

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>CLIENTE</b>   | OPTRONICS S.A DE C.V.   |
| <b>DIRECCIÓN</b> | Lateral de la Carretera Estatal 431, km 2+200<br>Parque Tecnológico Innovación Querétaro<br>El Marqués, Qro. C.P. 76246 |

**ELEMENTO BAJO ENSAYO: JUMPER DE FIBRA ÓPTICA**

| MARCA     | MODELO      | NÚMERO DE LOTES | MUESTRAS POR LOTE |
|-----------|-------------|-----------------|-------------------|
| OPTRONICS | D69572 (6m) | 1               | 6                 |

**ENSAYOS REALIZADOS**

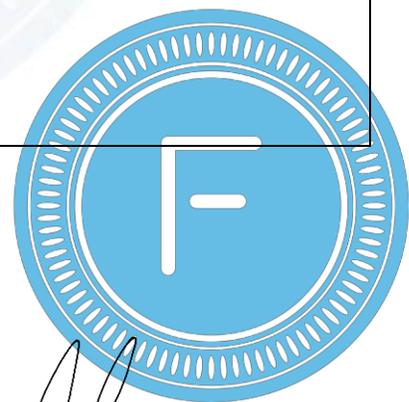
| Prueba                      | Método de medición                                   | Cond. Ambientales     |                    | Conformidad |
|-----------------------------|--|-----------------------|--------------------|-------------|
|                             |  | Temp.                 | H.R.               |             |
| Pérdidas por Inserción (IL) | IEC61300-3-4 Método (A)<br>Pérdidas por Inserción    | i=21.8 °C<br>f=21.5°C | i= 46 %<br>f= 48 % | Conforme    |
| Pérdidas de Retorno (ORL)   | IEC 61300-3-6 Método 1<br>OCWR                       | i=21.7 °C<br>f=21.8°C | i=47 %<br>f=45 %   | Conforme    |
| Interferometría de conector | Telcordia GR-326-CORE<br>4.4.5 Geometry Requirements | i=21.7 °C<br>f=21.8°C | i=47 %<br>f=45 %   | Conforme    |
| Ciclado térmico             | IEC 60794-1-22 Método F1<br>Ciclado Térmico          | i=21.3 °C<br>f=21.5°C | i=51%<br>f=55 %    | Conforme    |

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

Fecha de emisión: 12 de Agosto de 2019

Fecha de medición: 5 al 9 de Agosto de 2019




 AUTORIZÓ  
 DR. JUAN CARLOS BERMUDEZ



 REALIZÓ PRUEBAS  
 ING. JESSICA SÁNCHEZ

## 1. RESUMEN GENERAL

Las tablas A y B presentan el resumen general los parámetros ópticos y geométricos de los jumpers bajo ensayo antes y después del ensayo de ciclado térmico respectivamente.

| Parámetros                       |          |
|----------------------------------|----------|
| Interferometría del conector     | CONFORME |
| Pérdidas por inserción (IL)      | CONFORME |
| Pérdidas de retorno (ORL)        | CONFORME |
| Integridad física de la cubierta | CONFORME |

Tabla A. Evaluación de los parámetros ópticos y geométricos de los jumpers bajo prueba antes del ensayo de ciclado térmico. El ensayo tiene una confiabilidad estadística de al menos el 95 %

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Interferometría del conector     | CONFORME |
| Pérdidas por inserción (IL)      | CONFORME |
| Pérdidas de retorno (ORL)        | CONFORME |
| Integridad física de la cubierta | CONFORME |

Tabla B. Evaluación de los parámetros ópticos y geométricos de los jumpers bajo prueba después del ensayo de ciclado térmico. El ensayo tiene una confiabilidad estadística de al menos el 95 %.

## 2. MUESTRA

La muestra constó de 1 lote de 6 jumpers de fibra óptica de 6 m con conectores LC /UPC con la siguiente identificación.

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Marca               | OPTRONICS |
| Modelo              | D69572    |
| Conector            | LC        |
| Pulido              | UPC       |
| Número de elementos | 6         |

Tabla 1. Identificación de las muestras bajo ensayo

## 3. GEOMETRÍA DE CONECTORES

### 3.1. 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.

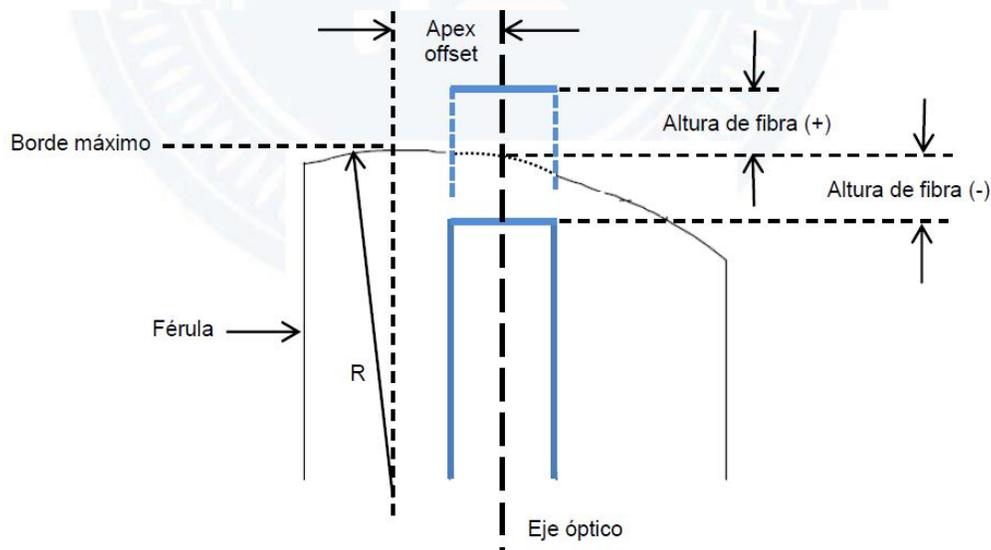


Figura 1. Principales parámetros geométricos de un conector para fibra óptica (UPC). “*Telcordia GR-326-CORE, 4.4.5 Geometry Requirements*”

## 3.2. 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).

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

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

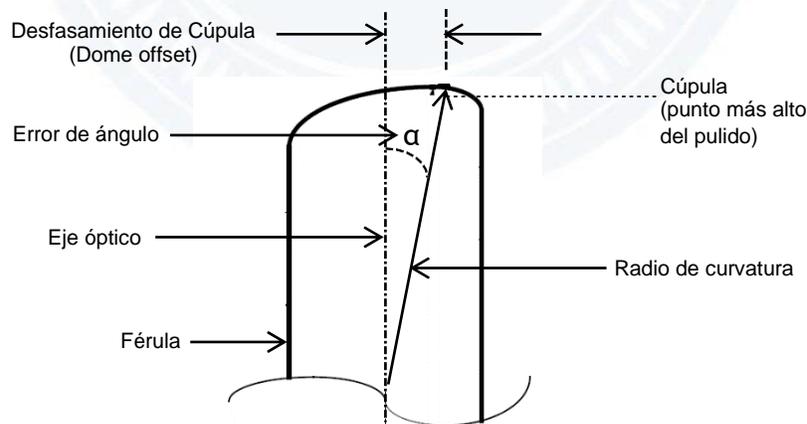


Figura 2. Principales parámetros geométricos de un conector para fibra óptica (APC). "Telcordia GR-326-CORE, 4.4.5 Geometry Requirements"

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

Se evaluó la geometría de los conectores bajo ensayo por comparación contra los parámetros de la tabla 2, (*TELCORDIA GR-326-CORE 4.4.5 – Geometry Requirements*).

Se realizaron tres mediciones de cada elemento de ambos lotes por interferometría óptica mediante un interferómetro Michelson.

| Parámetro                         | Mínimo | Máximo | Unidad |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Radio de curvatura                | 7.00   | 25.00  | mm     |
| Altura de fibra (ajuste esférico) | -125.0 | 100.0  | nm     |
| Desfasamiento de la cúpula        | 0.00   | 50.00  | μm     |
| 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  | μm     |

Tabla 2. Criterios de conformidad de la geometría de los conectores, expresados en la norma internacional “*TELCORDIA GR-326-CORE 4.4.5 – Geometry Requirements*”

### 3.4. Resultados de Interferometría

La tabla 3 presentan los resultados de la geometría de los conectores medidos por interferometría óptica.

La evaluación de la conformidad se realizó contra los valores de la tabla 2 expresados en la norma internacional “*TELCORDIA GR-326-CORE 4.4.5 – Geometry Requirements*”.

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*”.

La incertidumbre estimada corresponde a un nivel de confianza de al menos 95%.

| INTERFEROMETRÍA                   | Unidad | Promedio | Incert. | Evaluación |
|-----------------------------------|--------|----------|---------|------------|
| Radio de curvatura                | mm     | 9.12     | ± 0.394 | Conforme   |
| Altura de fibra (ajuste esférico) | nm     | -14.77   | ± 6.160 | Conforme   |
| Desfasamiento de cúpula           | µm     | 18.06    | ± 4.305 | Conforme   |
| Rugosidad de la fibra (Rq)        | (nm)   | 4.25     | ± 3.44  | Conforme   |
| Rugosidad de la fibra (Ra)        | (nm)   | 3.83     | ± 1.99  | Conforme   |
| Rugosidad de la férula (Rq)       | (nm)   | 9.00     | ± 3.32  | Conforme   |
| Rugosidad de la férula (Ra)       | (nm)   | 7.50     | ± 2.61  | Conforme   |
| Diámetro                          | (µm)   | 126.59   | ± 0.27  | Conforme   |

Tabla 3. Resultados de la geometría de los conectores después del ensayo de ciclado térmico

## 4. PÉRDIDAS POR INSERCIÓN Y PÉRDIDAS DE RETORNO

### 4.1. 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  
 $P_E$  Potencia óptica de entrada al elemento bajo prueba  
 $P_S$  Potencia óptica de salida del elemento bajo prueba

### 4.2. 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.

### 4.3. 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<sub>E</sub> Potencia óptica de entrada al dispositivo bajo prueba  
 P<sub>S</sub> Potencia óptica de salida del dispositivo bajo prueba

#### 4.4. 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 5 mediciones para cada conector en cada uno de los mensurandos (IL, ORL) en las longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm.

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

Las tablas 6 y 7 presentan los resultados de las pérdidas por Inserción (IL), las pérdidas de retorno (ORL) y la evaluación visual de integridad de la cubierta antes y después del ensayo de ciclado térmico.

La evaluación de la conformidad se realizó contra los valores especificados en la recomendación Telcordia GR326-CORE 4.4.2.1 Thermal Cycle Test

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

La incertidumbre estimada corresponde a un nivel de confianza de al menos 95%

| Antes del ciclado térmico        | 1310   | Incert. | 1550  | Incert. | Evaluación |
|----------------------------------|--------|---------|-------|---------|------------|
| Pérdidas por Inserción (dB)      | 0.05   | ±0.02   | 0.08  | ± 0.02  | Conforme   |
| Pérdidas de Retorno (dB)         | - 54.9 | ± 1.0   | -55.2 | ± 1.0   | Conforme   |
| Integridad Física de la cubierta |        |         |       |         | Conforme   |

Tabla 6. Evaluación de los parámetros ópticos, geométricos e integridad de la cubierta antes del ensayo de ciclado térmico.

|                                  |      |            |      |            |            |
|----------------------------------|------|------------|------|------------|------------|
| Después del ciclado térmico      | 1310 | Incert.    | 1550 | Incert.    | Evaluación |
| Pérdidas por Inserción (IL)      | 0.08 | $\pm 0.02$ | 0.12 | $\pm 0.02$ | Conforme   |
| Pérdidas de Retorno (ORL)        | 56.5 | $\pm 1.0$  | 56.9 | $\pm 1.0$  | Conforme   |
| Integridad Física de la cubierta |      |            |      |            | Conforme   |

Tabla 6. Evaluación de los parámetros ópticos, geométricos e integridad de la cubierta después del ensayo de ciclado térmico

## 5. CICLADO TÉRMICO

### 5.1. Método de ensayo

El ensayo de ciclado térmico se llevó a cabo de acuerdo a la norma internacional IEC 60794-1-22 método F1 –Ciclado Térmico, bajo el siguiente procedimiento. Figura 3.

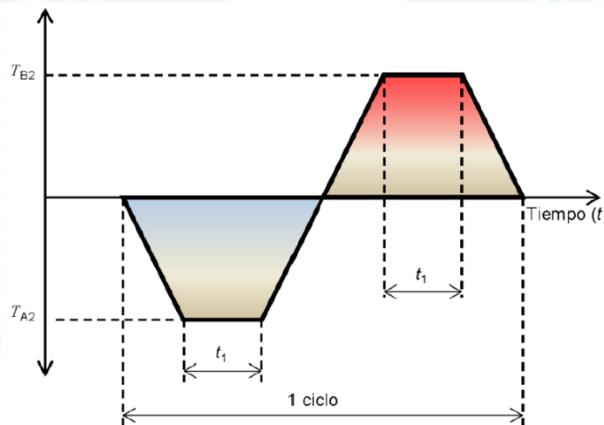


Figura 3. Ciclado térmico

1. La muestra se introduce en una cámara climática a temperatura ambiente.
2. La temperatura en la cámara se reduce a  $-40^{\circ}\text{C}$  en un tiempo de 1 hora.
3. Una vez alcanzada la estabilidad a los  $-40^{\circ}\text{C}$ , se mantiene a esta temperatura durante un tiempo de 4 horas.
4. Se eleva la temperatura de la cámara a  $+70^{\circ}\text{C}$  en un tiempo de 2 horas.
5. Una vez alcanzada la estabilidad a los  $+70^{\circ}\text{C}$ , se mantiene a esta temperatura durante un tiempo de 4 horas.
6. La temperatura en la cámara se reducirá al valor de la temperatura ambiente en un tiempo de 1 hora.

7. Este procedimiento constituye un ciclo. Las muestras fueron sujetas a dos ciclos completos.
8. Una vez concluidos los dos ciclos completos las muestras se dejaron en reposo hasta alcanzar la temperatura ambiente.



Figura 4. Muestras bajo ensayo durante la prueba de ciclado térmico

Después del ensayo, se realizó una evaluación visual de todas las muestras

Ninguna de las muestras presentó cambios en su estructura ni daño físico visible.  
Figuras 5 a



Muestra 1 después del ensayo



Muestra 2 después del ensayo



Muestra 3 después del ensayo



Muestra 4 después del ensayo



Muestra 5 después del ensayo



Muestra 6 después del ensayo

## 6. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES

Las mediciones son trazables al watt óptico (W) y al metro (m), unidades del sistema internacional (S.I.) a través de los patrones nacionales de flujo radiante y del metro mantenidos por el Centro Nacional de Metrología, (CENAM).