



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

“TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL”
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE
EMPRESAS CON MENCIÓN: TELECOMUNICACIONES

“EVALUACIÓN FINANCIERA DEL SERVICIO GPON OFERTADO POR
ETAPA EP”

AUTOR: ING. JORGE ROBERTO VILLAVICENCIO VEGA
TUTOR: ING. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ PARRALES

GUAYAQUIL – ECUADOR

SEPTIEMBRE 2016



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN ESPECIAL		
TÍTULO “EVALUACIÓN FINANCIERA DEL SERVICIO GPON OFERTADO POR ETAPA EP”		
	REVISORES: Ing. Fernando Zambrano.	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: CIENCIAS ADMINISTRATIVAS	
CARRERA: MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS, MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES		
FECHA DE PUBLICACIÓN: 09 SEPTIEMBRE 2016	N° DE PÁGS.: 48	
ÁREA TEMÁTICA: Campo: Administración, Área: Telecomunicaciones, Aspecto: Evaluación Financiera servicio GPON, Delimitación: Empresa ETAPA EP de la ciudad de Cuenca-Ecuador.		
PALABRAS CLAVES: GPON, FTTH , ETAPA EP		
RESUMEN: El creciente desarrollo y evolución de las tecnologías de la información y la comunicación han provocado un aumento significativo en el tráfico de contenidos en la nube de internet, esto ha repercutido en empresas que como ETAPA EP mantiene una red de acceso en cobre que no soporta altas velocidades de conexión; para hacer frente a estos requerimiento de ancho de banda, ETAPA EP optó por implementar una red de acceso en fibra óptica con tecnología GPON de la cual no se conoce su rentabilidad financiera. Esta investigación determina una rentabilidad financiera al octavo año de vida del proyecto.		
N° DE REGISTRO(en base de datos):	N° DE CLASIFICACIÓN: N°	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR: Ing. Jorge Roberto Villavicencio Vega	Teléfono: 0996983570	E-mail: jorgevillavega@hotmail.com
CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN	Nombre:	
	Teléfono:	

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante JORGE ROBERTO VILLAVICENCIO VEGA, del Programa de MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS , nombrado por el Director del Programa de Postgrado de la Facultad de Ciencias Administrativas, CERTIFICO: que el trabajo de titulación especial intitulado EVALUACIÓN FINANCIERA DEL SERVICIO GPON OFERTADO POR ETAPA EP, en opción al grado académico de Magíster en Administración de Empresas con mención en Telecomunicaciones, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente

Ing. Luis A. Sánchez P.

TUTOR

Guayaquil, 14 agosto de 2016

Document: <https://secure.orkund.com/view/21054810-277566-401844#BcExDoAgEATA1y9MbjeAcuXDUhaikoTT+32IXniliZwQ7mEGHbqjCHbhcWCGz36NjvR2jnvLCE>

Submitted: 2016-06-10 17:13:05 (00)

Submitted by: rvillav@etapa.net.ec

Receiver: perdonez.vazquez@analysis.orkund.com

Message: [Show Full Message](#)

3% of this approx. 16 pages long document consists of text present in 8 sources.

Sources	Highlights
Rank	Path/File Name
1	TRABAJO DE TITULACION PAUL CARRERA VAZQUEZ VIO.docx
2	TRABAJO DE TITULACION PAUL CARRERA VAZQUEZ VIO.docx
3	http://cdlib.org/ucuenca.edu.ec/ebooks/2014/171.pdf
4	Isis - smiler Capitalillo 11-9-15 Final.docx
5	http://9000taller.wikispaces.com/file/view/Investigacion+de+la+fibra+optica+en+la+red+de+comunicaciones.docx
6	http://repositorio.uceg.edu.ec/bitstream/3317/5457/1/UCSG-PRE-TEC-ITEL-137.pdf
7	http://www.csapitalia.net/desafios-dos-2012-gpon-introduccion-consejos1.pdf
8	Daniel Espaltes Leandros Salazar Fibras Opticas 2014.docx
9	http://profesores.fis.unam.mx/ifi/Seminario%20IEE%20Metodologia%20de%20la%20Innovacion/

External source: <http://repositorio.uceg.edu.ec/bitstream/3317/5457/1/UCSG-PRE-TEC-ITEL-137.pdf>

<https://www.huawei.com/ec/products/fiber-access/tx/ont/hg6245/index.htm>

76%

<http://carrier.huawei.com/ec/products/fiber-access/tx/ont/hg6245/index.htm>

Huidobro, J. M. (06 de 2006). VENTAJAS Y DESVENTAJAS. Obtenido de coltes.res/res/revistas/Antena164_14_Internet.pdf (15 f.). Recomendaciones ITU-T G.806. Recuperado el 18 de 06 de 2016, de <http://www.itu.int/es/ITU-T/publications/Pages/default.aspx>.

Julia, S. (06 de 2016). Ventajas de la fibra optica sobre el cable de cobre. Recuperado el 9 de 06 de 2016, de Ventajas de la fibra optica sobre el cable de cobre

Kaplan, R., & Cooper, R. (2003). Coste & Efecto. Barcelona: Ediciones Gestión 2000 S.A. Lattanza, M. (2006). Redes FTTx: Conceptos y Aplicaciones. Argentina: IEEE. Leon, J. C. (2014). Propuesta de una nueva estructura de la red de acceso GPON de la empresa ETAPA EP para la provisión de nuevos servicios de telecomunicaciones para usuarios de tipo residencial y comercial. Cuenca, Ecuador: Martínez, T. (20 de 06 de 2016). Telequismo. Obtenido de <http://www.telequismo.com>: 2013/02/gpon-operators.html Martínez Pérez, R., & Rodríguez Espanda, E. (5 f.). Manual de Metodología de la Investigación Científica. Obtenido de www.didacur.glairetas.pdf (15 f.).

Manual de Metodología de la Investigación Científica. Obtenido de www.didacur.glairetas.pdf (15 f.).

de 06 de 2016). GPON (Gigabit Passive Optical Network). Obtenido de GPON (Gigabit Passive Optical Network). Ramírez, N. (29 de 9 de 2008). Economías de escala y rendimientos crecientes. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/emine/v39n2/v39n2a1.pdf> (15 f.).

Recuperado el 17 de 06 de 2016, de <https://redes2010.wordpress.com/estandares-de-red/> Sancho, R. (18 de 2 de 2013). V44 y TIR. Obtenido de <http://www.abc.es/tema/2013/02/abcp-30130218.html> Sarmiento, J. (7 de 2012). Construcción de flujos de caja. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/presentaciones/EvalProy.pdf> Stephen A., R., Randolph W., W., & Bradford D., J. (2010). Fundamentos de Finanzas Corporativas. México: McGRAW-HILL.

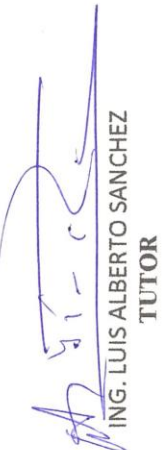
Anexo A: Especificaciones OLT Huawei MA5600T

Anexo B: Características de la ONT Huawei HG6245

Anexo C: Solicitud oficial a ETAPA EP Anexo D: Contratos celebrados por ETAPA EP y varios proveedores.

11 IV

Para fines académicos, CERTIFICO que el trabajo de titulación “EVALUACIÓN FINANCIERA DEL SERVICIO GPON OFERTADO POR ETAPA EP” perteneciente al estudiante, JORGE ROBERTO VILLAVICENCIO VEGA tiene 3 % de similitud según el informe del SISTEMA DE COINCIDENCIAS URKUND.



ING. LUIS ALBERTO SANCHEZ
TUTOR

DEDICATORIA

A mi mami Martha, a mis padres y al
amor de mis hijos Juanita, Miguel, y
Martin.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Guayaquil, su
Facultad de Ciencias Administrativas y a
toda su planta docente por las enseñanzas
impartidas.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación especial, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

Ing. Jorge Roberto Villavicencio Vega

ABREVIATURAS

ADSL:	Asymmetric Digital Subscriber Line
Capex:	Capital Expenditures
CCITT:	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía
CONATEL:	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
DTH:	Direct To Home
ETAPA EP:	Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca.
FTTH:	Fiber To The Home
Gbps:	Gibabit por segundo
GEM:	GPON Encapsulation Method
GPON:	Gigabit-Capable Passive Optical Network
IBA:	Internet de Banda Ancha
IP:	Internet Protocol
ITU:	International Telecommunication Union
ODN:	Optical Distribution Network
OLT:	Optical Line Termination
OMCI:	ONT Management and Control Interface
ONT:	Optical Network Termination
Opex:	Operational Expenditures
P2MP:	Point-to-Multi-Point
P2P:	Point-to-point
SERCOP:	Servicio Nacional de Contratación Pública
TIR:	Tasa Interna de Retorno
UHF:	Ultra High Frequency

VAN:	Valor Actual Neto
VHF:	Very High Frequency
WACC:	Weighted Average Cost of Capital

Tabla de contenidos

INTRODUCCIÓN	1
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA:.....	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	2
JUSTIFICACIÓN:.....	2
OBJETO DE ESTUDIO:	2
CAMPO DE ACCIÓN O DE INVESTIGACIÓN:.....	2
OBJETIVO GENERAL:.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	3
LA NOVEDAD CIENTÍFICA:	3
CAPÍTULO 1	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 TEORÍAS GENERALES	4
1.1.1 Estándar GPON.....	4
1.1.2 Normalización GPON.....	4
1.1.3 Fundamentos redes GPON	5
1.1.4 Características GPON	7
1.1.5 Red de Acceso GPON	9
1.2 TEORÍAS SUSTANTIVAS.....	10
1.2. Empresa ETAPA EP	10
1.3 REFERENTES EMPÍRICOS	14
1.3.1 Limitantes de la tecnología xDSL	14
1.3.2 Bondades de la tecnología GPON	15
1.3.3 Comportamiento del mercado de IBA en Cuenca.....	15
CAPÍTULO 2	16
MARCO METODOLÓGICO.....	16
2.1 METODOLOGÍA	16
2.2 MÉTODOS: TEÓRICOS Y EMPÍRICOS	16
2.3 HIPÓTESIS.....	17
2.4 UNIVERSO Y MUESTRA	17
2.4.1 Universo.....	17
2.4.2 Muestra	17
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	17
2.6 GESTIÓN DE DATOS	18
2.7 CRITERIOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO 3	20
RESULTADOS.....	20
3.1 ANTECEDENTES DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS O POBLACIÓN	20
3.2 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO	21
3.2.1 CAPEX del servicio GPON en la empresa ETAPA EP.....	21
3.2.2 OPEX del servicio GPON en la empresa ETAPA EP	22

3.2.3 <i>Determinación de ingresos</i>	23
3.2.4 <i>Resultados</i>	24
CAPÍTULO 4	27
DISCUSIÓN	27
4.1 CONTRASTACIÓN EMPÍRICA.....	27
4.2 LIMITACIONES	28
4.3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	29
4.4 ASPECTOS RELEVANTES	29
CAPÍTULO 5	30
PROPUESTA	30
5.1 PROPUESTA DE PLANTA INTERNA.....	30
5.2 PROPUESTA DE PLANTA EXTERNA.....	31
5.3 ESTIMACIÓN DE INGRESOS.....	32
5.4 RESULTADOS PROYECTADOS	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	37
APÉNDICES	39
APÉNDICE A: ÁRBOL DE PROBLEMAS	40
APÉNDICE B: ESQUEMA CON UN SOLO DIVISOR ÓPTICO (SPLITTER)	40
APÉNDICE C: ESQUEMA CON DOS DIVISORES ÓPTICOS (SPLITTER)	41
APÉNDICE D: TELEFONÍA FIJA EN SERVICIO	41
APÉNDICE E: TASA DE CRECIMIENTO TELEFONÍA FIJA	41
APÉNDICE F: TELEVISIÓN DTH EN SERVICIO	42
APÉNDICE G: EVOLUCIÓN INTERNET BANDA ANCHA EN ETAPA EP	42
APÉNDICE H: ESPECIFICACIONES OLT HUAWEI MA5600T	43
APÉNDICE I: CARACTERÍSTICAS DE LA ONT HUAWEI HG8245	43
APÉNDICE J: SOLICITUD OFICIADA A ETAPA EP	45
APÉNDICE K: CONTRATOS CELEBRADOS POR ETAPA EP Y VARIOS PROVEEDORES	46

Índice de figuras

Figura 1 Elementos de una red G-PON	6
Figura 2 Estructura interna de una fibra óptica.....	8
Figura 3 Esquema de conexión DSL	12
Figura 4 Comportamiento en frecuencia de ADSL	13
Figura 5 Evolución de la demanda de Internet Banda Ancha.....	14
Figura 6 Tasa de crecimiento histórico de Internet Banda Ancha.....	15
Figura 7 Implementación GPON por áreas de cobertura.....	20

Índice de tablas

Tabla 1 Valores típicos de atenuación en fibra óptica _____	10
Tabla 2 Variables e indicadores del servicio GPON _____	18
Tabla 3 CAPEX del servicio GPON en ETAPA EP _____	22
Tabla 4 OPEX del servicio GPON en ETAPA EP _____	23
Tabla 5 Determinación de Ingresos de clientes GPON _____	24
Tabla 6 Flujo de caja del servicio GPON en ETAPA EP _____	25
Tabla 7 Proyección financiera GPON realizada por ETAPA EP en el año 2010 _____	28
Tabla 8 Propuesta de inversión 2018 en Planta Externa _____	31
Tabla 9 Propuesta de inversión 2022 en Planta Externa _____	32
Tabla 10 Ingresos por el servicio de IBA con tecnología xDSL, P2P y GPON _____	32
Tabla 11 Estimación de ingresos del servicio GPON _____	33
Tabla 12 Flujo de Caja proyectado del servicio GPON _____	34

Tema: Evaluación financiera del servicio GPON ofertado por ETAPA EP

Autor: Jorge Roberto Villavicencio Vega

RESUMEN

El creciente desarrollo y evolución de las tecnologías de la información y la comunicación han provocado un alto tráfico de contenidos almacenados en la nube de internet, esto ha repercutido en empresas que como ETAPA EP mantiene una red de acceso en cobre sobre la cual brinda servicios de IBA con la tecnología xDSL y que ha llegado a un punto de obsolescencia tecnológica, frente a esta situación durante los años 2011 y 2012 la empresa ETAPA EP decide implementar una red de acceso en fibra óptica con tecnología GPON para lo cual realiza varias inversiones tanto en Planta Interna como en Planta Externa, el proyecto considera seis zonas de cobertura dentro del cantón Cuenca: Centro, Ejido, Totoracocha, Laguna, Ricaurte y Narancay, la red inicialmente estuvo concebida para dar servicio únicamente a clientes corporativos y a un máximo de 4.096. Las estimaciones iniciales del proyecto auguraban que al quinto año de operación de la nueva infraestructura se obtendría un VAN y TIR positivas, el objeto del presente trabajo de investigación fue determinar si efectivamente la red GPON de ETAPA EP representa un rendimiento financiero, para lo cual las fuentes de información básicamente fueron todos los contratos de adquisición de bienes, de ejecución de obra, roles de pago, contratos de alquiler de vehículos y equipos tecnológicos, se determinó los costos fijos y variables inmersos, y se llegó a determinar que para el año 2019 y luego de ocho años de vida del proyecto, este será rentable para la empresa ETAPA EP.

Palabras clave: GPON, FTTH, ETAPA EP, TIR, VAN

Theme: Financial Evaluation of GPON service offered by ETAPA EP

Author: Jorge Roberto Villavicencio Vega

ABSTRACT

The growing development and evolution of information and communications technology have resulted in a high traffic of content stored in the cloud Internet, this has affected companies as STAGE EP maintains an access network in copper onto which provides services. He was with the xDSL technology and has reached a point of technological obsolescence, face this situation during the years 2011 and 2012 the company ETAPA EP decided to implement an access network fiber optic GPON technology which makes several investments both in Internal plant and Outside plant, the project considers six areas of coverage within the canton Cuenca: Centro Ejido, Totoracocha, Laguna, Ricaurte and Narancay, the network initially was designed to serve only corporate clients and a maximum of 4,096. The initial project estimates predicted that the fifth year of operation of the new infrastructure would obtain a NPV positive and IRR, the aim of this research was to determine whether or not the GPON network ETAPA EP represents a financial performance, for which the information sources were basically all contracts for the procurement of goods, work execution, roles payment leases vehicles and technological equipment, fixed costs are determined and embedded variables, and it was determined that by the year 2019 and after eight years of the project, this will be profitable for the company ETAPA EP.

Keywords: GPON, FTTH, ETAPA EP, IRR, NVP

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones desde sus inicios, con el telégrafo en 1847, han sufrido vertiginosos cambios y transformaciones en el transcurso de los años en consonancia con las crecientes demandas de volúmenes de información. Con este panorama es imperativo que las tradicionales empresas telefónicas se conviertan y se transformen en Empresas de telecomunicaciones, es decir converjan a los nuevos servicios de acceso a Internet, Red de Datos, Data Center, Televisión IP, etc. todos estos nuevos servicios y los que se impongan en el futuro demandan crecientes requerimientos de Banda Ancha que la actual Red de Acceso que en su gran mayoría es de cobre ya está llegando-quizá ya llegó- a su punto de saturación.

La denominada Red de Acceso es un tramo o segmento de la red de telecomunicaciones, también conocida como planta externa o última milla y su función es conectar a las centrales o nodos de telecomunicaciones con los potenciales clientes y/o abonados de allí la importancia de que esta parte de la red sea la que mayores prestaciones brinde y es así que la tendencia mundial es la de usar la fibra óptica como la red de acceso. En este contexto la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca -ETAPA EP- implementó a mediados del año 2013 una red de acceso pasiva con tecnología GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network), a este servicio; se lo conoce como FTTH(Fiber To The Home) y es capaz de negociar velocidades de hasta 2,5 Gbps por puerto. (Lattanza, 2008)

ETAPA EP, hasta el momento no cuenta con una información financiera clara y precisa del costo que significó la implementación de esta tecnología tanto en equipos activos como en la Red de Acceso. Por lo expuesto, en este trabajo de titulación determinaremos los costos de capital (CAPEX) y los costos de Operación y Mantenimiento (OPEX) para con esta información tener suficientes argumentos al momento de la comercialización y promoción del servicio ofertado.

Delimitación del problema:

La red de acceso en cobre no soporta las altas velocidades de conexión que exige la sociedad actual, de allí la necesidad de implementar una nueva tecnología; sin embargo es preciso conocer el costo que esto significa para ETAPA EP, ver apéndice A.

Formulación del problema:

¿Cómo se debería determinar los costos de inversión que representaron la implementación de esta nueva tecnología para ETAPA EP?

Justificación:

El mercado de las telecomunicaciones es sumamente competitivo y si no contamos con un estudio pormenorizado de las inversiones de capital realizadas sumado a los costos de operación y mantenimiento, no se conocerá si el precio al que ofertamos es el adecuado para el retorno de la inversión de ETAPA EP.

Objeto de estudio:

La red de fibra óptica con tecnología GPON es al momento la mejor opción para el despliegue de red de acceso alámbrica gracias a su topología de red punto a multipunto que se caracteriza por un importante ahorro económico en el despliegue de la red, es al mismo tiempo una red que es inmune a las interferencias electromagnéticas, y su manufactura garantizan una alta durabilidad calculada en alrededor de veinte y cinco años, ofreciendo velocidades de conexión de hasta 39 Mbps a cada usuario con una mínima atenuación de la señal lo que permite alcanzar distancias de hasta 20 kilómetros.

Campo de acción o de investigación:

En los últimos años en la empresa ETAPA EP se ha observado constantes reducciones en los ingresos provenientes de la tradicional telefonía fija, esto sumado a una agonizante tasa de

crecimiento del servicio de Banda Ancha, ha provocado que técnicos y administradores busquen la manera de hacer frente a los nuevos requerimientos de conectividad y es así que para hacer frente a esta realidad, se implementó una red GPON de la cual se investigará y determinará el rendimiento financiero que representa para ETAPA EP la implementación de esta nueva tecnología.

Objetivo general:

Determinar la rentabilidad financiera del servicio GPON ofertado por ETAPA EP en el cantón Cuenca.

Objetivos específicos:

Estudiar la red GPON por medio de referencias bibliográficas y referenciales.

Analizar los costos de implementación de la red GPON en la empresa ETAPA EP y determinar un rendimiento financiero hasta el año 2016.

Proponer una ampliación de la red GPON para obtener un rendimiento financiero que satisfaga los costos de oportunidad trazados por la empresa ETAPA EP.

La novedad científica:

Los resultados de la investigación permitirán conocer la Rentabilidad financiera real del servicio GPON en ETAPA EP

Capítulo 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Teorías generales

1.1.1 Estándar GPON

Una red GPON es un estándar de comunicación, dicho estándar es regido por la ITU (International Telecommunication Union), la ITU es el organismo oficial más importante en materia de estándares en telecomunicaciones y está integrado por tres sectores o comités: el primero de ellos es la ITU-T (antes conocido como CCITT, Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía), cuya función principal es desarrollar bosquejos técnicos y estándares para telefonía, telegrafía, interfaces, redes y otros aspectos de las telecomunicaciones. La ITU-T envía sus bosquejos a la ITU y ésta se encarga de aceptar o rechazar los estándares propuestos. El segundo comité es la ITU-R (antes conocido como CCIR, Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones), encargado de la promulgación de estándares de comunicaciones que utilizan el espectro electromagnético, como la radio, televisión UHF/VHF, comunicaciones por satélite, microondas, etc. El tercer comité ITU-D, es el sector de desarrollo, encargado de la organización, coordinación técnica y actividades de asistencia (Redes y Telecomunicaciones, s.f).

1.1.2 Normalización GPON

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, S.F), GPON está definido por un conjunto de recomendaciones G.984.x de la UIT-T en donde se describen las técnicas para compartir un medio común (en este caso la fibra óptica) por varios usuarios, encapsular la información y gestionar los elementos de red, las mismas que se describen a continuación:

ITU-T G.984.1: Características generales que contemplan una red GPON

- ITU-T G.984.2:** Especificaciones de los parámetros de las ODNs.
 Especificaciones de puertos ópticos a 2.488 Gbps.
 Especificaciones de puertos ópticos a 1.244 Gbps
 Overhead allocation para la capa física.
- ITU-T G.984.3:** Especificaciones de la capa TC de GPON.
 Arquitectura de GTC y protocolos.
 Definición de la trama GTC.
 Registración y activación de las ONT.
 Especificaciones de DBA.
 Alarmas y rendimiento.
- ITU-T G.984.4:** Especificación del formato del mensaje OMCI.
 Trama de administración de dispositivos OMCI.
 Principio de funcionamiento de OMCI

1.1.3 Fundamentos redes GPON

La aparición de esta tecnología surge de la necesidad de contar con medios de transmisión de alta velocidad y con un mejor ancho de banda respecto al tradicional par trenzado de cobre o cable coaxial, para hacer frente a la creciente demanda de las tecnologías de la información de la sociedad actual, una red GPON está conformada fundamental mente por tres partes principales: OLT, ODN, ONT (ITU, S.F)

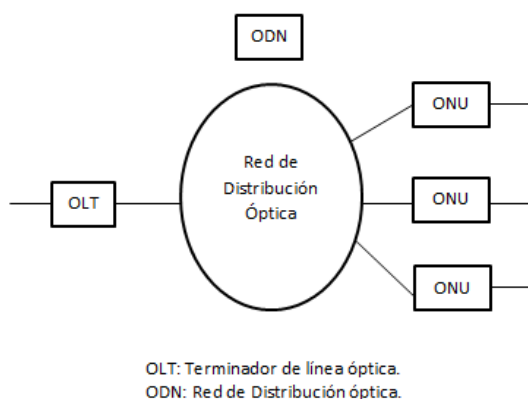


Figura 1 Elementos de una red G-PON

1.1.3.1 Terminación de Línea Óptica (OLT)

La OLT (Optical Line Terminal) es un elemento activo que se ubica en la Central Telefónica (ver apéndice H) y cuya principal función es la de conmutar, actuar como router entre los usuarios y la Red de Nueva Generación (NGN), en ETAPA EP se adquirió toda la implementación de planta interna de la marca Huawei Technologies, la OLT es del modelo MA5600T y un solo frame es capaz de albergar 16 tarjetas GPON con 8 puertos cada una logrando de esta manera conectar en una configuración 1:64 hasta 8,192 usuarios con capacidad de conexión de 39 Mbps cada uno (Huawei, Product & Solutions, 2016).

1.1.3.2 Red de Distribución Óptica (ODN)

Está conformada por cables fibra óptica, splitter y las cajas de distribución óptica, es conocida también como la red pasiva y constituye la denominada planta externa y es la que conecta a las Centrales o Nodos con los usuarios, esta distribución puede ser de forma aérea utilizando los postes del tendido eléctrico, o subterránea mediante canalización existente para el efecto (Martinez , 2016).

1.1.3.3 Terminal de Red Óptica (ONT)

Es un equipo activo ubicado al lado del usuario (ver apéndice I) y sirve de interfaz entre la ODN y la red interna del usuario, haciendo una analogía con la tecnología xDSL este sería el módem, en el caso de ETAPA EP se adquirieron las ONT de la Marca Huawei Modelo: HG8245 que dispone de 4 salidas Ethernet, WI-FI, y dos puertos para telefonía ZIP (Huawei, Productos, 2016).

1.1.4 Características GPON

La red GPON utiliza una arquitectura punto a multipunto P2MP, esto se logra con el empleo de los denominados divisores ópticos (splitter) que en el esquema GPON puede ser de máximo 1:64 es decir que mediante un solo puerto de la OLT puede brindarse servicio a 64 posibles usuarios, sus principales características según (Millán , 2016) son:

Tasa de Transmisión en Downstream: 1.2 Gbps / 2.4 Gbps.

Tasa de Transmisión en Upstream: 1.2 Gbps / 2.4 Gbps.

Factor de Splitting de 1:64 y de 1:128 (en desarrollo).

Eficiencia del 93% para todos los tipos de tráfico de los diferentes servicios.

Emplea un esquema de transporte a través de tramas GEM.

Permite transportar señales de CATV-RF.

Provee protección a los puertos PON.

Para downstream emplea un mecanismo de seguridad AES.

Proporciona sistemas de detección y corrección de errores por FEC.

Es la tecnología más reciente y es la que más terreno ha ganado en lo que respecta a redes de acceso por fibra óptica (ITU, S.F).

1.1.4.1 Fibra óptica

La fibra óptica como medio de transporte es una guía de onda dieléctrica que permite la propagación de una señal luminosa a través de múltiples reflexiones que se dan en su interior, permitiendo el transporte de grandes cantidades de información, está conformada por el núcleo (core), el revestimiento (cladding) y el recubrimiento primario (coating); el núcleo puede ser fabricado de dióxido de silicio (SiO_2) ó dióxido de germanio (GeO_2), el diámetro con el que se fabrican depende del modo de transmisión y puede ser de $\phi = 8$ a $10 \mu\text{m}$ monomodo ó de $\phi = 50$ a $62,5 \mu\text{m}$ si es una multimodo. El revestimiento (cladding) generalmente está construido de dióxido de silicio (SiO_2) y su diámetro es de aproximadamente $125 \mu\text{m}$, en tanto que el recubrimiento (coating) está fabricado de material acrílico y su diámetro es de aproximadamente $245 \mu\text{m}$ (León, 2014)

La diferencia entre el cladding y el coating radica principalmente en el dopado que se le realiza a cada material, pudiendo éste ser de boro ó germanio, de ésta manera se pueden variar los índices de refracción hasta llegar a las mejores condiciones de propagación de la luz (León, 2014).

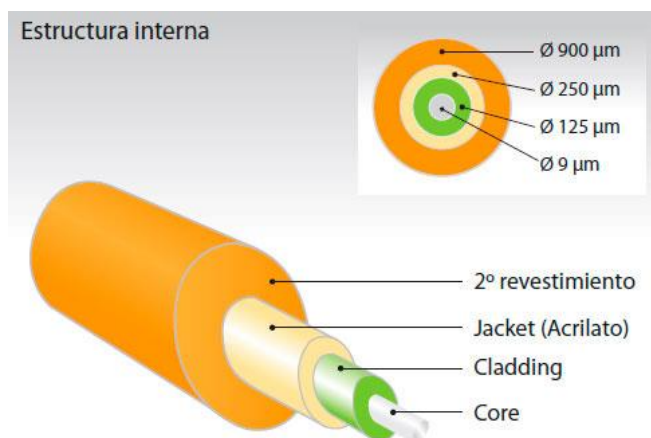


Figura 2 Estructura interna de una fibra óptica

1.1.5 Red de Acceso GPON

A diferencia de una red de acceso en cobre que requiere de un par trenzado exclusivo desde la central telefónica hasta el usuario para dar servicio, una red GPON con un solo hilo de fibra puede llegar a interconectar a un máximo de 64 usuarios ya sea mediante un solo divisor óptico (splitter) 1:64 como se muestra en el apéndice B, o dependiendo de la arquitectura que se quiera construir se podrían utilizar dos divisores ópticos 1:8 en cascada que igual nos servirían para dar servicio a 64 usuarios como se muestra en el apéndice C. Esta arquitectura es posible gracias al uso de distintas longitudes de onda tanto para el tráfico downstream desde la OLT a la ONT a 1490 nm como para el tráfico upstream desde la ONT hasta la OLT a 1310 nm ((García A. , 2014)

1.1.5.1 Presupuesto del enlace y longitud máxima

El estándar ITU-T G.984 define como distancia máxima 20 kilómetros desde la OLT hasta la ONT, es decir desde la Central de Telecomunicaciones hasta el usuario final, esto va a depender de los elementos que constituyan la red de acceso como por ejemplo la cantidad de divisores ópticos (splitter), la calidad y cantidad de la fibra óptica utilizada, la cantidad de empalmes o fusiones, la cantidad de conectores de manera que la sumatoria total de atenuación no supere el umbral de 10 a 25 dB para una red clase B+, a continuación una tabla con los valores típicos de atenuación (ITU, S.F)

Tabla 1 *Valores típicos de atenuación en fibra óptica*

ELEMENTO	UNIDAD	ATENUACION
Splitter 1/32	dB	16,9
Splitter 1/16	dB	13,7
Splitter 1/8	dB	10,5
Splitter 1/4	dB	7,3
Splitter 1/2	dB	3,2
Empalme de Fusión	dB	0,1
Empalme Mecánico	dB	0,2
Conector	dB	0,35
Fibra óptica G652D	dB/Km	0,35
Fibra óptica G657	dB/Km	0,35

Nota. Elaborado por el Autor

1.2 Teorías sustantivas

1.2.1 Empresa ETAPA EP

“La Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Saneamiento de Cuenca, ETAPA EP fue creada mediante ordenanza en enero de 1968, en el área que nos compete, las telecomunicaciones, su actividad principal durante mucho tiempo fue la prestación del servicio de telefonía, local, nacional e internacional dentro de su área de concesión, el cantón Cuenca. Por el año de 1997 empieza a brindar el Servicio de Valor Agregado Internet, en base a una alianza con la empresa IMPSAT, utilizando tanto la concesión y la infraestructura de esta empresa. En el año de 1999 instala su propio telepuerto para el manejo del tráfico internacional; así también, ese mismo año instala su red de transmisión digital de datos. En el año 2002 presta el servicio de Internet con su propia infraestructura, tanto a usuarios dial-up como corporativos. En julio de 2005 lanza la red de banda ancha con lo que se pretende en primera instancia masificar el uso de Internet y crear la base para la

prestación de nuevos servicios. En noviembre de 2007 se inaugura la Red de Nueva Generación basada en protocolo IP y con calidad de servicio MPLS” (Carrillo, 2008).

Mediante resolución TEL-642-19-CONATEL-2011 del 14 de septiembre 2011, ETAPA EP está habilitada a brindar servicios de telecomunicaciones: Telefonía fija, servicios portadores, servicios de valor agregado, servicios de audio y video por suscripción, y los demás servicios que se incluyan a futuro dentro de este sector estratégico (CONATEL, S.F).

1.2.1.1 Telefonía fija

El servicio de telefonía fija es un negocio que a nivel mundial se encuentra a la baja y ETAPA EP no es la excepción, esta tendencia decreciente es debido principalmente a la aparición de la telefonía móvil, en el apéndice D se puede apreciar los valores históricos de líneas en servicio que desde el año 2013 va en disminución respecto a los años anteriores, otra manera de analizar la situación crítica de este servicio está en función de la tasa de crecimiento anual, que como se puede apreciar en el apéndice E se registran valores negativos con la consecuente reducción en los ingresos a la empresa, esto a pesar de que ETAPA EP constituyó un monopolio en el cantón Cuenca gracias a la titularidad de las telecomunicaciones otorgado por el estado y que en el marco de la nueva ley de Telecomunicaciones se define igualdad de condiciones tanto para operadores públicos como privados, de allí la importancia de la búsqueda de la eficiencia.

1.2.1.2 Televisión DTH

El servicio DTH es de reciente implementación en ETAPA EP, es un método de recepción de señal de televisión codificada directo desde un satélite de comunicaciones hasta un terminal de usuario denominado Set Top Box (STB), en el apéndice F se puede apreciar que este servicio es un negocio que tiene un comportamiento decreciente en cuanto a la cantidad

de usuarios de este servicio, esto debido básicamente a mejores ofertas tanto en precio como en contenidos por parte de otros operadores consolidados en el mercado tales como las empresas TvCable, Directv, Cnt, Claro Tv, etc.

1.2.1.3 Internet Banda Ancha

ETAPA EP ofrece el servicio de Internet Banda Ancha valiéndose de su amplia red de acceso en cobre desplegada previamente para el servicio de telefonía fija en todo el cantón Cuenca, tanto en parroquias urbanas como rurales, lo que se ha hecho en los últimos años es implementar equipamiento activo con tecnología xDSL (Línea digital de suscriptor) que consiste en una transmisión de datos sobre las líneas telefónicas de cobre ya instaladas en hogares y empresas, en la Figura tres podemos observar el esquema xDSL en el que se puede evidenciar que sobre un mismo par trenzado de cobre se combinan dos señales, la telefónica y la de datos con el uso de splitters, esta combinación de señales se realizan en frecuencia y se efectúa tanto a nivel de central telefónica como a nivel del usuario, la conectividad es posible gracias a un módem que interpreta todas las señales de frecuencia que viajan a través del par de cobre desde la central hasta el usuario final.

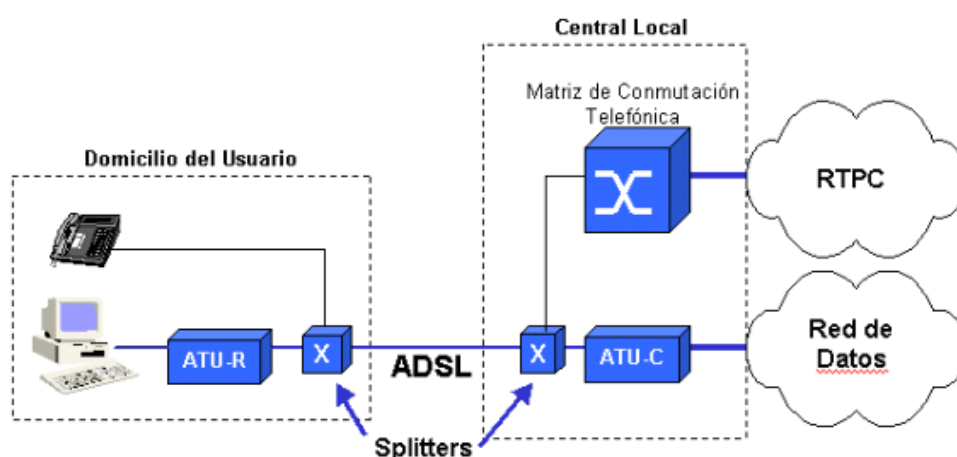


Figura 3 Esquema de conexión DSL

La tecnología xDSL en realidad es una familia de tecnologías de acceso a Internet de Banda Ancha basadas en la digitalización de la línea telefónica, así tenemos ADSL, ADSL+, VDSL, HDSL, IDSL, y otras que guardan ciertas características tanto en velocidad como en distancia entre la Central telefónica y el abonado. En la Figura cuatro podemos observar el comportamiento en frecuencia de las dos señales combinadas, de tal manera que las dos señales tanto de voz como de datos puedan compartir el mismo canal de comunicación sin interferirse (EXFO;, S.F)

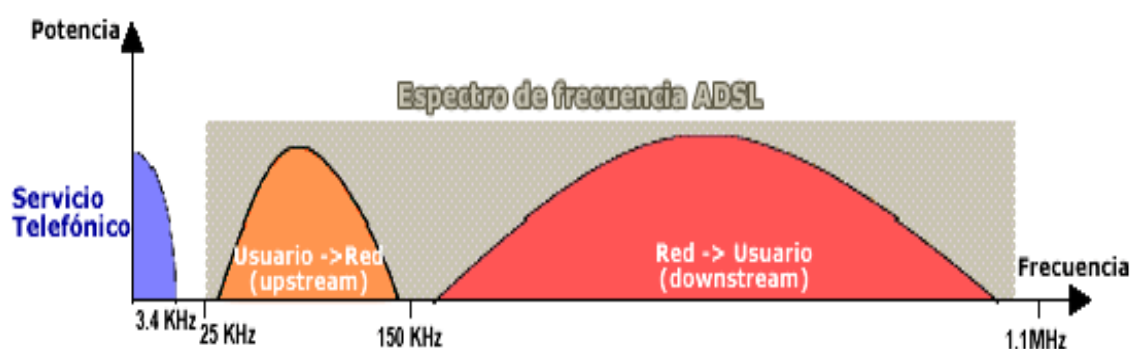


Figura 4 Comportamiento en frecuencia de ADSL

En la Figura cinco se puede observar la evolución de la demanda de conexiones de Internet Banda Ancha desde el año 2009 hasta el año 2015, hacia el año 2009 apenas se contaban con 6.616 conexiones en servicio, el gran auge de la demanda se da entre los años 2010 a 2012 que la empresa pasa a tener 45.691 conexiones en servicio, se continúa creciendo hasta el año 2015 alcanzando las 67.349 conexiones y en la actualidad se ha llegado a una zona de madurez en donde la tasa de crecimiento del servicio es mínima esto debido a la alta penetración del servicio en el cantón Cuenca.

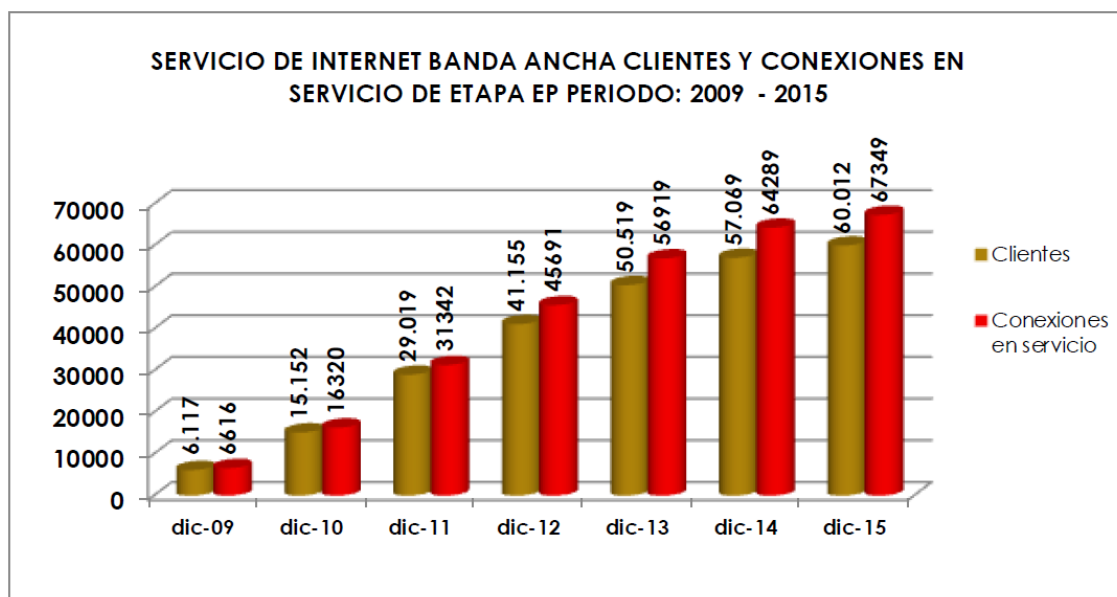


Figura 5 Evolución de la demanda de Internet Banda Ancha

1.3 Referentes empíricos

1.3.1 Limitantes de la tecnología xDSL

En la sociedad actual se evidencia claramente un aumento sustancial en el uso de las tecnologías de la información y comunicación, el Internet ya es parte de la vida cotidiana y se ha convertido en un servicio casi indispensable en los hogares u oficinas, en este sentido la tecnología xDSL empleada hasta el momento ha tenido su auge, desarrollo y madurez como toda tecnología caracterizada por un ciclo de vida. Los requerimientos de ancho de banda son cada vez mayores y empiezan a exceder las capacidades instaladas, es ante esta realidad la necesidad de buscar alternativas tecnológicas viables que vayan acorde a los nuevos escenarios y patrones de comunicación. (Guerra, 2014). El mercado de usuarios de internet en el cantón Cuenca se encuentra en una zona de madurez, en el apéndice G se muestra la curva evolutiva del servicio de Internet Banda Ancha en ETAPA EP.

1.3.2 Bondades de la tecnología GPON

En el entorno competitivo y de libre mercado que se vive en la actualidad, es la fidelidad de un cliente el principal objetivo a seguir para una empresa de servicios como ETAPA EP, para ello se debe ofrecer el mejor servicio posible, estas bondades se consiguen con medios de transmisión como la fibra óptica que soporta altas tasas de transmisión de datos, es inmune a la interferencia electromagnética y a la corrosión, su atenuación es muy baja, la durabilidad promedio se sitúa en 25 años, estas características concluyen en que es la mejor opción para el despliegue de la Red de Acceso para ETAPA EP.

1.3.3 Comportamiento del mercado de IBA en Cuenca

La tasa de crecimiento del servicio de Internet de Banda Ancha en el cantón Cuenca muestra un descenso sostenido en los últimos años que bien puede obedecer a la saturación del mercado o a la falta de innovación tecnológica, ETAPA EP interpretó que la baja tasa de crecimiento se debe a la falta de innovación tecnológica, y de allí la decisión de implementación de la red de acceso en fibra óptica con tecnología GPON, en la Figura seis se puede apreciar el comportamiento de la tasa de crecimiento del servicio de Internet Banda Ancha en ETAPA EP.

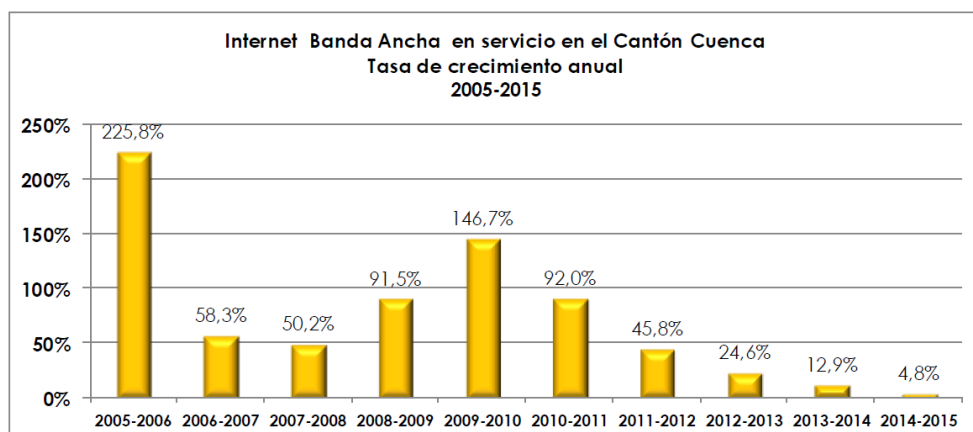


Figura 6 Tasa de crecimiento histórico de Internet Banda Ancha

Capítulo 2

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Metodología

El enfoque a emplearse será el cuantitativo, pues como describió Hernández Sampieri (2010, p.16), “La *investigación cuantitativa* nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, nos otorga control sobre los fenómenos, así como un punto de vista de conteo y las magnitudes de éstos. Asimismo, nos brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares.”. Aplicando la metodología cuantitativa a la investigación se conseguirá determinar el Capex y Opex inmerso en la implementación del servicio GPON en la empresa ETAPA EP.

2.2 Métodos: teóricos y empíricos

En este trabajo de investigación se empleará el método inductivo, que según Bernal Torres (2010) describió: “Este método utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría”

Se aplicará en el estudio una investigación longitudinal o evolutiva sobre el servicio GPON ofertado por ETAPA EP desde el año 2013 para evidenciar la tendencia del mercado y las repercusiones financieras.

A nivel de método empírico se empleará el método de la medición para la asignación de valores numéricos para la obtención del servicio, así como relaciones para evaluar y representar adecuadamente. (Martínez Pérez & Rodríguez Esponda, s/f, p. 5)

2.3 Hipótesis

“Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado.” (Hernández, et al., 2010, p. 92)

La implementación del servicio GPON ofertado por ETAPA EP representa una rentabilidad financiera para la empresa.

2.4 Universo y muestra

2.4.1 Universo

Según Wigodski (2010), “el Universo es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado”, en el caso de esta investigación está conformado por los contratos de: adquisición de bienes, de mano de obra, de bienes y servicios, de administración directa, y de materiales necesarios para la implementación de la red GPON en ETAPA EP.

2.4.2 Muestra

Ante la certeza de que el Universo a investigar es finito y medible, se opta por considerar y analizar la investigación con el 100% de los datos.

2.5 Operacionalización de variables

Para efectuar la operacionalización de variables, lo primero es identificar las variables declaradas en la hipótesis, identificando “la causa” como la variable independiente (y) y “el efecto” o “resultado” como la variable dependiente (x) (Bernal Torres, 2010); para el tema

investigado la variable independiente lo conforman las inversiones monetarias realizadas en equipamiento tanto en planta interna como en planta externa sumado a los costos de operación y mantenimiento incurridos para brindar el servicio GPON en ETAPA EP, en tanto que la variable dependiente es el rendimiento financiero del servicio GPON ofertado por la empresa ETAPA EP.

“Operacionalizar una variable significa traducir la variable a indicadores, es decir, traducir los conceptos hipotéticos a unidades de medición.” (Bernal Torres, 2010, p. 141)

En la tabla dos se tabulan los indicadores que se han considerado pertinentes para el trabajo de investigación

Tabla 2 Variables e indicadores del servicio GPON

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS O PREGUNTAS	INSTRUMENTOS	TÉCNICA
INDEPENDIENTE	Implementación de la Red GPON en ETAPA EP	Valoración de Planta Interna, Planta Externa, Operación y Mantenimiento del servicio GPON en ETAPA EP	Planta Interna	Σ Sumatoria	¿Qué contratos guardan relación con la implementación de Planta Interna?	Entrevistas, Análisis documental	Observación sistemática
			Planta Externa	Σ Sumatoria	¿Qué contratos guardan relación con la implementación de Planta Externa?	Entrevistas, Análisis documental	Observación sistemática
			Operación	Σ Sumatoria	¿Qué costos guardan relación con la Operación?	Entrevistas, Análisis documental	Observación sistemática
			Mantenimiento	Σ Sumatoria	¿Qué costos guardan relación con el Mantenimiento?	Entrevistas, Análisis documental	Observación sistemática
DEPENDIENTE	Ayudará a la toma de decisiones en la empresa ETAPA EP	Rentabilidad Financiera del servicio GPON en ETAPA EP	Fiabilidad de la Rentabilidad Financiera	VAN TIR	¿Conocer todas las inversiones y costos de operación y mantenimiento permitirá determinar la rentabilidad del servicio?	Entrevistas, Análisis documental	Observación sistemática

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: ETAPA EP, SERCOP

2.6 Gestión de datos

Con fecha 13 de junio de 2016 mediante memorando N° M-203-2016-DRA se solicita al Gerente General de la Empresa ETAPA EP (ver apéndice J) la colaboración institucional para que se facilite toda la documentación pertinente para el desarrollo del trabajo de titulación:

“Evaluación financiera del servicio GPON ofertado por ETAPA EP” mismo que fue

autorizado por la máxima autoridad, por tanto se cuenta con todos los contratos tanto de ejecución de obra como de adquisición de bienes necesarios para el desarrollo del trabajo de titulación.

2.7 Criterios éticos de la investigación

La presente investigación se fundamenta básicamente en recabar, tabular, presentar y analizar toda la información recopilada tal y como ha sido suscrita, ningún valor será forjado o alterado, para así obtener un análisis válido e íntegro. (González, 2002)

Capítulo 3

RESULTADOS

3.1 Antecedentes de la unidad de análisis o población

La empresa ETAPA EP entre el año 2011 y 2012 emprende en la implementación del servicio GPON, lo hace mediante varios contratos, el primero un contrato de Adquisición de Bienes N° 95-2011 con la compañía HUAWEI TECHNOLOGIES CO. LTD. celebrado el 18 de octubre de 2011 y que guarda relación con la Planta Interna (equipos activos), la implementación se efectúa en seis áreas de cobertura dentro del cantón Cuenca como se muestra en la Figura siete; los equipamientos son emplazados en edificaciones que la empresa ya dispone y que son denominados como cabeceras GPON, así tenemos las cabeceras: Centro, Ejido, Totoracocha, Ricaurte, Laguna y Narancay.

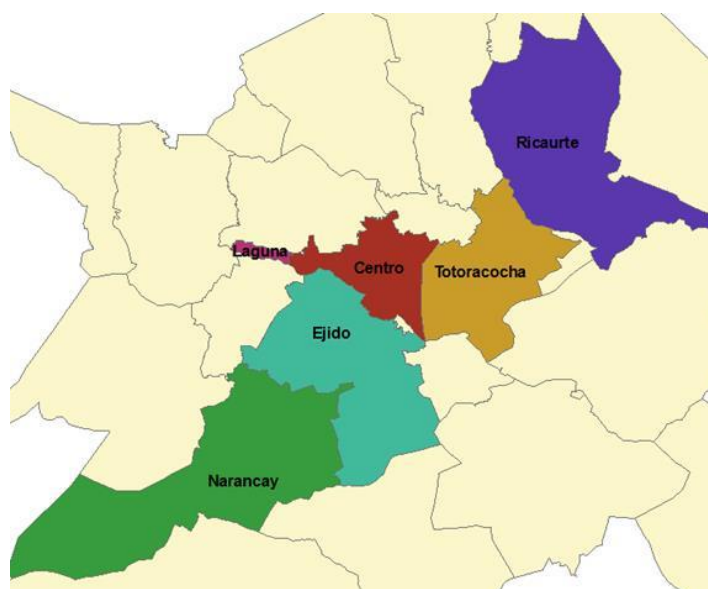


Figura 7 Implementación GPON por áreas de cobertura

En lo relativo a la implementación de Planta Externa se consideran dos aspectos, el primero lo referente a materiales que son adquiridos mediante contratos de Adquisición de Bienes N° 102-2011 (9 noviembre de 2011), 115-2011 (14 diciembre de 2011 y 06-2012 (5

marzo de 2012), y el segundo corresponde a la Mano de Obra necesaria para el despliegue de la Red de Acceso que se realiza mediante contratos de Ejecución de Obra N° 02-2012 (29 febrero de 2012) y 03-2012 (29 febrero de 2012).

3.2 Diagnóstico o estudio de campo

Para alcanzar un diagnóstico válido, en la investigación determinaremos el CAPEX que hace referencia a todas las inversiones de capital que en esta investigación corresponde a la Planta Interna y Externa y el OPEX que guarda relación con la Operación y Mantenimiento del servicio GPON en ETAPA EP. (Gumucio, 2008)

3.2.1 CAPEX del servicio GPON en la empresa ETAPA EP

Luego de revisada toda la documentación pertinente a las inversiones realizadas (ver Apéndice K) para la obtención del servicio GPON se presenta en la tabla tres los montos desembolsados en función de los contratos celebrados.

Tabla 3 CAPEX del servicio GPON en ETAPA EP

Contratista	Fecha	Contrato N°	Descripción	Monto
HUAWEI TECHNOLOGIES Co. Ltd.	18-oct-11	95-2011	Adquisición e implementación de 25.024 puertos ADSL2+ y 64 puertos GPON	\$ 239.991,02
TELEWEI S.A.	09-nov-11	102-2011	Adquisición de materiales para redes de fibra óptica	\$ 40.768,00
TELEWEI S.A.	14-dic-11	115-2011	Adquisición de cables y herrajería de fibra óptica para la red GPON de ETAPA EP	\$ 241.921,12
FABIAN PALACIOS OCHOA	29-feb-12	feb-12	Construcción de Redes de Fibra óptica y cobre para las diferentes plataformas de Telecomunicaciones de ETAPA EP, Zona 1	\$ 75.041,83
FABIAN PALACIOS OCHOA	29-feb-12	mar-12	Construcción de Redes de Fibra óptica y cobre para las diferentes plataformas de Telecomunicaciones de ETAPA EP, Zona 1	\$ 51.392,57
GLOBALELECTRIC S.A	5 marzo de 2012	jun-12	Adquisición de materiales para planta externa en fibra óptica para la red GPON de ETAPA EP	\$ 385.728,00
TOTAL TEK S.A.	09-ago-12	41-2012	Adquisición de herrajes para cable de acometida óptico para la red GPON	\$ 35.168,00
ENERLUZ S.A.	24-may-12	27-2012	Adquisición de 100 Km de cable de fibra óptica FTTH para la red GPON	\$ 52.920,00
ELECTROSUR	21-ago-12	46-2012	Adquisición herramientas para la operación y mantenimiento de la red GPON de ETAPA EP	\$ 95.956,50
GLOBALELECTRIC S.A	02-oct-12	59-2012	Adquisición de fusionadoras para la operación y mantenimiento de la Red GPON de ETAPA EP	\$ 44.800,00
DIGITEC S.A.	02-oct-12	60-2012	Adquisición de equipos de medición para la operación y mantenimiento de la red GPON de ETAPA EP	\$ 250.330,04
TOTAL:				\$ 1.514.017,08

Nota. Corresponde a la inversión total de capital. Fuente: ETAPA EP

3.2.2 OPEX del servicio GPON en la empresa ETAPA EP

Los costos de operación en términos generales están clasificados como fijos y variables, los costos fijos son los considerados invariables en función del tiempo y de la producción, en tanto que los costos variables guardan relación directa con la producción de los bienes o servicios según la actividad empresarial, en ETAPA EP se consideran los costos variables a los costos de instalación, de mantenimiento y el alquiler del ancho de banda internacional pues estos tres costos están relacionados directamente con la cantidad de usuarios de la red. (Hornsgren, Datar, & Foster, 2007)

En la tabla cuatro se resumen los costos de operación, mantenimiento y administración, que incluye el talento humano, movilización, comercialización, consumo energético, aseguramiento de bienes y el costo del ancho de banda internacional.

Tabla 4 OPEX del servicio GPON en ETAPA EP

Gastos Operativos	2012	2013	2014	2015	2016
Personal Técnico	\$ 22.000,00	\$ 87.399,97	\$ 92.848,37	\$ 97.918,29	\$ 122.918,15
Gestión Comercial	\$ -	\$ 21.254,00	\$ 23.508,00	\$ 26.754,00	\$ 36.254,00
Arriendo Equipos Computación	\$ 200,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00
Vehículos de alquiler	\$ 5.620,00	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96
Energía Eléctrica (277 kWh/mes)	\$ 150,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Publicidad	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.721,00
Seguros	\$ 12.707,48	\$ 10.893,56	\$ 9.079,65	\$ 7.265,73	\$ 5.451,82
Alquiler Ancho de Banda	\$ 1.500,00	\$ 14.500,00	\$ 28.245,00	\$ 35.454,00	\$ 45.032,00
Costo de instalación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 117.360,00
Costo x Mantenimiento		\$ 1.198,50	\$ 2.199,60	\$ 3.792,90	\$ 9.714,90

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: ETAPA EP, E&A Brokers, Centrosur, Compufácil

3.2.3 Determinación de ingresos

Para la determinación de ingresos se solicitó a la Subgerencia de Tecnologías de la Información de ETAPA EP se facilite la información pormenorizada de todos los clientes servidos con el servicio GPON y que en dicha consulta al servidor AS400 se incluya la tarifa que los usuarios pagaron históricamente por el servicio brindado, es así que la consulta se realizó el día 12 de julio de 2016 y se registran 538 usuarios activos, la tabla cinco muestra los ingresos obtenidos desde el mes de marzo de 2013 fecha en la que se instala al primer abonado, hasta el mes de mayo de 2016; es necesario acotar que con la finalidad de obtener un periodo completo de análisis del año 2016 (enero a diciembre) se optó por replicar los ingresos obtenidos en el mes de mayo de 2016 (\$ 63.783,01) para los siete meses restantes, se suman los ingresos de los clientes que van a ser migrados desde la tecnología xDSL hasta GPON que se estiman en 120 mensuales. (Kaplan & Cooper, 2003)

Tabla 5 Determinación de Ingresos de clientes GPON

Ingresos	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Servicio GPON: RDD y Banda Ancha	\$ 189.803,29	\$ 476.072,76	\$ 686.211,91	\$ 798.447,87

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: Servidor AS400 de ETAPA EP

3.2.4 Resultados

En la tabla seis se presenta el flujo de caja del servicio GPON en la empresa ETAPA EP, donde se evidencia que el Valor Actual Neto (VAN= \$ -662.946,10) arroja un valor negativo en el año 2016, lo cual indica que los ingresos obtenidos hasta la fecha de análisis financiero, no han logrado superar a la inversión inicialmente realizada para la implementación de este servicio. Para determinar el VAN se ha tomado como referencia el WACC (Weight Average Cost of Capital) que es el rendimiento mínimo que necesita ganar la empresa para recuperar el costo de oportunidad del capital utilizado en la producción de servicios regulados (Sttephen A., Randolph W., & Bradford D., 2010), que para el caso de ETAPA EP se ha informado que es del 13,06 % anual.

Tabla 6 Flujo de caja del servicio GPON en ETAPA EP

Ingresos	2012	2013	2014	2015	2016
Servicio GPON RDD y Banda Ancha	\$ -	\$ 189.803,29	\$ 476.072,76	\$ 686.211,91	\$ 798.447,87
TOTAL	\$ -	\$ 189.803,29	\$ 476.072,76	\$ 686.211,91	\$ 798.447,87
Costos					
OPEX	\$ 42.177,48	\$ 172.764,50	\$ 192.397,98	\$ 206.108,98	\$ 379.168,83
Personal Técnico	\$ 22.000,00	\$ 87.399,97	\$ 92.848,37	\$ 97.918,29	\$ 122.918,15
Gestión Comercial	\$ -	\$ 21.254,00	\$ 23.508,00	\$ 26.754,00	\$ 36.254,00
Arriendo Equipos Computación	\$ 200,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00
Vehículos de alquiler	\$ 5.620,00	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96
Energía Eléctrica (277 kWh/mes)	\$ 150,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Publicidad	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.721,00
Seguros	\$ 12.707,48	\$ 10.893,56	\$ 9.079,65	\$ 7.265,73	\$ 5.451,82
Alquiler Ancho de Banda	\$ 1.500,00	\$ 14.500,00	\$ 28.245,00	\$ 35.454,00	\$ 45.032,00
Costo de instalación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 117.360,00
Costo x Mantenimiento		\$ 1.198,50	\$ 2.199,60	\$ 3.792,90	\$ 9.714,90
OTROS					
Depreciación Red Planta Externa	\$ 44.146,98	\$ 44.146,98	\$ 44.546,98	\$ 44.946,98	\$ 45.546,98
Depreciación Instalaciones, maquinarias y Equipos	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65
Depreciación Equipos de conmutación telefónica	\$ 34.284,43	\$ 34.284,43	\$ 34.284,43	\$ 34.284,43	\$ 34.284,43
EBITDA	\$ (42.177,48)	\$ 17.038,79	\$ 283.674,78	\$ 480.102,93	\$ 419.279,04
EBIT	\$ (159.717,54)	\$ (100.501,27)	\$ 165.734,71	\$ 361.762,86	\$ 300.338,98
Utilidad Neta Contable	\$ (159.717,54)	\$ (100.501,27)	\$ 165.734,71	\$ 361.762,86	\$ 300.338,98
CAPEX	\$ 1.514.017,08	\$ -	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 12.000,00
Equipos, Planta Interna, Planta Externa	\$ 1.514.017,08	\$ -	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 12.000,00
TOTAL	\$ 1.556.194,55	\$ 172.764,50	\$ 200.397,98	\$ 214.108,98	\$ 391.168,83
Free Cash Flow	\$ (1.556.194,55)	\$ 17.038,79	\$ 275.674,78	\$ 472.102,93	\$ 407.279,04
WACC :	13,06%				
VAN	(\$ 749.526,87)				

Nota. Elaborado por el autor. Fuente ETAPA EP

El año 2016 es un buen referente dentro del proyecto puesto que entre los meses de mayo y junio la empresa Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT hizo una gran campaña publicitaria ofertando su servicio GPON en el cantón Cuenca, es ante este escenario competitivo que ETAPA EP decide desde el mes de julio brindar las mismas condiciones que ofrece la competencia a todos sus clientes de tipo residencial, cabe mencionar que entre la CNT y ETAPA EP existía un acuerdo para que la CNT no brinde servicios de IBA y RDD directamente en el cantón Cuenca y que ETAPA EP brindaría los enlaces de última milla para

clientes finales de la CNT, este acuerdo finalizó en el mes de enero de 2016 y de allí la aparición de un fuerte competidor para el mercado local de IBA. Como se puede apreciar para el año 2016 aparece el costo de instalación que anteriormente lo pagaba por completo el abonado que requería el servicio, ahora ETAPA EP pasa a asumir mencionado costo, mismo que está conformado por el modem GPON (ONT) y su configuración, la acometida y su tendido (200 mts en promedio).

Capítulo 4

DISCUSIÓN

4.1 Contrastación empírica

Como se determinó en el capítulo anterior los resultados obtenidos de VAN y TIR al año 2016 dan muestras claras de que la rentabilidad de este servicio no es la deseada (Tabla siete) y que se debe buscar una rentabilidad a lo largo del tiempo de vida del proyecto que se lo considera para unos 10 años. El proyecto inicialmente concebido para dar servicio prioritariamente al Consejo de Seguridad Ciudadana CSC de la ciudad de Cuenca para la transmisión de datos de las cámaras de seguridad del sistema ECU911 y para clientes corporativos estimó una TIR del 60,60% y una VAN de \$ 1.364.334 según Memoria Técnica descriptiva de proyecto GPON de fecha mayo de 2010 con lo que se puede afirmar que fue una estimación un tanto alejada de la realidad.

Tabla 7 Proyección financiera GPON realizada por ETAPA EP en el año 2010

	2010 (INVERSION INICIAL)	2011	2012	2013	2014	2015
Inversión	\$ -652.156	\$ -71.303	\$ -71.303	\$ -71.303	\$ -71.303	
EGRESOS						
Costo Instalación		\$ -8.008	\$ -8.008	\$ -8.008	\$ -8.008	\$ -8.008
Gastos Administrativos		\$ -163.127	\$ -163.127	\$ -163.127	\$ -163.127	\$ -163.127
Otros Egresos				\$ -35.651	\$ -35.651	\$ -35.651
INGRESOS						
Ventas Netas		\$ 274.674	\$ 702.758	\$ 1.039.188	\$ 1.285.014	\$ 1.473.058
Flujo de Caja	\$ -652.156	\$ 32.236	\$ 460.320	\$ 761.099	\$ 1.006.925	\$ 1.266.271
Tasa	16%					
Valor Actual	\$1.364.334					
TIR	60,60%					

Nota. Información reproducida literalmente. Fuente: ETAPA EP

Analizando las zonas de cobertura de la red GPON se deduce que uno de los problemas para no tener los ingresos estimados se debe principalmente a la reducida planta externa construida y a la poca o nula promoción de este servicio pues como se ha mencionado a lo largo de esta investigación la empresa dispone de una vastísima red de cobre con la que actualmente brinda el servicio de Banda Ancha a sus cerca de 61.429 clientes basados en tecnología xDSL.

4.2 Limitaciones

Gracias a la colaboración institucional de ETAPA EP se puede afirmar que no ha existido limitaciones en el acceso a la información, básicamente se ha logrado recabar información de todos los contratos de adquisición de bienes, de ejecución de obra, roles de pago, alquiler de vehículos y equipos de computación, con lo cual se ha determinado el análisis financiero del servicio GPON.

4.3 Líneas de investigación

La Universidad de Guayaquil dentro de sus líneas de investigación busca el “Desarrollo local y emprendimiento socio económico sostenible y sustentable”, en este contexto esta investigación analiza los rendimientos financieros resultantes de la implementación del proyecto GPON en la empresa ETAPA EP, en un primer análisis se determina que dichos rendimientos distan muchísimo de los rendimientos financieros proyectados, por tanto si algún profesional emprende en algún estudio referente a redes GPON, bastaría con analizar los múltiples contratos en los que se tabulan los distintos precios tanto de equipos de planta interna, equipos de medición y certificación, materiales de herrajería, cables de fibra óptica, y costos de mano de obra para así lograr resultados mucho más precisos y apegados a la realidad que se vive en Ecuador

4.4 Aspectos relevantes

Concluido el estudio se evidencia una importante carga monetaria de la operación del servicio en contraste a los ingresos registrados, el retorno de la inversión al año 2016 no logra obtener beneficios para ETAPA EP, esta situación al parecer pasa desapercibida para la Administración de la empresa que a más del servicio GPON, ofrece el servicio de Agua Potable, Saneamiento Ambiental, Telefonía fija, Telefonía Móvil, Internet Banda Ancha (xDSL), Data Center y por esta multiplicidad de servicios no se cuenta con un análisis de costos por servicios que en la medida de lo posible se deberá implementar para identificar las líneas de negocio que no son rentables para la empresa en el corto plazo.

Capítulo 5

PROPUESTA

ETAPA EP es un operador de telecomunicaciones consolidado en la ciudad de Cuenca, actualmente cuenta con 67.234 cuentas de Internet Banda Ancha IBA conectadas mediante tecnologías alámbricas e inalámbricas lo que representan ingresos mensuales de alrededor de \$ 1.525.000 USD, según se analizó en el numeral 1.3 de los referentes empíricos es necesario realizar el cambio tecnológico desde el cobre con su tecnología xDSL hacia fibra óptica con la tecnología GPON pero la implementación deberá ser masiva para lograr que la mayor parte de clientes sean migrados a la nueva tecnología, es necesario aportar a esta investigación que no solo se debe considerar la parte tecnológica, otro parámetro a considerar es la presencia de la competencia como es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT que desde el mes de mayo de 2016 ha puesto en el mercado del cantón Cuenca su producto GPON de similares características y prestaciones al producto ofertado por ETAPA EP, de allí la importancia de brindar un óptimo servicio, con un despliegue oportuno de la Red de Acceso y la implementación de planta interna capaz de mantener a los clientes actuales e incluso atraer a nuevos clientes. (García A. , 2012)

5.1 Propuesta de Planta Interna

La primera implementación de puertos GPON consistió en 8 tarjetas GPON de 8 puertos cada una, capaces de servir a 4096 usuarios, una primera ampliación consistirá en la adquisición de 21 tarjetas GPON, con lo que se tendría una capacidad instalada de 168 puertos adicionales que junto a los 64 puertos iniciales se podrá servir a 14.848 potenciales usuarios, el costo de esta implementación ascendería a los \$ 1.000.000,00 USD y se propone sea a inicios del año 2017, para el año 2021 se plantea una nueva ampliación de puertos con

la adquisición de 30 tarjetas GPON cuya inversión ascenderá a 1.200.000,00 USD, con lo que la capacidad instalada soportará a 30.208 abonados. (Ramírez, 2008)

5.2 Propuesta de Planta Externa

La planta Externa está compuesta por una serie de elementos, tales como el cable de fibra óptica en sus distintas capacidades, 96h, 48h, 24h, 12h, 4 h, la herrajería, las cajas de distribución óptica, los splitter 1:8, en la tabla ocho y nueve se presentan la estimación del costo de esta implementación para el año 2018 y 2022 respectivamente (Gómez, 2013).

Tabla 8 *Propuesta de inversión 2018 en Planta Externa*

Item	Cantidad	P. Unitario	P. Total	M.O.
Cable de Fibra óptica 96 Hilos	9000	\$ 2,29	\$ 20.610,00	\$ 7.560,00
Cable de Fibra óptica 48 Hilos	8000	\$ 1,15	\$ 9.200,00	\$ 6.720,00
Cable de Fibra óptica 24 Hilos	9000	\$ 1,06	\$ 9.540,00	\$ 5.490,00
Cable de Fibra óptica 12 Hilos	7000	\$ 0,99	\$ 6.930,00	\$ 4.270,00
Cable de Fibra óptica 4 Hilos	8000	\$ 0,82	\$ 6.560,00	\$ 3.120,00
Caja de Distribución óptica, incluye splitter	700	\$ 198,00	\$ 138.600,00	\$ 14.637,00
Manga de Acceso 96H	55	\$ 155,00	\$ 8.525,00	\$ 20.873,60
Manga de Acceso 48H	50	\$ 131,00	\$ 6.550,00	\$ 12.527,50
Manga de Acceso 24H	75	\$ 150,00	\$ 11.250,00	\$ 9.279,00
Manga de Acceso 12H	50	\$ 131,00	\$ 6.550,00	\$ 4.537,00
Herrajería			\$ 110.000,00	
	Subtotal		\$ 334.315,00	\$ 89.014,10
			Total:	\$ 423.329,10

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: Sistema de Bodegas ETAPA EP

Tabla 9 Propuesta de inversión 2022 en Planta Externa

Item	Cantidad	P. Unitario	P. Total	M.O.
Cable de Fibra óptica 96 Hilos	15000	\$ 2,29	\$ 34.350,00	\$ 12.600,00
Cable de Fibra óptica 48 Hilos	18000	\$ 1,15	\$ 20.700,00	\$ 15.120,00
Cable de Fibra óptica 24 Hilos	9000	\$ 1,06	\$ 9.540,00	\$ 5.490,00
Cable de Fibra óptica 12 Hilos	7000	\$ 0,99	\$ 6.930,00	\$ 4.270,00
Cable de Fibra óptica 4 Hilos	8000	\$ 0,82	\$ 6.560,00	\$ 3.120,00
Caja de Distribución óptica, incluye splitter	2000	\$ 198,00	\$ 396.000,00	\$ 41.820,00
Manga de Acceso 96H	87	\$ 155,00	\$ 13.485,00	\$ 33.018,24
Manga de Acceso 48H	78	\$ 131,00	\$ 10.218,00	\$ 19.542,90
Manga de Acceso 24H	99	\$ 150,00	\$ 14.850,00	\$ 12.248,28
Manga de Acceso 12H	90	\$ 131,00	\$ 11.790,00	\$ 8.166,60
Herrajería			\$ 110.000,00	
	Subtotal		\$ 634.423,00	\$ 155.396,02
			Total:	\$ 789.819,02

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: Sistema de Bodegas ETAPA EP

5.3 Estimación de ingresos

En la tabla diez se muestran los ingresos registrados al mes de julio de 2016 y su precio promedio según los distintos planes registrados en la base de datos y facturación de la empresa ETAPA EP.

Tabla 10 Ingresos por el servicio de IBA con tecnología xDSL, P2P y GPON

Julio 2016	Conexiones Activas	VALOR	Costo promedio
PLANES	61429	\$ 1.525.343,69	\$ 24,83
RESIDENCIAL	58855	\$ 1.253.946,56	\$ 21,31
CORPORATIVO	2248	128792,85	\$ 57,29
PREMIUN 1	324	141228,37	\$ 435,89
PREMIUN 2	2	1375,91	\$ 687,96

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: DATA Warehouse ETAPA EP

La proyección de ingresos se realizará considerando la instalación de 120 nuevos accesos GPON por mes, es decir para fines del año 2016 se considera que ya se tendrán 1378 usuarios migrados desde tecnología xDSL a GPON, desde el 2017 hasta el año 2022 se migraran por

año 1440 conexiones, la tabla once resume los valores estimados de ingresos en el periodo analizado.

Tabla 11 Estimación de ingresos del servicio GPON

Ingresos	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Servicio						
GPON: RDD	\$ 1.229.655,87	\$ 1.644.375,87	\$ 2.059.095,87	\$ 2.473.815,87	\$ 2.888.535,87	\$ 3.303.255,87
y Banda						
Ancha						

Nota. Elaborado por el autor. Fuente: ETAPA EP

5.4 Resultados proyectados

En la Tabla doce se presenta el flujo de caja del servicio GPON considerando las inversiones que deberán darse tanto en Planta Interna como en Planta Externa para lograr migrar al menos 1440 abonados cada año, todos los costos fijos y variables han sido analizados con un enfoque inminentemente técnico, así se llega a determinar que a partir del séptimo año de vida del proyecto, es decir desde el año 2019 los indicadores financieros representados por el VAN y el TIR reflejan valores positivos y con magnitudes significativas que auguran la consolidación de esta nueva tecnología en ETAPA EP (Sarmiento, 2012).

Tabla 12 Flujo de Caja proyectado del servicio GPON

Ingresos	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Servicio GPON RDD y Banda Ancha	\$ 1.229.655,87	\$ 1.644.375,87	\$ 2.059.095,87	\$ 2.473.815,87	\$ 2.888.535,87	\$ 3.303.255,87
TOTAL	\$ 1.229.655,87	\$ 1.644.375,87	\$ 2.059.095,87	\$ 2.473.815,87	\$ 2.888.535,87	\$ 3.303.255,87
Costos						
OPEX	\$ 528.579,45	\$ 552.927,81	\$ 573.887,79	\$ 598.875,06	\$ 634.494,97	\$ 659.363,81
Personal Técnico	\$ 125.645,87	\$ 128.158,78	\$ 130.721,96	\$ 133.336,40	\$ 136.003,13	\$ 138.723,19
Gestión Comercial	\$ 39.879,40	\$ 43.867,34	\$ 48.254,07	\$ 53.079,48	\$ 58.387,43	\$ 64.226,17
Arriendo Equipos Computación	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 700,00
Vehículos de alquiler	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96	\$ 37.416,96
Energía Eléctrica (277 kWh/mes)	\$ 1.285,75	\$ 1.285,75	\$ 1.285,75	\$ 1.285,75	\$ 1.309,93	\$ 1.309,93
Publicidad	\$ 4.000,00	\$ 4.500,00	\$ 4.800,00	\$ 5.000,00	\$ 5.200,00	\$ 5.600,00
Seguros	\$ 12.033,91	\$ 10.835,91	\$ 6.000,48	\$ 4.802,40	\$ 13.677,95	\$ 11.042,49
Alquiler Ancho de Banda	\$ 53.030,67	\$ 61.424,17	\$ 69.817,67	\$ 78.211,17	\$ 86.604,67	\$ 94.998,17
Costo de instalación	\$ 234.720,00	\$ 234.720,00	\$ 234.720,00	\$ 234.720,00	\$ 234.720,00	\$ 234.720,00
Costo x Mantenimiento	\$ 19.866,90	\$ 30.018,90	\$ 40.170,90	\$ 50.322,90	\$ 60.474,90	\$ 70.626,90
OTROS						
Depreciación Red Planta Externa	\$ 45.546,98	\$ 66.713,43	\$ 66.713,43	\$ 66.713,43	\$ 66.713,43	\$ 106.204,38
Depreciación Instalaciones, maquinarias y Equipos	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65	\$ 39.108,65	\$ -
Depreciación Equipos de conmutación telefónica	\$ 177.141,57	\$ 177.141,57	\$ 142.857,14	\$ 142.857,14	\$ 314.285,71	\$ 314.285,71
EBITDA	\$ 701.076,42	\$ 1.091.448,06	\$ 1.485.208,08	\$ 1.874.940,81	\$ 2.254.040,90	\$ 2.643.892,06
EBIT	\$ 439.279,21	\$ 808.484,40	\$ 1.236.528,85	\$ 1.626.261,59	\$ 1.833.933,11	\$ 2.223.401,96
Utilidad Neta Contable	\$ 439.279,21	\$ 808.484,40	\$ 1.236.528,85	\$ 1.626.261,59	\$ 1.833.933,11	\$ 2.223.401,96
CAPEX	\$ 1.000.000,00	\$ 423.329,10	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000,00	\$ 789.819,02
Equipos, Planta Interna, Planta Externa	\$ 1.000.000,00	\$ 423.329,10	\$ -	\$ -	\$ 1.200.000,00	\$ 789.819,02
TOTAL	\$ 1.528.579,45	\$ 976.256,91	\$ 573.887,79	\$ 598.875,06	\$ 1.834.494,97	\$ 1.449.182,83
Free Cash Flow	\$ (298.923,58)	\$ 668.118,96	\$ 1.485.208,08	\$ 1.874.940,81	\$ 1.054.040,90	\$ 1.854.073,04
WACC :	13,06%					
VAN	\$ 1.632.298,26					
TIR	26,09%					

Nota. Elaborado por el Autor. Fuente: ETAPA EP

CONCLUSIONES

- La constante aparición e innovación de operadores de telecomunicaciones ha ocasionado que el servicio de IBA en la ciudad de Cuenca se encuentre en un punto de saturación, con una tasa de crecimiento del 4,8% y a la baja. (Goyo, 2009)
- Luego de determinar las inversiones realizadas, sumado a los costos de operación y mantenimiento del servicio GPON, se pudo comprobar que el rendimiento financiero proyectado al quinto año de vida del proyecto no generó los recursos económicos estimados.
- Con el propuesta de inversiones tanto en planta interna como en planta externa para la dotación del servicio GPON se lograría obtener un rendimiento financiero óptimo considerando los valores de los indicadores VAN y TIR con lo cual se aprueba la hipótesis planteada (Sancho, 2013)
- La decisión de la implementación de la Red GPON sin lugar a dudas fue acertada, pues actualmente los requerimientos de Ancho de Banda exceden las capacidades de las redes actuales de cobre (Juliá, 2016).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer todos los esfuerzos para mantener la fidelidad de los clientes actuales brindándoles un servicio de última tecnología y a un precio igual o más bajo a la competencia.
- Recomendar a la Administración de la empresa ETAPA EP que se efectúe e implemente una evaluación financiera periódica que ayudaría a identificar posibles deficiencias tanto en bienes de capital, como en el talento humano empleado.
- Se recomienda a la Administración de ETAPA EP dar todo el apoyo necesario para las implementaciones tanto de Planta Interna como de Planta Externa para la Red GPON pues se ha demostrado que a más de ser rentable financieramente, es un requerimiento altamente demandado por la sociedad actual en el acceso a las tecnologías de la información y comunicación.
- Se recomienda realizar una rápida migración de la mayor cantidad de clientes servidos mediante la tecnología ADSL hacia la tecnología GPON para que los clientes se beneficien de esta nueva tecnología que ofrece mayores velocidades de conexión y seguridad.

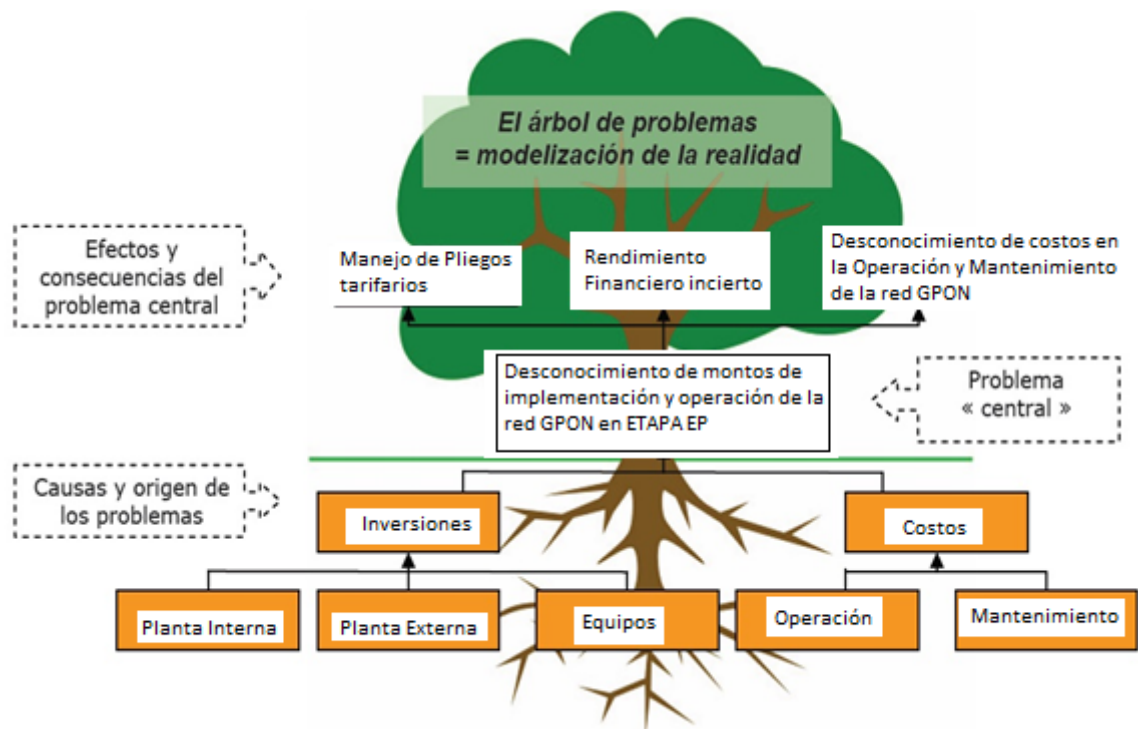
Bibliografía

- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Pearson Educación de Colombia Ltda.
- Carrillo, A. (2008). Evaluación Técnica y Económica del Servicio de Televisión vía protocolo Internet (IPTV) para una empresa de Telefonía Fija. *Evaluación Técnica y Económica del Servicio de Televisión vía protocolo Internet (IPTV) para una empresa de Telefonía Fija*. Cuenca.
- CONATEL. (S.F). *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*. Recuperado el 21 de 06 de 2016, de ARCOTREL.
- EXFO;. (S.F). *Descripción general de la tecnología xDSL*. Obtenido de <http://www.exfo.com/es/soluciones/red-acceso-fttx/bu4-servicios-multiplay/descripcion-general-tecnologia-xdsl>
- García, A. (9 de 2012). *Descripción del modelo diseñado para la estimación de los costes asociados a los distintos servicios contemplados en el Decreto 295*. Obtenido de http://www.siget.gob.sv/attachments/1893_INFORME%20SOBRE%20MODELO%20DE%20COSTOS.PDF.
- García, A. (05 de 2014). *GPON Introducción y Conceptos Generales*. Obtenido de www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf
- Gómez, M. (11 de 11 de 2013). *Estudio y diseño de una red de acceso GPON para los servicios de telecomunicaciones triple play (voz, video y datos) en el sector oriental de la ciudad de Riobamba*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2911>
- González, M. (08 de 2002). *Aspectos éticos de la investigación cualitativa*. Obtenido de rieoei.org/rie29a04.PDF
- Goyo, L. (3 de 2009). *La oferta y la demanda*. Obtenido de http://aceiutujlynx.blogspot.com/2009/04/determinantes-economicos-de-la-oferta-y_27.html
- Guerra, E. (25 de 12 de 2014). *TECNOLOGIA XDSL*. Obtenido de <http://documentslide.com/education/tecnologia-xdsl.html>
- Gumucio, J. (11 de 2008). *Análisis Financiero del Proyecto de Gas Uyuni*. Obtenido de pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadr862.pdf
- Hernández R., F. C. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). México: McGrawHill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (Vol. 5ta edición). Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Horngren, C., Datar, S., & Foster, G. (2007). *Contabilidad de Costos* (12 ed.). México: Pearson education.
- Huawei. (15 de 06 de 2016). *Product & Solutions*. Obtenido de <http://e.huawei.com/en/products/fixed-network/access/olt/ma5680t>
- Huawei. (20 de 6 de 2016). *Productos*. Obtenido de <http://carrier.huawei.com/mx/products/fixed-access/fttx/ont/hg8245/index.htm>
- ITU. (S.F). *Recomendaciones ITU-T G.98x*. Recuperado el 18 de 06 de 2016, de <http://www.itu.int/es/ITU-T/publications/Pages/default.aspx>
- Juliá, S. (08 de 2016). *Ventajas de la fibra óptica sobre el cable de cobre*. Recuperado el 9 de 08 de 2016, de Ventajas de la fibra óptica sobre el cable de cobre
- Kaplan, R., & Cooper, R. (2003). *Coste & Efecto*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000 S.A.
- Lattanza, M. (2008). *Redes FTTx Conceptos y Aplicaciones*. Argentina: IEEE.

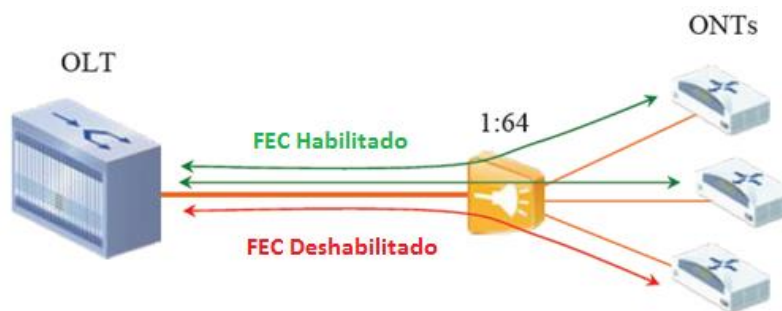
- León, J. C. (2014). Propuesta de una nueva estructura de la red de acceso GPON de la empresa ETAPA EP para la provisión de nuevos servicios de telecomunicaciones para usuarios de tipo residencial y comercial. Cuenca, Ecuador.
- Martínez, T. (20 de 06 de 2016). *Telequismo*. Obtenido de <http://www.telequismo.com/2013/02/gpon-operador.html>
- Martínez Pérez, R., & Rodríguez Esponda, E. (s/f). *Manual de Metodología de la Investigación Científica*. Obtenido de www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/.../manual_de_metodologia_deinvestigaciones._1.pdf
- Millán, R. (23 de 06 de 2016). *GPON (Gigabit Passive Optical Network)*. Obtenido de [GPON \(Gigabit Passive Optical Network\)](http://www.gpon.com/)
- Ramírez, N. (29 de 9 de 2008). *Economías de escala y rendimientos crecientes*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/emne/v19n2/v19n2a1.pdf>.
- Redes y Telecomunicaciones*. (s.f). Recuperado el 17 de 06 de 2016, de <https://redes2010.wordpress.com/estandares-de-red/>
- Sancho, R. (18 de 2 de 2013). *VAN y TIR*. Obtenido de <http://www.abc.es/toledo/20130218/abcp--20130218.html>
- Sarmiento, J. (7 de 2012). *Construcción de flujos de caja*. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/decisiones/Julio/presentaciones/EvalProy.pdf>
- Sttphen A., R., Randolph W., W., & Bradford D., J. (2010). *Fundamentos de Finanzas Corporativas*. México: McGRAW-HILL.
- Wigodski, J. (14 de 07 de 2010). *Metodología De La Investigación Población y Muestra*. Obtenido de <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>

Apéndices

Apéndice A: Árbol de problemas



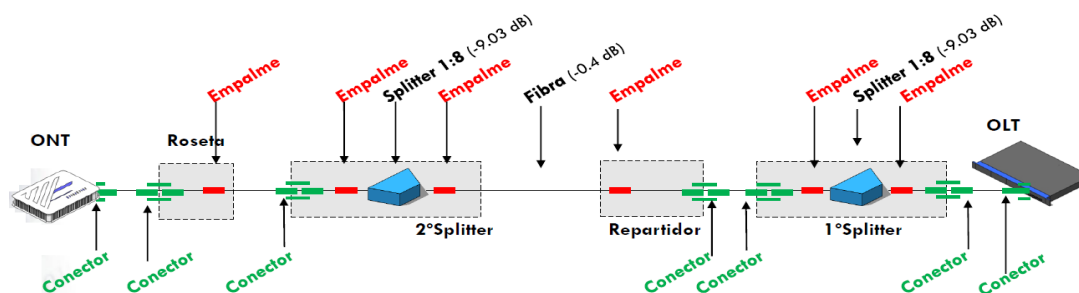
Apéndice B: Esquema con un solo divisor óptico (splitter)



Fuente: Redes FTTX "Conceptos y Aplicaciones", Lattanzi y Graf – IEEE.pdf

Elaborado por: Redes FTTX "Conceptos y Aplicaciones", Lattanzi y Graf – IEEE.pdf

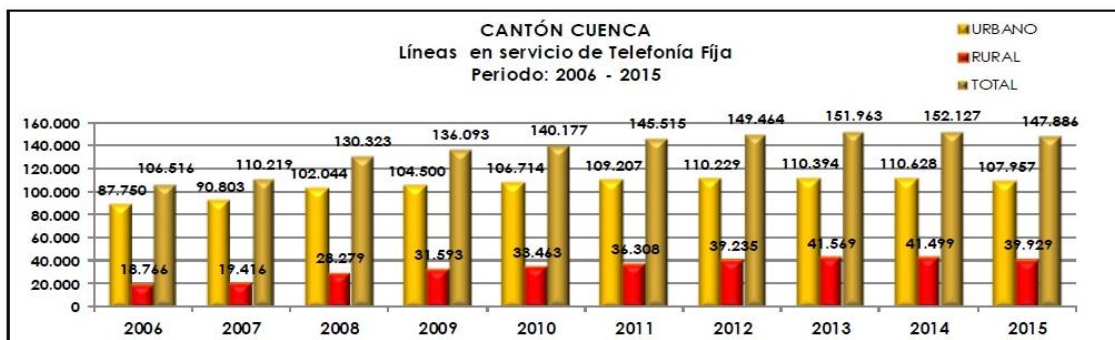
Apéndice C: Esquema con dos divisores ópticos (splitter)



Fuente: Redes FTTX “Conceptos y Aplicaciones”, Lattanzi y Graf – IEEE.pdf

Elaborado por: Redes FTTX “Conceptos y Aplicaciones”, Lattanzi y Graf – IEEE.pdf

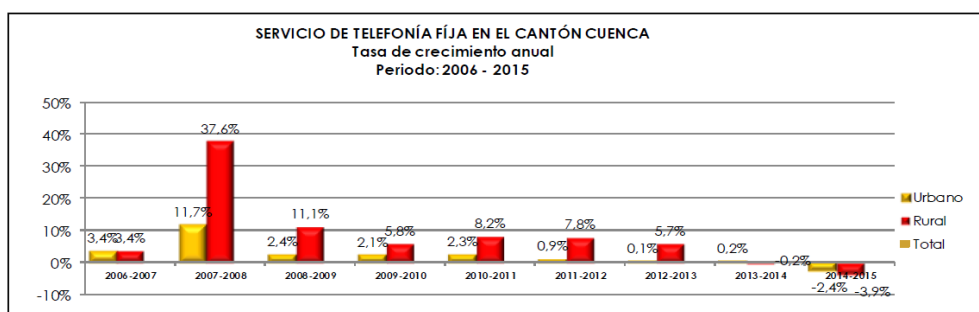
Apéndice D: Telefonía fija en servicio



Fuente: DATA Warehouse de ETAPA EP

Elaborado por: El Autor

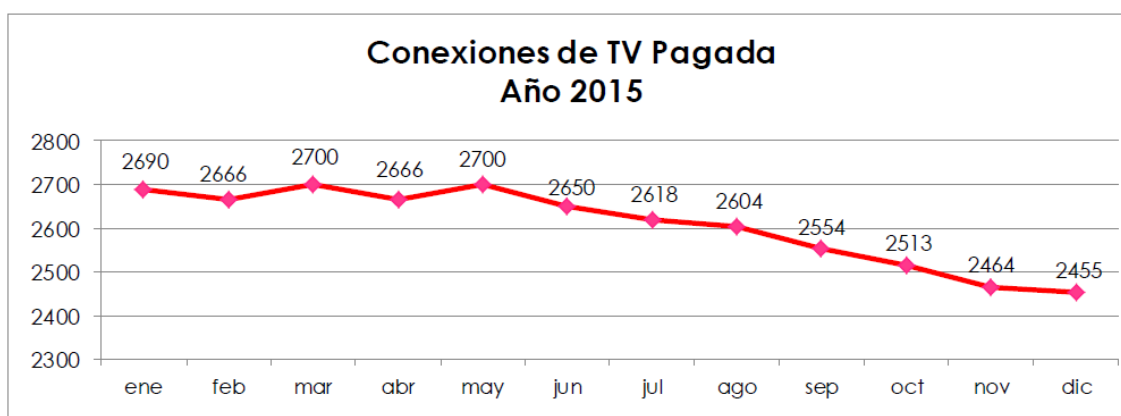
Apéndice E: Tasa de crecimiento telefonía fija



Fuente: DATA Warehouse de ETAPA EP

Elaborado por: El Autor

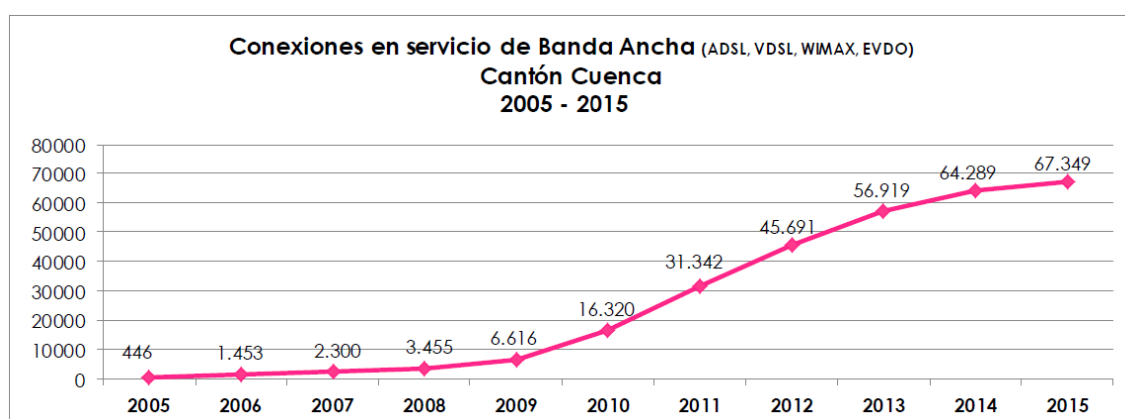
Apéndice F: Televisión DTH en servicio



Fuente: DATA Warehouse de ETAPA EP

Elaborado por: El Autor

Apéndice G: Evolución Internet Banda Ancha en ETAPA EP



Fuente: DATA Warehouse de ETAPA EP

Elaborado por: ETAPA EP

Apéndice H: Especificaciones OLT Huawei MA5600T

Especificaciones

Especificaciones	MA5600T
Dimensiones (altura x ancho x profundidad)	447 mm x 490 mm x 275,8 mm -25 °C a +55 °C
Entorno operativo	5 % a 95 % de humedad relativa
	Entrada de alimentación de -48 VCC
Alimentación	Protección del suministro de energía doble
	Rango de voltaje de operación de -38,4 V a -72 V
Capacidad de conmutación: bus del panel de interconexión posterior	3,2 Tbit/s
Capacidad de conmutación: tarjeta de control	1920 Gbit/s
	64 x GPON 10 G
Capacidad de acceso	256 x GPON
	768 x GE
Tipo de puerto	Puertos de enlace ascendente: puertos ópticos 10 GE y puertos ópticos/eléctricos GE Puertos de servicio: puerto óptico GPON, puerto óptico FE punto a punto, puerto óptico GE punto a punto y puerto óptico Ethernet
Rendimiento del sistema	Transmisión a velocidad de línea de capa 2/capa 3 Ruta estática, RIP, OSPF y MPLS Esquemas de sincronización de reloj: BITS, E1, STM-1, sincronización del reloj Ethernet, 1588v2 y 1PPS + ToD Relación de separación máxima de 1:256 Distancia lógica máxima entre dispositivos: 60 km

Apéndice I: Características de la ONT Huawei HG8245



Table 2-3 Descriptions of the ports on the rear panel of the HG8245

Port and Button	Function
OPTICAL	Indicates the optical port. The optical port is equipped with a rubber plug and is connected to an optical fiber for upstream transmission. The type of the optical connector connected to the OPTICAL port is SC/APC.
LAN1-LAN4	Indicate auto-sensing 10/100/1000M Base-T Ethernet ports (RJ-45), used for connecting to PCs or IP STBs.
TEL1-TEL2	Indicate VoIP telephone ports (RJ-11), used for connecting to the ports on telephone sets.
ON/OFF	Indicates the power-on/power-off button, used for powering on or powering off the device.
POWER	Indicates the power port, used for connecting to the power adapter or backup battery.

Apéndice J: Solicitud oficiada a ETAPA EP



Memorando No. M-0203-2016-DRA

Cuenca, 13 de Junio de 2016

PARA: Iván Palacios Palacios
GERENTE GENERAL ETAPA EP

ASUNTO: Colaboración institucional con el desarrollo de Trabajo de Titulación
"EVALUACIÓN FINANCIERA DEL SERVICIO GPON OFERTADO
POR ETAPA EP"

Señor Gerente en mi calidad de funcionario de ETAPA EP como Ingeniero en Telecomunicaciones en el Departamento de Red de Acceso de la Gerencia de Telecomunicaciones, comedidamente me permito solicitar la colaboración institucional con la documentación e información pertinente para el desarrollo de Trabajo de Titulación dentro del programa de maestría que lo estoy cursando en la Universidad de Guayaquil, cuyo permiso fue otorgado mediante NUT: 2012004439. El trabajo de titulación llevará el nombre "EVALUACIÓN FINANCIERA DEL SERVICIO GPON OFERTADO POR ETAPA EP", el resultado de este trabajo estará a disposición de ETAPA EP.

Atentamente,

Ing. Jorge Roberto Villavicencio Vega
ING. TELECOMUNICACIONES (RED DE ACCESO)

C.C.: Ing. Boris Gómez Picón Iglesias - GERENTE DE TELECOMUNICACIONES ETAPA EP
Ing. Edo. Manuel Augusto López Bustamante - ADMINISTRADOR DEPARTAMENTO RED DE ACCESO Y DEP. DE TELEVISIÓN (E)

NUT: ETAPAEP-2016-9297
PVV



ENTRADA PÚBLICA MUNICIPAL
DE TELECOMUNICACIONES
AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y
SANEAMIENTO ETAPA-EP

Gerente: Mdo. T. N. y Mdo. L. S. S. S. S.
Cuenca, 13 de Junio de 2016
www.etapa.net.ec

ETAPAEP
ETAPAEP

Apéndice K: Contratos celebrados por ETAPA EP y varios proveedores.

Dr. Humberto Macdonal
Notario FAVORABLE

CONTRATO DE ADQUISICION DE BIENES No. 95-2011

COMPARECIENTES

En la ciudad de Cuenca, a los dieciocho días del mes de octubre del año 2011, comparecen a la celebración del presente contrato, por una parte la EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO ETAPA EP, legalmente representada por el Econ. Oswaldo Larriba Alvarado, en calidad de Gerente General; y, por otra la compañía HUAWEI TECHNOLOGIES CO. LTD., con RUC No. 1791845722001, legalmente representada por su apoderado especial el Sr. Xu Junjie, portador del pasaporte No. G19528545; quienes en adelante y para efectos de este Contrato se denominarán simplemente, "CONTRATANTE" y "CONTRATISTA", respectivamente, al tenor de las siguientes cláusulas.

Cláusula Primera.- ANTECEDENTES

1.01.- De conformidad con los artículos 22 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública -LOSNCP-, 25 y 26 de su Reglamento General, el Plan Anual de Contrataciones de la CONTRATANTE, contempla la "Adquisición e implementación de 25.024 puertos ADSL2+ y 64 puertos GPON".

1.02.- Previos los informes y los estudios respectivos, el delegado de la máxima autoridad de la EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP resolvió aprobar los pliegos de la SUBASTA INVERSA ELECTRÓNICA (No. SIE- ETAPA-CV-84-2011) para la "Adquisición e implementación de 25.024 puertos ADSL2+ y 64 puertos GPON".

1.03.- Se cuenta con la existencia y suficiente disponibilidad de fondos en la partida presupuestaria 840104002, centro de costos 9, proyectos TZ300204 y TZ270418 de acuerdo con las certificaciones No. 2958 y 2959, respectivamente, de fecha 19 de julio del 2011, emitidas por la Subgerencia Financiera de ETAPA EP.

1.04.- Se realizó la respectiva convocatoria el 27 de julio de 2011, a través del portal www.compraspublicas.gov.ec.

1.05.- Luego del proceso correspondiente, el delegado de la máxima autoridad de la EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP, mediante resolución de 26 de septiembre de 2011, adjudicó la "Adquisición e implementación de 25.024 puertos ADSL2+ y 64 puertos GPON", al oferente HUAWEI TECHNOLOGIES CO. LTD.

Cláusula Segunda.- DOCUMENTOS DEL CONTRATO

2.01 Forman parte integrante del Contrato en calidad de habilitantes, los siguientes documentos que deben ser protocolizados en el mismo instrumento notarial:

- a) Los documentos que acreditan la calidad de los comparecientes y su capacidad para celebrar el contrato;
- b) La copia de la Resolución de Adjudicación del Contrato.



CONTRATO DE ADQUISICION DE BIENES N° 41-2012

En la Ciudad de Cuenca, a nueve días del mes de agosto del año 2012, comparecen a la celebración del presente contrato, por una parte la EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP, representada por el Ing. Juan Córdova Ochoa, en calidad de Delegado del Gerente General, a quien en adelante se le denominará CONTRATANTE; y, por otra Sr. Francisco Barba Gyneo, representante legal y Gerente General de la empresa TOTAL TEK S.A., a quien en adelante se le denominará CONTRATISTA. Las partes se obligan en virtud del presente contrato, al tenor de las siguientes cláusulas

Cláusula Primera.- ANTECEDENTES

1.01.- De conformidad con los artículos 22 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública -LOSNC-P-, 25 y 26 de su Reglamento General, el Plan Anual de Contrataciones de la CONTRATANTE, contempla la *"Adquisición de herrajes para cable de acometida óptico para la red GPON"*.

1.02.- Previos los informes y los estudios respectivos, la máxima autoridad de la EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP resolvió aprobar los pliegos de la SUBASTA INVERSA ELECTRÓNICA SIE-ETAPA-CV-39-2012 para la *"Adquisición de herrajes para cable de acometida óptico para la red GPON"*.

1.03.- Se cuenta con la existencia y suficiente disponibilidad de fondos en la partida presupuestaria No. 730811001 "Materiales de Construcción Elect.", de acuerdo con la disponibilidad No 2378 de fecha 15 de junio del 2012, emitida mediante sistema informático de la Subgerencia Financiera de ETAPA EP.

1.04.- Se realizó la respectiva convocatoria el 11 de julio de 2012, a través del portal www.compraspublicas.gob.ec.

1.05.- Luego del proceso correspondiente, la máxima autoridad de la EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP, mediante resolución N° 1588 de fecha 25 de julio de 2012, adjudicó la *"Adquisición de herrajes para cable de acometida óptico para la red GPON"*, al oferente TOTAL TEK S.A.

Cláusula Segunda.- DOCUMENTOS DEL CONTRATO

2.01 Forman parte integrante del Contrato los siguientes documentos

- a) Los Pliegos incluyendo las especificaciones técnicas de los bienes y/o servicios a contratarse;
- b) La oferta presentada por el CONTRATISTA;

CONTRATO DE ADQUISICION DE BIENES No. 46-2012

COMPARECIENTES

En la ciudad de Cuenca, cinco de marzo del dos mil doce comparecen a la celebración del presente contrato, por una parte la EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP, legalmente representada por el Gerente de Telecomunicaciones, Ing. Juan Córdoba Ochoa, haciendo uso de la delegación conferida por el Ecos. Oswaldo Lamiva Alvarado, Gerente General y representante legal de la empresa, a quien en adelante se le denominará CONTRATANTE; y, por otra la empresa GLOBAL TRADING ELECTRIC GLOBALELECTRIC S.A., con RUC No. 1791399846001, legalmente representada por el apoderado especial el Ing. Nicolás Saa Mena, a quien en adelante se le denominará CONTRATISTA. Las partes se obligan en virtud del presente contrato, al tenor de las siguientes cláusulas:

Cláusula Primera.- ANTECEDENTES

1.01.- De conformidad con los artículos 22 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública – LOSNCP-, 25 y 26 de su Reglamento General, el Plan Anual de Contrataciones de la CONTRATANTE, contempla la ADQUISICIÓN DE MATERIALES PARA PLANTA EXTERNA EN FIBRA OPTICA PARA LA RED GPON DE ETAPA EP.

1.02.- Previos los informes y los estudios respectivos, el delegado de la máxima autoridad de la EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP, resolvió aprobar los pliegos de la SUBASTA INVERSA ELECTRÓNICA para la ADQUISICIÓN DE MATERIALES PARA PLANTA EXTERNA EN FIBRA OPTICA PARA LA RED GPON DE ETAPA EP.

1.03.- Se cuenta con la existencia y suficiente disponibilidad de fondos en la partida presupuestaria 730811001, centro de costos 9, proyecto T2270418, de acuerdo a la certificación emitida por el Subgerente Financiero de ETAPA EP, mediante oficio No 2012-226-SF de fecha 25 de febrero del 2012.

1.04.- Se realizó la respectiva convocatoria el 19 de diciembre de 2011 a través del portal www.compraspublicas.gub.ec.

1.05.- Luego del proceso correspondiente, el delegado del Gerente General de la EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP, mediante resolución de dos de febrero de 2012, adjudicó el contrato para la ADQUISICIÓN DE MATERIALES PARA PLANTA EXTERNA EN FIBRA OPTICA PARA LA RED GPON DE ETAPA EP, al oferente GLOBAL TRADING ELECTRIC GLOBALELECTRIC S.A. representada legalmente por el Ing. Nicolás Saa Mena.

Cláusula Segunda.- DOCUMENTOS DEL CONTRATO

2.01 Forman parte integrante del Contrato los siguientes documentos:

- a) Los Pliegos incluyendo las especificaciones técnicas de los bienes y/o servicios a contratarse;
- b) La oferta presentada por el CONTRATISTA;
- c) Los demás documentos de la oferta del adjudicatario;
- d) Las garantías presentadas por el CONTRATISTA;
- e) La resolución de adjudicación;
- f) Las certificaciones de Dirección Financiera, que acrediten la existencia de la partida presupuestaria y disponibilidad de recursos, para el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato.