

# **ANÁLISIS DE NORMATIVAS PARA REDES GPON Y LA CALIDAD DE SERVICIO EN ECUADOR**

## *ANALYSIS OF REGULATIONS FOR GPON NETWORKS AND QUALITY OF SERVICE IN ECUADOR*

Revelo Aldás Marco David; Grupo de Investigación de Ciencias Ecier; Universidad Técnica del Norte; Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas; [mdrevelo@utn.edu.ec](mailto:mdrevelo@utn.edu.ec)

**Fecha de recepción: 2018-06-05**

**Aceptación 03-04-2019**

### **Resumen:**

La demanda de servicios de calidad como transmisión de datos, televisión de alta definición y telefonía basada en VoIP, se consideran como retos principales para las instituciones proveedoras de servicios de comunicación y datos Internet Service Provider (ISP), entonces es primordial el evolucionar en su infraestructura y tecnología. GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabyte), ha influenciado en los ISP notablemente en su capacidad de transmisión de datos y prestación de servicios bajo una nueva arquitectura. En Estados Unidos, en 2001 se formó la instancia Fiber To The Home (FTTH), como lo indica su nombre realizaban las primeras instalaciones de redes de fibra óptica hasta los hogares. La Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública CNT E.P., dispone de líneas telefónicas residenciales basadas en GPON (2013). La empresa Telconet S.A. (ISP), dispone de la red de fibra óptica más grande instalada sobre territorio ecuatoriano, indicar que realiza instalaciones GEPON sin normativas GPON, sin embargo, tienen reglas que cumplir y normas propias para sus instalaciones, en Ecuador las instalaciones con normativa GPON es mínima. El principal objetivo es el de analizar las Normativas existentes para la instalación de redes de fibra óptica con arquitectura G-PON y determinar la calidad de servicio resultante de su aplicación. Para el análisis se aplica la metodología descriptiva, basada en una investigación de campo sobre la infraestructura GPON en proveedores de servicios y la metodología documental para el estudio de las normativas existentes; las técnicas empleadas fueron la observación, las entrevistas y análisis documental. Se determina que, a la arquitectura GPON, no se la debe observar como un medio transmisión de datos, sino como una estrategia de negocios, debido a su capacidad de transmisión y empaquetamiento de VoIP (voz sobre el protocolo de internet), IPTV (televisión sobre el protocolo de internet) y transmisión de datos bajo multiplexación (combinación de dos o más canales de información en un solo medio).

**Palabras clave:** Normativas de servicio GPON, instalación en redes GPON, Multiplexación, voz sobre IP (VoIP).

### **Abstrac**

The demand for quality services such as data transmission, high definition television and VoIP-based telephony, are considered as main challenges for the institutions that provide communication and data services Internet Service Provider (ISP), so it is essential to evolve in its infrastructure and technology. GPON (Passive Optical Network with Gigabyte Capacity), has influenced ISPs notably in their capacity to transmit data and provide services under a new architecture. In the United States, in 2001 the Fiber To The Home (FTTH) instance was formed. As its name indicates, the first installations of fiber optic networks to homes were made. The

National Telecommunications Corporation Public Company CNT E.P., has residential telephone lines based on GPON (2013). The company Telconet S.A. (ISP), has the largest fiber optic network installed on Ecuadorian territory, to indicate that it carries out GEPON installations without GPON regulations, however, they have rules to comply with and own regulations for their installations, in Ecuador installations with GPON regulations are minimal. The main objective is to analyze the existing Regulations for the installation of fiber optic networks with G-PON architecture and determine the quality of service resulting from their application. For the analysis, the descriptive methodology is applied, based on a field investigation on the GPON infrastructure in service providers and the documentary methodology for the study of the existing regulations; the techniques used were observation, interviews and documentary analysis. It is determined that the GPON architecture should not be seen as a data transmission medium, but as a business strategy, due to its capacity for transmission and packaging of VoIP (voice over internet protocol), IPTV (television over internet protocol) and data transmission under multiplexing (combination of two or more information channels in a single medium).

Key words: GPON service regulations, installation in GPON networks, Multiplexing, voice over IP (VoIP).

## 1. Introducción

La comunicación y gestión de la información son dos de los requerimientos importantes para el desarrollo y progreso de cualquier entidad, por lo tanto, un medio de transmisión que tenga la capacidad de enviar y recibir datos a altas velocidades es relevante en un sistema de telecomunicaciones moderno. La fibra óptica con la reflexión de asés de luz permite que el transporte de datos sea el más óptimo en la actualidad.

Los laboratorios Bell en 1998 transmitieron 100 señales ópticas de 10Gb/s por una sola fibra de 400 Km, gracias a las técnicas WDM (wave-division multiplexing) que permiten combinar múltiples longitudes de onda en una sola señal óptica, se incrementó la capacidad de transmisión de una fibra en un terabit por segundo (Asis Rodriguez, 2012).

El nivel de compartición “uno a uno” existente en enlaces ADSL/VDSL, requiere dedicar un hilo independiente de fibra óptica por cada cliente y un puerto en un nodo de distribución de servicios.

Para contrarrestar la inversión en infraestructura y cumplir con un enlace de

canal limpio, existe la arquitectura de red óptica pasiva PON, que, gracias a su elemento pasivo principal, el splitter, separa y guía el tráfico hacia varios clientes manteniendo o superando las capacidades de transmisión en un enlace de canal limpio.

GPON, es una red punto-multipunto, en su infraestructura se encuentran equipos pasivos, desde los nodos principales, puntos de distribución y terminales de usuario, es más versátil en cuanto al transporte de protocolos, por el modo de encapsulamiento GEM, destaca su eficiencia al soportar 64 divisiones por fibra, reduciendo los costos en infraestructura, OLTs, economiza espacio, energía y puede atender a una cantidad mayor de clientes por un mismo puerto (Cayamcela, 2014).

Existe dos términos importantes que se muestran en este artículo: GPON y GEPON, donde GPON es una arquitectura y normativa lógica de la red óptica, ya sea en configuración a realizar o la configuración por defecto de los equipos terminales y de enrutamiento y GEPON hace referencia solamente a las instalaciones físicas de la red pasiva gigabit, lo que se conoce como el tendido de fibra óptica y las instalaciones de última milla, entre las más significativas.

Los fabricantes de dispositivos electrónicos para redes celebran sus propias reuniones de normalización donde realizan un trabajo similar; por ejemplo, las normas de Ethernet en los comités 802.3 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y diferentes normas sobre telecomunicaciones de la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) o la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones). La cooperación entre los comités de redes y cableado suele garantizar un alto nivel de compatibilidad entre las diferentes normas. De hecho, los comités también utilizan los aportes de cada uno para definir sus agendas y objetivos técnicos. Otras aplicaciones que utilizan cables (video) dependen de las normas de cableado para el desarrollo de productos, ya que son básicamente propietarias y, por ende, no cubiertas por las normas de la industria. Sin embargo, si los fabricantes de productos de video quisieran aplicar normas, podrían iniciar un proceso similar para crearlas.

Estos fabricantes, al elaborar normas para su propio beneficio, asumen la responsabilidad de capacitar a su personal y a sus clientes, distribuidores o usuarios finales. Afortunadamente, las empresas que participan de la elaboración de normas o la venta de productos basados en estos suelen hacer un buen trabajo de adaptación de estas normas a un lenguaje comprensible. Casi todas las empresas enfocadas en el cableado de fibra óptica dedican una sección de sus catálogos y sitios web a explicar las normas que utilizan. (La Asociación de Fibra Óptica, 2016).

Las redes de video, voz y datos son complejas, generalmente se enseña y se aprenden conceptos básicos e intermedios, la profundización de estos temas hacen que cada uno de los técnicos se especialice y esta capacitación es la que marca la diferencia de calidad y servicio entre proveedores de servicios.

Las redes GPON vinieron para quedarse, en la actualidad hay 2 estándares PON que se encuentran por encima de este, mejorando la velocidad de transmisión, A futuro muy lejano, tendremos solo redes GPON. (Hernández, 2018).

## 2. Materiales y Métodos

El objetivo de este estudio es brindar toda la información sobre las pruebas realizadas en la aplicación de normativas de la arquitectura GPON en Ecuador, el tema es muy extenso, es por esto que se realiza la investigación en campo de 2 proveedores de servicios y se aclara la idea de cómo los portadores de datos, pueden brindar servicios de calidad y a un buen precio, por lo tanto, se utiliza una Metodología Exploratoria para determinar el contexto existente sobre la relación de proveer servicios y la arquitectura GPON mediante una normativa.

Se pretende probar que, los ISP en Ecuador no usan frecuentemente una normativa GPON e sus instalaciones, sino que basan su infraestructura de red en la arquitectura GEPON (GPON – EPON) o GPON sin normativa, ésta práctica se observa en la calidad de servicio.

GPON es la tecnología preferida en Norte América, Latinoamérica, Europa, India y Singapur. En Norteamérica los operadores empezaron a desplegar sistemas BPON, pero ya han comenzado la migración a GPON. EPON -también conocido como GEPON- tiene un gran éxito en Japón. En China, Hong Kong, Taiwan y Corea del Sur, se están utilizando ambas tecnologías. EPON ha sido desplegado masivamente en Japón y Corea del Sur, con la participación de suministradores locales (Mitsubishi, Hitachi, etc.). GPON, aunque cuenta con menor número de líneas desplegadas actualmente, es seleccionado por cada vez más operadores como la tecnología para llevar los nuevos servicios sobre fibra óptica, por ofrecer mayores funcionalidades

estándar de gestión de la calidad de servicio y ofrecer mayores garantías de evolución futura.

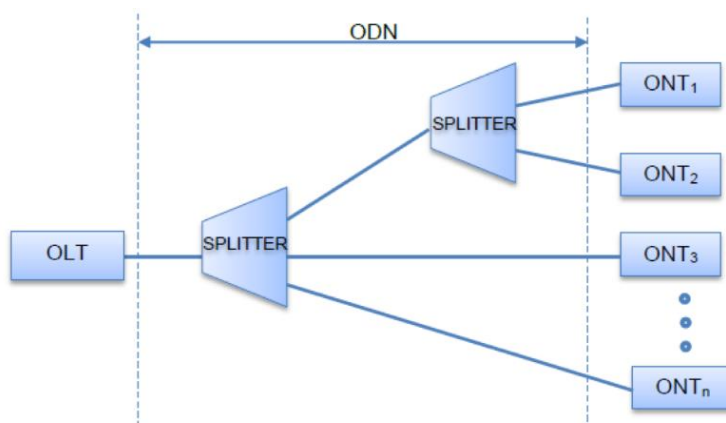
Aunque tanto EPON como GPON fueron definidos el mismo año, en 2004, la mayor sencillez de EPON, supuso una disponibilidad más temprana de equipos comerciales. Además, el coste era sensiblemente inferior. Sin embargo, actualmente el coste es muy similar y las mayores economías de escala esperadas en GPON, convertirán a GPON en una tecnología aún más competitiva en costes.

Los anchos de banda downstream/upstream de GPON son 2,488 Gbps/1,244 Gbps, frente a los 1,25 Gbps simétricos de EPON. La eficiencia de EPON es relativamente baja (73% downstream, 61% upstream), respecto

normativas son reglas, como su nombre lo indica, que son establecidas por un proveedor de servicios para cumplir con estándares de calidad.

## 2.1 Arquitectura GPON

Las redes ópticas pasivas con capacidad gigabit, están definidas por la ITU bajo el estándar G.984 series [1-5], estas redes son de alta capacidad, su objetivo se ha inclinado a llevar un mayor ancho de banda que permite ofrecer cualquier tipo de servicio: voz, datos y video sobre la misma infraestructura IP. Básicamente GPON apunta a velocidades de transmisiones mayores o iguales a 1,2 Gbps y su alcance físico es de 20 Km (ITU-T, 2003).



a GPON (93% downstream, 94% upstream). Esto hace que el ancho de banda útil sea mucho mayor en GPON que en EPON, pudiendo así ofrecer un mejor servicio al usuario a un coste menor. (ramon milan, 2008).

El brindar entonces, servicios triple play, queda separado de la arquitectura y normativa, son términos diferentes, recordar que triple play es un tipo de servicio que requiere de un medio de transmisión de datos capaz de enviar y recibir video, canales de televisión HD y datos al mismo tiempo, GPON es una arquitectura para la instalación de fibra óptica mediante redes pasivas y las

La red GPON consta de un OLT (Optical Line Terminal), ubicado en las dependencias del operador, y las ONT (Optical Networking Terminal) en las dependencias de los abonados, las líneas OLT constan de varios puertos de línea GPON, como muestra la figura 3.

Los OLT: Es el elemento activo situado en la central telefónica. De él parten las fibras ópticas hacia los usuarios (Telnet, 2014).

Los ONT: La ONT (Optical Network Termination) es el elemento situado en casa del usuario que termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario (Telnet, 2014).

### Figura 3. Arquitectura GPON

Fuente: (Conde, 2017)

Una red GPON está conformada por elementos activos y pasivos. Los elementos

activos están a los extremos de la red de acceso. El equipo en la oficina central se denomina OLT y en los clientes ONT. Dentro del equipamiento activo se considera también el equipo “Agregador”. Dentro de los elementos pasivos de la red, se tienen los divisores ópticos (splitters). Éstos se encargan de dividir la señal transmitida por el cable de fibra óptica en varias bifurcaciones. Los tipos de niveles de divisor óptico más usados son de y de. También se tienen los conectores, y empalmes de fusión; que son instalados a lo largo del despliegue del cable de fibra óptica (Hutcheson, 2008).

El equipo en la oficina central se denomina OLT y en los clientes ONT. Dentro del equipamiento activo se considera también el equipo “Agregador”. Dentro de los elementos pasivos de la red, se tienen los divisores ópticos (splitters). Éstos se encargan de dividir la señal transmitida por el cable de fibra óptica en varias bifurcaciones. Los tipos de niveles de divisor óptico más usados son de y de. También se tienen los conectores, y empalmes de fusión; que son instalados a lo largo del despliegue del cable de fibra óptica (Hutcheson, 2008).

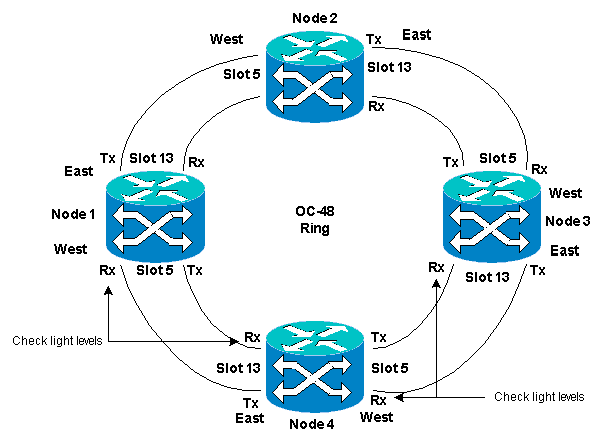
En una instalación de última milla se encuentra la ODN, caja de donde salen hilos hasta los clientes, a esta caja se la conoce comúnmente como “caja de sangrado de fibra óptica”, aquí también se ubica el splitter, dispositivo que aplica o reduce la señal dependiendo de su Split de hilos, el splitter no amplifica ni reduce la señal solo la distribuye de forma pasiva a más o menos hilos, se entiende que bajo estos parámetros de instalación, no existe normativa GPON, se estaría instalando una red GEAPON o GPON como arquitectura.

Se puede observar en la **Figura 4** una red de nodos tipo anillo, la que es suficiente por ejemplo, para cubrir una ciudad donde existan 150000 habitantes, usando arquitectura GPON, para cada par de nodos existe una conexión desde la OLT en un

nodo, splitter de acuerdo con la necesidad del proveedor y demanda de usuarios, interface entre la red de fibra óptica y el usuario final en ONT.

**Figura 4.** Conexión entre nodos tipo anillo  
Fuente: [www.cisco.com](http://www.cisco.com)

Existen ODN que no incluyen splitter y estos son instalados según el requerimiento y demanda de usuarios de última milla; existen splitter con relación de Split de 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 hilos.



La red GPON analizada es una red punto-multipunto que tiene como característica la no existencia de dispositivos activos entre nodos de distribución, la red de fibra óptica llega pasivamente hasta los repetidores e instalaciones de última milla.

## 2.2 El equipo terminal óptico (OLT)

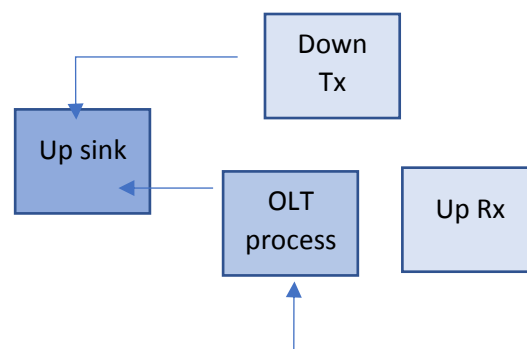
La función principal de la OLT es distribuir la señal hasta la ONT, con respecto a los ISP existen en el mercado tecnológico modelos adaptados para funciones de prestación de servicios.

OLT es un equipo que integra la función de interruptor L2/L3 en el sistema GEAPON. En general, el equipo OLT contiene un bastidor, un módulo de control de conmutación, un ELM (módulo de enlace EPON, tarjeta PON), protección de redundancia, módulos de fuente de alimentación de -48v CC o un módulo de fuente de alimentación de 110/220 V CA y ventiladores. En estas partes, la tarjeta PON y la fuente de alimentación admiten el intercambio en caliente. Existen además otros módulos integrados en el interior de la OLT. (Juan Donate, 2018).

La OLT controla desde una oficina central la información transmitida en ambas direcciones a través de la ODN. La distancia máxima admitida de transmisión a través de la ODN es de 20 km. OLT controla dos sentidos de la transmisión de información: sentido ascendente (obteniendo una clase diferente de distribución del tráfico de información y voz de los usuarios); y sentido descendente (obteniendo tráfico de datos, voz y vídeo desde una red metro o una red de larga distancia y enviando todos los módulos ONT en el ODN). (Juan Donate, 2018).

Las características son comunes para la mayoría de los equipos OLT, por lo que no se detallan modelos ni marcas en este documento; se puede entender que un equipo Fiber OLT no se distancia de los servicios GPON orientados a una arquitectura específica, simplemente cuenta con características orientadas a facilitar la distribución de varios servicios por un enlace de fibra óptica.

Para el modelo de un Nodo OLT, el diseño debe enfocarse en el control de transmisión de subida, así como de los módulos de cuenta. El Nodo se compone de: Módulo de Envío, Módulo de Recepción, Módulo de proceso y Módulo de Sincronía, (Figura 4). (Sarmiento & García, 2008).



**Figura 5.** Nodo OLT

**Fuente:** (Sarmiento & García, 2008).

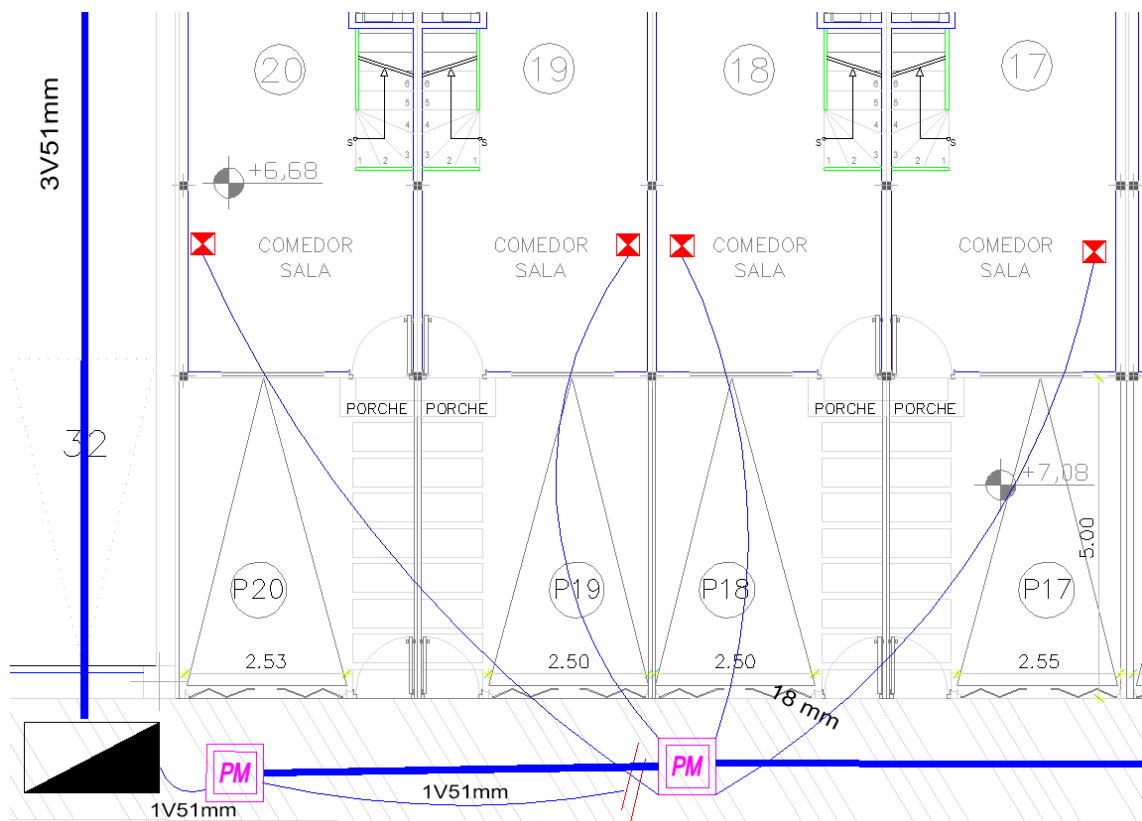
### 2.3 La unidad de terminal óptico (ONT)

Los terminales ópticos de red ONT, (Optical Network Termination), se encargan de realizar la conversión de luz o señales ópticas a electricidad. Éste se encuentra situado por lo general en casa del cliente o usuario. En la actualidad no existe una interoperabilidad entre dichos componentes por lo que siempre se realiza instalaciones con elementos del mismo fabricante. (Cedeño, 2017).

También conocida como ONU (Optical Networks Unit), permite realizar una interfaz entre la red de fibra óptica y el usuario final en su domicilio, conocido en los proveedores como el servicio e instalación de última milla, especificando su trabajo de comunicación con la OLT.

En el canal de distribución los paquetes Ethernet transmitidos por la OLT pasan a través de un splitter óptico 1xN o por varios splitters en cascada hasta la ONU. El valor de N oscila entre 4 y 32 (limitado por la potencia óptica disponible). Por naturaleza Ethernet usa broadcast en el canal de distribución, encajando perfectamente con la arquitectura EPON donde los paquetes son transmitidos por broadcast por la OLT y son extraídos por su respectiva ONU de destino. (BONILLA, 2009).

Dependiendo del modelo de la ONT, esta permite conectar varios equipos como: PC,



TV, Terminal Wifi, teléfono local, unidad de almacenamiento USB, entre otros.

#### 2.4 La Red de Distribución Óptica (ODN)

A esta red, se unen mediante las interfaces, los puntos de terminación de fibra óptica OLT; el alimentador, los splitters, los cables de distribución y la cometa. Desde la ODN se desprenden los POS (Splitter Óptico Pasivo) y estos les dan acceso a la ONU (Unidad de Red Óptica), los que son equipos instalados en la última milla.

Los ODNs pueden incluir un cierto número de fases de división (splitting) que están ubicadas en nodos remotos (RN). Los componentes que están en los RN por lo general se encargan multiplexar y demultiplexar, por lo cual pueden ser divisores o dispositivos más complejos, pero sin perder la calidad de ser elementos pasivos. Es por esto que los RN son un buen lugar para situar un amplificador de largo alcance, esto aumentará la distancia a la que

es posible transmitir la información. (Romero, 2016).

El estándar IEEE 802.3ah EPON, soporta solamente dos tipos de ODN: tipo A (5dB hasta 20dB de pérdidas) y tipo B (10dB hasta 25dB de pérdidas), ofreciendo servicio hasta 32 usuarios, mientras el estándar GPON soporta también ODN tipo C (15dB hasta 30dB de Scientia et Technica Año XV, No 41, mayo de 2009. Universidad Tecnológica de Pereira. 325 pérdidas).

La ODN tipo C permite a las redes PON extenderse además de los 20Km atendiendo hasta 64 ONTs. Utilizar redes EPON permite a los vendedores eliminar elementos complejos y caros de las redes ATM y SONET simplificándolas de este modo, reduciendo considerablemente los costos en la red. (BONILLA, 2009).

#### 2.5 Instalación y Normativas GPON

La implantación de GPON en el medio urbano y residencial, requiere del análisis de varios factores como: técnicas para dibujo georreferenciado, diseño y construcción de redes de distribución interna, tipo de fibra óptica, diseño de planta externa, canalización, entre otros, en este artículo se analiza el esquema general de la arquitectura y los requerimientos basados en la normativa propia de cada ISP.






GPON es muy extensa en su infraestructura, para analizar y obtener resultados, se estudian los parámetros y factores utilizados en la capa física PMD (Physical Medium Dependent), además, estos valores son obtenidos de un estudio de la aplicabilidad de la arquitectura GPON en un sector específico de la población.

Con el fin de documentar el proceso y seguimiento de las normativas GPON en el Ecuador y la calidad de servicio, se describe a continuación dos modelos de arquitecturas de dos proveedores de servicios, Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP (CNT) y Telconet S.A. (TN).

**Figura 2.** Red de canalización de fibra óptica con normativa CNT  
**Fuente:** REDES GPON CON NORMATIVA CNT

La Figura 2, muestra un recorte de un plano realizado con la normativa CNT para una red GPON, misma que está instalada en la urbanización Campo Alegre en Quitumbe, Quito, en la tabla 1, se puede observar la simbología usada en un plano con normativa CNT.

**Tabla 1.** Simbología para una red GPON con Normativa CNT

	Cajetín 10X10x5 cm
	POZO DE MANO 60X60X60cm
	POSTE DE HORMIGON DE 12m
	Caja para FDF 40x40x18 cm
	Caja para FDB 60x70x27 cm
3V51mm	Canalización 3 vías PVC 51mm
1V51mm	Canalización 2 vías manguera 51mm
18mm	Canalización 1 vías manguera 18mm

**Fuente:** REDES GPON CON NORMATIVA CNT

A continuación, se detallan varios aspectos que se deben cumplir rigurosamente al instalar una red GPON con normativas.

- ✓ Normas de construcción de planta externa con fibra óptica ODN.
- ✓ Normas técnicas para dibujo georreferenciado.
- ✓ Normativa técnica de diseño de planta externa con fibra óptica.
- ✓ Normativa técnica de diseño y construcción de redes de distribución interna GPON FTTH en edificios y urbanizaciones.
- ✓ Recomendación ITU-T G.984.1

Cada una de las normativas mencionadas consta de un procedimiento muy detallado en las instalaciones de red de fibra óptica, por lo que su instalación se ve solo en algunos sectores como condominios o edificios, donde han decidido invertir en la arquitectura con normativa; para los usuarios tipo home, aplicar la normativa tiene varios inconvenientes como: costo, infraestructura civil de las ciudades, clima, suelo, entre muchos factores que no se acoplan a lo que exige la normativa GPON.



Tras de cada uno de los aspectos mencionados, existen además instructivos que se deben cumplir para una instalación con normativa:

- ✓ Instructivo de canalización urbanizaciones y edificios.
- ✓ Instructivo de instalaciones para clientes finales en redes FTTH – GPON.
- ✓ Instructivo para el diseño de canalización.
- ✓ Instructivo planta externa proceso de calificación completo.

Factores que determinan una gran inversión de los proveedores de servicios y que en muchos de los casos dependen de la obra civil de las ciudades, además impiden que se cumpla con todas las exigencias de una normativa y que se salen de las manos de los ISP.

De ser el caso al disponer de una red GPON con normativa, esta inversión no se justifica con lo que los usuarios en Ecuador están dispuestos a pagar por un servicio triple play tras de una normativa, por ejemplo.

sin embargo, una normativa requiere de otro tipo de inversión, ya sea en capacitación a técnicos, modificaciones en obra civil, equipamiento y puntos de última milla.

La arquitectura GPON permite una cobertura completa en una ciudad, la cantidad de nodos, tipos de splitters y cajas de sangrado, dependerá de la demanda de servicios existente.

Para Telconet S.A. su red GEPON representa la instalación de un anillo de red de fibra óptica desde un nodo A hasta un nodo B, esta estructura, lejana a una normativa GPON, permite realizar una distribución de fibra óptica usando splitters en un área de 10km a 15 km. Existen entre nodos “cajas de sangrado de fibra óptica”, las que tienen en su interior un splitter el cual permite mantener la red óptica pasiva, basada en GPON, pero sin normativa.

CNT usa GPON con una normativa existente y aplicable, lamentablemente solo en modo

CHARACTERISTICS OF NETWORKS BASED ON OPTIC FIBER					
Parameters	Ethernet P2P	EPON	GPON	10 EPON	10 GPON
Standar	IEEE 802.3	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984	IEEE 802.3av	ITU-T G.987
Trasmission rate (Gbps)	Symmetrical 0.1/1	Symmetrical 1.25	DS 1.2/2.4 US 1.2/2.4	DS 10 US 1/10	DS 10 US 2.5
Fiber type	SM (ITU-T G-652)	SM (ITU-T G-652)	SM (ITU-T G-652)	SM (ITU-T G-652)	SM (ITU-T G-652)
Not fiber per ONU	2	1	1 or 2	1	1 or 2
Maxim distance reach (OLT - ONU)	10km	10km / 20km	20km phusically	10km / 20km	20km
Maxim splitting ratio	NA	1:16 / 1:32	0.0861111	1:16 7 1:32	0.0861111 0.2194444
Protocol	Ethernet	Ethernet	GEM / ATM	Ethernet	GEM

### 3. Resultados

En Ecuador, financiar un proyecto de arquitectura GPON para un ISP en la actualidad, no es conveniente ya que como se indica en este documento, los ISP analizados ya disponen de una infraestructura basada en tecnología GPON,

de infraestructura en sectores residenciales, condominios y edificios, la última milla de CNT es de fibra óptica, así como la de Telconet, para los dos proveedores el tipo de multiplexación y configuración de salida y entrada de datos depende de la demanda y capacidad de pago de los usuarios.

**Tabla 2.** Características de redes basadas en fibra óptica

**Fuente:** (Agboje, 2017)

Se puede observar en la Tabla 2, todas las capacidades y características que abarca GPON, aunque estas no están habilitadas para brindar servicios triples play, debido al tipo de multiplexación de datos entre nodos para download y upload, muy aparte de todo lo indicado esta una normativa.

Las instalaciones de fibra óptica son muy comunes actualmente, no se puede confundir una red tipo P2P (Point to Point) con una red basada en normativa GPON.

Los dos proveedores analizados instalan redes GEAPON y GPON, aumentando notablemente su cobertura hasta los usuarios con enlaces de fibra óptica, En Telconet la capacidad de su CORE principal es mayor debido a su conectividad directa con el cable submarino de fibra óptica “Pacific Caribbean Cable System” (PCCS), de Manta hacia Panamá, que entró en funcionamiento el primer semestre del 2015.

Mientras que CNT E.P. esta realizando más instalaciones con normativa GPON en lugares como condominios residenciales, hoteles y edificios en las ciudades principales, separando a la arquitectura con normativa de los usuarios de hogares comunes y que son una mayoría.

Se han realizado estudios en distintas universidades del Ecuador, mostrando varias alternativas de instalaciones de redes GPON con su arquitectura, mas no se encuentran estudios sobre instalación de redes GPON con normativa, esto a raíz de que las normativas dependen de cada proveedor, son diseñadas en base a estándares y reglamentos, pero se diferencian en varios factores que dependen de cada proveedor.

#### 4. Análisis y discusión

Para este estudio, no es posible preparar un entorno de simulación, debido al tamaño de los componentes GPON y debido a su funcionalidad, ya que es prevista para instalaciones urbanas y de largas distancias, la creación de nodos y la capacidad de transmisión depende del proveedor de servicios.

Por lo tanto, para el estudio de los componentes se realizó un estudio en situ de estos elementos, tanto para la empresa Telconet, como para la empresa pública CNT, donde se estudió componentes como: OLT, ODN, splitters, nodos y todos los componentes de la arquitectura GEAPON y GPON; además de la disponibilidad de una normativa.

Al observar, por ejemplo, físicamente una ODN, se puede obtener información del tipo de sangrado de fibra óptica que realiza el proveedor, determinar la cantidad de hilos y la disponibilidad de enlaces desde los nodos hacia los clientes.

Del estudio realizado se puede determinar que los proveedores instalan una arquitectura GEAPON, que como se indica en este documento se basa en una arquitectura de conectividad, mas no, en normativas de instalación o configuración de equipos como lo es en GPON.

Para crear una normativa GPON específica, los proveedores de servicios y proveedores de equipos de fibra óptica establecen y relacionan entre sí, reglas de diseño, tipos de conexiones, distancias entre equipos y estándares.

La calidad de servicio depende del tipo de servicio requerido, por ejemplo, un servicio triple play funciona de mejor manera bajo una red de fibra óptica como una red GEAPON o una red GPON; desde un nodo principal, el proveedor de servicios simplemente configura la cantidad de datos a transmitir hacia el cliente, por lo tanto, la calidad de servicio no depende de una

normativa, ni de una arquitectura como GPON, sino de la capacidad de transmisión de datos que tenga el proveedor y de sus propias reglas de negocio e infraestructura.

Al igual que en otros países del mundo, los ISP en Ecuador, deberían analizar los costos para una instalación de fibra óptica basada en normativa GPON, de esta forma la demanda de usuarios existente aumentaría y la tasa de retorno de la inversión realizada se cubriría en un máximo de 2 años, sin contar que los nodos, equipamiento, personal capacitado y redes de fibra óptica que son a largo plazo una excelente inversión y capital de los ISP.

## 5. Conclusiones

- Las normativas GPON para redes de fibra óptica en Ecuador son diferentes para cada proveedor de servicios, sin embargo, todas deben cumplir con normas e instructivos.
- Para el caso de un condominio, una normativa GPON permite al proveedor disponer de una acometida general de fibra óptica, fusionar uno o dos hilos,

instalar la OLT en el usuario y proveer desde sus nodos los servicios contratados.

- La demanda existente para las redes de fibra óptica basadas en normativas GPON en Ecuador es escasa, varios proveedores, como por ejemplo los estudiados en este documento, están listos para su implementación y distribución de servicios de calidad.
- Una red GEPON es basada en la arquitectura de instalación física de la fibra óptica y de sus equipos, a diferencia de una red GPON que, aparte de la red de fibra óptica, es basada en la configuración de equipos principales, multiplexación y en normativas.
- La calidad de servicio que brindan los proveedores actualmente en Ecuador es mínima en relación con lo que se podría lograr bajo una red GPON con normativa.

## 6. Referencias

- Agboje, O. E. (2017). State of Fiber Optic Networks for Internet Broadband Penetration in Nigeria - A Review. *International Journal of Optoelectronic Engineering*, 1-12.
- Asis Rodriguez. (06 de 12 de 2012). *Evolución de la fibra óptica*. Obtenido de fibropticalhoy: <http://www.fibropticalhoy.com/evolucion-de-la-fibra-optica/>
- BONILLA, M. L. (2009). ESTUDIO COMPARATIVO DE REDES GPON Y EPON. *Scientia Et Technica*, 323-324.
- Cayamcela, M. E. (2014). *Estudio y Análisis de Integración de la Plataforma de Servicio TRiple-Play a la Infraestructura G-PON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. Agencia Azoguez*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca.

- Cedeño, L. A. (2017). *DISEÑO Y PROTOTIPO DE UNA RED DE PLANTA EXTERNA DE FIBRA*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Conde, L. E. (2017). Interconexión mediante tecnología GPON en una ciudad Inteligente: Caso de estudio Ciudad de Loja (Ecuador). *ESPACIOS*, 6-7.
- García Algarra J, G. O. (2014). Un Enfoque Probabilístico en la autorreparación de Redes GPON. *ScienceDirect*, 80-85.
- Hernández, J. R. (2018). Manual Configuración para transportar servicios internet, VoIP, Video. *Estándares de GPON - ZTE University*, 33-34.
- Juan Donate. (23 de Octubre de 2018). *ANÁLISIS DE PON: Qué es OLT, ONU, ONT y ODN*. Obtenido de ANÁLISIS DE PON: Qué es OLT, ONU, ONT y ODN: <https://medium.com/@xxxamin1314/an%C3%A1lisis-de-pon-qu%C3%A9-es-olt-onu-ont-y-odn-8e78eb25e4bb>
- La Asociación de Fibra Óptica. (16 de Octubre de 2016). *Guie to Fiber Optics & Premises Cabling*. Obtenido de Normas y Códigos: <http://www.thefoa.org/ESP-Design/Ch3.htm>
- ramon milan. (01 de 12 de 2008). *REDES Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES*. Obtenido de Comparativa GPON vs EPON: <http://blogtelecomunicaciones.ramonmillan.com/2008/12/comparativa-gpon-vs-epon.html>
- Romero, G. J. (2016). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA GPON PARA*. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena.
- Sarmiento, D. L., & García, N. Y. (2008). Asignación de Ancho de Banda Dinámico en arquitectura de Red Óptica Pasiva sobre GigaBit (GPON). *Ingeniería*, 13-17.
- Vicepresidencia de la República del Ecuador (2015). Cable submarino de fibra óptica en su etapa final de instalación. Obtenido de <https://www.vicepresidencia.gob.ec/cable-submarino-de-fibra-optica-en-su-etapa-final-de-instalacion/>
- VoIP Technologies - A comprehensive guide to Voice over Internet Protocol Nortel Press, Marzo 2008, ISBN 978-0-9801074-0-1
- Pinto, Polo, Torres. (2017). Ventajas tecnológicas y empresariales de las infraestructuras de telecomunicaciones basadas en frame relay en los isp (internet serviceprovideren). Universidad de Los Andes, Ciencia e Ingeniería.
- Hernández R, 2010, Metodología de la Investigación. Quinta Edición. México, McGraw-Hill.
- Edison Quisnancela, Nikolai Espinosa. Certificación de redes GPON, normativa ITU G.984.x, Noviembre 2016, e-ISSN: 1390-6542 / p-ISSN: 1390-9363.