

**LIBRO:** CTR. CONSTRUCCIÓN

**TEMA:** CAR. Carreteras

**PARTE:** 1. **CONCEPTOS DE OBRA**

**TÍTULO:** 08. Obras Marginales

**CAPÍTULO:** 001. *Poliductos para Fibra Óptica en el Acotamiento de Carreteras*



**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos a considerar en la instalación de poliductos para fibra óptica, en el acotamiento de carreteras de nueva construcción exclusivamente.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Los poliductos son elementos subterráneos que se ubican dentro del derecho de vía de las carreteras y caminos para alojar fibra óptica. Pueden ser de dos, cuatro o seis ductos flexibles, como los mostrados en la Figura 1 de esta Norma.

**C. REFERENCIAS**

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales* y la norma ASTM D 256 *Standard Test Method for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras .....	N·LEG·3
Características Generales de Proyecto .....	N·PRY·CAR·6·01·002

Registros para Fibra Óptica en el Acotamiento de Carreteras ..... N-CTR-CAR-1-08-002  
Criterios Estadísticos de Muestreo ..... M-CAL-1-02

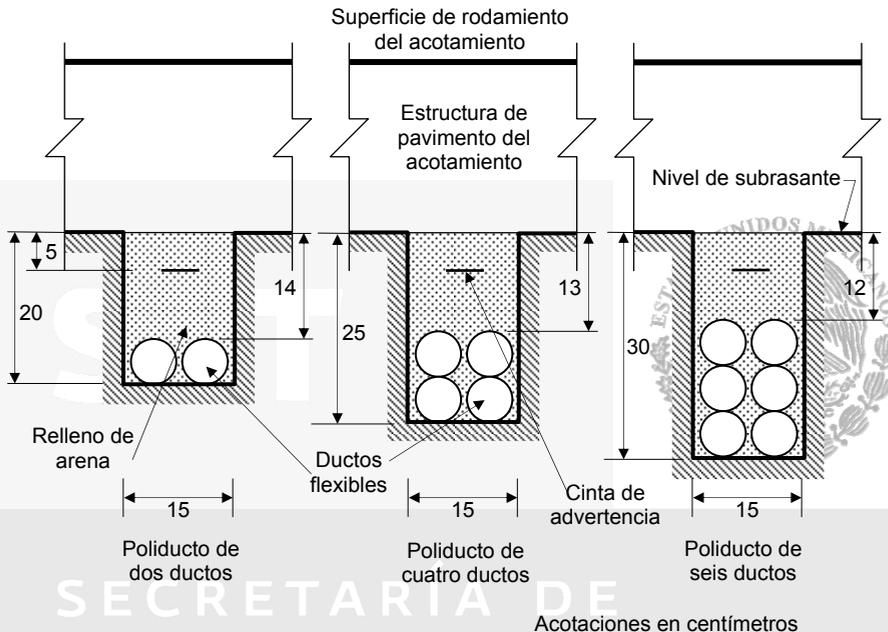


FIGURA 1.- Poliductos para fibra óptica en el acotamiento de carreteras

#### D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la instalación de los poliductos para fibra óptica, cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- D.2.** Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los ductos serán:
- D.2.1.** Flexibles de polietileno de alta densidad, de cincuenta (50) milímetros de diámetro interior nominal, con paredes de cinco coma cinco (5,5) milímetros de espesor y con su interior prelubricado con algún material inocuo que forme una película sólida, delgada y resbaladiza, como el mostrado en la Figura 2 de esta Norma.

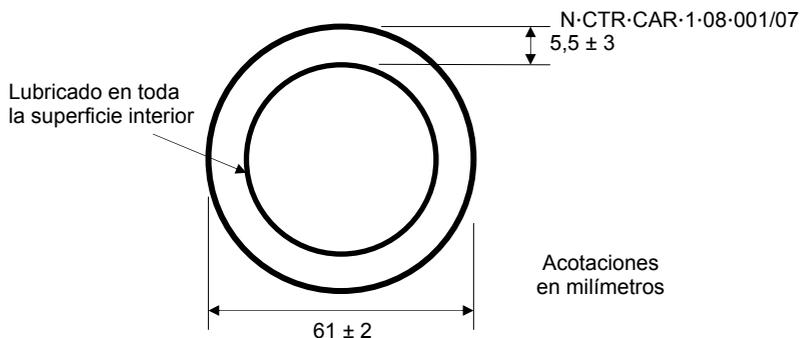


FIGURA 2.- Sección transversal del ducto

- D.2.2.** Con una resistencia al impacto mínima de ciento ochenta y uno coma cinco (181,5) joules por metro (3,4 ft lb/in), medida con la prueba ASTM D 256 *Standard Test Method for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*.
- D.2.3.** Con un acabado terso sin rebabas, defectos o deformaciones en su sección.
- D.2.4.** De color verde, amarillo, azul, blanco, rojo y gris, según su posición, como se muestra en la Figura 3 de esta Norma.

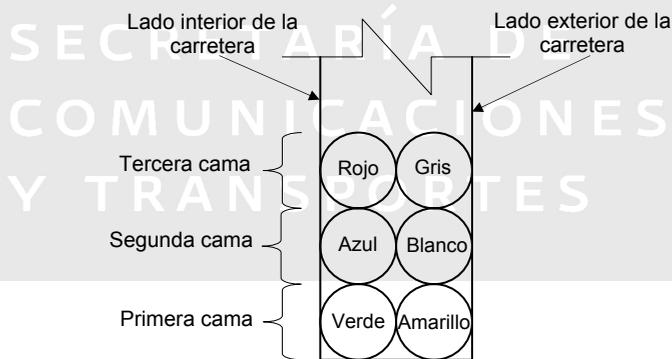


FIGURA 3.- Colores de los ductos según su posición

- D.2.5.** Capaz de ser doblado con un radio de curvatura de cincuenta y cinco (55) centímetros o menor, sin que se deteriore.
- D.3.** Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la cinta de advertencia será de polietileno con una capacidad de elongación del novecientos (900) por ciento, de diez

(10) centímetros de ancho, de color rojo, con la leyenda "LINEA DE FIBRA OPTICA. NO EXCAVAR. COMUNIQUESE AL 01-800-800-0107." en color blanco, repetida a todo lo largo de la cinta.

- D.4.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en las Fracciones D.1. a D.3. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.5.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. a D.3. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

## **E. EQUIPO**

El equipo que se utilice para la instalación de poliductos para fibra óptica, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

### **E.1. EQUIPO ZANJADOR**

El equipo zanjador será capaz de ejecutar una excavación de quince (15) centímetros de ancho y hasta veinte (20), veinticinco (25) o treinta (30) centímetros por abajo del nivel de subrasante, como mínimo, según se trate de poliductos de dos, cuatro o seis

ductos, respectivamente. En caso de que la instalación de los ductos se haga desde la superficie del pavimento, será capaz de excavar hasta las profundidades mencionadas más el espesor del pavimento. Estará equipado con dispositivos que depositen el material excavado en ambos lados de la zanja, a una distancia de cuarenta (40) centímetros de cada orilla como mínimo.

## E.2. COMPACTADORES DE RODILLO

Los compactadores serán autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos; en el caso de compactadores vibratorios, éstos estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un (1) metro (40 in), en todos los casos.

## E.3. COMPACTADOR PARA ZANJAS

Que sea autopropulsado, del tipo *pata de cabra* para compactación estática en zanjas de quince (15) centímetros de ancho.

## E.4. PISÓN MECÁNICO MANUAL

Que cuenten con dispositivos para el control de la vibración y con una placa metálica de las dimensiones adecuadas para compactar el material de relleno en zanjas de quince (15) centímetros de ancho.

## F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

F.1. El transporte y almacenamiento de todos los materiales, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

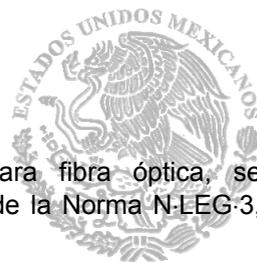
F.2. Los ductos serán almacenados y transportados en carretes de uno coma dos (1,2) metros de diámetro de tambor, dos coma cuatro (2,4) metros de diámetro de brida y ancho de uno coma cero seis (1,06) metros, capaces de contener mil (1 000) metros de ducto.

**F.3.** Los residuos producto de la excavación se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible. Cuando los residuos se hayan depositado en la subrasante, una vez terminado el relleno de la zanja, podrán ser esparcidos sobre los taludes con la ayuda de una motoconformadora, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

## **G. EJECUCIÓN**

### **G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la instalación de los poliductos para fibra óptica, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.



### **G.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no habrá ningún tramo de excavación sin rellenar con arena cuando esté lloviendo.

### **G.3. TRABAJOS PREVIOS**

Previamente al inicio de la instalación del poliducto para fibra óptica en el acotamiento de carreteras, se premarcará su eje en la posición que se muestra en la Figura 4 de esta Norma, siempre en el lado derecho de la carretera en el sentido del cadenamiento, excepto cuando se coloque un segundo poliducto, el que se alojará siempre del lado izquierdo.

### **G.4. EXCAVACIÓN**

**G.4.1.** Para alojar el poliducto se realizará una excavación únicamente con zanjadora, utilizando los procedimientos adecuados para obtener una zanja de quince (15) centímetros

de ancho, hasta una profundidad de veinte (20), veinticinco (25) o treinta (30) centímetros bajo el nivel de subrasante, como mínimo, según se trate de poliductos de dos, cuatro o seis ductos, respectivamente, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Siempre que sea posible, la excavación se realizará antes de la construcción de la estructura del pavimento.

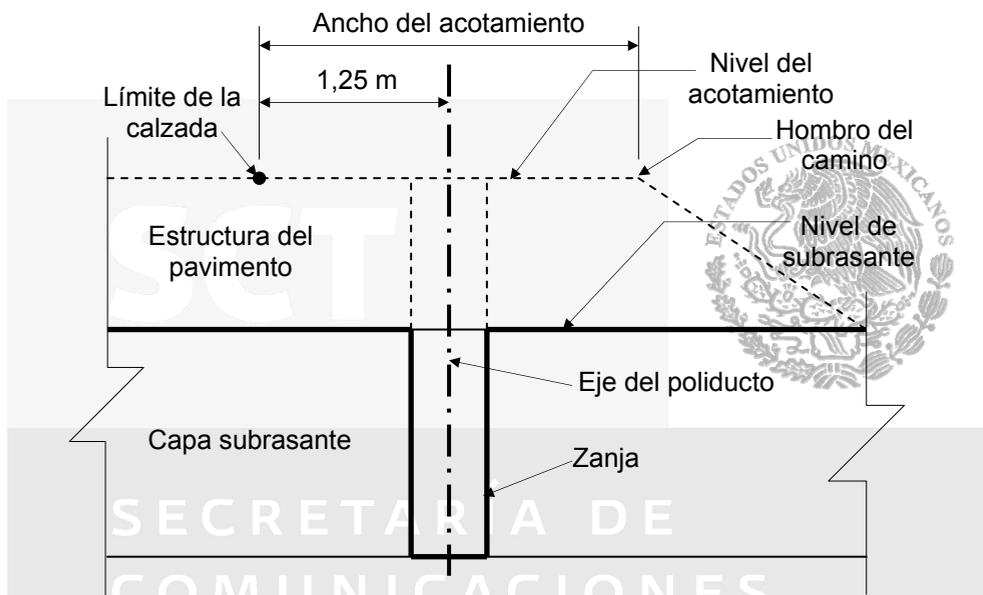


FIGURA 4.- Posición del eje del poliducto en el acotamiento de carreteras

**G.4.2.** En caso de que la excavación se inicie desde la superficie de rodamiento de la carretera, la carpeta deberá aserrarse previamente con una cortadora de disco para no dañarla.

**G.4.3.** El producto de la excavación será depositado en ambos lados de la zanja, a una distancia de cuarenta (40) centímetros de cada orilla como mínimo.

## G.5. INSTALACIÓN DE DUCTOS

**G.5.1.** Una vez terminada la excavación se colocarán en la zanja los dos ductos inferiores, el verde del lado interior de la carretera y el amarillo del lado exterior, como se muestra en la Figura 3 de esta Norma.

**G.5.2.** Cuando el poliducto sea de más de dos ductos, sobre los ductos inferiores, una vez colocados, se verterá arena hasta enrasar sus lomos y se instalarán los siguientes dos ductos, el azul del lado interior de la carretera y el blanco del lado exterior, como se muestra en la Figura 3 de esta Norma.

**G.5.3.** Cuando el poliducto sea de seis ductos, sobre los ductos intermedios, una vez colocados, se verterá arena hasta enrasar sus lomos y se instalarán los siguientes dos ductos, el rojo del lado interior de la carretera y el gris del lado exterior, como se muestra en la Figura 3 de esta Norma.

## **G.6. JUNTEO DE LOS DUCTOS**

**G.6.1.** A menos que la Secretaría apruebe otra cosa, entre registro y registro los ductos serán de una sola pieza.

**G.6.2.** En caso de que por causas de fuerza mayor, la Secretaría apruebe el junteo de tramos de ductos, se utilizarán coples de fusión térmica u otros que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, que garanticen una unión hermética que no afecte la integridad de la fibra óptica durante y después de su instalación.

## **G.7. CRUCES EN PUENTES Y ESTRUCTURAS SIMILARES**

En el caso de cruces mediante viaductos, puentes, pasos superiores vehiculares (PSV), pasos superiores de ferrocarril (PSF) y alcantarillas de losa a nivel de subrasante o superior, el adosamiento del poliducto se considerará dentro del proyecto estructural de esas obras, de acuerdo con lo establecido en la Norma N-PRY-CAR-6-01-002, *Características Generales de Proyecto*.

## **G.8. REGISTROS**

Los registros se ubicarán e instalarán de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-08-002, *Registros para Fibra Óptica en el Acotamiento de Carreteras*.

## **G.9. RELLENO**

**G.9.1.** La Secretaría revisará y aprobará todos los ductos instalados antes de colocar el relleno.

- G.9.2.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, sobre la última cama de ductos que se coloque se rellenará la zanja con arena apisonada hasta cinco (5) centímetros abajo del nivel de subrasante, se colocará la cinta de advertencia, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma y se completará el relleno de arena hasta el nivel de subrasante.
- G.9.3.** Si la excavación se ejecutó desde capas superiores a la subrasante, se completará el relleno de la zanja empleando material de base hasta el nivel de desplante de la carpeta y, en su caso, mezcla asfáltica hasta la superficie de rodamiento, que tengan las mismas características que las de los materiales utilizados en la construcción del pavimento original, tendiéndolos en capas de no más de cinco (5) centímetros de espesor, compactadas con pisón manual o mecánico manual hasta que el material de base alcance un grado de compactación del noventa más menos dos ( $90 \pm 2$ ) por ciento de la masa volumétrica seca máxima, obtenida con la prueba AASHTO modificada, y la mezcla asfáltica un grado de compactación del noventa más menos dos ( $90 \pm 2$ ) por ciento respecto a la prueba Marshall. Pueden utilizarse compactadores de rodillo metálicos lisos para la compactación desde la superficie, siempre y cuando se coloque el relleno con material de base y, en su caso, el de carpeta, de tal forma que quede exceso de material en la superficie, para que después de pasar el compactador, hasta dejar enrasada la superficie del relleno, se alcancen los grados de compactación antes mencionados, como se muestra en la Figura 5 de esta Norma.

### G.10. PRUEBA DE VÍA

Una vez terminado el relleno y conectados los ductos a los registros, se realizarán pruebas de vía para comprobar que el ducto sea continuo en toda su longitud, es decir, que no tenga variaciones en su sección transversal provocada por deformaciones en su pared, ni ensambles defectuosos u otros daños que afecten su capacidad o que pongan en riesgo la integridad de la fibra óptica durante su colocación. Las pruebas de vía se ejecutarán considerando lo siguiente:

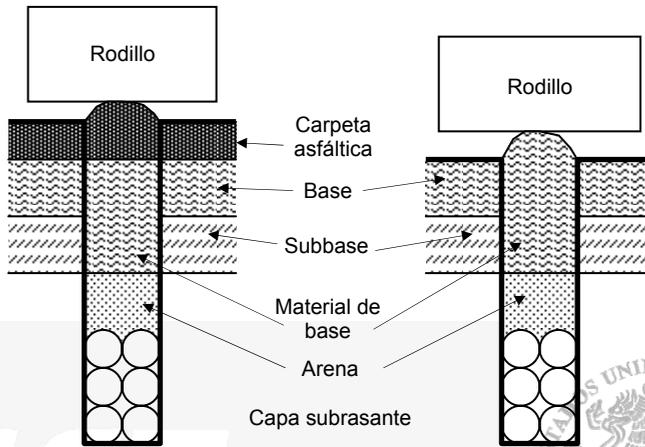
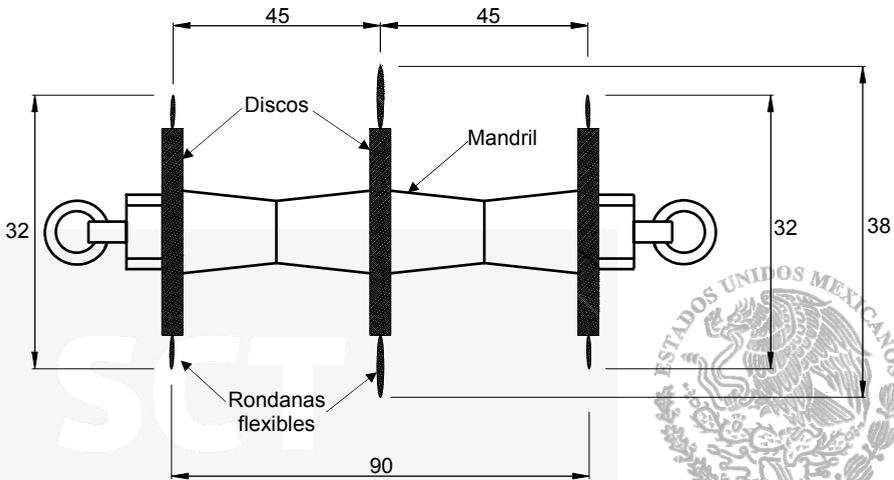


FIGURA 5.- Compactación mecánica del relleno

- G.10.1.** Las pruebas de vía se harán en presencia del representante de la Secretaría en la obra.
- G.10.2.** Las pruebas se harán entre dos registros subsecuentes, una vez terminado el relleno de la zanja.
- G.10.3.** Para las pruebas se utilizará un probador de vías formado con un mandril metálico y tres discos que soportan rondanas de neopreno u otro material flexible que no dañe el prelubricado interior del ducto, como el mostrado en la Figura 6 de esta Norma y dos cintas de fibra textil, que resistan una fuerza de tensión de cinco coma tres (5,3) newtons, una de las cuales será introducida al ducto mediante aire a presión.
- G.10.4.** Se sujetan las cintas de fibra textil al probador de vías, una en cada uno de sus extremos. Desde uno de los registros se introduce el probador de vías jalando la cinta de fibra textil alojada en el interior del ducto, ya sea manual o mecánicamente, como se muestra en la Figura 7 de esta Norma. Asimismo, se va introduciendo la cinta de fibra textil sujeta al otro extremo del probador de vías.
- G.10.5.** Si el probador de vías se atora en algún momento, se hace una marca en la cinta de fibra textil que se va introduciendo

que coincida con el extremo del ducto, para después retirar el probador de vías jalándolo en dirección contraria con ayuda de dicha cinta.



Acotaciones en milímetros

FIGURA 6.- Probador de vías

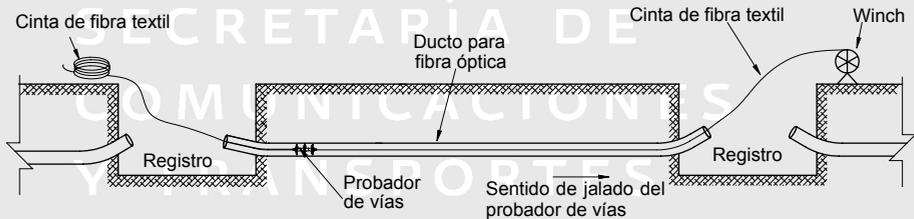


FIGURA 7.- Procedimiento para la prueba de vía

**G.10.6.** Con ayuda de la cinta de fibra textil marcada, se ubica el sitio de la obstrucción o defecto para excavar y reparar el ducto a satisfacción de la Secretaría. Terminada la reparación se rellenará la excavación de acuerdo con lo indicado en la Fracción G.9. de esta Norma, y se repetirá la prueba hasta que el probador de vías pase de lado a lado del ducto sin atorarse. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**G.11. PRUEBA DE HERMETICIDAD**

Una vez comprobada la continuidad del ducto de acuerdo con lo indicado en la Fracción anterior, se realizarán pruebas de hermeticidad para asegurar que el ducto no tenga grietas que pongan en riesgo la integridad de la fibra óptica después de su instalación. Las pruebas de hermeticidad se ejecutarán considerando lo siguiente:

**G.11.1.** Las pruebas de hermeticidad se harán en presencia del representante de la Secretaría en la obra.

**G.11.2.** Las pruebas se harán entre dos registros subsecuentes, una vez verificada la continuidad del ducto.

**G.11.3.** Para las pruebas se utilizará un compresor de aire con manómetro y un tapón hermético.

**G.11.4.** Se colocará el tapón en uno de los extremos del ducto y por el otro se inyectará aire a presión hasta alcanzar una presión de doscientos siete (207) kilopascales (30 psi); para cumplir con la prueba, el ducto deberá mantener dicha presión durante un mínimo de dos (2) minutos.

**G.11.5.** En caso de que el ducto no cumpla con la prueba de hermeticidad, el Contratista de Obra reemplazará el tramo defectuoso por su cuenta y costo a satisfacción de la Secretaría. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

**G.12. ACABADO**

**G.12.1.** A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en los extremos de cada ducto al final de las labores del día y en todos los extremos no conectados en ese momento a registros que vayan a ser tapados inmediatamente, se colocarán tapas para impedir la entrada de aire, agua o animales, compuestas por un obturador expandible de poliuretano, platos de compresión de polipropileno y tuerca de ojo, que sean totalmente herméticas y soporten una presión de ciento cincuenta y dos (152) kilopascales (22 psi), como la mostrada en la Figura 8 de esta Norma.

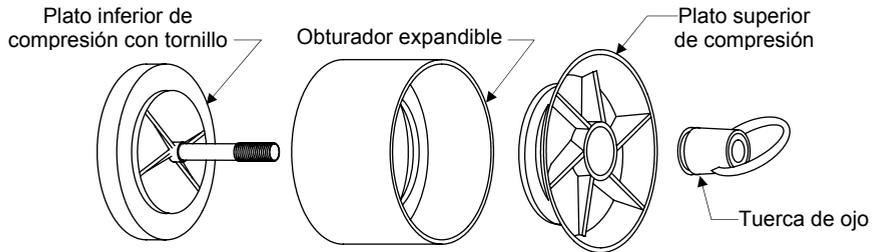


FIGURA 8.- Tapa expandible

**G.12.2.** Una vez concluido el relleno de la zanja y la reposición del pavimento, en su caso, los materiales sobrantes de la excavación se depositarán en el sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría o, para favorecer el desarrollo de vegetación, se distribuirán uniformemente en los taludes u otras áreas donde no impidan el drenaje natural del terreno o invadan cuerpos de agua, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

### G.13. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los poliductos para fibra óptica, hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

## H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que los poliductos para fibra óptica se consideren terminados y sean aceptados por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

### H.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Que los materiales cumplan con las características establecidas como se indica en la Cláusula D. de esta Norma.

### H.2. COLOCACIÓN DE LOS DUCTOS

Que los ductos hayan sido colocados con los colores y en el orden indicado en la Fracción G.5. de esta Norma.

### H.3. COMPACTACIÓN

Que la compactación del relleno para restablecer el pavimento, determinada en calas ubicadas al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

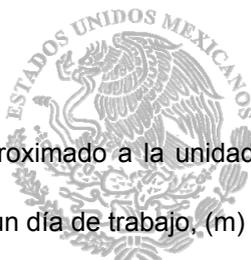
- H.3.1.** El número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/200$$

Donde:

$c$  = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)



- H.3.2.** Las calas se ejecutarán sin dañar la parte contigua de las mismas.

- H.3.3.** Todos los grados de compactación que se determinen en las calas, para ser aceptados, deberán estar dentro de las tolerancias establecidas en el Inciso G.9.3. de esta Norma o las que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.

- H.3.4.** Tan pronto se concluya la determinación de las compactaciones, se rellenarán los huecos con los mismos materiales usados en el relleno de la zanja, compactándolos hasta obtener los grados de compactación indicados en el Inciso G.9.3. de esta Norma.

### H.4. CONTINUIDAD DEL POLIDUCTO

Que todos los ductos sean continuos de acuerdo con lo indicado en la Fracción G.10. de esta Norma.

### H.5. HERMETICIDAD DEL POLIDUCTO

Que todos los ductos sean herméticos de acuerdo con lo indicado en la Fracción G.11. de esta Norma.

## I. MEDICIÓN

Cuando la instalación de poliductos para fibra óptica en el acotamiento de carreteras se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el hectómetro de poliducto terminado, según su tipo, con aproximación a un centésimo (0,01).

## J. BASE DE PAGO

Cuando la instalación de poliductos para fibra óptica en el acotamiento de carreteras se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el hectómetro de poliducto terminado, según su tipo. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Premarcado del eje del poliducto.
- Valor de adquisición de los ductos, accesorios y demás materiales necesarios para la instalación del poliducto. Carga, transporte y descarga de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y carga por almacenamiento. Mermas y desperdicios.
- Excavación de las zanjas.
- Carga, acarreo libre hasta veinte (20) metros y descarga en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, de los materiales producto de la excavación que no se utilicen en la obra.
- Instalación de los ductos.
- Suministro, colocación y apisonado de la arena.
- Suministro y colocación de la cinta de advertencia.
- Suministro, colocación y compactación de los materiales para restituir el pavimento en la zanja, en su caso.
- Pruebas de vía y hermeticidad.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales, durante las cargas y las descargas.

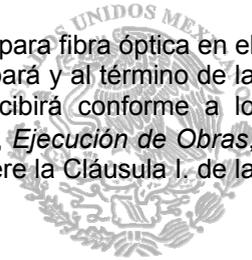
- La conservación del poliducto hasta que haya sido recibido por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

**K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de los poliductos para fibra óptica en el acotamiento de carreteras, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

**L. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Una vez concluida la instalación de los poliductos para fibra óptica en el acotamiento de carreteras, la Secretaría los aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, los recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.



SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES