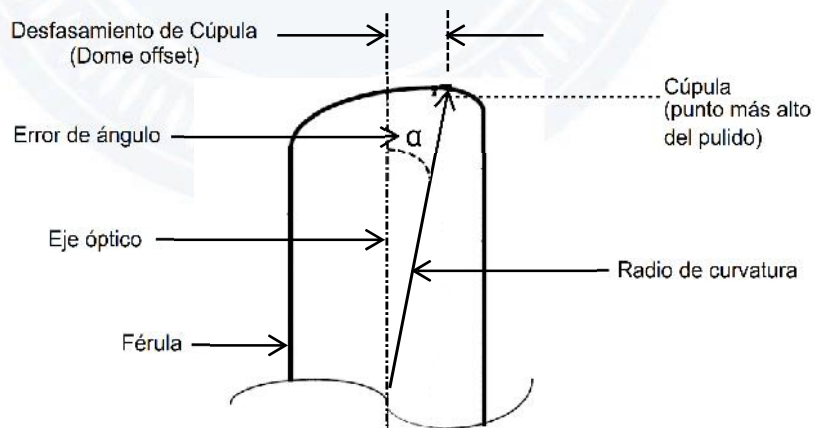


Figura 2. Principales parámetros geométricos de un conector para fibra óptica (APC).  
 “Telcordia GR-326-CORE, 4.4.5 Geometry Requirements”

### 1.3. Método de medición de los parámetros geométricos.

Se realizaron tres mediciones directas de cada conector de un lote de 40 conectores por interferometría óptica mediante un interferómetro Michelson, de acuerdo a la norma *TELCORDIA GR-326-CORE 4.4.5 – Geometry Requirements*

*Se reporta el promedio de las mediciones como el mejor estimado y la dispersión de los valores como dos veces la desviación estándar ( $2\sigma$ )*

### 1.4. Resultados de la interferometría óptica

Se evaluó la geometría de los conectores mecánicos bajo ensayo por comparación contra los parámetros de la tabla 1, *TELCORDIA GR-326-CORE 4.4.5 – Geometry Requirements*

Parámetro	Mínimo	Máximo	Unidad
Radio de curvatura	5.00	12.00	mm
Altura de fibra (ajuste esférico)	-112.3	100.0	nm
Desfasamiento del cúpula	0.00	50.00	grados
Ángulo	7.7	8.3	grados
Rugosidad de la fibra (Rq)	0	50	nm
Rugosidad de la fibra (Ra)	0	50	nm
Rugosidad de la férula (Rq)	0	50	nm
Rugosidad de la férula (Ra)	0	50	nm
Diámetro	123.0	135.0	$\mu\text{m}$

Tabla 1. Criterios de conformidad de la geometría de los conectores expresados en la norma internacional “*TELCORDIA GR-326-CORE 4.4.5 – Geometry Requirements*”

La tabla 2 presenta los resultados de la caracterización geometría de los conectores

La regla de decisión de conformidad se basó en el establecimiento de una zona de seguridad que garantice un error de decisión  $\leq 2.3\%$ , establecido en la guía “*ASME B89.7.3.1:2001 “Guidelines for decision Rules: Considering Measurement Uncertainty in Determining Conformance to Specifications”*”.

INTERFEROMETRÍA	Unidad	Promedio	2σ	% falla	Evaluación
Radio de curvatura	mm	7.34	± 1.97	0.0	CONFORME
Altura de fibra (ajuste esférico)	nm	-11.55	± 33.15	0.0	CONFORME
Desfasamiento de cúpula (APEX)	μm	24.04	± 18.84	2.5	CONFORME
Ángulo de pulido	deg	7.89	± 0.28	2.5	CONFORME
Rugosidad de la fibra (Rq)	(nm)	4.47	± 6.59	0.0	CONFORME
Rugosidad de la fibra (Ra)	(nm)	3.48	± 2.58	0.0	CONFORME
Rugosidad de la férula (Rq)	(nm)	7.00	± 4.06	0.0	CONFORME
Rugosidad de la férula (Ra)	(nm)	5.75	± 2.66	0.0	CONFORME
Diámetro	(μm)	127.24	± 0.34	0.0	CONFORME

Tabla 2. Resultados de la caracterización geométrica de los conectores bajo ensayo

## 2. PÉRDIDAS POR INSERCIÓN Y PÉRDIDAS DE RETORNO

### 2.1. Pérdidas por inserción (IL). Definición

La pérdida óptica por inserción (IL) se define como la pérdida de la potencia óptica al insertar un dispositivo en un sistema óptico, ecuación (2)

$$IL(dB) = 10 * \log_{10} \left[ \frac{P_E}{P_S} \right] \quad (2)$$

Dónde: IL Pérdida por inserción del elemento bajo prueba  
 P<sub>E</sub> Potencia óptica de entrada al elemento bajo prueba  
 P<sub>S</sub> Potencia óptica de salida del elemento bajo prueba

### 2.2. Pérdidas por Inserción (IL). Método de medición

La pérdida por inserción se determinó por medición directa mediante un "Reflectómetro Óptico de Onda Continua" (OCWR) de acuerdo a la norma internacional "IEC 61300-3-4, Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 3-4: Examinations and measurements – Attenuation", método (A) inserción.

### 2.3. Pérdidas de Retorno (ORL). Definición

Es la razón de la potencia óptica reflejada en dirección de la fuente por un frente de Fresnel (tal como un conector pulido), a la potencia de entrada en la fibra expresada en dB, ecuación [3].

$$ORL(dB) = 10 * \log_{10} \left[ \frac{P_S}{P_E} \right] \quad (3)$$

Dónde: ORL Pérdida óptica de retorno del dispositivo bajo prueba  
 $P_E$  Potencia óptica de entrada al dispositivo bajo prueba  
 $P_S$  Potencia óptica de salida del dispositivo bajo prueba

## 2.4. Pérdidas de Retorno (ORL). Método de medición

La pérdida óptica de retorno (ORL) se determinó por medición directa mediante un “Reflectómetro Óptico de Onda Continua” (OCWR) de referencia acuerdo a la norma internacional “IEC 61300-3-6 Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss”, método 1 OCWR.

Se realizaron 3 mediciones para cada conector de un lote de 40 conectores en cada uno de los mensurandos (IL, ORL) en las longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm.

## 2.5. Resultados de la Pérdida por Inserción (IL) y la Pérdida de Retorno (ORL)

Las tablas 3a y 3b presentan los resultados de las pérdidas por Inserción (IL) y las pérdidas de retorno (ORL) respectivamente.

La evaluación de la conformidad se realizó contra los valores de la tabla 4, expresados en la norma internacional “TELCORDIA GR-1081 CORE Generic Requirements for Field-Mountable Optical Fiber Connectors”

	1 310 nm	1 550 nm
Pérdidas por Inserción (IL)	≤ 0.5 dB	≤ 0.5 dB
Pérdidas de Retorno (ORL)	≥ 55 dB	≥ 55 dB

Tabla 4. Criterios de conformidad de I.L. y O.R.L. de acuerdo a Telcordia GR-1081 CORE

La regla de decisión de conformidad se basó en el establecimiento de una zona de seguridad que garantice un error de decisión  $\leq 2.3\%$ , establecido en la guía "ASME B89.7.3.1:2001 *Guidelines for decision Rules: Considering Measurement Uncertainty in Determining Conformance to Specifications*".

Longitud de Onda	Unidad	I.L.	$2\sigma$	% falla	Evaluación
1310 nm	dB	-0.26	$\pm 0.27$	5.0	CONFORME
1550 nm	dB	-0.25	$\pm 0.28$	2.5	CONFORME

Tabla 3a. Resultados de la caracterización de las Pérdidas por Inserción (IL)

Longitud de Onda	Unidad	O.R.L.	$2\sigma$	% falla	Evaluación
1310 nm	dB	58.59	$\pm 4.24$	2.5	CONFORME
1550 nm	dB	57.18	$\pm 5.47$	5.0	CONFORME

Tabla 3b. Resultados de la caracterización de las Pérdidas de Retorno (ORL)



## **ENSAYOS MECÁNICOS**

### 3. ENSAYO DE FLEXIÓN

#### 3.1. Método de prueba

El conector fue ensamblado en un cable DROP figura 8, marca Optronics modelo OPCFOIE29DR801ZE, G.657 A2, de acuerdo al manual de ensamble del fabricante.

Posteriormente fue sometido una serie de ciclos de flexión mientras soporta una carga en peso muerto. Figura 3. Este método de ensayo se encuentra descrito en la recomendación "Telcordia GR-326-CORE, 4.4.3.2 Flex test.

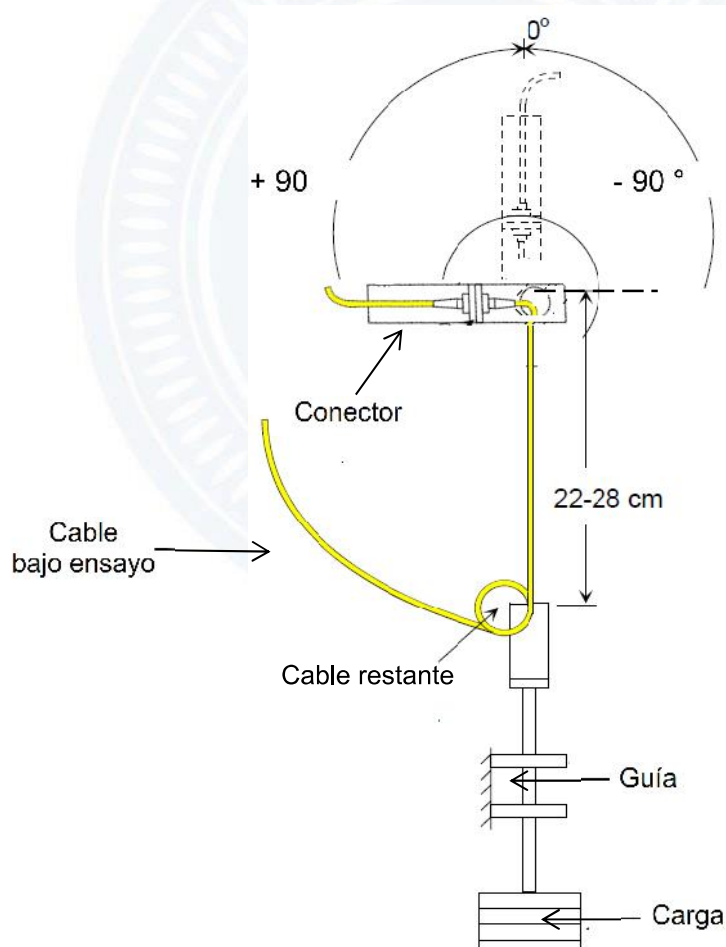


Figura 3. Configuración del ensayo de flexión.

Los parámetros (valores) del ensayo aplicados están de acuerdo a la recomendación “Telcordia GR-1081-CORE Generic Requirements for Field-Mountable Optical Fiber Connectors, Issue 2, October 2010, tabla 6.

Ángulo de flexión	± 90 °
Número de ciclos	100
Carga aplicada	0.9 kgf
Número de muestras	10

Tabla 6. Configuración de los parámetros del ensayo de flexión.

### 3.2. Resultados del ensayo de flexión.

Las tablas 7a y 7b muestran los resultados del ensayo de flexión y la evaluación de la conformidad.

Pérdidas por Inserción I.L.	(dB)		Evaluación
	1310	1550	
Pérdida por Inserción promedio antes del ensayo.	0.23	0.25	<b>CONFORME</b>
Pérdida por Inserción promedio después del ensayo.	0.25	0.26	
Cambio de atenuación al final del ensayo.	0.02	0.01	

Tabla 7a Evaluación del cambio de I.L. en el ensayo de flexión

Pérdidas de Retorno O.R.L.	(dB)		Evaluación
	1310	1550	
O.R.L. promedio antes del ensayo.	58.38	57.40	<b>CONFORME</b>
O.R.L. promedio después del ensayo.	57.50	57.05	
Cambio de O.R.L. al final del ensayo	-0.88	-0.35	

Tabla 7b Evaluación del cambio de O.R.L. en el ensayo de flexión



Vueltas en sentido del reloj	1.5
Vueltas en sentido del opuesto al reloj	1.5
Carga aplicada	0.75 kgf
Número de ciclos	10
Número de muestras	10

Tabla 8. Configuración de los parámetros del ensayo de torsión.

#### 4.2. Resultados del ensayo de torsión.

Las tablas 9a y 9b muestran los resultados del ensayo de flexión y la evaluación de la conformidad.

Pérdidas por Inserción I.L.	(dB)		Evaluación
	1310	1550	
I.L. promedio antes del ensayo.	0.21	0.23	<b>CONFORME</b>
I.L. promedio después del ensayo.	0.29	0.30	
Cambio de I.L. al final del ensayo.	0.08	0.07	

Tabla 9a Evaluación del cambio de I.L. en el ensayo de torsión

Pérdidas de Retorno O.R.L.	(dB)		Evaluación
	1310	1550	
O.R.L. promedio antes del ensayo.	56.70	56.73	<b>CONFORME</b>
O.R.L. promedio después del ensayo.	56.40	56.61	
Cambio de O.R.L. al final del ensayo	-0.30	-0.12	

Tabla 9b Evaluación del cambio de O.R.L. en el ensayo de torsión

## 5. TRANSMISIÓN CON CARGA APLICADA

### 5.1. Metodología de prueba

El conector fue ensamblado en un cable DROP figura 8, marca Optronics modelo OPCFOIE29DR801ZE, G.657 A2, de acuerdo al manual de ensamble del fabricante.

Posteriormente fue sometido una carga de peso muerto en dos ángulos de 0 ° y 90 °. Figura 5. Este método de ensayo se encuentra descrito en la recomendación "Telcordia GR-326-CORE, 4.4.3.3 Transmission With Applied Tensile Load test.

Los parámetros (valores) del ensayo aplicados están de acuerdo a la recomendación "Telcordia GR-1081-CORE Generic Requirements for Field-Mountable Optical Fiber Connectors, Issue 2, October 2010, tabla 10.

Ángulo	0°, 90°
Carga	0.4 kgf
Tiempo	20 s

Tabla 10. Parámetros de prueba del ensayo de transmisión con carga aplicada

### 5.2. Resultados del ensayo de transmisión con carga aplicada.

Las tablas 11a y 11b muestran los resultados del ensayo de flexión y la evaluación de la conformidad.

Pérdidas por Inserción I.L. (dB)	0 °		90 °		Evaluación
	1310	1550	1310	1550	
I.L. promedio antes del ensayo.	0.26	0.25	0.24	0.25	CONFORME
I.L. promedio después del ensayo.	0.26	0.25	0.24	0.25	
Cambio de I.L. al final del ensayo.	0.00	0.00	0.00	0.00	

Tabla 11a Evaluación del cambio de I.L. en el ensayo de transmisión con carga aplicada

Pérdidas de Retorno O.R.L. (dB)	0 °		90 °		Evaluación
	1310	1550	1310	1550	
ORL promedio antes del ensayo.	56.8	56.7	55.3	55.4	CONFORME
ORL promedio después del ensayo.	56.8	56.7	55.2	55.4	
Cambio de ORL al final del ensayo.	0.00	0.00	-0.10	0.00	

Tabla 11b Evaluación del cambio de O.R.L. en el ensayo de transmisión con carga aplicada

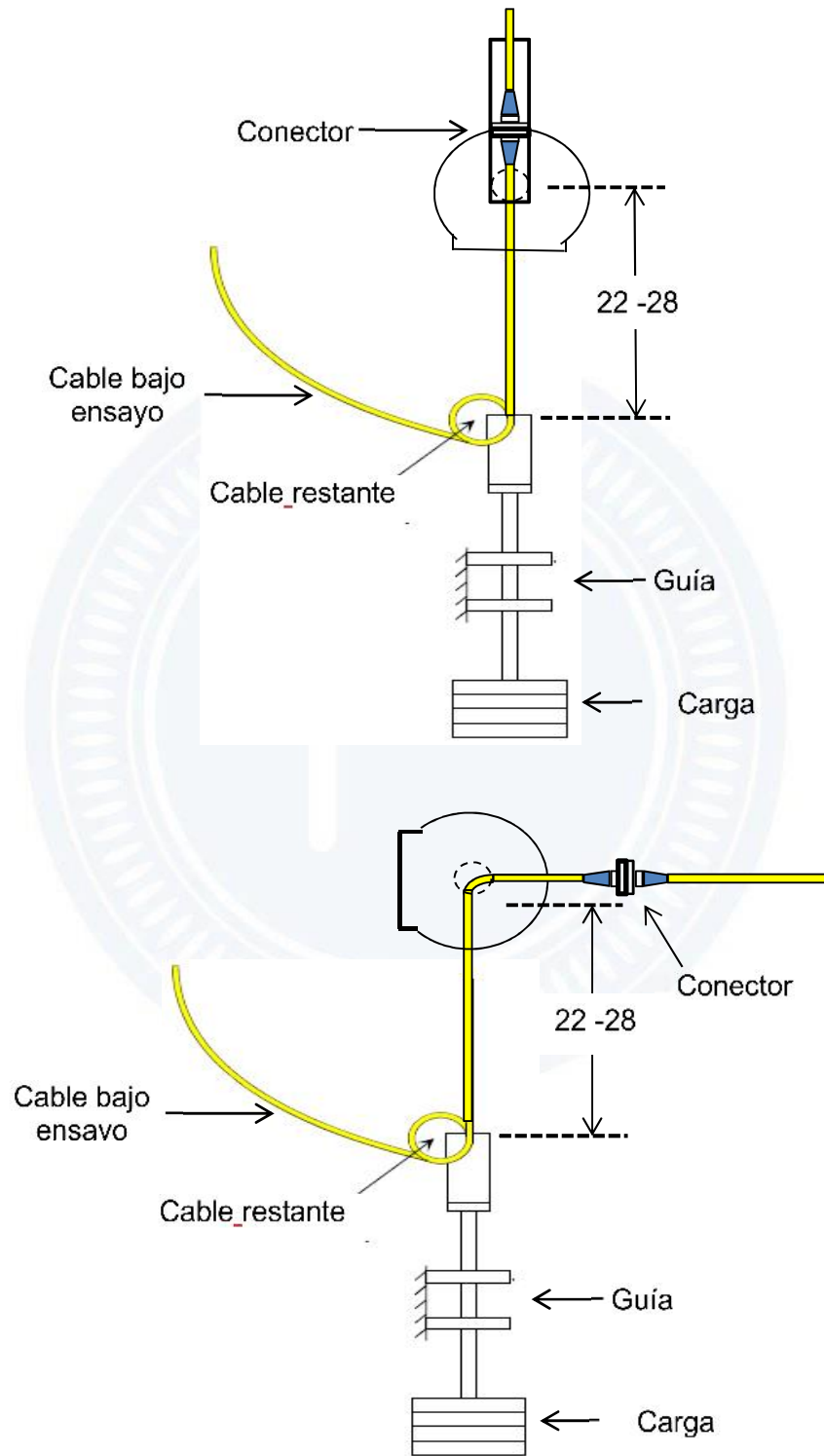


Figura 5. Transmisión con carga aplicada a 0° y 90 °

## 6. CICLADO TÉRMICO

### 6.1. Metodología de prueba

El conector fue ensamblado en un cable DROP figura 8, marca Optronics modelo OPCFOIE29DR801ZE, G.657 A2, de acuerdo al manual de ensamble del fabricante.

Posteriormente fue sometido un proceso de ciclos térmico mediante una cámara térmica Figura 6. Este método de ensayo se encuentra descrito en la recomendación "Telcordia GR-326-CORE, 4.4.2.2, Thermal Cycle Test.



Figura 6. Cámara de envejecimiento térmico, *Laboratorio de Pruebas Ambientales, FIERLAB S. DE R.L. DE C.V.*

El ciclo de térmico (-40 °C a +75 °C) se llevó a cabo de acuerdo a la figura 7.

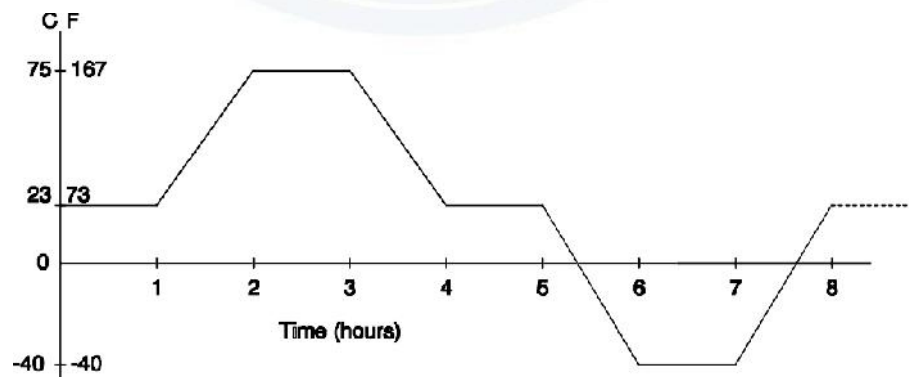


Figura 7. Secuencia de ciclado térmico

## 6.2 Resultados del ensayo de ciclado térmico.

La tabla 12 muestra los cambios de IL y ORL máximos permitidos para conectores mecánicos APC de acuerdo a la recomendación “*TELCORDIA GR-1081 CORE Generic Requirements for Field-Mountable Optical Fiber Connectors*”

Aumento de IL	0.40 dB
Aumento de ORL	5.00 dB

Tabla 12. Incrementos máximos de IL y ORL después de la prueba de ciclos térmicos de acuerdo a las recomendaciones TELCORDIA GR-326 CORE y TELCORDIA GR-1081 CORE

Las tablas 13a y 13b muestran los resultados del ensayo de ciclado térmico.

Pérdidas por Inserción I.L.	(dB)		Evaluación
	1310	1550	
I.L. promedio antes del ensayo.	0.25	0.24	<b>CONFORME</b>
I.L. promedio después del ensayo.	0.46	0.61	
Cambio de I.L. al final del ensayo.	<b>0.21</b>	<b>0.37</b>	

Tabla 13a Evaluación del cambio de I.L. en el ensayo de ciclado térmico

Pérdidas de Retorno O.R.L.	(dB)		Evaluación
	1310	1550	
O.R.L. promedio antes del ensayo.	57.9	56.8	<b>CONFORME</b>
O.R.L. promedio después del ensayo.	54.9	53.2	
Cambio de O.R.L. al final del ensayo	<b>3.0</b>	<b>3.6</b>	

Tabla 13b Evaluación del cambio de O.R.L. en el ensayo ciclado térmico



## 7. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La regla de decisión de conformidad se basó en el establecimiento de una zona de seguridad que garantice un error de decisión  $\leq 2.3\%$ , establecido en la guía "ASME B89.7.3.1:2001 *Guidelines for decision Rules: Considering Measurement Uncertainty in Determining Conformance to Specifications*".

## 8. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES

Las mediciones son trazables al Watt óptico (W), al metro (m) y al Newton (N), unidades de base y derivadas del Sistema Internacional (S.I.) a través de los Patrones Nacionales de flujo radiante (CNM-PNF-12), longitud (CNM-PNM-2) y fuerza (CNM-PNM-11), mantenidos por el Centro Nacional de Metrología, (CENAM).

