Infraestructura óptica de alta densidad para redes troncales: el futuro de la escalabilidad de las redes

Jaime Gallego
Regional Sales Manager
AFL



ICT SUMMIT
CONFERENCIA Y EXHIBICIÓN
PUERTO RICO 2026

BICSI CALA

Infraestructura óptica de alta densidad: escalabilidad para redes troncales

Jaime Gallego
Jaime.Gallego@aflglobal.com

BICSI CALA, Puerto Rico
October 2026



Las redes crecen, pero las rutas físicas no

- **Densidad**
  - Cables y sistemas que alojan muchas fibras ópticas en diámetros pequeños. Permiten maximizar la capacidad de transmisión utilizando menos espacio en ductos, registros y rutas existentes.
- **Capacidad**
  - Son las "autopistas" principales de una red de telecomunicaciones. Conectan ciudades, centros de datos, centrales telefónicas, subestaciones o nodos principales.
- **Crecimiento**
  - Capacidad de aumentar el número de usuarios, servicios y ancho de banda en el futuro sin reconstruir toda la red. Una red escalable puede crecer de forma más rápida y económica.

Bicsi CALA



¿Qué hace que una red sea escalable?

Densidad
Mayor cantidad de fibra utilizando el espacio disponible.

Facilidad de despliegue
Instalación más eficiente utilizando la arquitectura y el cable adecuados.

Facilidad de mantenimiento
Mayor facilidad para expandir, restaurar, probar y documentar la red.

Bicsi CALA



Todo comienza con el derecho de vía

El entorno físico determina la arquitectura

- Aéreo, dentro del espacio eléctrico
- Aéreo, dentro del espacio de comunicaciones
- Subterráneo, mediante ductos o microductos
- Entierro directo
- Transiciones planta externa/interna
- Aplicaciones interiores y plenum

Bicsi CALA

Opciones de Ley de Vía para Redes de Fibra Óptica

Diferentes entornos, una misma conectividad

Infraestructura hoy.
Un futuro más conectado.

¿Qué ley de vía hay?

La infraestructura de fibra se puede desplegar utilizando diferentes derechos de paso (ley de vía), según el entorno, la normativa local y los requerimientos del proyecto.

- Aéreo – líneas de potencia
- Aéreo – líneas de comunicación
- Soterrado – ductos
- Soterrado – entierro directo de cable
- Espacios PLEMUM
- Transición planta interna / externa

La elección de la ley de vía depende de:

- Normativa y permisos locales
- Condiciones del terreno y entorno
- Disponibilidad de infraestructura
- Costos, plazos y operación
- Requerimientos de confiabilidad

Aéreo – Líneas de potencia

Uso de la infraestructura eléctrica existente (OPGW o ADSS).



- Ideal para redes eléctricas y larga distancia
- Alta confiabilidad y cobertura
- Solución robusta para entornos exigentes

Aéreo – Líneas de comunicación

Uso de postes y ductos aéreos de telecomunicaciones.



- Despliegue rápido y flexible
- Uso de postes existentes
- Común en redes urbanas y de acceso (FTTx)

Soterrado – Ductos

Instalación de cable en ductos subterráneos.



- Protección mecánica y mayor vida útil
- Facilita mantenimiento y expansión
- Ideal para ciudades, campus e infraestructura crítica

Soterrado – Entierro directo de cable

Instalación del cable directamente en el terreno.



- Solución eficiente y económica
- Para zonas rurales o con poca infraestructura
- Requiere estudios de suelo y señalización

Espacios PLEMUM

Uso de espacios de circulación de aire en edificios (plenum).



- Cables con clasificación plenum (LSZH, baja emisión de humos)
- Cumple normativas de seguridad en edificios
- Común en oficinas, hospitales, aeropuertos y data centers

Transición planta interna / externa

Paso y conexión entre la red externa y la infraestructura interna.



- Uso de cajas de entrada, closures y sellos
- Protección y gestión del cable en el punto de transición
- Conexión a ODF, patch panels o racks internos



Cumplimiento normativo | Despliegue seguro y eficiente | Soluciones para cada entorno | Conectividad confiable y de largo plazo

Más opciones de ley de vía.
Más posibilidades para conectar.

Bicsi CALA

Tipos de Redes de Fibra Óptica

Diferentes arquitecturas, aplicaciones y soluciones para un mundo más conectado

1 Redes FTTx

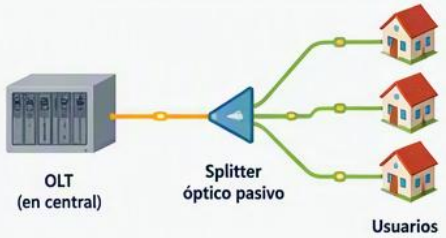
Fibra cada vez más cerca del usuario



- **FTTH** – Fiber to the Home (hasta la vivienda)
- **FTTB** – Fiber to the Building (hasta el edificio)
- **FTTC** – Fiber to the Curb/Cabinet (hasta un gabinete)
- **FTTP** – Fiber to the Premises (término general)

2 Redes PON

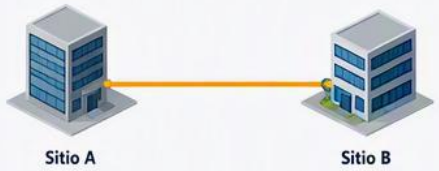
Redes ópticas pasivas para acceso masivo



- **GPON** – 1/2.5 Gb/s
- **XG-PON** – 10 Gb/s (principalmente descarga)
- **XGS-PON** – 10 Gb/s simétricos
- **25G/50G PON** – mayor capacidad
- Utilizan splitters ópticos pasivos

3 Redes punto a punto

Enlaces dedicados entre dos ubicaciones



- Una fibra o par de fibras por enlace
- Enlaces dedicados y de alta confiabilidad
- Comunes en redes privadas, utilities, data centers y clientes empresariales

4 Redes metropolitanas (MAN)

Interconectan sitios en una ciudad o región



- Conectan centrales, nodos y clientes
- Pueden usar Ethernet óptico, CWDM/DWDM
- Arquitecturas en anillo para mayor resiliencia

5 Backbone / Long Haul

Transporte de alta capacidad entre ciudades o regiones



- Redes troncales de gran capacidad
- Fibra monomodo (G.652, G.654, G.655 según aplicación)
- DWDM y amplificación óptica
- Enlaces de larga distancia y alta disponibilidad

6 Redes de utilities

Comunicaciones para el sector eléctrico y de infraestructura crítica



- OPGW – fibra integrada en el cable de guarda
- ADSS – cable dieléctrico autosoportado
- Cable dieléctrico lashed o subterráneo
- Soporta SCADA, protección, voz, datos y videovigilancia
- Alta confiabilidad y resistencia en ambientes exigentes

7 Redes Enterprise / LAN

Fibra en campus, edificios e instalaciones empresariales



- Redes de campus, edificios y centros de datos
- Pueden usar fibra multimodo (OM3/OM4/OM5) o monomodo (OS2)
- Dependiendo de distancia, velocidad y aplicación
- Aplicaciones en empresas, hospitales, universidades, aeropuertos y plantas industriales

La fibra óptica impulsa un futuro más conectado

Infraestructura hoy. Posibilidades mañana.

Bicsi CALA

Cinco componentes que determinan la escalabilidad de una red

Cable: capacidad y utilización del espacio

Accesorios: confiabilidad mecánica

Equipos: velocidad de construcción

Conectividad: facilidad de expansión

Cableado estructurado: transición y distribución final





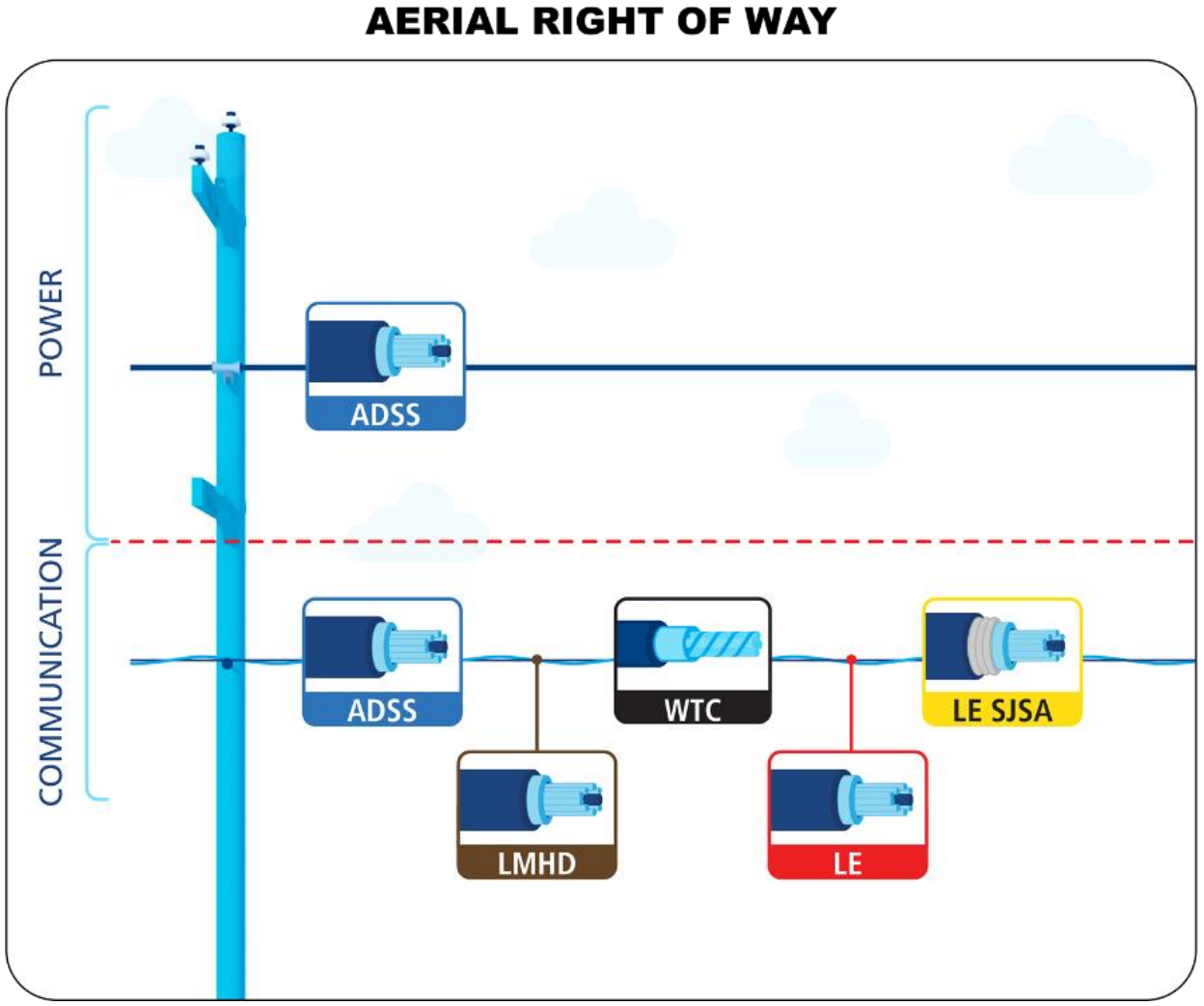


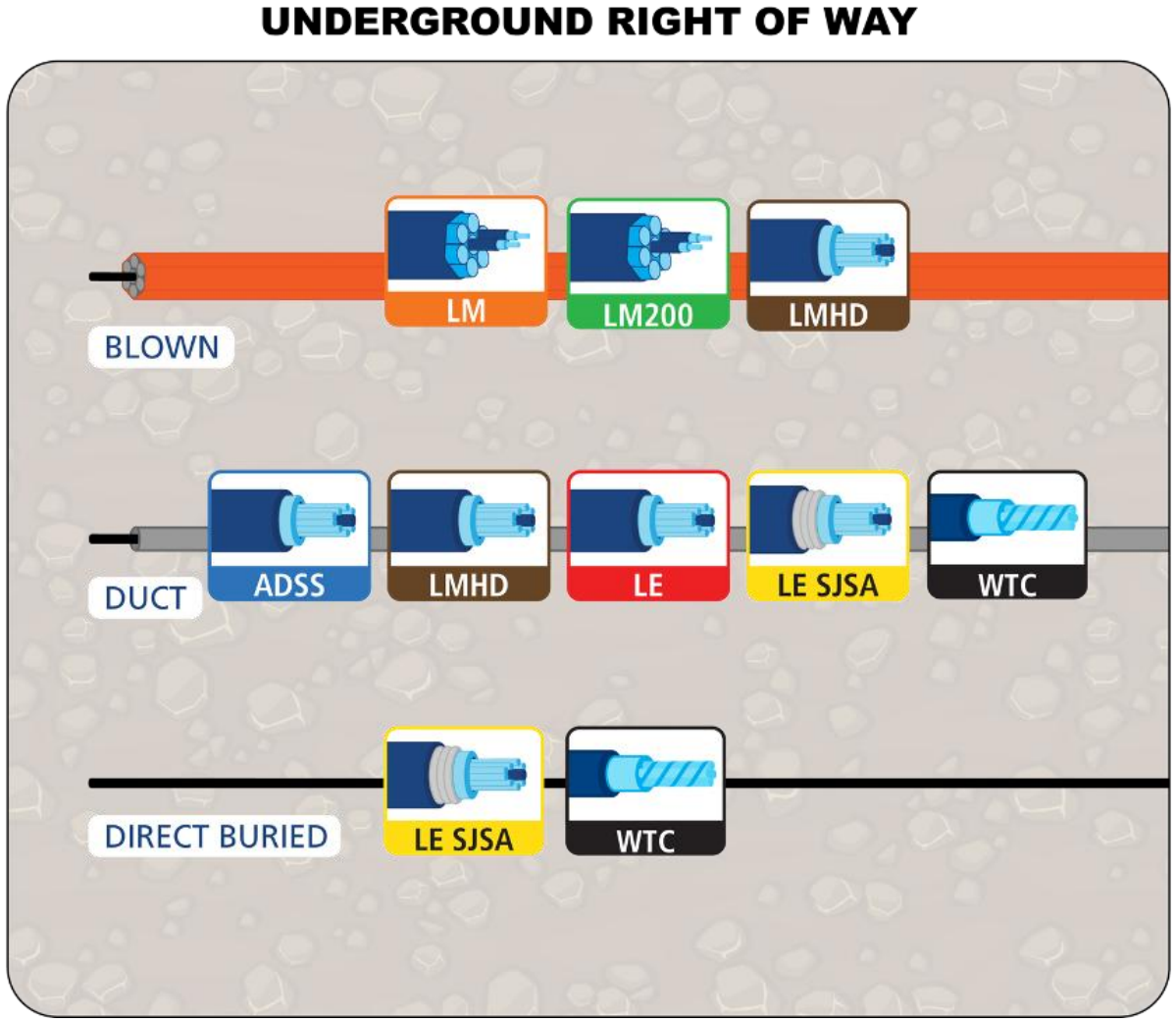




Bicsi CALA

Opciones de cable planta externa



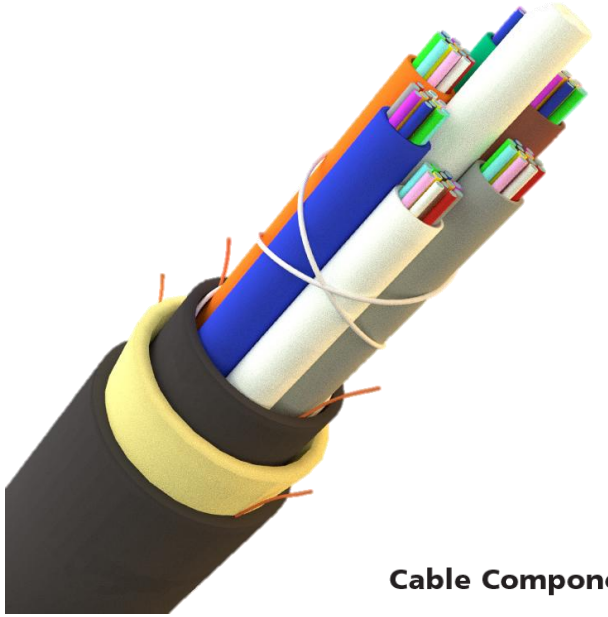




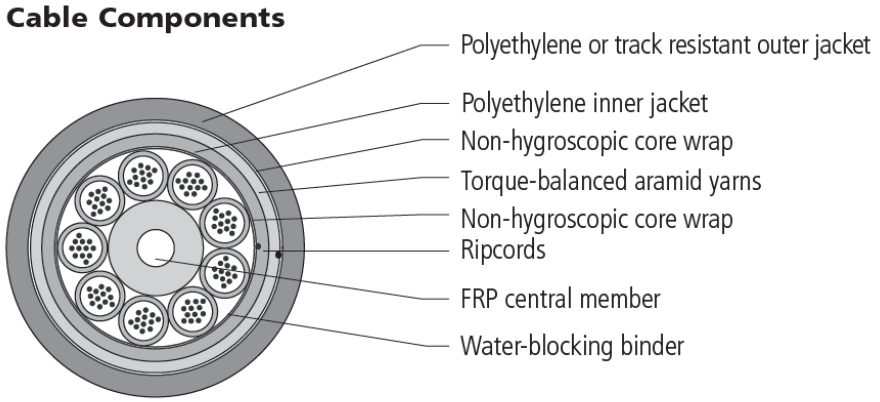
Escalabilidad aérea con cable ADSS (Fibra Auto Soportada)

¿Qué es ADSS?

- ADSS –
  - No contiene componentes metálicos
  - Permite vanos aéreos sin cable mensajero
  - Utiliza aramida como principal elemento de resistencia
  - Su diseño considera vano, flecha y condiciones ambientales
  - Requiere un sistema apropiado de herrajes

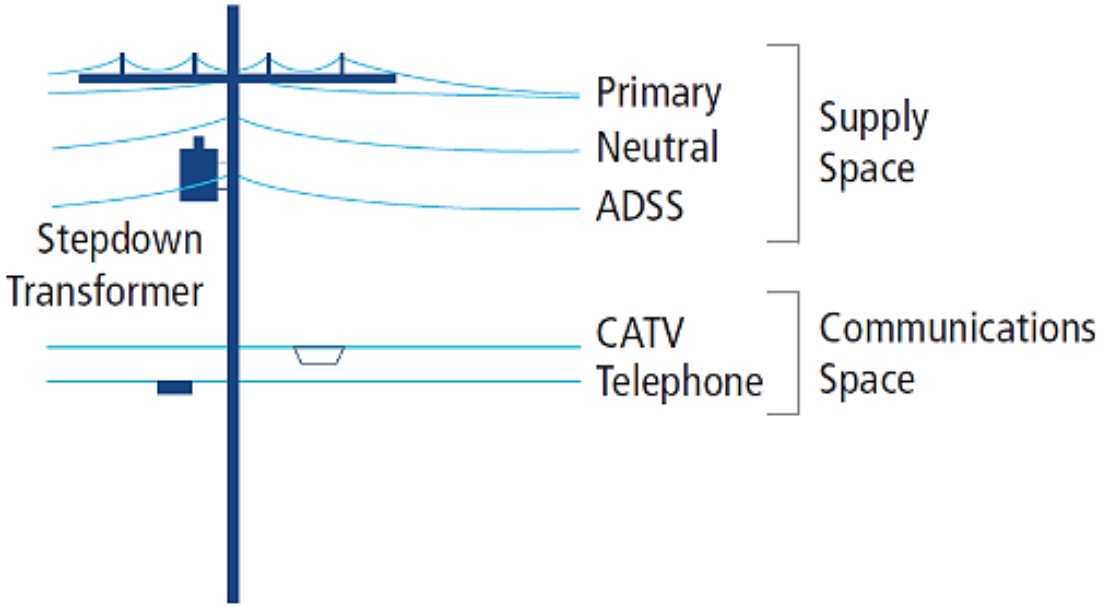






¿Por qué considerar ADSS?

- Flexibilidad de ubicación en el poste
- Mayor eficiencia de instalación
- Menor exposición a mantenimiento de elementos metálicos
- Infraestructura diseñada para operación a largo plazo



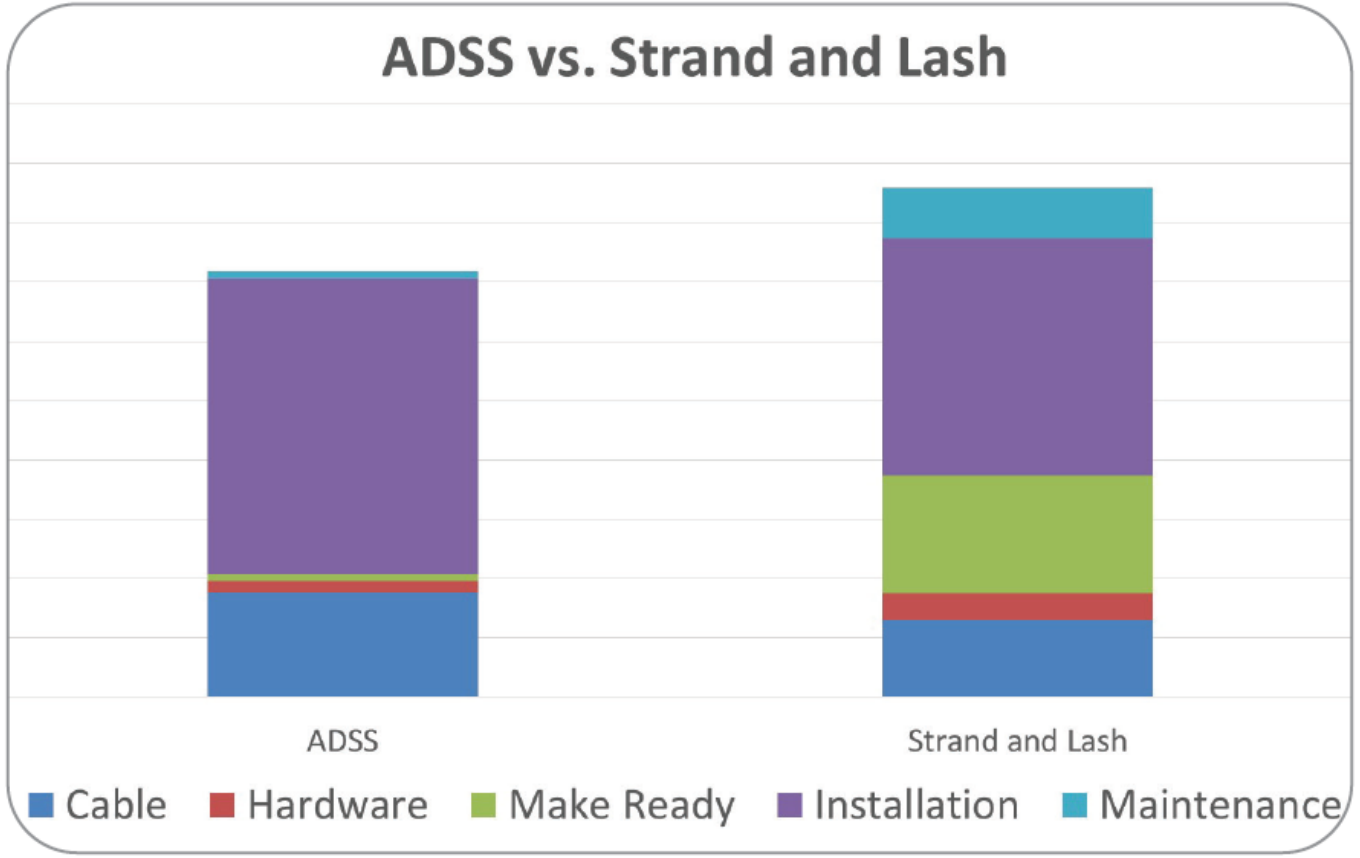
Aprovechando mejor el espacio disponible en el poste

- Se recomienda inspecciones anuales para el cable y herrajes del ADSS
- Fácil de entrenar a los equipos de instalación y mantenimiento durante restauración
- Instalación con cable mensajero requiere mas mantenimiento
  - Reparación mas frecuentes del cable mensajero
  - Conexiones a tierra se corroen al pasar el tiempo añadiendo tiempo y costo de mantenimiento





Caso de Estudio: Comparativa de ADSS vs. Cable con mensajero



Escalabilidad subterránea con Microfibra

...

Menos espacio, mas capacidad.



Bicsi CALA

¿Qué es un microfibra?

- Diámetro reducido
- Menor peso
- Alta densidad de fibras
- Diseñado para aplicaciones en ductos y microductos
- Diferentes opciones según el método de instalación



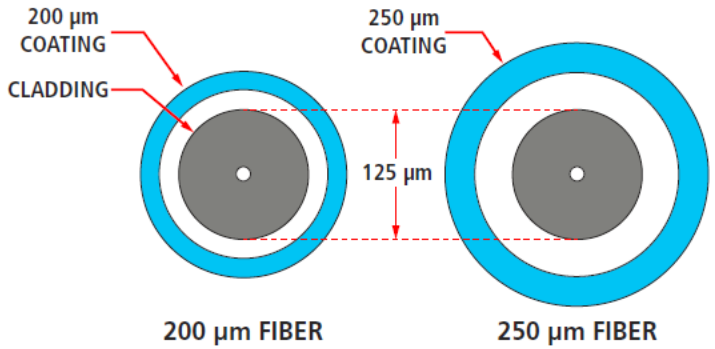


Tradicional 144f Loose Tube

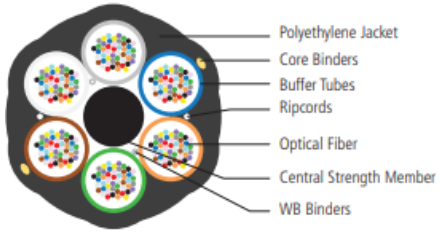
144f OSP Microfibra

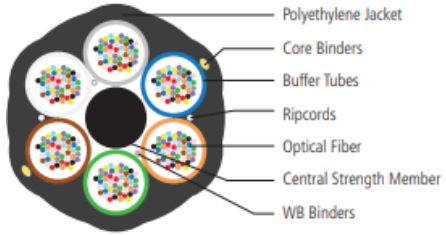
144f OSP Microfibra

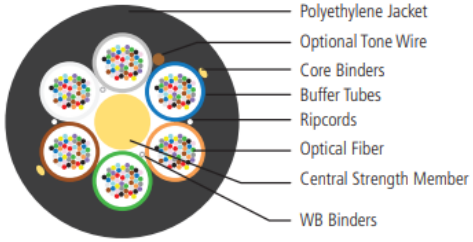
144f OSP Microfibra



OSP: opciones de Microfibra







	200 µm	250 µm	250 µm
Rango de Diámetro	24-144f: 0.248" (6.3mm) 288f: 0.319" (8.1mm) 432f: 0.409" (10.4mm)	12-144f: 0.31" (7.9mm) 288f: 0.41" (10.4mm) 432f: 0.50" (12.6mm)	12-144f: 0.40" (10.1mm) 288f: 0.49" (12.4mm) 432f: 0.58 (14.6mm)
Diámetro de ducto	24-144f: 0.315" (8mm) 288f: 0.395" (10mm) 432f: 0.512" (13mm)	12-144f: 0.39" (10mm) 288f: 0.51" (13mm) 432f: 0.63" (16mm)	12-144f: 0.512" (13mm) 288f: 0.630" (16mm) 432f: 0.787" (20mm)
Tipo de instalación	Soplado	Soplado	Soplado, Alado, con mensajero
Maxima tensión de alado	24-144f: 200 lbs (890 N) 288f, 432f: 300 lbs (1334 N)	300 lbs (1334 N)	600 lbs (2670N)
Características especiales	• Baja fricción alto alado • Alta densidad de fibra en geometría reducida	• Baja fricción alto alado • Alta densidad de fibra en geometría reducida	• Comparable con cables tradicionales • Opción de rastreo metalico

Bicsi CALA

Un diámetro menor genera ahorros adicionales

Ventajas de peso y diámetro reducido
- 30% reducción de diámetro externo
- 40% reducción en peso
  - Ahorros en fletes, transporte y almacenaje

Tensión de alado
- 600 lb de tensión de alado
- Rinde con GR-20 y ICEA S-87-640
- Un “jacket” grueso protegiendo la fibra óptica

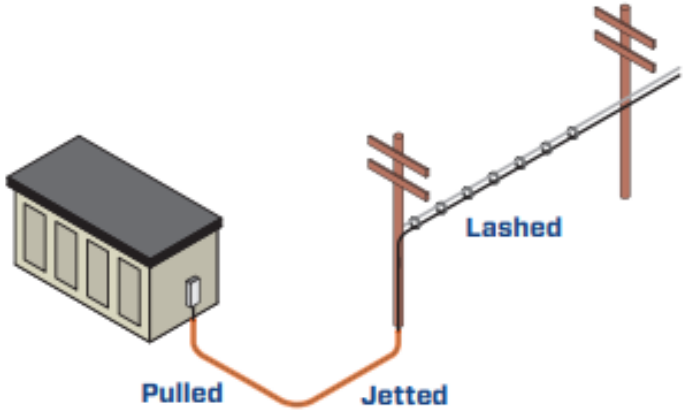
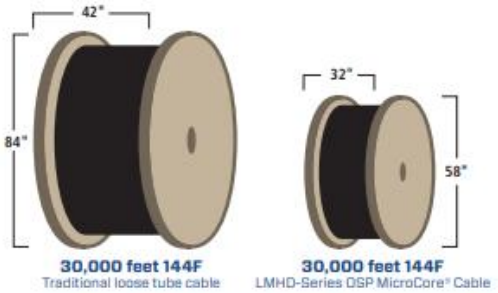




Figure 1—Traditional 288F OSP Loose Tube Cable (I)

Ahorros de instalación

- Instalación por soplado (no lo ofrece cable convencionc
- Instalación convencionales aladas
- Aéreo con mensajero
- Diámetro reducido permite mayor distancia en carretes – hasta 9kms de distancia por carrete!!





Arquitectura basada en microductos



- Los microductos pueden instalarse individualmente o agrupados.
- Los microcables normalmente se instalan con sistemas asistidos por aire.
- Cable y microducto deben seleccionarse como un sistema.
- Las condiciones de la ruta afectan las distancias de instalación.
- Distancia promedio entre sopladas 3-4km



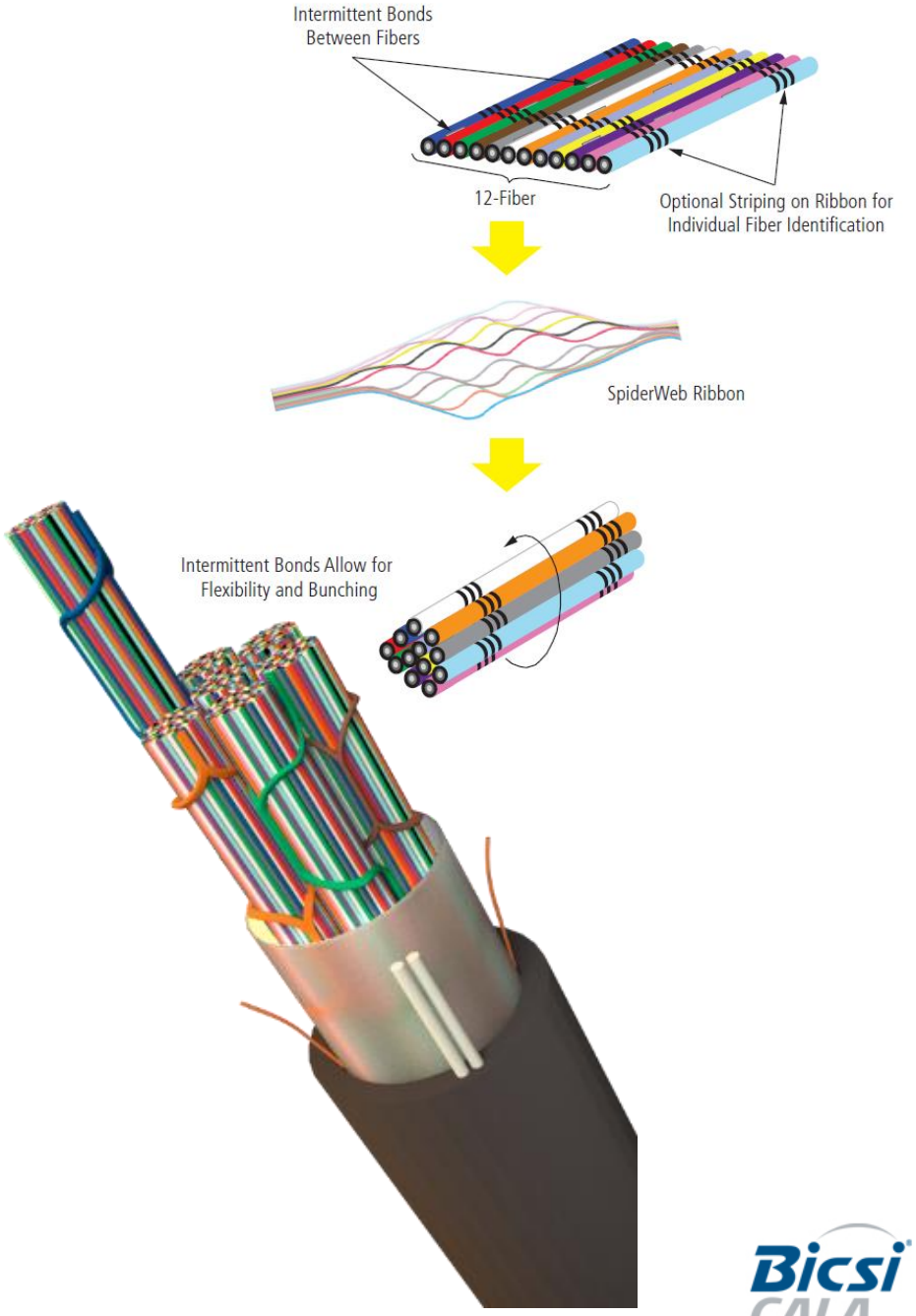
Densidad extrema con fibra entralazada

Conteos de fibra elevados combinados con tecnología

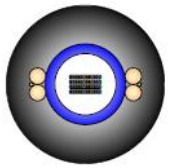
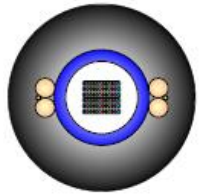
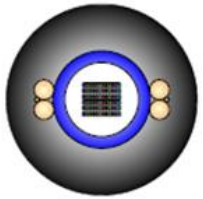
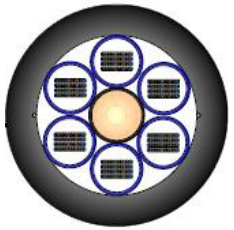
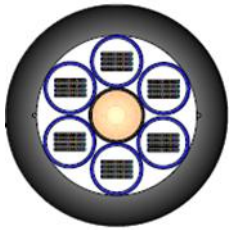
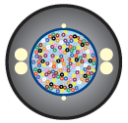
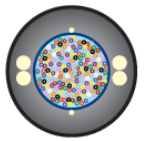
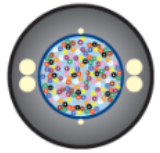
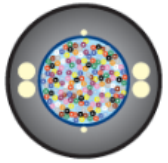
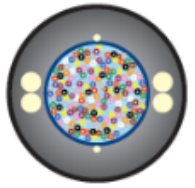
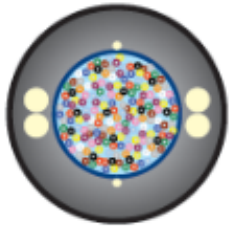
¿Qué es la fibra entrelazada?

- Tecnología flexible de **rollable ribbon**
- Optimizada para fusión masiva de 12 fibras
- Permite separar las fibras para realizar empalmes individuales
- Construcción de cable sin gel
- Disponible para diseños con altos conteos de fibra

144 | 432 | 864 | 1,728 | 3,456 fibras



Comparación de densidad de fibra

	144	288	432	864	1728	3456
Loose Tube Cable	 16.0 mm	 18.9 mm	 21.0 mm	-	-	-
Ribbon Loose Tube Cable	 13.9 mm	 19.8 mm	 19.8 mm	 25.1 mm	 25.4 mm	
Fibra Entrelazada	 11.0 mm	 12.0 mm	 13.5 mm	 17.5 mm	 23.0 mm	 30.0 mm

El impacto económico de la fibra entrelazada

- El promedio de distancia instalada aumenta hasta un 35%
- Un promedio de 1.2% en desperdicio… $2,000,000 en cable ordenado representa un ahorro de mas de $30,000 en desperdicios de fibra

NO.	ITEM	PERCENT IMPROVEMENT
1	Shipping Cost	35%
2	Scrap Reduction	1.2%
3	Faster Installation	4.6-11%
4	Load on Aerial Messenger	15.5-25.2%
5	Fit in Smaller Available Duct	32%
6	Smaller Splice Closures	15-40%
7	Mid-Cable Access Splice Prep	10-20%
8	End Splice Cable Splice Prep	5%
9	Fusion Splicing Process	0-50%
10	Cable Storage	25-30%

Completar el sistema escalable
La escalabilidad no termina en el cable



Cierres ópticos

- Puertos independientes para cables
- Sistema de sellado con gel
- Diseño reentrable
- Bandejas apilables
- Compatibilidad con empalmes individuales y masivos







Specifications

DESCRIPTION					
Dimensions – L x D	19.0 x 9.0 in. (48 x 23 cm)	20.0 x 12.0 in. (51 x 30 cm)	25.0 x 12.0 in. (64 x 30 cm)	32.0 x 14 in. (81.3 x 35.6 cm)	32.0 x 14 (81.3 x 35.6)
Weight, No Trays	10 lbs	22 lbs. (10 kg)	25 lbs. (11.3 kg)	30 lbs. (13.61 kg)	30 lbs. (13.6 kg)
Splice Capacity – Single, Mass (SWR®), Mass (Standard)	144*, 864, 432	288, 1728, 576	432, 3456, 864	864, 5148, 1296	0, 6912, 1728
Splice Tray Capacity	3	6	6	6	8
Cable Diameter, Single Port	0.40 -1.10 in. (10.0 - 28.0 mm)	0.40-1.10 in. (10.0-28.0 mm)	0.40-1.10 in. (10.0-28.0 mm)	0.40-1.38 in. (10.16-35.052 mm)	0.40-1.38 in. (10.16-35.052 mm)
Cable Diameter, Multi-Drop Kit	0.20-0.39 in. (5.0 - 9.9) or flat drop	0.20-0.39 in. (5.0-9.9 mm) or flat drop	0.20-0.39 in. (5.0-9.9 mm) or flat drop	0.20-0.39 in. (5.0-9.9 mm) or flat drop	—
Application	Direct Bury, Handhole, Aerial, Pole/Wall				

Caja de registro

Características

- Tamaños:
  - 24”x 36” (70 x 91 cm)
  - 17”x 30” (43 x 76 cm)
- Diseño único reduce costos de transporte y costos de almacenc
- Reducción en peso en todo los registros Tier
- SIN componentes metálicos (no corrosivo)
- Tapa es ANSI/SCTE 77

PARAMETER	DESCRIPTION
Dimensions (External)	Top: 28" W x 38" L x 26" D (34" w/ext) Bottom (Flared): 34" W x 44" L x 26" D (34" w/ext)
Dimensions (Internal)	Top: 24" W x 34" L x 24" D (32" w/ ext) Bottom (Flared): 31" W x 41" L x 24" D (32" w/ext)
Dimensions (Folded)	6" W x 62" D x 26" H 6" W x 62" D x 34" H including Extension
Weight – lbs (kg)	Base: 66 lbs (30 kg) Extension: 26 lbs (11.8 kg) Tier 15 Lid: 48 lbs (21.3 kg)







Caja de registro

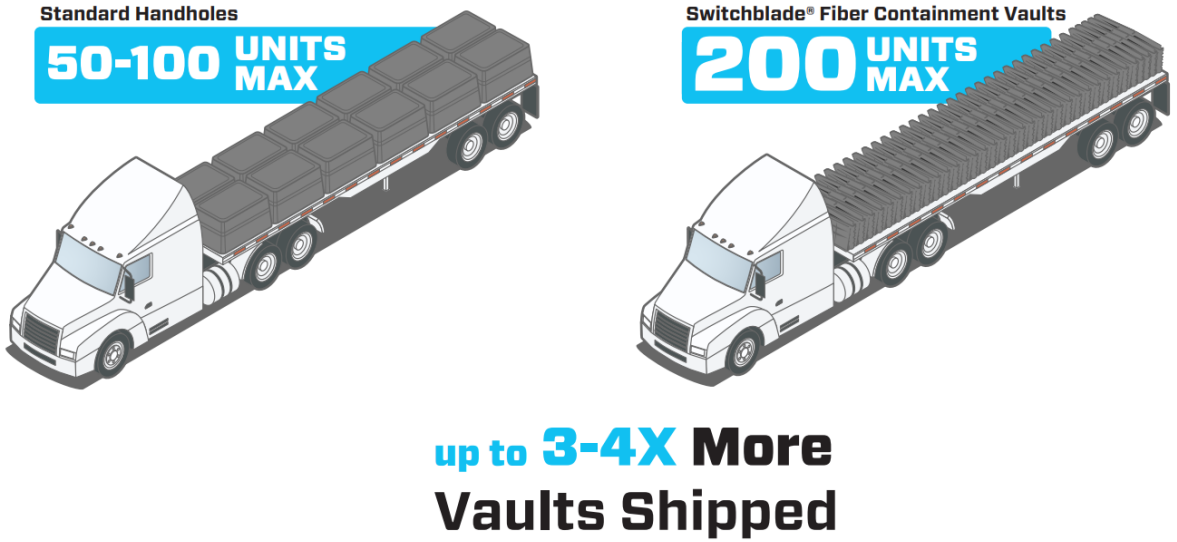


Despliegues mas rápidos y con ahorros

- ~60% mas livianos
- Rápidos de instalar

Comparativa de ahorros de flete/transporte

- Contenedor de 53-ft pueden transportar 200 Switchblades
- Comparado con 50-100 en registros convencionales

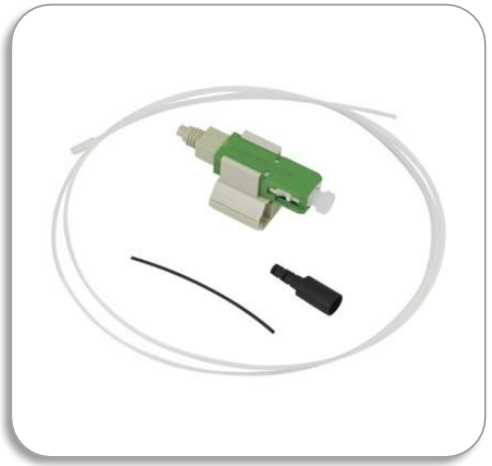


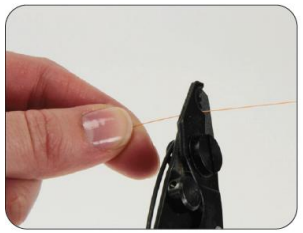
Conectores en campo

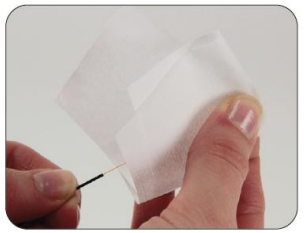
- SIN epoxi y pre-pulidos
- Compatible con fibra de 250 y 900 µm
- Fibra puede ser reinsertada hasta 3 veces
- Gel de índice tiene vida útil de 20 años
- VFI se usa al momento de instalación
- SC/APC conector con nuestra conexión OptiNID®

	FASTConnect
Optical performance	IL max: < 0.5 dB RL max: ≥ 55 dB
Installation time	1-2 minutes
Skill level	Novice
Tools required	Common fiber tools and fiber cleaver

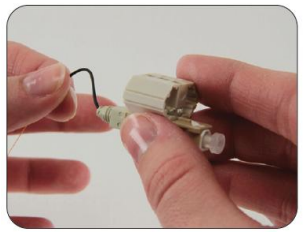


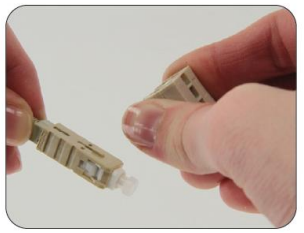


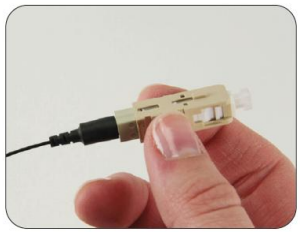












Equipos para medición y prueba de fibra óptica

Performance

Accesorios, cables de lanzamiento Simuladores de red



Kits de OTDR´s







Suministros de Limpieza



Equipos de inspección



Productos de Certificación



Fuentes de luz



Medidores de Potencia



Identificadores De trafico, VFI



Cleaning/Other

Functionality

Bicsi CALA

Construir más rápido y comprobar correctamente

- **Empalmes más uniformes**
  La alineación inteligente corrige la posición de las fibras, las separaciones entre extremos y la alineación de sus ejes.

- **Menos intervención manual y retrabajo**
  La corrección automática del asentamiento en las ranuras en V reduce la variabilidad antes de la fusión.

- **Operación más sencilla**
  El protector contra viento, el calentador de manguitos y el ciclo de empalme automatizados simplifican el trabajo.

- **Más tiempo de trabajo en campo**
  Las ranuras en V reemplazables por el usuario y el seguimiento inalámbrico de la cortadora facilitan el mantenimiento.





Diseñar hoy para la capacidad del mañana

1. Comience con la ruta

El derecho de vía y el método de instalación determinan la arquitectura apropiada.

2. Utilice la densidad estratégicamente

Cables de diámetro reducido y tecnologías de ribbon flexible permiten preservar espacio para crecimiento.

3. Diseñe el sistema completo

Cable + herrajes + cierres + conectividad + empalme + prueba y medicion de red

¡Gracias, BICSI Puerto Rico!

Gracias por su atención y participación

