



Comisión de Regulación  
de Comunicaciones  
REPÚBLICA DE COLOMBIA

## Capacidad de transmisión en las Redes de Fibra Óptica

Documento Soporte  
Regulación de Infraestructura

Octubre de 2014



Calle 59A Bis # 5-53 Piso 9. Bogotá D.C., Colombia.  
Código postal 110231. Tel +57 1 3198300  
Línea gratuita nacional 01 8000 919278  
Fax +57 1 3198301  
[www.crcom.gov.co](http://www.crcom.gov.co)



**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. COMPETENCIAS DE LA CRC.....</b>	<b>6</b>
<b>3. GENERALIDADES DE LAS REDES DE banda ancha .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Condiciones de la red de transporte de acuerdo a la tecnología .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Condiciones ACTUALES de acceso a las redes de TRANSPORTE DE fibra optica ...</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Proyecto Nacional de Fibra Óptica - PNFO.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1 Aspectos generales contractuales.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.2 Servicios .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.3 Características técnicas de la red de transporte de Fibra Óptica .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.4 Condiciones de Operación .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.5 Avance del Plan Nacional de Fibra Óptica .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 OTRAS REDES DE FIBRA OPTICA CON CUBRIMIENTO NACIONAL .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.1 Cobertura de las redes de Fibra Óptica .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.2 Capacidades de transmisión asociadas .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.3 Uso por parte de terceros de la infraestructura de la Red de Fibra Óptica de los PRST .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2.4 Condiciones del servicio de Coubicación.....</b>	<b>26</b>
<b>5. Condiciones de las redes de transporte .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1. Acceso a la red de transporte.....</b>	<b>31</b>
<b>6. PROPUESTA REGULATORIA .....</b>	<b>33</b>
<b>7. PARTICIPACIÓN DEL SECTOR.....</b>	<b>34</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>34</b>

## CONDICIONES DE ACCESO A LAS REDES DE FIBRA ÓPTICA

### 1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son tecnologías de uso generalizado que se caracterizan por: i) tener un amplio uso en la sociedad y en los diferentes procesos, actividades y sectores; ii) posibilitar, facilitar y complementar todo tipo de interacciones y actividades entre agentes económicos y de la sociedad en general; y iii) presentar "externalidades positivas", es decir, mientras mayor sea el número de usuarios de estas tecnologías mayores los beneficios para todos los usuarios. Dadas estas características, los beneficios que se pueden obtener del desarrollo de las TIC dependen de que tan extendida sea su adopción en la sociedad.<sup>1</sup>

De acuerdo con lo expresado por el Banco Mundial, las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones, en particular el Internet de alta velocidad, están cambiando la manera de hacer negocios de las empresas al transformar la forma de brindar los servicios públicos y democratizar la innovación. Además, la banda ancha es también la base de la tecnología de la información local y de las industrias de servicios electrónicos, siendo reconocida como infraestructura esencial para el desarrollo socio-económico de los países gracias a su enorme potencial para la reducción de las desigualdades económicas, regionales y sociales y la democratización de las oportunidades de acceso a la información y al conocimiento.

Así mismo, en relación con el acceso a los servicios y aplicaciones de banda ancha, la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT<sup>2</sup>, indicó que *"la infraestructura de que dependen estos servicios es fundamental para que los ciudadanos participen en la economía de la información y aprovechen los modernos métodos de enseñanza y atención sanitaria. Además, cuando buscan oportunidades de inversión, las empresas exigen una infraestructura de banda ancha desarrollada. Habida cuenta del papel fundamental que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) desempeñan en la economía mundial, el acceso de banda ancha se considera ahora un activo público al igual que las carreteras y los ferrocarriles. Sin él, la brecha digital podría aumentar aún más para los países en desarrollo."*

Igualmente, de acuerdo con dicho artículo, para garantizar la disponibilidad de la banda ancha es absolutamente esencial disponer de una infraestructura nacional de fibra óptica y, además, *"que ésta sea asequible"*. Compartir infraestructura de transporte para llegar a las cabeceras municipales puede ser una de las estrategias para alcanzar este objetivo más rápidamente, que si se deja que el mercado evolucione a su manera.

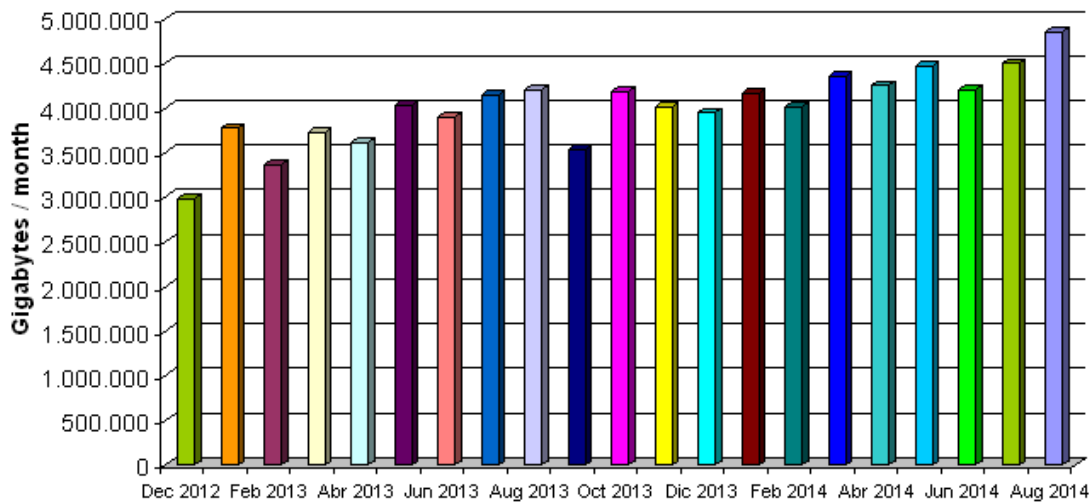
En Colombia, en los últimos dos (2) años se ha evidenciado un constante crecimiento en el tráfico de datos a nivel nacional, tal como lo muestra la siguiente gráfica.

**Gráfica 1.** Tráfico total consolidado mes a mes

<sup>1</sup> Importancia de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) para el desarrollo económico. Documento Necesidad de Despliegue de una Nueva Red de Banda Ancha en México.

<sup>2</sup> Artículo de la UIT: Compartir infraestructura - Importancia de las redes troncales nacionales de fibra óptica - <http://www.itu.int/itu/news/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=02&ipage=sharingInfraestructure-importance&ext=html>, basado en el documento en "Extending Open Access to National Fibre Backbones in Developing Countries", un documento de trabajo presentado al octavo Simposio Mundial para Organismos Reguladores (GSR) de la UIT.

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 3 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			



Fuente: NAP Colombia septiembre de 2014.

Teniendo en cuenta la importancia que tiene para la economía nacional el acceso a la Banda Ancha y como estrategia para apoyar el crecimiento en el tráfico de datos, el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –MINTIC, desarrolla el “Plan Vive Digital” el cual busca, entre otros aspectos, que el país dé un gran salto tecnológico mediante la masificación de Internet. Para lograr dicha masificación, se observó necesario garantizar que todas las regiones del país tengan igualdad de oportunidades en la gran autopista de la información.

El acceso a esta autopista se logra, entre otros aspectos, mediante el despliegue de una infraestructura de telecomunicaciones que garantice a los ciudadanos, empresas e instituciones públicas, el acceso a las aplicaciones y servicios disponibles a nivel mundial a través de conexiones de Internet de banda ancha, así como el transporte de la información desde/hacia cualquier punto del territorio nacional. En tal sentido, MINTIC<sup>3</sup> ha considerado que dicha infraestructura debe estar soportada en redes de fibra óptica por tratarse de una tecnología adecuada, robusta y dinámica para garantizar dicha conectividad. Es por esta razón que en el marco del “Plan Vive Digital”, el citado Ministerio ha implementado el desarrollo del Proyecto Nacional de Fibra Óptica (PNFO) con el fin de extender una red a lo largo del territorio nacional para interconectar 1078 municipios. La expansión, la cobertura y la comercialización de servicios de telecomunicaciones (Internet de banda ancha, televisión, telefonía, y otros) en cada uno de los municipios estarán a cargo tanto del proveedor que ejecute el proyecto como de los otros proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones interesados en la prestación de estos servicios.

Adicionalmente, durante el año 2013 a través de la Resolución 449, el MINTIC estableció los requisitos y el procedimiento para otorgar permisos para el uso de hasta 225 MHz de espectro radioeléctrico para la operación y prestación del servicio móvil terrestre, proceso que finalizó en dicho año con la asignación de espectro a cinco proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, los cuales, entre otras obligaciones deben poner en operación el servicio 4G en las cabeceras municipales asignadas a cada uno de los mismos. Ante este panorama, la CRC observa que a efectos de alcanzar el despliegue requerido en 4G en forma apropiada, es indispensable contar con una red

<sup>3</sup><http://www.mintic.gov.co/index.php/mn-news/1725-se-conectan-los-primeros-226-municipios-a-la-red-nacional-de-fibra-optica>

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 4 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

de transporte que permita la transmisión de datos con velocidades suficientes para brindar servicios de óptima calidad.

De otra parte, si bien hasta hace algún tiempo sólo existían proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones que funcionaban como empresas integradas verticalmente, de tal modo que los servicios de telecomunicaciones ofrecidos estaban soportados en su propia infraestructura de red, el mercado ha cambiado y en la actualidad existen Proveedores de Servicios de Internet (ISP) nacionales que despliegan u operan redes de transporte a nivel nacional, proveedores que despliegan infraestructura de fibra o fibra oscura e ISP locales los cuales tienen conexión directa con los usuarios bien sea con redes propias de acceso o alquiladas a un tercero. Así las cosas, para que los ISP puedan ofrecer sus servicios en el mercado local atendiendo al usuario final, cobra gran relevancia que la red de transporte óptico que permite la transmisión de señales a nivel nacional<sup>4</sup> entre dos o más nodos y la infraestructura de fibra óptica oscura, pueda ser accedida por otros proveedores interesados en prestar sus propios servicios, con el objetivo de incrementar la banda ancha y promover la competencia en la prestación de este servicio.

Al respecto, vale la pena mencionar que la OCDE en su estudio de políticas y regulación de telecomunicaciones en Colombia, asegura que las redes de banda ancha fija se encuentran poco desarrolladas y su penetración y velocidad son bajas, lo que también se refleja en los patrones de fijación de precios. Sobre el particular, dicha organización estipuló que "(...) *mientras que el nivel básico de banda ancha (>256 Kbps, 2 GB por mes) tienen un precio cercano al promedio de la OCDE (posición 17 de 35 países), las tarifas se incrementan de forma espectacular para velocidades más altas (por ejemplo, 15 Mbps o superior, 30 Mbps o superior), lo que indica que la banda ancha fija de alta velocidad aún se considera un servicio de lujo para muchos colombianos. (...)*" (NFT).

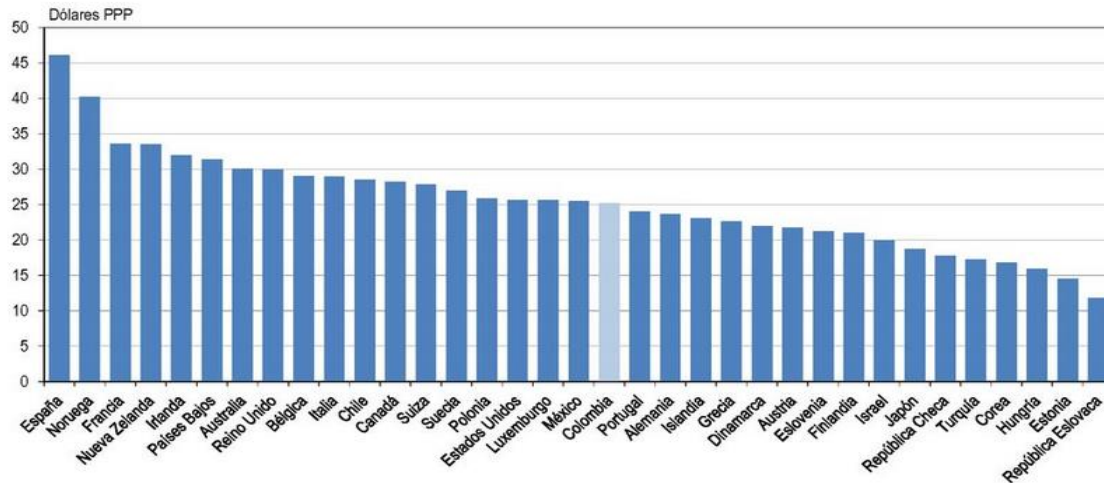
Con base en lo anterior, la Comisión de Regulación de Comunicaciones ha considerado oportuno revisar las condiciones de capacidad de transporte de señales, que han sido ofrecidas por los diferentes proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones que tienen desplegadas redes de fibra óptica que conecten los municipios en el territorio nacional, incluyendo el PNFO, a fin de determinar la potencial existencia de condiciones que restrinjan dicho acceso, y de ser necesario, definir si se requiere de una intervención de carácter regulatorio; ello en beneficio de los usuarios de los servicios TIC.

En este orden de ideas, el presente documento se estructura de la siguiente manera: Un primer capítulo correspondiente a la presente introducción y contexto; un segundo capítulo referente a las competencias de la CRC para regular instalaciones esenciales y condiciones de acceso y uso de redes; un tercer capítulo en el que se revisan las generalidades de las redes de banda ancha junto con las condiciones de transporte de señales; un cuarto capítulo en el cual se realiza el análisis sobre las actuales condiciones de capacidad de transporte de señales en las redes de transporte de fibra óptica, contemplando tanto lo concerniente al Proyecto Nacional de Fibra Óptica como la revisión de las condiciones de otros PRST que poseen infraestructura de redes de Fibra Óptica entre municipios, en materia de cobertura, capacidades de transmisión ofrecidos y servicios.

**Gráfica 2.** Canasta de banda ancha fija de la OCDE incluyendo a Colombia >256 Kbps, 2GB, junio 2013

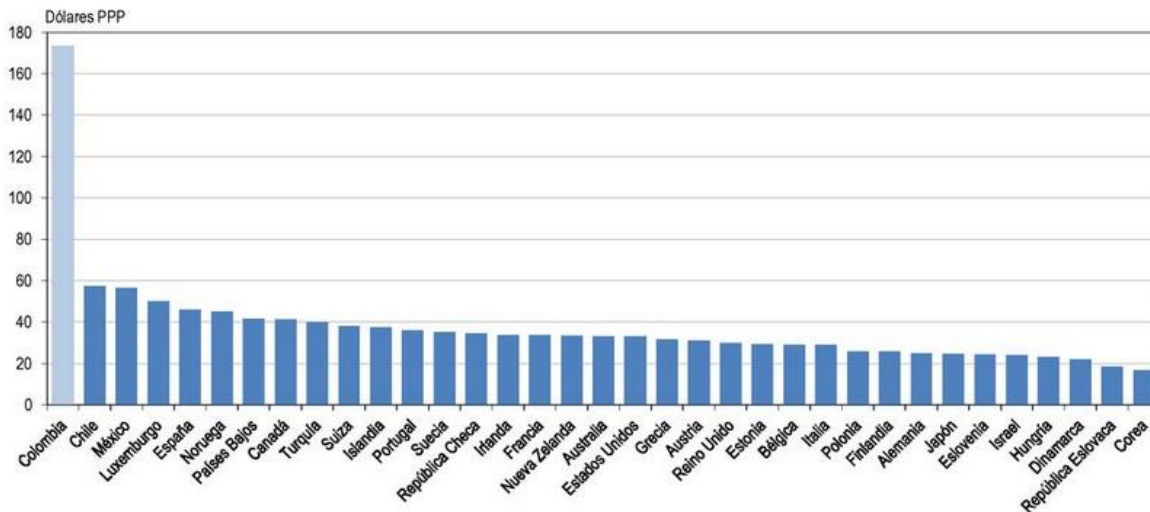
<sup>4</sup> Es el tendido de red de fibra óptica que permite conectar varios municipios del país.

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 5 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			



Fuente: OCDE

**Gráfica 3.** Canasta de banda ancha fija de la OCDE incluyendo a Colombia >15 Mbps, 33GB, junio 2013



Fuente: OCDE

Finalmente, el documento expone las conclusiones observadas, y a partir de las mismas, se plantea una propuesta regulatoria con las condiciones bajo las cuales se realizará la inclusión de una nueva instalación esencial a las ya definidas en el numeral 30.1 del artículo 30 de la Resolución CRC 3101 de 2011.

## 2. COMPETENCIAS DE LA CRC

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 6 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

Desde una perspectiva general, la Ley 1341 de 2009 otorgó a la Comisión de Regulación de Comunicaciones la función de promover y regular la libre competencia para la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones. En ese sentido, de acuerdo con lo dispuesto en el numeral 2 del artículo 22 de la citada Ley, corresponde a esta Comisión *"[p]romover y regular la libre competencia para la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones, y prevenir conductas desleales y prácticas comerciales restrictivas, mediante regulaciones de carácter general o medidas particulares, pudiendo proponer reglas de comportamiento diferenciales según la posición de los proveedores, previamente se haya determinado la existencia de una falla en el mercado."*

Así mismo, de acuerdo con el numeral 3 del artículo en comento, esta Comisión tiene además facultades para *"[e]xpedir toda la regulación de carácter general y particular en las materias relacionadas con (...) los aspectos técnicos y económicos relacionados con la obligación de interconexión y el acceso y uso de instalaciones esenciales, recursos físicos y soportes lógicos necesarios para la interconexión; así como la remuneración por el acceso y uso de redes e infraestructura, (...) el régimen de acceso y uso de redes (...); y en materia de solución de controversias entre los proveedores de redes y servicios de comunicaciones."*

Entre otras disposiciones, el ordenamiento jurídico establece un amplio catálogo de competencias para regular las condiciones asociadas al acceso, uso e interconexión de redes, la interoperabilidad de plataformas y el interfuncionamiento de los servicios y aplicaciones, la definición de instalaciones esenciales y el establecimiento de ofertas mayoristas para la provisión de elementos de red, entre otros aspectos.

Conforme a los fines previstos en el artículo 4º de la Ley 1341 de 2009, la Comisión está facultada para *"[r]egular el acceso y uso de todas las redes y el acceso a los mercados de los servicios de telecomunicaciones, con excepción de las redes destinadas principalmente para servicios de televisión radiodifundida y radiodifusión sonora, hacia una regulación por mercados."*

Ahora bien, la Corte Constitucional mediante Sentencia C-403 de 2010, emitió juicio de constitucionalidad en relación con varios de los apartes de la Ley 1341 de 2009, entre ellos lo dispuesto en el numeral 4 del artículo 22, declarando la exequibilidad condicionada de la norma antes transcrita. La sentencia confirmó además, la constitucionalidad de las facultades de la CRC y precisó que: *"La competencia regulatoria de la CRC recae en primer lugar sobre el acceso al uso de todas las redes de los servicios de telecomunicaciones, es decir, sobre el conjunto de equipos, líneas, circuitos, cables, centrales y cualquier otro soporte físico, así como a la parte del espectro electromagnético empleada para la emisión, transmisión o recepción de señales, escritura, imágenes, signos, sonidos, datos o información de cualquier naturaleza por hilo, radio, u otros sistemas ópticos o electromagnéticos. Dicha regulación debe permitir el avance hacia una competencia entre redes que incremente la inversión en infraestructura y en nuevas tecnologías."*

Otro aspecto importante a nivel de las competencias legales otorgadas a esta Entidad tiene que ver con la definición de instalaciones esenciales, facultad que se encuentra consagrada de manera general en el numeral 6 artículo 22 de la Ley 1341 de 2009. Así las cosas, la posibilidad para determinar instalaciones esenciales, implica que se pueden calificar ciertos elementos de la red de un proveedor de redes y/o servicios a efectos de garantizar el derecho a la interconexión y la promoción de la competencia.

En ese orden de ideas, la Ley 1341 de 2009 establece que en desarrollo de los principios de intervención contenidos en la Constitución Política, el Estado intervendrá en el sector las Tecnologías

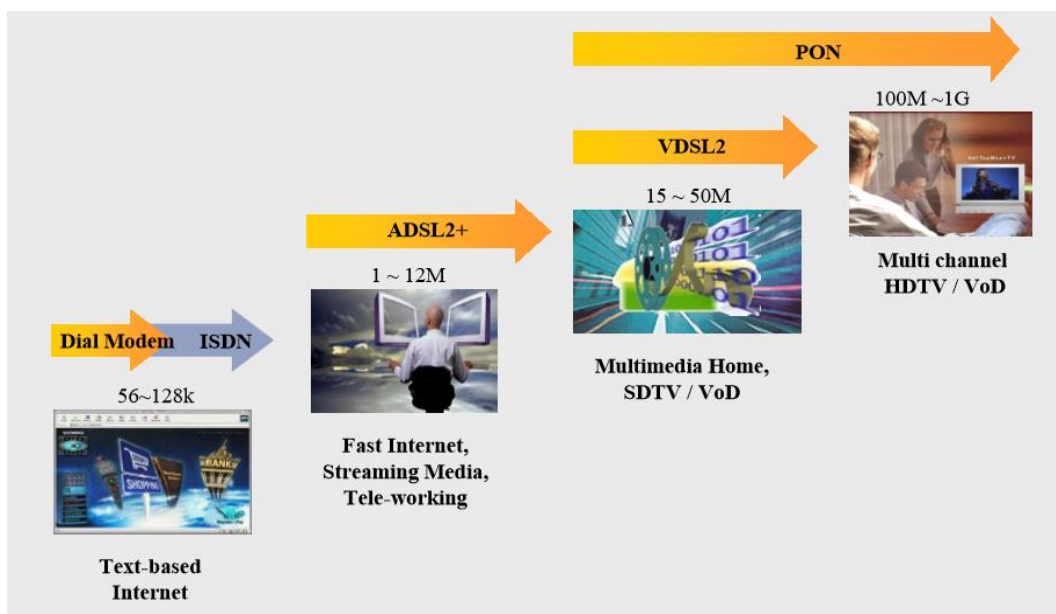
Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 7 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

de la Información y las Comunicaciones para, entre otros fines, garantizar la interconexión y la interoperabilidad de las redes de telecomunicaciones, así como *el acceso a los elementos de las redes e instalaciones esenciales de telecomunicaciones* necesarios para promover la provisión y comercialización de servicios, contenidos y aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

### 3. GENERALIDADES DE LAS REDES DE BANDA ANCHA

Las redes de telecomunicaciones a nivel mundial experimentan un constante crecimiento en el tráfico de datos, en la medida que cada día son más los usuarios que requieren acceder a las múltiples aplicaciones y servicios disponibles a través de Internet. Dicho fenómeno ha generado la necesidad de utilizar tecnologías que permitan combinar fácilmente múltiples redes y servicios, que funcionen sobre una infraestructura común. Ante esta realidad, los proveedores de redes y servicios necesitan una red de transmisión que les permita interconectar sus diferentes elementos de red, la cual además garantice un ancho de banda cada vez más flexible y dinámico, bajo retardo de extremo a extremo, bajo jitter (variación del retardo) y mínima pérdida de paquetes, y para el cumplimiento de dichas necesidades la fibra óptica constituye el medio más apropiado.

**Gráfica 4.** Evolución tecnológica y ancho de banda



Fuente: IEEE <sup>5</sup>

Es importante recordar, que una red de Banda Ancha no sólo permite el acceso a Internet y la transmisión de datos, sino que adicionalmente, a través de la misma, se acerca a la población a contenidos de música, videos, canales de televisión, cámaras ubicadas en distintos puntos de determinadas ciudades, etc. Adicionalmente, se permite el acceso a aplicaciones a través de las cuales

<sup>5</sup> Tomado del documento Redes FTTx – Conceptos y aplicaciones. Disponible en: <http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%209%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 8 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			



se puede acceder a juegos en línea, servicios de web hosting, correo electrónico, video sobre IP, voz sobre IP, sistemas de gestión de clientes, video conferencia móvil, chat, telemedicina, teleeducación, entre otros.

En la siguiente tabla, se presenta un comparativo en cuanto a requerimientos de ancho de banda, necesidad de canal de retorno, calidad del servicio y seguridad, para los nuevos servicios de banda ancha.

**Tabla 1.** Comparativo de los requerimientos para los servicios de banda ancha.

	Requisitos de Ancho de Banda	Canal de retorno	Requisitos de calidad de servicio	Requisitos de seguridad
Video interactivo y video bajo demanda	Alto	Pequeño	Alto	Bajo
Telecompra	Medio	Medio	Medio	Alto
Banca electrónica	Bajo		Bajo	Alto
Juegos y entretenimiento	Medio	Grande	Alto	Bajo
Videoconferencia	Alto	Grande	Alto	Medio
Teletrabajo	Alto	Grande	Medio	Alto
Telemedicina	Alto	Grande	Alto	Alto
Correo multimedia	Medio	Medio	Medio	Alto

Fuente: Comunicaciones ópticas. Fotónica de comunicaciones.<sup>6</sup>

De acuerdo con lo indicado por ColombiaTIC y por otros indicadores como el barómetro de Cisco, si bien las conexiones de banda ancha fija y móvil han experimentado un importante crecimiento durante los últimos años<sup>7</sup>, para el caso específico de Colombia con la asignación de espectro antes mencionada dicha penetración continúe creciendo de manera significativa para la banda ancha móvil..

Como se observa en las cifras abajo referidas, si bien existe un crecimiento constante en las conexiones a banda ancha, la penetración alcanzada no es muy alta en relación con la población del país, lo cual implica que para los próximos años los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones estarán enfocados en aumentar la penetración del mercado de banda ancha. De acuerdo con el barómetro Cisco antes enunciado, para 2017 Colombia superará los 10,3 millones de conexiones, de las cuales un 68,7% serán conexiones denominadas de Banda Ancha 2.0<sup>8</sup>.

**Gráfica 5.** Penetración conexiones fijas Junio de 2013

<sup>6</sup> Disponible en: [www.dinel.us.es/utit/bajar.php?file](http://www.dinel.us.es/utit/bajar.php?file)

<sup>7</sup> Según ColombiaTIC, se contabilizaron en Colombia 4,7 millones de conexiones a junio de 2014.

<sup>8</sup> Según Cisco, las conexiones de Banda Ancha 2.0 permiten una velocidad mínima de 2 Mbps.

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 9 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			



Fuente: Barómetro Cisco de Banda Ancha 2.0 – A junio de 2013.

**Gráfica 6.** Pronóstico de madurez de Banda Ancha - Colombia



Fuente: Barómetro Cisco de Banda Ancha 2.0 – Junio de 2013

Ahora bien, con el incremento en la demanda de conexiones a banda ancha surge la necesidad para los proveedores que ofrecen sus servicios directamente al usuario, de poder realizar el transporte del tráfico generado a través de soluciones que proporcionen niveles de calidad que satisfagan al usuario.

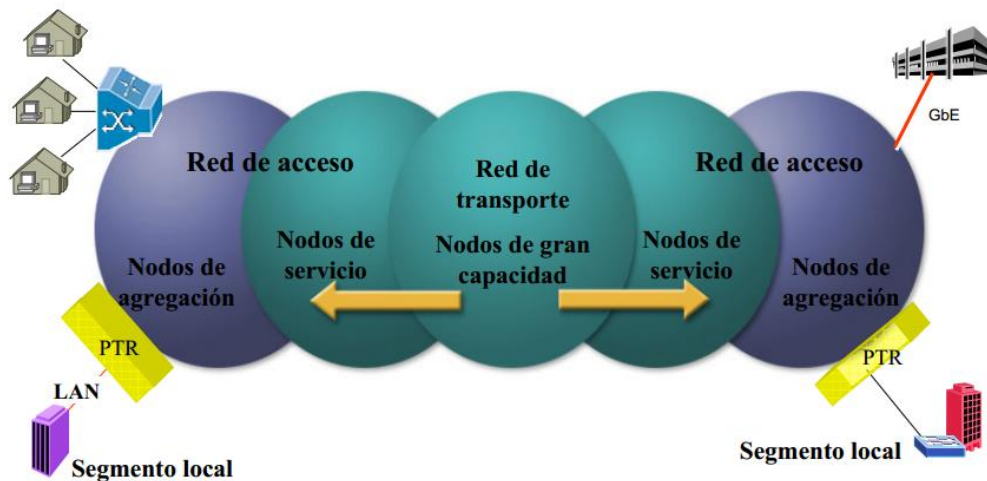
Como se puede observar en la gráfica 7, todo sistema de telecomunicaciones está conformado por:

- La *red de transporte*, que consiste en la infraestructura, medios de transmisión y equipos necesarios para transportar las señales de telecomunicaciones. Esta red está constituida por enlaces que unen distintas zonas de una misma ciudad, así como las diversas regiones y municipios, y utiliza principalmente tres clases de medios de transporte: fibra óptica, enlaces microondas y enlaces satelitales, y

- La *red de acceso*, que consiste en la infraestructura, equipos de telecomunicaciones y medios de acceso necesarios para conectar los terminales de los usuarios con la red. Esta red tiene un alcance de pocos kilómetros (generalmente dentro de una ciudad o municipio), y utiliza principalmente alguna de las siguientes tecnologías: ADSL, DOCSIS, WiMax, UMTS, HSPA, LTE VSAT y/o líneas dedicadas.

Anteriormente el despliegue de la red de transporte dependía del tipo de información que se deseaba transportar<sup>9</sup> y de las características propias de la red de acceso, pero la convergencia de los servicios de telecomunicaciones generó un proceso de unificación en las redes de transporte, para que de esta forma dichas redes fueran capaces de transportar cualquier tipo de información, independientemente de su origen.

**Gráfica 7.** Segmentos generales de red de un sistema de telecomunicaciones



Fuente: Sistema de telecomunicaciones UAM<sup>10</sup>

Así las cosas, los sistemas de telecomunicaciones requieren de una red de transporte (Backbone) que permita transmitir la información de los servicios a altas velocidades, es decir, contar con una infraestructura, medios de transmisión y equipos para transportar las señales de telecomunicaciones, infraestructura que es necesaria para aquellos interesados en desplegar redes de acceso de banda ancha fija y móvil en los diferentes municipios del país. Esta red, la cual está constituida por enlaces que unen distintos municipios del país, puede utilizar tres clases de medios de transporte: fibra óptica, enlaces microondas y enlaces satelitales.

### 3.1 Condiciones de la red de transporte de acuerdo a la tecnología

<sup>9</sup> Redes de transporte de señal de televisión (para el servicio convencional de difusión de televisión), redes de transporte de televisión por cable, redes de transporte de datos dependientes del servicio de datos, redes de transporte de telefonía fija y redes de transporte de comunicaciones móviles.

<sup>10</sup> Disponible en: <http://arantxa.ii.uam.es/~ferreiro/sistel2008/tema2/tema2.pdf>

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 11 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

Si bien el despliegue de la red de transporte (Backbone) estaba dirigido inicialmente a "una red – un servicio", en la actualidad con la evolución de los servicios de telecomunicaciones en convergencia se requiere el transporte de múltiples servicios, incluyendo dentro de los mismos el acceso a Internet. Bajo esta condición, el desarrollo de redes de acceso de banda ancha fija y móvil se puede realizar de manera más rápida y fácil, siempre y cuando la capacidad de transmisión pueda ser accedida en las respectivas cabeceras municipales. En ese sentido, el backbone o core de la red debe tener la capacidad de cursar grandes volúmenes de tráfico entre los puntos de presencia (POPs) de la red de acceso con un elevado grado de confiabilidad. Sobre esta base, dentro de las opciones tecnológicas disponibles para proveer la infraestructura necesaria que permita ofrecer servicios de telecomunicaciones en cualquier punto geográfico, se dispone principalmente de las siguientes:

1. Transporte por fibra óptica
2. Redes de microondas terrestres
3. Redes satelitales

Al respecto, es importante tener en cuenta que estas tecnologías no presentan las mismas propiedades, por lo cual no es viable desde lo técnico considerarlas totalmente comparables. En tal sentido, cada una de ellas puede representar una solución óptima dentro de unas condiciones y necesidades específicas de cubrimiento, disponibilidad, capacidad y calidad de servicio. Más aún, una solución óptima puede estar basada en la combinación de dos o más de estas tecnologías. Sin perjuicio de lo anterior, con el fin de establecer puntos de referencia sobre las ventajas, desventajas y propiedades de cada tecnología, a continuación se expone una comparación de las propiedades de cada una de estas tecnologías, a fin de determinar de manera genérica en qué casos dichas propiedades pueden representar una ventaja o desventaja para una necesidad determinada.

**Tabla 2. Propiedades para las tecnologías de transporte**

	<b>Fibra Óptica</b>	<b>Microondas</b>	<b>Satélite</b>
<b>Latencia</b>	Muy baja	Baja	Alta
<b>Capacidad</b>	Muy alta	Baja	Moderada
<b>Simetría</b>	Simétrica	Simétrica	Asimétrica (la capacidad de subida es menor que la de bajada)
<b>Expectativa de vida útil</b>	20-30 años	20 años	15-20 años
<b>Costo de modernización</b>	Su actualización, en el largo plazo (después de 8 años), no es costosa.	Su actualización, en el mediano plazo (después de 3 años), es costosa.	Su actualización, en el largo plazo (después de 8 años), es costosa.
<b>Tiempo de implementación</b>	Largo (aprox. 4 años)	Moderado (aprox. 3 años)	Corto (aprox. 2 años)
<b>Costo de interconexión</b>	Alto	Alto	Bajo

Fuente: Elaboración CRC con información del estudio de la firma SGC (Salter Global Consulting Incorporated)<sup>11</sup>

La anterior comparación fue basada en un estudio realizado por la firma SGC, el cual consideró una comparación de las condiciones de costos vs condiciones de capacidad para las tres opciones

<sup>11</sup> SGC Salter Global Consulting Incorporated. "Pre-feasibility Telecommunications Study High Capacity Network Options in Nunavik". Sep 2013. Pag.8

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 12 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

tecnológicas enunciadas, estimando como necesidades de crecimiento 2 veces la capacidad actual en tres años y 30 veces la capacidad actual en ocho años. Los aspectos más relevantes de las tecnologías de transporte seleccionadas se exponen a continuación:

### 3.1.1. Fibra Óptica:

Los sistemas de fibra óptica son caracterizados fundamentalmente por un alto costo inicial, capacidad extremadamente alta, alto desempeño y flexibilidad de aplicaciones. Además, considera las siguientes características específicas:

- i. Las fibras ópticas actuales (típicamente configuradas en pares, una para el tráfico en cada dirección) tienen la capacidad de transportar hasta 100Gbps por canal óptico y un máximo de 88 canales ópticos independientes por par de fibra.
- ii. Se ha probado que el desempeño de los sistemas de fibra óptica es muy alto, estando caracterizados por tener baja latencia y bajo retardo (la señales viajan a aproximadamente el 90% de la velocidad de la luz, con lo que un sistema de 5000km tiene un retardo de propagación de aproximadamente 20ms).
- iii. Las fibras ópticas son esencialmente inmunes a las interferencias de RF (radiofrecuencia), y a las condiciones climáticas y del espacio.
- iv. La fibra óptica tiene una vida operacional relativamente larga (hasta 30 años).

Adicionalmente, sus dos principales desventajas son:

- i. El costo: el costo de capital inicial es muy alto comparado con otras tecnologías, especialmente cuando los niveles de demanda son del orden de las decenas o cientos de Mbps.
- ii. Vulnerabilidad a rupturas.

Alrededor del mundo, más del 90% de las fallas en los sistemas de fibra son causados por el hombre. En el caso de los cables submarinos, principalmente por el arrastre de las anclas y la pesca. En todo caso, para mitigar los daños por rompimiento de las fibras, la topología de ésta es casi siempre es en anillo, lo cual permite reenrutar el tráfico en la dirección opuesta y llegar al destino final.

### 3.1.2. Satélites.

Aunque los satélites tienen un relativamente alto costo de inversión de capital, la introducción de bandas como la Ka ha permitido reducir los precios en comparación con las tecnologías que usan la banda C. Adicionalmente, su principal ventaja es poder tener acceso a un relativo bajo costo para comunidades remotas, en donde adicionalmente existan bajas demandas de tráfico.

Por otra parte, la fase de construcción resulta relativamente simple y rápida comparada con las demás soluciones, ya que la infraestructura (de transmisión) que requiere despliegue terrestre se implementa principalmente en poblaciones y comunidades cuyas condiciones geográficas permiten dicho acceso y en donde el impacto ambiental es típicamente mínimo. Otras características de estas soluciones son:

- i. Los satélites están ubicados típicamente en la órbita geoestacionaria, aproximadamente a 36.000 Km de la tierra. Esto implica un tiempo de propagación y latencia que es alto para algunas aplicaciones tecnológicas.
- ii. El desempeño de los sistemas satelitales generalmente es bueno, y puede llegar a ofrecer una disponibilidad de 99.99%, en los casos en los cuales se usan diversos de enlaces.
- iii. La confiabilidad de los sistemas satelitales, aunque es alta, puede verse afectada principalmente debido a fenómenos climáticos y del ambiente. La susceptibilidad también depende de la frecuencia

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 13 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

- de operación, y para mitigar estos riesgos se usan diversas técnicas como corrección de errores hacia adelante y/o modulación y códigos adaptativos.
- iv. La capacidad de los sistemas satelitales depende del número de satélites disponible y de la banda en que operen.
  - v. Los satélites típicamente tienen una expectativa de vida útil de 15 años.

### 3.1.3. Enlaces de Microondas.

En términos tanto de capacidad como costo, los sistemas de microondas se encuentran en un punto medio entre los sistemas satelitales y la fibra, tanto para el capital inicial como para las necesidades de crecimiento.

Para aplicaciones de baja capacidad, el costo de construir un enlace de microondas debe tener en cuenta la instalación de las torres asociadas y otras estructuras de obra civil, las cuales no son siempre fácilmente permitidas. Ahora bien, los aspectos económicos de los sistemas de radio de microondas están caracterizados por un costo de capital inicial más alto que el de los sistemas satelitales, pero en la medida en que crece la demanda el costo de capital es significativamente más bajo.

Un parámetro clave relacionado con el desempeño de un sistema de microondas es el diseño del radioenlace. Este diseño determina la altura de las torres que se requieren para alcanzar comunicaciones confiables en cualquier condición climática, lo cual también afecta los costos de operación a largo plazo en términos de potencia (energía) para alimentar sitios remotos. Adicionalmente, entre las características de este tipo de tecnología se tienen las siguientes:

- i. Para sistemas de microondas nivel carrier, la distancia entre las torres puede llegar a ser de hasta 80 km, dependiendo de las características del terreno.
- ii. Los sistemas de microondas típicamente están diseñados para una disponibilidad de 99.99%, pero frecuentemente trabajan con una disponibilidad mayor, de 99.999% bajo la mayoría de condiciones climáticas.
- iii. Los sistemas de radio modernos consumen significativamente menos potencia que sus antecesores, y pueden ser alimentados por unidades híbridas integradas: solares, eólicas y diésel. Esto reduce el número de veces que se requiere proveer de combustible a las unidades individuales.
- iv. En general, los sistemas de microondas son más costosos de mantener.
- v. Los diseños de los sistemas de microondas típicamente tienen una vida útil de 20 años, aunque el remplazo de los bancos de baterías se recomienda al menos cada 10 años.

### 3.1.4. Comparación de Costo vs. Capacidad para las tecnologías de transporte

El estudio de la firma SGC además de considerar las ventajas y desventajas para cada una de las tecnologías de transporte, también determina una comparación de capacidad contra los costos de implementación para cada solución.

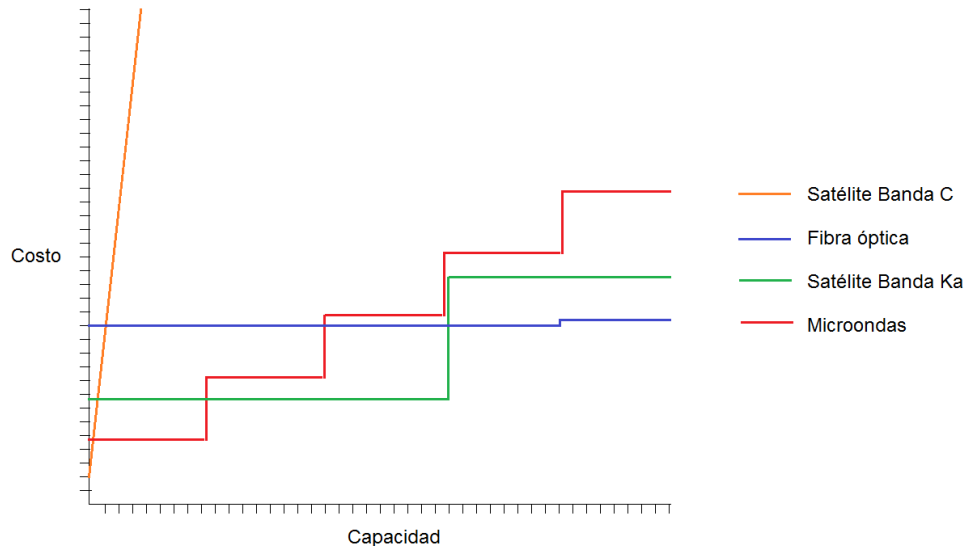
Como se puede apreciar en la gráfica 8, para bajas demandas sobre una gran área geográfica, los sistemas satelitales tradicionales siempre ofrecen la solución más efectiva en costos. Sin embargo, en la medida en que crece la demanda, tanto los enlaces de microondas como la fibra se convierten en las soluciones más apropiadas a nivel de costos.

No obstante, al ser las soluciones de microondas y fibra óptica las más recomendadas desde el punto de vista de costos vs demanda, al tener en cuenta la vida útil y las condiciones de operación de cada

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 14 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

una de las tecnologías, para enlaces de alta capacidad y a largo plazo, la mayoría de operadores alrededor del mundo adoptan la fibra óptica como la infraestructura para su backbone. En razón de este criterio, y al observar las condiciones particulares del mercado de Colombia, el presente análisis se enfoca en las redes de fibra óptica utilizadas para transporte.

**Gráfica 8.** Comparación de alternativas para backbones de redes de telecomunicaciones (no a escala).



Fuente: SGC Salter Global Consulting Incorporated.

## 4. CONDICIONES ACTUALES DE ACCESO A LAS REDES DE TRANSPORTE DE FIBRA OPTICA

Una vez revisadas las condiciones propias de las diferentes tecnologías utilizadas para una red de transporte (backbone), en este capítulo se realiza el análisis sobre las condiciones de cobertura, capacidades de transporte de señales y servicios ofrecidos por las principales redes de transporte de fibra óptica desplegadas actualmente en el país, para lo cual primero se abordará el Proyecto Nacional de Fibra Óptica, y posteriormente se efectuará la revisión de las condiciones de otros PRST que ofrecen capacidad de transporte de señales en la red de Fibra Óptica.

### 4.1 Proyecto Nacional de Fibra Óptica - PNFO

#### 4.1.1 Aspectos generales contractuales

En desarrollo del Proyecto Nacional de Fibra Óptica (PNFO) enmarcado bajo el lineamiento de despliegue y uso eficiente de infraestructura de las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, en el cual se fijó como meta alcanzar 700 municipios conectados con Fibra Óptica en el país, durante

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 15 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

el cuatrienio, el Fondo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones<sup>12</sup> – FONTIC llevó a cabo el proceso licitatorio 002 del 28 de julio de 2011, cuyo objeto consistió en la selección de un proponente que se obligó a la planeación, instalación y puesta en servicio de una red de transporte óptico que conectará 753 municipios<sup>13</sup> y prestara conectividad de banda ancha a 2000 instituciones públicas, a fin de lograr la meta de conectar 1078 municipios para 2014.

Como resultado de dicho proceso, el 10 de noviembre de 2011, se suscribió entre el FONTIC y la Unión Temporal Fibra Óptica Colombia –UTFO<sup>14</sup> el Contrato de Aporte con Recursos de Fomento No. 437 de 2011. En dicho contrato se estipuló que FONTIC aportaría Recursos de Fomento y la UTFO desarrollará para sí una red de fibra óptica, la operará y mantendrá y asumirá la gestión de los servicios indicados en el numeral 4.1.2 del presente documento conforme con los términos y condiciones establecidos en el contrato.

Si bien toda la labor de despliegue y operación de la red de fibra óptica es efectuada por la UTFO a través de TV AZTECA Sucursal Colombia, de acuerdo con las facultades contractuales<sup>15</sup>, la labor de comercialización de los servicios de telecomunicaciones haciendo uso de la red del PNFO, la desarrolla AZTECA COMUNICACIONES COLOMBIA S.A.S, operador que está sujeto a las limitaciones y afectaciones establecidas en el contrato, en los demás documentos del proyecto y las que se desprenden de la asignación modal con que el FONTIC efectúe el aporte de los recursos de fomento.

Así las cosas, la UTFO debe, en el marco del citado contrato, planear, diseñar, instalar, poner en servicio, administrar, operar y mantener una red de transporte óptico<sup>16</sup> que conecte al menos setecientos ochenta y ocho (788)<sup>17</sup> municipios y 2000 instituciones públicas, todo esto orientado a la expansión de la infraestructura de fibra óptica nacional<sup>18</sup>. Se entiende por “conectar un municipio”, el llevar las redes de fibra óptica a un municipio e instalar un nodo de fibra óptica dentro del municipio, el cual permita soportar el transporte de información para diferentes servicios de telecomunicaciones.

La UTFO debe garantizar que la infraestructura de red que se instale en el marco del PNFO esté en capacidad de interconectarse con las redes actuales de fibra óptica, propias o de terceros, con el fin de garantizar que los nuevos municipios conectados puedan comunicarse entre sí y con los municipios ya conectados con fibra óptica. El proyecto, además de las fases de planeación, instalación y puesta en servicio, comprende la fase de operación, durante la cual la UTFO destinará sus medios, recursos, personal, experiencia y conocimientos suficientes y necesarios para operar la red de fibra óptica y para prestar los servicios sobre la misma. Así mismo, será el responsable de la administración, operación y mantenimiento de la red de transporte óptico y los servicios de acuerdo con los aspectos

<sup>12</sup> Unidad Administrativa Especial del orden Nacional adscrita al Ministerio de Tecnología de la Información y las Comunicaciones

<sup>13</sup> Durante la ejecución del contrato se adicionó un grupo de 35 municipios en los cuales también la UTFO deberá desplegar infraestructura de Fibra Óptica.

<sup>14</sup> Constituida por las sociedades mexicanas TOTAL PLAY TELECOMUNICACIONES S.A. de C.V. y TV AZTECA S.A.B. de C.V. con representación legalmente constituida en Colombia

<sup>15</sup> El presupuesto para atender el gasto de dicho contrato corresponde a la suma de Cuatrocientos Quince mil Ochocientos Treinta y Siete Millones Seiscientos Cuarenta y Nueve mil Cuatrocientos Dos Pesos Mete (\$415.837.649.402), en la cual se encuentra comprendido el impuesto al valor agregado (IVA), costos directos e indirectos, así como impuestos de carácter nacional o distrital.

<sup>16</sup> La Infraestructura nueva a instalar incluye la Red de transporte, Gestión de la red de Transporte, Red de Acceso, Gestión de la Red de Acceso, equipos en las instalaciones del Usuario (CPE) en las instituciones públicas, sistemas de soporte para el funcionamiento de dicha infraestructura, tales como: sistema eléctrico, aire acondicionado, sistemas de información del proyecto, etc., que hagan parte del sistema de telecomunicaciones; así como las obras civiles necesarias para cumplir con el objeto del proyecto.

<sup>17</sup> Según Contrato de Aporte No. 437 suscrito el 10 de noviembre de 2011 y Otrosí No. 1 de dicho contrato suscrito el 18 de septiembre de 2013 y la adición de 33 municipios.

<sup>18</sup> Sin perjuicio de lo establecido en el numeral 2.1 del anexo Técnico - ASPECTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO.

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 16 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			



de calidad, niveles de servicio y demás condiciones y restricciones incluidos en el Anexo Técnico del contrato. La obligación de operación y mantenimiento incluye la reposición de la red de fibra óptica, de cualquiera de sus partes, componentes, equipos o elementos que la integran, en cuanto éstos sean objeto de deterioro, daños, pérdidas o cualquier afectación que ocurra, aun en el evento del acaecimiento de un evento de fuerza mayor.

La UTFO está obligada a ofrecer los servicios de telecomunicaciones objeto del contrato sobre la red de transporte óptico, durante los quince (15) años de operación previstos en el cronograma del proyecto, así como la conectividad por banda ancha, durante cinco (5) años a las 2000 Instituciones Públicas incluidas en el proyecto.

Además de la operación, administración y mantenimiento de la red de transporte óptico, la UTFO tiene la obligación de ofrecer y prestar servicios bajo los niveles de servicios y condiciones mínimas especificadas en el Anexo Técnico del contrato y descritos de manera general en el numeral 4.1.5 del presente documento. Adicionalmente la UTFO está obligada a que tal prestación de los servicios se realice bajo criterios de no discriminación, precios basados en costos más una utilidad razonable y promoción de la libre y leal competencia para<sup>19</sup>, servicio portador o convergente a través de la red de transporte óptico.

De otra parte dentro de los derechos del contratista<sup>20</sup>, se aclara que bajo riesgo y responsabilidad de la UTFO, ésta podrá prestar servicios de telecomunicaciones adicionales a los servicios objeto del contrato, inclusive ampliar los que existen, *"siempre y cuando cumpla con la normatividad y regulación vigente para el efecto."*

#### 4.1.2 Servicios

Los servicios contratados y que están a cargo de la UTFO corresponden al servicio de transporte, el cual se prestará sobre la infraestructura de fibra óptica que se despliegue y deberá garantizarse a todo el que lo solicite y el servicio de acceso a Internet de banda ancha para las instituciones públicas.

De conformidad con el anexo técnico del contrato, para el servicio de transporte la UTFO deberá ofrecer la capacidad de un (1) Mbps/mes en un contrato a 12 meses, entre cualquiera de los municipios conectados por el proyecto y cada una de las 4 principales<sup>21</sup> ciudades del país, el cual no puede exceder un valor de un millón ochocientos mil pesos (COP 1.800.000)<sup>22</sup>. No obstante, el Contratista tendrá libertad para definir ofertas comerciales diferentes en capacidad, plazos, etc. a la citada anteriormente, las cuales se regirán por la regulación y normatividad que aplique.

#### 4.1.3 Características técnicas de la red de transporte de Fibra Óptica

De conformidad con las definiciones del contrato el tramo óptico es el segmento de fibra óptica comprendido entre un municipio ya conectado y un municipio a conectar o entre dos municipios nuevos a conectar con el PNFO. Cada tramo óptico deberá garantizar una capacidad mínima instalada de 2 Gbps. Dichos tramos deberán cumplir con la recomendación ITU-T G.652d<sup>23</sup>, con un mínimo de

<sup>19</sup> Gratuidad de la conectividad por banda ancha de las Instituciones Públicas

<sup>20</sup> Cláusula Quinta – "Derechos del Contratista"

<sup>21</sup> Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla

<sup>22</sup> Este valor será ajustado por IPC menos el Factor de Productividad definido en el literal 1 del Anexo 01 de Resolución CRT 1763 de 2007, que corresponde al 2%. Este ajuste es aplicable a partir del año 2012.

<sup>23</sup> <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/es> - G.652 : Características de las fibras y cables ópticos monomodo

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 17 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

veinticuatro (24) hilos, y las recomendaciones ITU-T serie G.600 a serie G.900<sup>24</sup>, aplicables y pertinentes en relación con la red de transporte y fibra óptica.

De otra parte, en relación con los nodos de fibra óptica en los cuales se instalará la infraestructura de telecomunicaciones y sus sistemas de soporte, la UTFO podrá utilizar espacios físicos nuevos o existentes permitiendo en todos los casos el servicio de colocación de quien lo solicite. Se debe destacar que de conformidad con lo establecido en el anexo técnico, los *"nodos serán considerados como Instalaciones Esenciales, con todas las implicaciones normativas que esto conlleva."*

Adicionalmente, se deberá garantizar el uso de interfaces apropiadas y funcionalidades para el transporte de capacidad desde o hacia las redes de acceso fijo y móvil, y la interoperabilidad de todos sus componentes con las redes de terceros. La capacidad de ampliación que deberán tener los equipos de transporte será de mínimo 10 Gbps.

#### 4.1.4 Condiciones de Operación

La UTFO deberá cumplir con indicadores mínimos de calidad referidos a la disponibilidad del tramo óptico y disponibilidad promedio de red, mostrados en la Tabla 3 y una disponibilidad del servicio de acceso a Internet de conformidad con la Tabla 4. El servicio debe estar disponible para los usuarios de la capacidad de transporte por tramo durante un mes, cumpliendo con la capacidad, la funcionalidad y el nivel de servicio requerido.

**Tabla 3** - Disponibilidad del tramo óptico y Disponibilidad de Red

Grupos de municipios	Distancia desde la Capital de departamento hasta el municipio a conectar (Km) por vías terrestres	Disponibilidad mínima por tramo óptico a garantizar	Disponibilidad mínima de Red a garantizar
Grupo A	0 – 100	99,00%	97,50%
Grupo B	101-150	98,00%	
Grupo C	151-200	97,00%	
Grupo D	> 200	96,00%	
Total			

Fuente: PROYECTO NACIONAL DE FIBRA ÓPTICA – Junio de 2011

**Tabla 4** - Disponibilidad del servicio de acceso a Internet para las Instituciones Públicas

Grupos de Municipios	Distancia desde la Capital de departamento hasta el municipio a conectar (Km) por vías terrestres	Disponibilidad mínima del servicio de Internet a garantizar
Grupo A	0 – 100	99%
Grupo B	101-150	98%
Grupo C	151-200	97%
Grupo D	> 200	96%

Fuente: PROYECTO NACIONAL DE FIBRA ÓPTICA – Junio de 2011

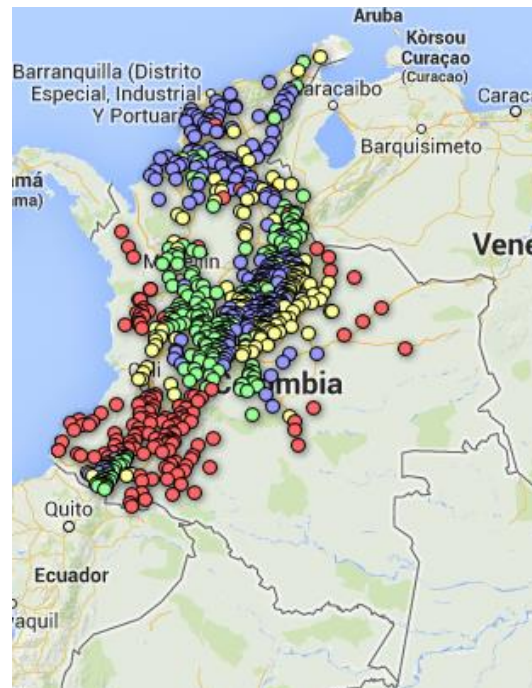
<sup>24</sup> G.600-G.699: Los medios de transmisión y las características de los sistemas ópticos, G.700-G.799: Equipos Terminales Digitales, G.800-G.899: Redes digitales, G.900-G.999: Secciones digitales y sistemas digitales de línea

#### 4.1.5 Avance del Plan Nacional de Fibra Óptica

Con el fin de evaluar la situación actual del PNFO en especial lo relacionado con la prestación de servicios a terceros, la CRC realizó el respectivo requerimiento de información a la UTFO, solicitud que fue atendida por la misma y de la cual se puede concluir lo siguiente:

- A)** Con corte a segundo trimestre de 2014, 638 municipios de los 788 municipios que hacen parte del PNFO ya se encuentran en su fase operativa, lo que significa que la infraestructura se encuentra disponible tanto para el uso de UTFO como de cualquier tercero que lo solicite.

**Gráfico 9.** Distribución de nodos del PNFO



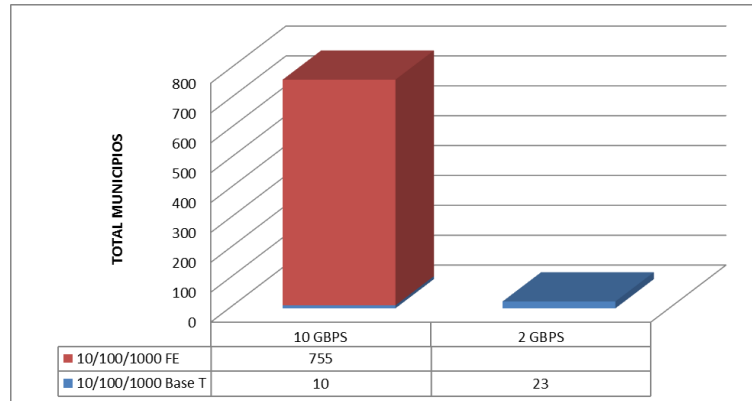
Fuente: Vive Digital

- B)** La capacidad de los nodos del PNFO debe ser de 2Gbps<sup>25</sup> o de 10Gbps dependiendo del municipio a ser atendido. Cada uno de los mismos ofrece interfaces 10/100/1000 FE para el acceso a la infraestructura de red de FO de la UNFO.

**Gráfica 10.** Capacidades de transmisión por municipio

<sup>25</sup> Únicamente para los municipios ubicados en el departamento de Antioquia

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 19 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			



FUENTE: CRC con información de la UNION TEMPORAL FIBRA ÓPTICA COLOMBIA

- C)** En cuanto a las solicitudes de acceso y/o interconexión a la infraestructura del PNFO realizadas por terceros y de conformidad con lo informado por la UTFO, al segundo trimestre de 2014 no se había recibido ningún tipo de solicitud de acceso y/o interconexión a la infraestructura del PNFO para la prestación del servicio de transporte.
- D)** De otra parte, a segundo trimestre de 2014 la UTFO tenía contratos suscritos con catorce (14) terceros para la prestación de sus servicios en 77 municipios, cuya duración varía entre los 8 y los 12 meses. Los servicios prestados bajo el objeto de dichos contratos son los siguientes:
- Servicio de coubicación (un municipio)
  - Internet dedicado de 10 y 100 Mbps (4 municipios)
  - Internet de Banda Ancha de 2, 5, 10, 20, 30, 40 y 50 Mbps (70 municipios).
- E)** En relación con las tarifas ofrecidas por la UTFO para la prestación del servicios de coubicación en las instalaciones donde se encuentran instalados los nodos del PNFO, se manifestó que se cobra un valor recurrente mensual por metro cuadrado en piso para colocación de equipos y demás elementos necesarios de \$850.000, el cual incluye una (1) Unidad Rack, un (1) metro lineal en torre y 1 KVA de energía.

## 4.2 OTRAS REDES DE FIBRA OPTICA CON CUBRIMIENTO NACIONAL

Una vez revisadas las condiciones de despliegue y operación del PNFO, la CRC observó relevante tener un panorama general del estado actual de las capacidades de transporte de señales en las redes de fibra óptica de propiedad de los principales PRST en el país, particularmente en lo que respecta al cubrimiento en el territorio nacional y las condiciones bajo las cuales prestan sus servicios, incluyendo las capacidades e interfaces para la transmisión de señales entre dos o más nodos de la red de transporte óptico desplegada entre los diferentes municipios del país.

Una vez efectuadas las indagaciones pertinentes, la CRC observó que si bien pueden existir algunos agentes de cobertura local o regional, los principales proveedores, además de la UTFO, que tienen redes de fibra óptica habilitadas para prestar el servicio de capacidad de transporte de señales entre dos o más nodos de los diferentes municipios del país son: Colombia Telecomunicaciones, Claro, Internexa, Une, Level3, Edatel, Emcali, ETB, Media Commerce y Promitel. De manera general, otros PRST consultados soportan sus servicios en la infraestructura de redes de fibra óptica de dichos proveedores o su cubrimiento corresponde a áreas metropolitanas y no nacionales.

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 20 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

En lo que corresponde a la prestación del servicio de capacidad de transmisión de señales a través de la red de transporte óptico, no existe una situación común a los diferentes proveedores, encontrando que algunos cuentan con infraestructura propia para soportar sus servicios y, en algunos casos, incluyen dentro de su portafolio el servicio de portador, mientras que en los casos donde los proveedores no cuentan con la infraestructura de transporte nacional por fibra, estas facilidades son adquiridas a través de quienes sí la ofrecen usando figuras contractuales como IRU<sup>26</sup>.

#### 4.2.1 Cobertura de las redes de Fibra Óptica

Desde el punto de vista de cobertura, los PRST objeto de consulta han desplegado redes de fibra óptica para el transporte de señales en determinados grupos de municipios en el territorio nacional, principalmente aquellos que poseen la mayor concentración de población. La Tabla 5 muestra el total de municipios en los cuales los PRST mencionados tienen instalados nodos de fibra óptica. Tal como puede apreciarse, con excepción de Level 3, dichos PRST no sólo tienen capacidad de transporte de señales entre ciudades capitales sino también en un número específico de municipios del país. Sin embargo, al comparar el cubrimiento prestado por dichos PRST con el total de municipios del país<sup>27</sup>, se observa que dichos agentes abarcan tan solo un 11,75% del total de municipios.

Es así como la cobertura con redes de fibra óptica de los PRSTM (a excepción de la UTFO) es de 267 municipios en el territorio nacional, de los cuales 35 cuentan con presencia de uno sólo de los proveedores relacionados. Por su parte la UTFO (TV Azteca) contará con cubrimiento en 788<sup>28</sup> municipios del país, dentro de los cuales en 749 no existe presencia de los demás proveedores relacionados.

Así las cosas, entre los principales proveedores y la UTFO se contaría actualmente con una cobertura a nivel nacional de 1078 municipios, dentro de los cuales en 784 hay presencia de sólo uno de los mismos.

**Tabla 5 – Total municipios atendidos por PRST**

<sup>26</sup> IRU (Indefeasible Right of Use) Derecho Irrevocable de Uso: En esta modalidad existe un compromiso de uso de una red por un tiempo y capacidad definidos que no pueden ser revocados, hasta concluir los tiempos acordados.

<sup>27</sup> Información DANE: 1123 municipios

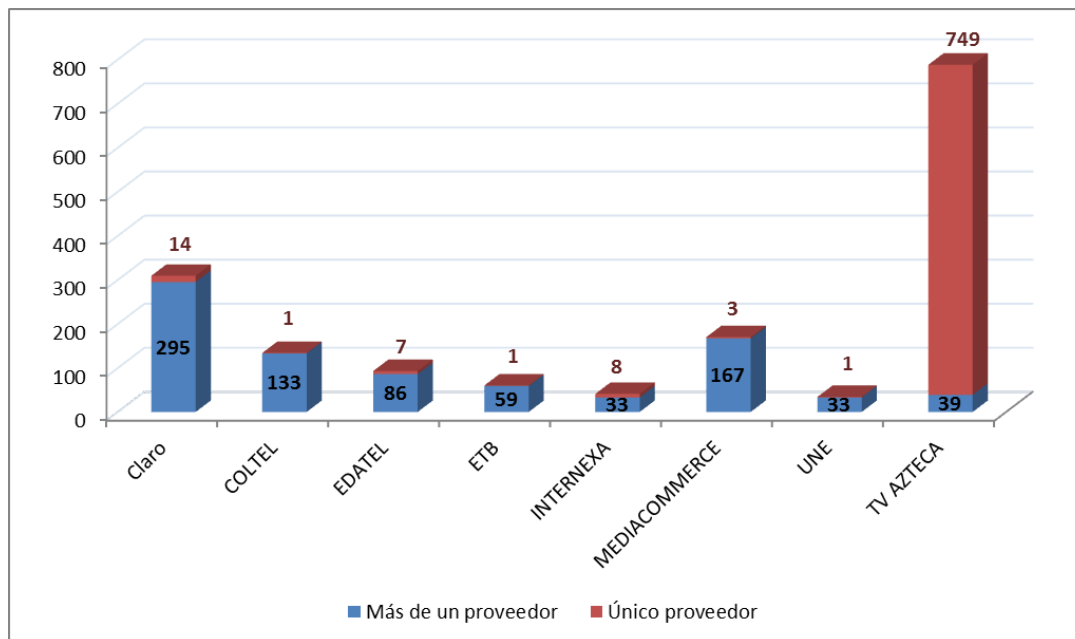
<sup>28</sup> Información suministrada por Azteca Comunicaciones Colombia S.A.S. en octubre de 2013. De acuerdo con el cuadro de avance del proyecto (Disponible en <http://www.aztecomunicaciones.com/proyecto>, consultado el 31 de julio de 2013), este se ha dividido en Grupo 1: 226 municipios, Grupo 2: 226 municipios, Grupo 3: 151 municipios, Grupo 4: 150 municipios y Grupo 35: 35 municipios)

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 21 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

Operador	Municipios	
	Totales	Capitales
Claro	309	25
Coltel	134	22
EdateL	93	2
ETB	60	16
Internexa	41	21
Level3	3	3
Media	170	15
Promitel	16	6
Tv Azteca	788	3
Une	34	17

Fuente: Dirección de Conectividad (MINTIC)

**Gráfica 11.** Total municipios por PRST, con nodos para la transmisión de señales a través de su red de transporte óptico



Fuente: CRC a partir de información de PRST y Dirección de Conectividad (MINTIC)

De otro lado, respecto de los principales proveedores que hacen uso de infraestructura de terceros y que a su vez, no cuentan con una red nacional de fibra óptica propia, se encuentran Colombia Móvil, DirecTV y Avantel. A partir de consultas específicas efectuadas a dichos agentes en 2013, la CRC observó que dentro de sus planes de expansión de red no está previsto un crecimiento con

infraestructura de transporte nacional propia<sup>29</sup>, a excepción de algunos tramos muy puntuales y de corta extensión. En tal sentido, es de esperarse que se mantenga la necesidad por parte de este tipo de agentes para alquilar capacidad de transmisión de señales entre dos o más nodos, a través de la red de transporte óptico propiedad de terceros proveedores.

#### 4.2.2 Capacidades de transmisión asociadas

De la consulta efectuada por la CRC a los principales proveedores de transporte a través de fibra óptica, se encontró que existe una gran diversidad de capacidades e interfaces disponibles en los diferentes municipios en los que tienen cobertura dichos agentes. Estas capacidades necesarias para la transmisión de señales entre dos o más nodos son utilizadas tanto para uso de sus propios servicios, como para el transporte de datos asociados a servicios ofrecidos por terceros. El detalle de interfaces se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6** – Disponibilidad de interfaces de transmisión en los diferentes nodos de acceso a la infraestructura de FO

	INTERFACES	MUNICIPIOS	INSTALADAS	USO	PORCENTAJE DE USO	Tipo de uso
UNE	E1	15	1513	608	40%	propio y terceros
	STM-1	20	622	205	33%	
	STM-16	16	130	43	33%	
	IGE	34	350	146	42%	
INTERNEXA	E1	42	5512	1220	22%	propio y terceros
	E3	4	31	4	13%	
	E3/T3	2	40	12	30%	
	FE	33	598	341	57%	
	GE	34	402	296	74%	
	STM-1	44	828	250	30%	
	STM-16	31	663	365	55%	
	STM-4	14	140	74	53%	
STM-64	22	116	114	98%		
COMCEL	E1	47	69800	69800	100%	grupo claro
	ETH	47	1326	1326	100%	
	STM-1	31	2214	2214	100%	
LEVEL 3	DS3	1	25	21	84%	propio y terceros
	E1	1	1520	1276	84%	
	E3	1	21	19	90%	
	GigabitEthernet	2	964	403	42%	
	STM1	3	303	102	34%	
	STM16	3	71	34	48%	
	STM4	3	70	35	50%	
ETB	E1	35	3802	1117	29%	propio y terceros
	E3/DS3	1	2	2	100%	
	FE	25	152	46	30%	
	GE	25	228	79	35%	
	STM1	30	1044	179	17%	
	STM16	16	393	249	63%	
	STM4	3	36	8	22%	
STM64	3	40	36	90%		

Fuente: CRC a partir de información de PRST

Las cifras expuestas corresponden a la sumatoria de las interfaces de todo el territorio nacional con las que cuenta cada operador, y si bien pueden brindar un panorama general a nivel de país, no

<sup>29</sup> Información suministrada por Colombia Móvil (radicado 201432461) y Directv (Rad. 201482028) a la CRC. Junio 6 de 2014.

reflejan de manera particular la situación concreta de cada municipio, siendo posible por lo tanto la existencia de potenciales restricciones en términos de disponibilidad de interfaces, capacidades o cualquier otro tipo de infraestructura relacionada. Estas cifras expresadas en sus capacidades equivalentes se presentan de manera agregada en la Tabla 7.

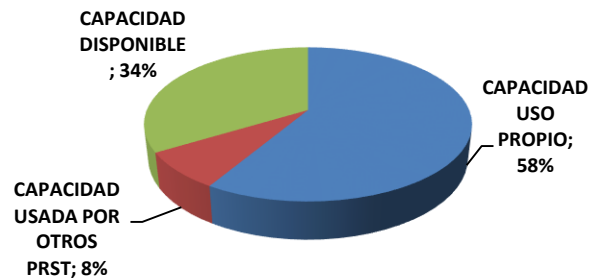
**Tabla 7** - Capacidad de transmisión de señales (Mbps) usada y disponible de los PRSTM, en su red de transporte óptico.

	Capacidad total (Mbps)	Capacidad en uso (Mbps)	Capacidad propia usada (Mbps)	Capacidad usada otro PRST (Mbps)	Capacidad disponible (Mbps)
<b>CLARO</b>	496.030	496.030	494.229	1.801	-
<b>ETB</b>	1.817.584	1.101.123	936.916	164.207	716.461
<b>LEVEL 3</b>	1.236.844	529.723	529.723	-	707.121
<b>INTERNEXA</b>	5.447.147	4.075.475	3.483.265	592.210	1.381.672
<b>UNE</b>	774.436	286.491	286.491	-	487.945
<b>TV AZTECA</b>	7.696.000	877	-	877	7.695.123

Fuente: CRC a partir de información de PRST

Sin perjuicio de aspectos y situaciones específicas, a partir de la información consolidada pueden deducirse algunas tendencias generales. Por una parte, se evidencia la existencia de capacidades de transmisión de señales disponibles, las cuales actualmente no han sido utilizadas para uso propio del proveedor dueño de la infraestructura, lo cual puede interpretarse como una reserva para crecimiento futuro ante demanda de tráfico esperada. De otro lado, se constata que la proporción de la infraestructura que es utilizada por otros proveedores (terceros) es muy pequeña en relación con la capacidad de transmisión de señales disponible y con la capacidad de transmisión de señales utilizada por los proveedores propietarios de la red de transporte óptico (ver Gráfica No. 12). Adicionalmente, la información consolidada permite concluir que al menos en el caso de Claro no existiría capacidad disponible para atender cualquier necesidad adicional de transporte, bien sea propia o de un tercero.

**Gráfica 12.** Capacidad de transporte (Mbps) usada y disponible de los PRSTM, en redes de fibra óptica, a nivel nacional sin incluir TV Azteca.



Fuente: CRC a partir de información de PRST

#### 4.2.3 Uso por parte de terceros de la infraestructura de la Red de Fibra Óptica de los PRST



Con el fin de determinar el uso que se le ha dado hasta el momento a la infraestructura de red de Fibra Óptica desplegada a lo largo del territorio nacional, la CRC requirió a los principales PRST que poseen dicha infraestructura información acerca de los PRST que, en calidad de terceros, han realizado algún tipo de solicitud de acceso y/o interconexión a sus redes de FO para soportar la prestación de sus servicios. Con base en la información recibida, la Comisión elaboró las siguientes tablas, en las cuales se puede apreciar que, salvo COMCEL, quien presuntamente tiene destinadas sus redes únicamente para uso de los PRST del grupo CLARO<sup>30</sup>, los demás PRST tienen disponibles sus redes de transporte óptico para entregar a terceros, que así lo requieran, capacidad de transmisión entre dos o más nodos. Así mismo, es de anotar que ningún proveedor reportó solicitudes de servicios realizadas por terceros, que hubiesen resultado negadas por algún motivo.

**Tabla 8** – Servicios soportados sobre la infraestructura de FO de UNE

CANTIDAD DE TERCEROS	Tipo de Servicio	DURACION DE LOS CONTRATOS
12	Acceso a Internet Acceso local (Ultimas millas) Acceso local para tx BTS y nodos B Anillo nacional lambdas de 10G ( IRU) Anillo STM-16 y STM-64 en Medellín ( IRU)	Un (1) año (Renovación automática) Cinco (5) años (Renovación automática) Diez (10) Años Quince (15) Años

Fuente: UNE - 2013

**Tabla 9** – Servicios soportados sobre la infraestructura de FO de LEVEL 3

CANTIDAD DE TERCEROS	TIPO DE SERVICIO	DURACION DE LOS CONTRATOS
9	Acceso Acceso Dedicado a Internet Clear Channel International CPE GC Transport Services Global Solutions International Access IP AnyWhere Pop to Pop Transparente Servicio de Backbone Servicios de Infraestructura Servicios para Carriers Servicios Satelitales Tradicionales Servicios Terrestres Tradicionales	12 AÑOS

Fuente: LEVEL 3 - 2013

**Tabla 10** – Servicios soportados sobre la infraestructura de FO de Colombia Telecomunicaciones

<sup>30</sup> COMCEL, TELMEX e INFRACEL

CANTIDAD DE TERCEROS	TIPO DE SERVICIO	DURACION DE LOS CONTRATOS
9	CLEAR CHANNEL MPLS UK	Término Indefinido

Fuente: COLOMBIA TELECOMUNICACIONES - 2013

**Tabla 11** – Servicios soportados sobre la infraestructura de FO de INTERNEXA

CANTIDAD DE TERCEROS	TIPO DEL SERVICIO	DURACIÓN DE CONTRATOS
52	Last Mile Nacional	Varía entre 1 a 15 años
	Crossconnection	
	Carrier Ethernet Nacional	
	Wavelength	
	Pop to pop Nacional	
	Backhaul Nacional	
	IP Access	

Fuente: INTERNEXA - 2013

Así las cosas, se puede observar, que respecto de la modalidad de contratación de los servicios de capacidad de transporte, las principales necesidades están asociadas con Acceso a Internet, Clear Channel Internacional, Acceso Local (Últimas millas), Acceso Nacional en capacidades de STM16, STM64 y 10G. Dichos contratos pueden tener duraciones entre 1 y 2 años (con renovación automática) o entre 10 y 15 años (contratación de derechos irrevocables de uso – IRU).

#### 4.2.4 Condiciones del servicio de Coubicación

En relación con el servicio de Coubicación, los diferentes PRST consultados informaron a la CRC las tarifas y los alcances de la misma, obteniéndose los resultados que se detallan en la

**Tabla 12.** Debe mencionarse que salvo COMCEL, quien manifiesta expresamente que no se presta el servicio de coubicación en sus nodos de la red de transporte óptico, los demás PRST efectivamente ofrecen el mismo.

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 26 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

**Tabla 12 – Tarifas asociadas al servicio de coubicación**

PRST	Concepto	Valor Recurrente		Valor No Recurrente	Observaciones
		Valor	Periodicidad		
UNE	Valor M2 en piso para colocación de equipos y demás elementos necesarios (incluye Energía y aire acondicionado)	3 SMMLV	Mensual	No Aplica	Este valor puede variar de acuerdo con los intereses de los operadores, particularmente si con la interconexión hay prestación de servicios de manera recíproca.
INTERNEXA	Energía: 1 KW DC 1 Unidad de RACK 12 Meses	\$ 1.385.325	Mensual	\$ 795.825	
LEVEL 3	Valor M2 en piso para colocación de equipos y demás elementos necesarios (incluye Energía y aire acondicionado)	\$ 2.052.000	Mensual		
	Cargos de instalación			\$ 4.512.500	
COLOMBIA TELECOMUNICACIONES	Valor M2 en piso para colocación de equipos y demás elementos necesarios (incluye Energía y aire acondicionado)	3,21 SMMLV	Mensual	No Aplica	Coubicación Tipo 1 con las siguientes características sobre infraestructura propia: 1 m2 en torre 1 m2 en lote 1 m2 en salón 1 KVA energía AC 1 KW energía DC
		3,55 SMMLV	Mensual	No Aplica	Coubicación Tipo 2 con las siguientes características sobre infraestructura propia: 2 m2 en torre 2 m2 en lote 2 m2 en salón 1 KVA energía AC 1 KW energía DC
		2,65 SMMLV	Mensual	No Aplica	Coubicación Tipo 1 con las siguientes características sobre infraestructura propia: 1 m2 en lote 1 m2 en salón 1 KVA energía AC 1 KW energía DC
		2,80 SMMLV	Mensual	No Aplica	Coubicación Tipo 2 con las siguientes características sobre infraestructura propia: 2 m2 en lote 2 m2 en salón 1 KVA energía AC 1 KW energía DC

Fuente: CRC a partir de información de PRST

## 5. CONDICIONES DE LAS REDES DE TRANSPORTE

Como se evidenció en la gráfica 4 del presente documento, en los últimos años se ha experimentado una creciente demanda de ancho de banda, y se prevé que la misma aumente en el futuro, provocada por el aumento en el número de aplicaciones y equipos accesibles a los usuarios, a través de los cuales se establecen las respectivas conexiones mediante redes de acceso de banda ancha fija o móvil. A su vez, para que dichas redes de acceso de banda ancha puedan ser desplegadas en los diferentes municipios y que los usuarios puedan hacer uso de los diferentes servicios, se requiere disponer de redes de transporte (Backbone) que soporten altas capacidades de tráfico agregado, de manera tal que permitan el envío de datos a altas velocidades entre municipios.

Ahora bien, aunque dichas redes utilizan diferentes medios de transporte, tal como se evidencia del análisis costo - capacidad realizado en el numeral 3.1 del presente documento, es la fibra óptica la que ofrece mayor ancho de banda por menor costo, disponiendo adicionalmente de calidades únicas en términos de capacidad, disponibilidad, latencia e inmunidad al ruido.

Así las cosas, cuando hacemos referencia a una red de transporte óptico, es importante tener en cuenta que en fibra óptica se utilizan los términos de fibra iluminada y fibra oscura dependiendo del estado en que se encuentre dicho medio. La fibra óptica que no se está ocupando se le conoce como "fibra oscura" que se arrienda como infraestructura, en tanto que aquella que está conectada a equipos y por la cual se cursan señales es la "fibra iluminada" la cual se ofrece como capacidad de red, como servicio.

En un servicio de fibra oscura, el operador dueño de la fibra alquila un determinado número de fibras (típicamente en pares) que están disponibles sin iluminar en los cables que ha tendido para desplegar su red. El cliente que esté interesado en hacer uso de dicho recurso, podrá conectar su propia red a dichos hilos con el fin de extender su cobertura, de esta forma no requiere hacer un despliegue propio, consiguiendo así ofrecer sus servicios en un menor tiempo. Adicionalmente, como el cable de fibra óptica es propiedad del primero, el cliente debe recibir el servicio de mantenimiento de la infraestructura y del cable.

Es decir, la fibra óptica instalada es alquilada por un operador externo para interconectar sus equipos y es utilizada como "cable" de transmisión. En este caso, el operador externo debe contar con equipos y dispositivos propios que permitan insertar y extraer los datos a los "hilos". Dado que las ubicaciones físicas son propiedad del operador dueño de la red óptica, es necesario permitir al operador externo acceder al sitio donde existen las "terminaciones" o extremos de la fibra. Típicamente estas terminaciones se encuentran en las estaciones y subestaciones.

En los casos de operadores que ofrecen fibra oscura, su cliente es típicamente otro operador que a su vez ofrece servicios gestionados de comunicaciones o un cliente que requiere transportar grandes volúmenes de datos y por lo tanto provee el equipamiento necesario para iluminar dicha fibra.

El crecimiento en las demandas de tráfico para prestación de servicios, así como la disponibilidad de este tipo de infraestructura hace posible que medianas y grandes organizaciones empleen fibra oscura y reciban los mismos beneficios que los operadores. Las redes de fibra oscura pueden ser usadas para redes privadas, o como redes de acceso a internet o infraestructura para internet.

De hecho, también resulta ser de gran utilidad para empresas que requieren interconectar sus sedes y equipos con una alta capacidad de transferencia y almacenamiento de datos. De esta forma dichas empresas pueden alquilar una infraestructura de fibra oscura para, mediante sus "hilos", contar con conectividad instantánea y fluida entre sus oficinas. También las administraciones públicas, ante los crecientes volúmenes de datos que almacenan y sus necesidades de disponibilidad inmediata.

Como la fibra oscura es solamente un medio por el que viajan las ondas de luz, permite la transmisión de cualquier aplicación o protocolo. Puesto que no existe ningún intermediario con capacidad de reventa, las redes de fibra oscura pueden operar utilizando los últimos protocolos ópticos por medio de división multiplexada de longitud de onda para añadir capacidad donde se necesita, y para proveer un camino de actualización entre tecnologías sin sacar la red de servicio.

## **Ventajas**

### **Flexibilidad**

1. Cualquier servicio que desee, en cualquier momento
2. Fácil adaptabilidad del equipo conforme crecen las necesidades de capacidad
3. La capacidad de la fibra oscura está disponible para cualquier servicio o protocolo

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 28 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

4. La limitación del tamaño del ancho de banda se determina únicamente por el equipo existente, no por la fibra oscura

### Control

Como se mencionó previamente, la mayor ventaja para el usuario de fibra oscura es el control personal que le da sobre el entorno tecnológico. El cliente que utiliza fibra oscura puede:

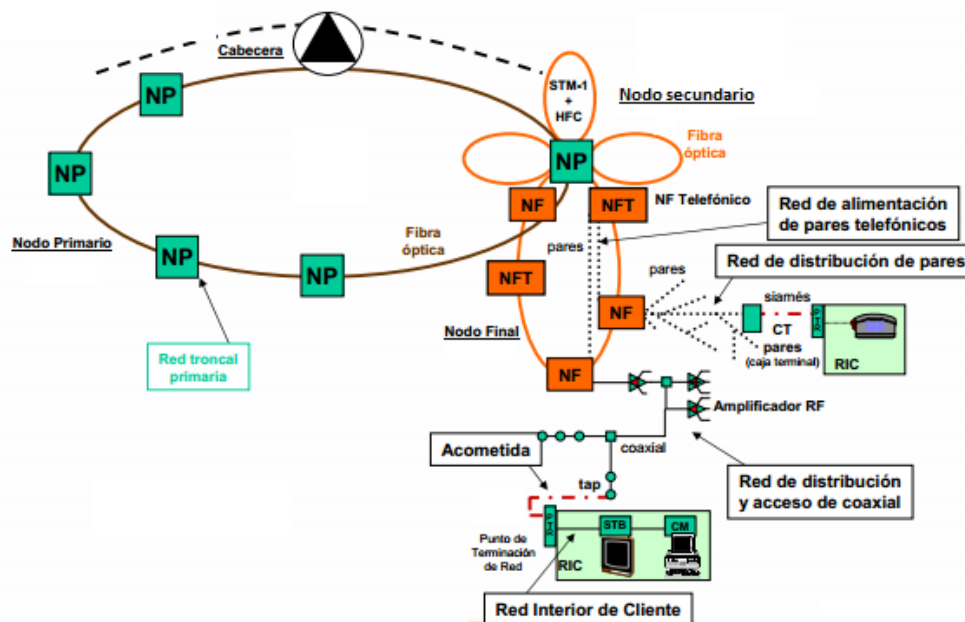
1. controlar la selección de banda ancha y de las aplicaciones que corren,
2. implementar actualizaciones en cualquier momento sin necesidad de esperar al operador,
3. utilizar una red privada dedicada sin un operador involucrado,
4. dar mantenimiento a su propia conveniencia, y
5. a través del control de la infraestructura de fibra oscura, mantener la calidad del servicio que se provee

### Escalabilidad

1. El ancho de banda se determina sólo por el equipo del cliente
2. Las actualizaciones de 1 Gb a 10 Gb se manejan realizando cambios de las tarjetas ópticas del equipo
3. Capacidad de incrementar el ancho de banda en el futuro

Por otra parte, las redes de transporte óptico con fibra iluminada, tienen como función principal la provisión de capacidad de transmisión de señales entre dos o más nodos conectados por enlaces de fibra óptica, a través de una topología de bus, de estrella o de anillo. Estas topologías, tiene instalados nodos que pueden ser: (i) nodos primarios, (ii) nodos secundarios y (iii) nodos de acceso.

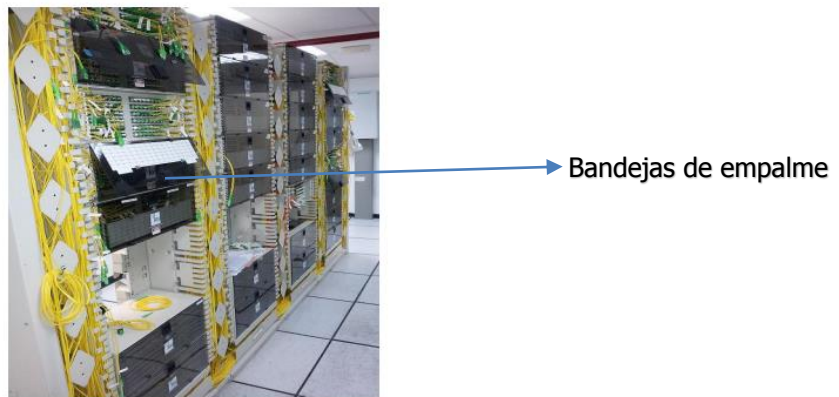
**Gráfica 13. Red de fibra óptica**



Fuente: Comunicaciones Ópticas UC<sup>31</sup>

El nodo primario recibe la señal de la red troncal primaria y presenta dos módulos independientes: el módulo del camino descendente y el del camino ascendente, dichos módulos realizan la función de recepción o transmisión óptica. Además, el nodo primario alberga los ODF's (Optical Distribution Frames), elementos usados como punto de interconexión entre la fibra proveniente de la red de transporte y los equipos activos o dispositivos de transmisión óptica. Tal como se observa en la siguiente gráfica, dentro del ODF se colocan las bandejas de empalme, en donde se albergan las fusiones de fibra.

**Gráfica 14.** Optical Distribution Frames - ODF.



Fuente: UOC Universitat Oberta de Catalunya<sup>32</sup>

Por su parte el nodo secundario consiste en una caja de empalme de fibra óptica, que permite encaminar las señales procedentes del nodo primario hacia los nodos ópticos terminales.

**Gráfica 15.** Nodo secundario



Fuente: UOC Universitat Oberta de Catalunya

<sup>31</sup> Consultado en: [grupos.unican.es/gif/co5/0607/CO5\\_0607\\_T10\\_sistemas\\_2pp.pdf](http://grupos.unican.es/gif/co5/0607/CO5_0607_T10_sistemas_2pp.pdf)

<sup>32</sup> Disponible en el sitio: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/18805/6/amerinoraTFC0113memoria.pdf>

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 30 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

Finalmente, el nodo óptico terminal se encarga de dar servicio a las áreas de concentración de usuarios y depende normalmente de un nodo secundario. Este nodo, en ocasiones, tiene un equipo denominado BONT (Broadband Optical Network Termination), que es un transductor óptico/eléctrico que transforma la señal óptica en señal RF.

**Gráfica 16.** Nodo terminal



Fuente: UOC Universitat Oberta de Catalunya

En la siguiente tabla se presenta una comparación de las características de la fibra oscura y la fibra iluminada.

**Tabla 13.** Fibra oscura Vs. Fibra iluminada

<b>Fibra iluminada</b>	<b>Fibra oscura</b>
Oferta de capacidad de transmisión de datos (Conectividad)	Oferta de "hilos ópticos" con capacidad máxima de transmisión definida.
El operador dueño de la fibra transmite datos garantizando velocidad de transmisión al contratante.	Los hilos de fibra son alquilados por un tercero como cable de transmisión para conectar sus equipos.
El operador dueño de la fibra "inserta" y "extrae" los datos en los extremos de la fibra.	El operador externo (tercero) debe contar con los equipos para "insertar" y "extraer" los datos en los extremos de la fibra.
El operador dueño de la fibra cuenta con equipos de agregación y desagregación.	Es necesario permitir al operador externo ingresar a los sitios donde se ubican los extremos de la fibra.

Fuente: Con información de <http://www.nfn.mx/FibraOscura.html>

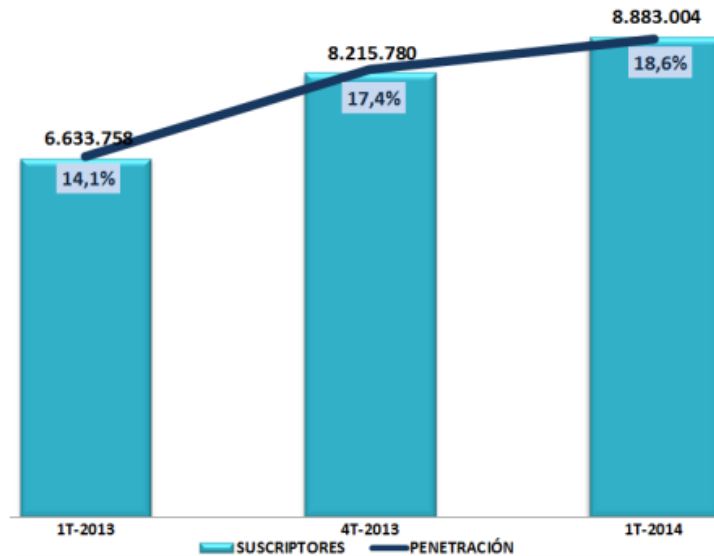
## 5.1. ACCESO A LA RED DE TRANSPORTE

Tal como se expuso en el numeral 4 del presente documento, en Colombia la red de transporte óptico tiene desplegados nodos en 1078 municipios, de los cuales en 784 municipios se tiene la presencia de solo un proveedor de infraestructura de fibra óptica. Así las cosas, se puede indicar que la red de transporte de fibra óptica ofrece la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre dos o

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 31 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

más nodos ubicados en la gran mayoría de municipios del país. No obstante lo anterior, de acuerdo con las cifras publicadas por Colombia TIC, el índice de penetración de suscriptores a Internet de banda ancha no supera el 18,6% para el primer trimestre de 2014, con lo cual se observa que la penetración en el acceso de banda ancha al usuario final, requiere, entre otros aspectos, que exista una capacidad de transmisión disponible para permitir el desarrollo de redes de acceso de banda ancha fija y móvil de manera rápida y con las condiciones de calidad apropiadas.

**Gráfica 17.** Suscriptores a Internet de banda ancha e índice de penetración.



Fuente: Informe trimestral de las TIC. Primer trimestre de 2014.

Adicionalmente, es de señalar que tal como se evidenció en el numeral 4 del presente documento, la gran mayoría de proveedores propietarios o administradores de la infraestructura de la red de transporte de fibra óptica, tiene capacidades de transmisión que no están siendo utilizadas por sí mismos o por terceros. Así las cosas, con el objetivo de promover un mayor desarrollo de redes de banda ancha en todas las zonas del país a través de la facilitación a terceros para que desarrollen redes de banda ancha locales o comercialicen servicios de acceso a Internet, esta Comisión observa necesario facilitar el acceso a las redes de transporte óptico que permiten la transmisión de señales entre dos o más nodos.

Lo anterior, sin perjuicio que la fibra óptica sea fibra iluminada o fibra oscura, para lo cual en el primer caso, es decir, en relación a la "fibra iluminada" se hace referencia explícita al acceso de terceros a la capacidad requerida para la transmisión de señales entre dos o más nodos de la red de transporte óptico. Por su parte, al referirse a "fibra oscura" el acceso otorgado estará relacionado con el uso de fibras de transporte óptico, para que el proveedor que lo requiera, preste su servicio de transporte a través de dicha infraestructura, utilizando sus propios equipos de activación y transporte de señales sobre las fibras entregadas por el tercero.

En ese contexto de acuerdo con el alcance y los principios definidos para el acceso, es importante recordar que el Régimen de acceso, uso e interconexión de redes de telecomunicaciones, define el acceso como "(...) la puesta a disposición por parte de un proveedor a otro proveedor, de recursos

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 32 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			



físicos y/o lógicos de su red para la provisión de servicios.<sup>33</sup> Así las cosas, el acceso a la red de transporte de fibra óptica que conecta dos o más municipios, deberá efectuarse en condiciones no discriminatorias y de transparencia, características propias de la definición de una instalación esencial, de acuerdo a lo establecido en la Resolución CRC 3101 de 2009.

En línea con lo anterior, se observa necesario que la capacidad de transmisión de señales entre dos o mas nodos de la red de transporte óptico que conecta dos o más municipios, y la fibra oscura que hace parte de la red de transporte óptico, sean declarados como instalación esencial<sup>34</sup>, ya que como se indicó en el numeral 3 del presente documento la red de fibra óptica no es replicable por otros proveedores debido al costo de inversión inicial para su instalación, al tiempo que toma su despliegue, a las dificultades reglamentarias en la obtención de autorizaciones de paso para el acceso a las calles, carreteras y otros terrenos públicos, y a sus características técnicas.

Por otra parte, es de recordar que los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones que dispongan de instalaciones esenciales de acuerdo con lo establecido en el artículo 30.1 de la Resolución CRC 3101 de 2011, deben contar con una Oferta Básica de Interconexión –OBI-. En tal sentido, al incluirse la capacidad de transmisión de señales entre dos o más nodos de la red de transporte óptico que conecta distintos municipios, y la fibra oscura que hace parte de la red de dichas redes de transporte óptico, como instalaciones esenciales, se hace necesario adicionar la información pertinente dentro de la OBI, para lo cual se deberá discriminar lo siguiente:

1. Segmento de fibra óptica, indicando punto inicial y punto final del tramo de red que hace parte de la red de transporte óptico (departamento, municipio).
2. Fecha de entrada en operación del segmento de fibra óptica.
3. Longitud en kilómetros del segmento de fibra óptica.
4. Total de nodos instalados en el segmento de fibra óptica, indicando para cada uno el nombre del nodo y su ubicación geográfica (departamento, municipio, dirección y coordenadas geográficas – latitud y longitud)
5. Capacidad de transporte instalada, capacidad de transporte utilizada por el proveedor propietario y capacidad de transporte disponible. (Mbps)
6. Capacidad de fibra óptica disponible en el ODF.
7. Para cada segmento de fibra óptica relacionado en el punto 1, indicar número de hilos ópticos sin iluminar.
8. Tarifas por el servicio de capacidad de transmisión de señales en el segmento de fibra óptica, desagregando capacidad de transmisión solicitada e interfaces ubicadas en cada uno de los nodos de fibra óptica.
9. Tarifa por derecho de uso sobre fibra de transporte óptico sin iluminar, en el segmento de fibra.
10. Tarifa por la ubicación de equipos de activación y transporte de señales sobre la fibra de transporte óptico sin iluminar.

## 6. PROPUESTA REGULATORIA

<sup>33</sup> Numeral 3.1 del artículo 3 de la Resolución CRC 3101 de 2011

<sup>34</sup> Las instalaciones esenciales se refieren a componentes físicos o lógicos de las redes o de los servicios de transporte de telecomunicaciones, y su condición de ser esencial claramente corresponde a la condición de no tener viabilidad técnica o económica en su replicación y, por tanto, la necesidad de que sea posible su uso por todos los agentes del mercado.

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 33 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

De conformidad con los análisis y las conclusiones expuestos en el presente documento, la CRC procede a través de este documento y el proyecto de resolución asociado a plantear una iniciativa regulatoria con los siguientes planteamientos:

- i. Motivaciones que conllevan al desarrollo de la propuesta regulatoria.
- ii. Adicionar al listado de instalaciones esenciales para efectos del acceso y/o la interconexión, relacionado en el artículo 30 de la Resolución CRC 3101 de 2011, la capacidad de transmisión de señales entre dos o mas nodos de la red de transporte óptico que conecta dos o más municipios, y la fibra oscura que hace parte de la red de transporte óptico.
- iii. Condiciones que deben ser reportadas en la OBI para la instalación esencial.

## 7. PARTICIPACIÓN DEL SECTOR

Atendiendo el procedimiento establecido en el Decreto 2696 de 2004, los documentos publicados son sometidos a consideración del Sector entre el 8 y el 22 de octubre de 2014. Los comentarios a la propuesta regulatoria serán recibidos a través del correo electrónico: [accesoFO@crcom.gov.co](mailto:accesoFO@crcom.gov.co), vía fax al 3198301, a través de la aplicación denominada "Foros" del grupo "Comisión de Regulación de Comunicaciones" de Facebook o Twitter, o en las oficinas de la CRC ubicadas en la Calle 59A Bis No. 5 – 53 Piso 9, Edificio Link Siete Sesenta, de la ciudad de Bogotá D.C."

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- 1) <http://www.broadbanduk.org/wp-content/uploads/2012/08/06-11-23-ofcomnga-discussiondoc.pdf>
- 2) Next Generation Access – Implementation Issues and Wholesale Products  
[http://www.irg.eu/streaming/BoR%20\(10\)%2008%20BEREC%20report%20on%20NGA%20%20wholesale%20products.pdf?contentId=546808&field=ATTACHED\\_FILE](http://www.irg.eu/streaming/BoR%20(10)%2008%20BEREC%20report%20on%20NGA%20%20wholesale%20products.pdf?contentId=546808&field=ATTACHED_FILE)
- 3) Regulation and Investment in Next Generation Access Networks: Recent Evidence from the European Member States  
[http://www.webmeets.com/files/papers/earie/2012/84/NGA\\_EJ2.pdf](http://www.webmeets.com/files/papers/earie/2012/84/NGA_EJ2.pdf)
- 4) Regulatory policy and the roll-out of fibre-to-the-home networks  
<http://ideas.repec.org/a/ces/ifodic/v4y2006i3p22-28.html>
- 5) <http://www2.alcatel-lucent.com/techzine/es/demanda-de-ancho-de-banda-y-redes-de-transporte-optico/>
- 6) Informe Trimestral de las TIC en Colombia. Primer trimestre de 2014.
- 7) Barómetro de Cisco de Banda Ancha.
- 8) Redes Ópticas. Alberto Rodríguez Gómez. Escuela Técnica Superior de Ingeniería-ICAI. Universidad Pontificia Comillas. Asignatura: Comunicaciones Industriales Avanzadas.  
<http://www.dea.icai.upco.es/sadot/Comunicaciones/avanzadas/Informe%20REDES%20%C3%93PTICASAlbertoRodriguez.pdf>

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 34 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			

9) Implementación de DOCSIS 3.0 sobre redes HFC. TFC- Ángel Merino Ramos. Universidad Oberta de Catalunya.

<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/18805/6/amerinoraTFC0113memoria.pdf>

Documento Soporte Condiciones de Acceso a las Redes de Fibra Óptica	Cód. Proyecto 8000-2-18	<b>Página 35 de 35</b>	
	Actualizado: 08/10/2014	Revisado por: Regulación de Infraestructura	Fecha revisión: 08/10/2014 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relaciones internacionales y Comunicaciones: Fecha de vigencia: 25/06/2013			