

# Implementación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica en el Perú

Implementation of the National Dorsal Fiber Optic Network in Peru

Paola Chávez Ruiz<sup>1</sup>

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

**Resumen**— El presente trabajo tiene como objetivo presentar el diseño e implementación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, que es una red de transporte que cuenta con 48 hilos y debe soportar por lo menos en un solo par de fibra 40 lambdas como mínimo y 100 Gbit/seg de velocidad cada uno, utilizando la tecnología Dense Wave Division Multiplexing (DWDM). Como consecuencia esta red facilitará a la población nacional del Perú el acceso a Internet de Banda Ancha y promoverá la competencia en la prestación de este servicio. La longitud de esta red de fibra óptica es mayor a 13,000 km y que conecta a Lima con las 22 capitales de las regiones y 180 capitales de provincia. Para mostrar estos resultados se ha utilizado información publicada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC), Proinversión, y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

**Abstract**— The present work aims to show the design and implementation for the National Dorsal Fiber Optic Network, which is a transport network that has 48 wires and must support at least a single fiber pair 40 lambdas minimum and 100 Gbit/Sec each one, using Dense Wave Division Multiplexing (DWDM). This network will provide the national population with broadband Internet access and promote competition in the provision of this service. This fiber network of more than 13,000 km connects Lima with 22 regional capitals and 180 provinces capitals. For this purpose, it was used information published by the Ministry of Transport and Communications of Perú (MTC), Proinversion, International Telecommunication Union (ITU).

**Palabras Claves** - RNI, SAR, ondas electromagnéticas, teléfonos móviles.

**Key Words** - RNI, SAR, electro-magnetic waves, mobile phone.

## I. ANTECEDENTES

De acuerdo a estadísticas de marzo del 2010 solo tres (03) de cada cien (100) habitantes accedía a banda ancha en el Perú, y el mercado estaba concentrado en el servicio de un solo operador con más del 80%. Asimismo, la comisión multisectorial de encargada de elaborar el Plan Nacional para el desarrollo de la Banda Ancha [1] en el Perú, solo en tres (03) ciudades de la sierra contaban con redes de transporte de fibra óptica y en la selva se carecía de este medio (ver Fig 1).



FUENTE: PROINVERSION

Fig. 1. Red de Fibra Óptica antes de la RDNFO.

<sup>1</sup> Paola Chávez Ruiz, e-mail: [paolitz@gmail.com](mailto:paolitz@gmail.com)  
Recibido: Mayo 2016 / Aceptado: Junio 2016

Es por ello que, con la finalidad de facilitar a la población el acceso a Internet de Banda Ancha y promover la competencia en la prestación de este servicio [2], el 20 de julio del 2010 mediante Decreto Supremo N° 034 -2010 – MTC, se establece como Política Nacional la implementación de una red dorsal de Fibra Óptica en el Perú.

## II. CONSIDERACIONES REGULATORIAS

Para la elaboración de este proyecto el estado peruano tuvo que establecer la Política Nacional de Banda Ancha en el Perú, instalar una comisión multisectorial, elaborar un Plan Nacional, modificar varias normativas relacionadas al despliegue de infraestructura, dar facilidades normativas para los permisos en gobiernos locales, regionales, establecer la inclusión de ductos para instalación de fibra en obras de carreteras, o compartición de infraestructura eléctrica para la instalación de redes aéreas de fibra.

Todos estos cambios normativos permitieron que sea una realidad la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.

Además, el 20 de julio del 2012 se publicó la Ley 29904 de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, y su reglamento, [3] [4] en la cual se señala que el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL) puede financiar redes de transporte de telecomunicaciones.

Es así que, se inició la elaboración del proyecto “Desarrollo de la Banda Ancha y masificación de la fibra óptica en zonas rurales y lugares de preferente interés social del país: Proyectos Cobertura Universal Sur, Cobertura Universal Norte y Cobertura Universal Centro” el cual consiste en el diseño, despliegue y operación de una red de fibra óptica de más de 13 mil kilómetros.

Esta red conectará a Lima con 22 capitales de región y 180 capitales de provincia y permitirá dar servicios de Telefonía Pública, Telefonía de Abonados y acceso a Internet a 782, 90, y 758 centros poblados, respectivamente [5] tal como se ve la distribución en la Fig. 2.

## III. DISEÑO DE RED

La Dorsal Nacional de Fibra óptica es una red de transporte que cuenta con las siguientes características:

### A. Red Core

Basada en una proyección de tráfico de 10 años, contará con un mínimo de 5 anillos en lugares

geográficamente distintos y como mínimo 8 nodos en la Red Core.

Los enlaces de la Red Core, deben tener un rendimiento efectivo (*effective throughput*) como mínimo de 100 Gigabit por segundo (Gbit/seg) y contar como mínimo, con los siguientes atributos:

- IPv4 y IPv6.
- Internet Control Message Protocol (ICMP)
- Protocolos de enrutamiento de nivel 3, que incluyen:
  - Border Gateway Protocol versión 4 (BGPv4)
  - Open Shortest Path First (OSPF) Versión 2 (OSPFv2)
  - OSPFv3
  - Intermediate System to Intermediate System Protocol (IS-IS).
- Multiprotocol Labeling Switching (MPLS).
- Simple Network Management Protocol (SNMP).
- Seguridad:
  - Message Digest Algorithm (MD5).
  - Internet Protocol Security (IPsec).
  - Secure Shell Protocol Version 2 (SSHv2).
  - Secure FTP (SFTP).
  - Secure Sockets Layer (SSL) [5].



Fig. 2. Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica - RDNO

### B. Red de agregación

Se encuentran ubicados en las capitales de las regiones, como mínimo 22 nodos.

El rendimiento efectivo de los enlaces de subida entre los Nodos de Agregación y la Red Core tendrá una capacidad inicial de 10 Gbit/seg.

Los Enrutadores de Agregación deben ser controlados por software y equipados con puertos de subida a Enrutadores de Core de 100 Gbit/seg y 10 Gbit/seg.

Los enrutadores de agregación deben soportar servicios de Carrier Ethernet, incluyendo Conexiones Virtuales de Internet (*Ethernet Virtual Connections, EVCs*), flexibles, IEEE Bridging, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MST), MST Access Gateway, VPNs de nivel 2, Servicios de Virtual Private LAN (VPLS) VPLS jerárquico, Virtual Private Wire Service (VPWS), Ethernet sobre MPLS, redundancia de pseudowire y conmutación multisegmento pseudowire y soportar servicios de nivel 3, servicios IPv4 e IPv6, protocolos de enrutamiento (BGP, Intermediate System-to-Intermediate System, y Open Shortest Path First (OSPF), Route Policy Language (RPL), Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), BGP Prefix Independent Convergence (PIC) y servicios a base de MPLS, entre otros [6].

### C. Red de Distribución

Los nodos de distribución deberán estar ubicado en las capitales de provincia, en su totalidad son 180.

Los Enrutadores de Distribución estarán controlados por software y tendrán interfaces de subida con los Enrutadores de Agregación de como mínimo 10 Gbit/seg, según los requisitos de rendimiento hasta/desde sitios individuales.

Los Enrutadores de Distribución deben soportar servicios de Carrier Ethernet E-Line, E-LAN, E-Tree según lo definido por el Metro Ethernet Forum (MEF), QoS Calidad de Servicio, incluyendo Conexiones Virtuales de Ethernet (*Ethernet Virtual Connections, EVCs*), flexibles, IEEE Bridging, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MST), MST Access Gateway, VPNs de nivel 2, Servicios de Virtual Private LAN (VPLS) VPLS jerárquico, Virtual Private Wire Service (VPWS), Ethernet sobre MPLS y soportar servicios de nivel 3, servicios IPv4 y IPv6, protocolos de enrutamiento (BGP, Intermediate System-to-Intermediate System o IS-IS, y Open Shortest Path First - OSPF, Route Policy Language (RPL), Virtual Router Redundancy Protocol – VRRP, BGP Prefix Independent Convergence o PIC) y servicios a base de MPLS, entre otros [6].

### D. Red de conexión

Utilizado para conectarse con los operadores de servicio público de telecomunicaciones. Estos deben contar con conmutadores Ethernet de 24 puertos.

### E. Puntos de Conexión Internacional

Deben implementarse 04 puntos de Conexión Internacional los cuales deben tener la capacidad de establecer lambdas exclusivas sobre DWDM desde el Punto de Conexión Internacional hasta la red Core.

Respecto a la red de Fibra óptica, esta contará con equipos de sistema Dense Wave Division Multiplexing (DWDM) [7], los cuales deberán soportar por lo menos 40 lambdas de un mínimo de 100 Gbit/seg cada uno en un solo par.

Asimismo, la fibra óptica utilizada deberá ser monomodo y cumplir con los requisitos señalados en Recomendaciones G.652.D o G.655 de la UIT. [8] [9]

Y el cable de fibra óptica es el dieléctrico auto soportado (ADSS) de núcleo seco, con un gel de relleno. [10] [11], ver Fig. 3.

Los Amplificadores son de Fibra Óptica Dopada con Erblio (EDFAs por sus siglas en inglés) o el equivalente para regenerar las señales ópticas según el tramo que corresponda.

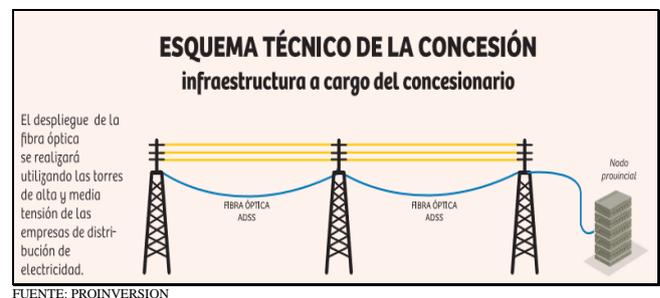


Fig. 3. Esquema de la instalación de la fibra óptica ADSS.

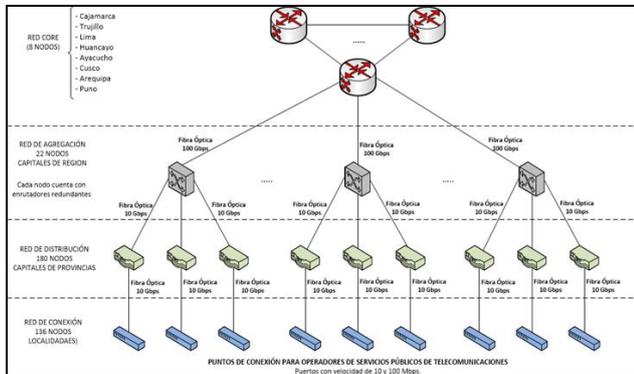
La RDNFO llegará con un punto de presencia hasta Lurín. Los Usuarios se interconectarán a las salidas internacionales existentes en Lurín o en Lima según sea su elección. [12]

Asimismo, la RDNFO deberá conectarse con el NAP Perú. Y también se implementara NAP's regionales en un espacio físico independiente, para la instalación de servidores y el equipamiento necesario que permita el direccionamiento del tráfico on-net hacia los contenidos ubicados en cada NAP regional.

Los switches, servidores y routers en los NAP Regionales, Puntos de Conexión Internacional y el punto de presencia en Lurín, deben soportar el protocolo SNMP y contar con fuentes de alimentación y ventiladores redundantes.

#### IV. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

Para la implementación de la red se realizó un concurso público, mediante el cual el 17 de Junio de 2014 la empresa Azteca Comunicaciones firmó el contrato de concesión por el periodo de 20 años.



Fuente: [http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/proyectos/red\\_dorsal.html](http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/proyectos/red_dorsal.html)

**Fig. 4.** Estructura referencial de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica – RDNFO.

Azteca Comunicaciones ha estado obligada a cumplir con un cronograma de entregas, y debe finalizar el proyecto en el mes de junio del 2016.

El Concesionario deberá realizar pruebas previas y posteriores a la instalación del cable de fibra óptica siguiendo cualquiera de los métodos estándares en la industria (por ej. UIT, EIA/TIA, IEEE, IEC). Estas pruebas deben comprender pruebas en carrete, de post-empalme, de post-conexión; y de aceptación. El Concesionario debe informar el cronograma de pruebas al Supervisor de Obras, para que pueda participar en dichas pruebas a su discreción.

Dentro de los procesos y protocolos de prueba deberán cumplir, entre otros, los siguientes aspectos:

- Equipos de pruebas.
- Protocolos de pruebas (incluidas las pruebas de aceptación en fábrica, pruebas de aceptación en sitio).
- Operaciones de prueba.
- Secuencias de pruebas.
- Personal responsable (del Concesionario y de terceros).

En Los procesos y protocolos de puesta en servicio deberán cumplir, entre otros, los siguientes aspectos:

- Protocolos de puesta en servicio.
- Chequeos pre-puesta en servicio.
- Operaciones de puesta en servicio.
- Personal responsable (del Concesionario y de terceros).

La empresa supervisora está verificando la instalación realizada por Azteca Comunicaciones, para lo cual cuenta con unas actas de prueba y verificación.

Finalizada las etapas de instalación y supervisión Azteca Comunicaciones solo podrá brindar el servicio de portador a otros operadores de telecomunicaciones. [4].

#### V. CONCLUSIONES

La Dorsal Nacional de Fibra óptica es una red de transporte de más de 13,000 km que se desplegará hasta 180 capitales de provincia en todo el Perú.

Es una red de titularidad del Estado Peruano el cual ha sido otorgado en concesión a Azteca Comunicaciones.

Asimismo, la RDNFO permitirá contar con redes de transporte de fibra óptica en la sierra, y así aumentar la expansión de los servicios de telecomunicaciones. Además, contar mayor acceso a servicios de banda ancha a nivel nacional.

Razón por la cual, se vislumbra un panorama beneficioso y expectante sobre el desarrollo, y avance en el despliegue de estas redes y el impacto en las telecomunicaciones en el Perú.

Para que la Red Nacional de Fibra Óptica tenga un verdadero impacto y uso en la magnitud que se espera, va a tener que complementarse con los proyectos Regionales, los cuales brindaran infraestructura de fibra óptica hasta distritos y proveerá el servicio de internet a los usuarios finales.

Es así como se logrará interconectar instituciones que actualmente a pesar del despliegue de la RDNFO no cuentan con el servicio de internet en sus sedes así tengan un nodo de la RDNFO en la provincia.

Uno de los limitantes para el avance de los proyectos regionales es el presupuesto limitado, que es necesario para poder desplegar en mayor magnitud en varias regiones.

#### REFERENCIAS

- [1] MTC [sede Web]. Lima: Plan Nacional de Desarrollo de la Banda Ancha [acceso 21 de noviembre del 2016], disponible en: [https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha/plan%20banda%20ancha%20vf.pdf](https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/plan%20banda%20ancha%20vf.pdf)
- [2] MTC. Decreto Supremo N° 034 -2010 – MTC, Política Nacional la implementación de una red dorsal de Fibra Óptica en el Perú con la finalidad de facilitar a la población el acceso a Internet de Banda Ancha y promover la competencia en la prestación de este servicio del 20 de julio del 2010 establece como
- [3] MTC. Ley 29904, Ley de promoción de la banda ancha y construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, del 20 de julio del 2012.

- [4] MTC. D.S. 014-2013-MTC, Reglamento de la Ley 29904, del 04 de noviembre del 2013.
- [5] PROINVERSION. [sede Web]. Lima; [acceso 27 de junio 2016]. Ficha Técnica del proyecto: “Desarrollo de la Banda Ancha y masificación de la fibra óptica en zonas rurales y lugares de preferente interés social del país: Proyectos Cobertura Universal Sur, Cobertura Universal Norte y Cobertura Universal Centro”, disponible en:<http://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/Plantilla/Proyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=5682>
- [6] PROINVERSION. [sede Web]. Lima; Anexo N° 12 Especificaciones Técnicas de Red Dorsal Nacional: Cobertura universal sur, Cobertura universal norte, Cobertura universal centro, disponible en: [http://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/PC\\_RED\\_DORSAL/SEGUNDA\\_VERSION\\_DE\\_LAS\\_ESPECIFICACIONES\\_TECNICAS\\_ANEXO\\_12\\_DE\\_LAS\\_BASES.pdf](http://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/PC_RED_DORSAL/SEGUNDA_VERSION_DE_LAS_ESPECIFICACIONES_TECNICAS_ANEXO_12_DE_LAS_BASES.pdf)
- [7] UIT [sede Web]. Ginebra: UIT; DWDM [acceso 21 de noviembre del 2016], disponible en [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/1D/01/T1D010000090001PDFE.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/1D/01/T1D010000090001PDFE.pdf)
- [8] UIT [sede Web]. Ginebra: UIT; [acceso 21 de noviembre del 2016]: Recomendaciones G.652.D, Características de las fibras y cables ópticos monomodo, disponible en <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/es>
- [9] UIT [sede Web]. Ginebra: UIT; [acceso 21 de noviembre del 2016]: Recomendaciones G.655 : Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula, disponible en <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.655/es>.
- [10] UIT-T [sede Web]. Ginebra: Cables de fibra óptica para aplicaciones aéreas [acceso 21 de noviembre del 2016], disponible en: [https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.26-200212](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.26-200212).
- [11] MTC [sede Web]. Lima: Especificaciones Técnicas para el tendido de la fibra óptica en las redes de energía eléctrica y de hidrocarburos [acceso 21 de noviembre del 2016], disponible en: [https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion\\_internacional/regulacion/documentos/servicios\\_publicos/DOCUMENTO%20DE%20TRABAJO0001.pdf](https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/servicios_publicos/DOCUMENTO%20DE%20TRABAJO0001.pdf)
- [12] OSIPTEL [sede Web]. Lima; Resolución de Consejo Directivo N° 073- 2016 – CD/OSIPTEL, Disposiciones Generales para la prestación de facilidades complementarias al Servicio Portador de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica [acceso 21 de noviembre del 2016], disponible en <http://www.elperuano.com.pe/NormasElperuano/2016/06/10/1389244-1.html>