



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TÍTULO:

EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS FTTC Y FTTH ACORDE A LA DEMANDA DE SERVICIOS VOZ, DATOS, VO-IP, IP-TV PARA SU FUTURA IMPLEMENTACIÓN EN LA RED DE CNT DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

AUTOR(ES): **GABRIEL EUGENIO ALARCÓN SERRANO.**
 EDWIN FIDEL MEDINA BENALCÁZAR.

DIRECTOR: **ING. MARCO NOLIVOS.**

RIOBAMBA – ECUADOR

AÑO: 2015

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS FTTC Y FTTH ACORDE A LA DEMANDA DE SERVICIOS VOZ, DATOS, VOIP, IPTV PARA SU FUTURA IMPLEMENTACIÓN EN LA RED DE CNT DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.

Presentado por: Gabriel Eugenio Alarcón Serrano y Edwin Fidel Medina Benalcázar y **dirigida por:** Ing. Marco Nolivos.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

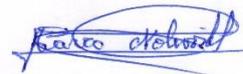
Para constancia de lo expuesto firman:

Presidente del Tribunal (Ing. Juan Cepeda)



Firma

Miembro del Tribunal (Ing. Marco Nolivos)



Firma

Miembro del Tribunal (Ing. Daniel Santillán)



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

"La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Gabriel Eugenio Alarcón Serrano y Edwin Fidel Medina Benalcázar y del Director del Proyecto Ing. Marco Nolivos; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Director de proyecto (Ing. Marco Nolivos)

Firma



Autor (Gabriel Alarcón Serrano)

Firma



Autor (Edwin Medina Benalcázar)

Firma

DEDICATORIA

A Dios, verdadera fuente de amor y sabiduría. A mi padre, porque gracias a él sé que la responsabilidad se la debe vivir como un compromiso de dedicación y esfuerzo. A mi madre, cuyo vivir me ha mostrado que en el camino hacia la meta se necesita de la dulce fortaleza para aceptar las derrotas y del sutil coraje para derribar miedos. A mis hermanos, el incondicional abrazo que me motiva y recuerda que detrás de cada batalla existe el suficiente alivio para empezar nuevas búsquedas. A mis familiares, viejos amigos y a quienes recién se sumaron a mi vida para hacerme compañía con sus sonrisas de ánimo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	II
RESUMEN.....	III
SUMARY.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	1
I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1. Red de datos.....	7
1.1.2. Topología de redes.....	7
1.1.3. Tipos de redes.....	7
1.1.4. Comunicaciones ópticas.....	9
1.1.5. Redes de fibra óptica(FTTX).....	9
1.1.6. Redes activas.....	10
1.1.7. Redes pasivas.....	10
1.1.8. Red de distribución óptica(ODN).....	10
1.1.9. Redes Gpon.....	12
1.2. Sistemas de transmisión por fibra óptica y su componentes	13
1.2.1. Enlaces de datos de fibra óptica.....	13
1.3. Analógico o digital.....	14
1.4. Diseño (chasis).....	15
1.5. FTTH vs FTTC.....	15
1.5.1. Elementos componentes de la red.....	17
1.6. Arquitectura de la red.....	19
1.6.1. Alternativa con dos niveles de splitters.....	19
1.6.2. Alternativa con un nivel de splitters.....	22
II. METODOLOGÍA.....	28
2.1. Tipo de estudio.....	28
2.1.1. Investigación bibliográfica.....	28
2.1.2. Investigación de campo.....	28
2.2. Población y muestra.....	28
2.2.1. Hipótesis.....	29
2.3. Operacionalización de variables.....	30
2.4. Procedimientos.....	31
2.4.1. Fórmula para el cálculo de la muestra poblaciones finitas	37
2.4.2. Encuesta: estudio tecnologías FTTH vs FTTC.....	38
2.5. Procesamiento y análisis.....	40
2.6. Comprobación de hipótesis.....	49
2.6.1. Validación de hipótesis.....	57
III. RESULTADOS.....	58
3.1. Resumen FTTH Vs FTTC.....	60
IV. DISCUSIÓN.....	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1. Conclusiones.....	63

	5.2. Recomendaciones.....	63
VI.	PROPUESTA.....	64
	6.1. Título de la propuesta.....	64
	6.2. Introducción.....	64
	6.3. Objetivos.....	65
	6.3.1. General.....	65
	6.3.2. Específicos.....	65
	6.4. Fundamentación científico - teórica.....	65
	6.5. Descripción de la propuesta.....	65
	6.6. Diseño organizacional.....	66
	6.7. Monitoreo y evaluación de la propuesta.....	66
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	67
VIII.	APENDICE Y ANEXOS.....	68
	8.1. Glosario.....	68
	8.2. Anexos.....	70
	Anexo 1. Prueba de indicadores para red con ADSL.....	70
	Anexo 2. Prueba de indicadores red de fibra óptica.....	71
	Anexo 3. Plano propuesta FTTH.....	72
	Anexo 4. Encuestas.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Relación de splitters perdida de inserción.....	17
Tabla 2 Cuadro comparativo.....	26
Tabla 3 Operacionalización de variables.....	30
Tabla 4 Sectorización y aceptación.....	38
Tabla 5 Genero del encuestado.....	40
Tabla 6 Pregunta 1.....	41
Tabla 7 Pregunta 2.....	42
Tabla 8 Pregunta 3.....	43
Tabla 9 Pregunta 4.....	44
Tabla 10 Respuesta pregunta 4.....	44
Tabla 11 Pregunta 5.....	45
Tabla 12 Pregunta 6.....	46
Tabla 13 Respuesta servicio indispensable.....	46
Tabla 14 Pregunta 7.....	47
Tabla 15 Respuesta de frecuencia.....	47
Tabla 16 Pregunta 8.....	48
Tabla 17 Variables comprobación hipótesis 1.....	50
Tabla 18 Atenuación cable par trenzado en función de la frecuencia.....	52
Tabla 19 Velocidad Tx/distancia en FTTC.....	53
Tabla 20 Ancho de banda por servicio.....	53
Tabla 21 Variables comparación costos.....	54
Tabla 22 QoS de medios de transmisión guiados.....	55
Tabla 23 Latencia y Rate MDU M5100.....	55
Tabla 24 Resumen hipótesis específica 2.....	57
Tabla 25 Resumen topologías FTTC vs FTTH.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura de red de las tecnologías.....	6
Figura 2. Topologías de red.....	8
Figura 3. Configuración física genérica de una ODN.....	11
Figura 4. Sentidos de comunicación de una ODN.....	12
Figura 5. Arquitectura de red Gpon.....	13
Figura 6. Enlace de fibra óptica y transmisión bidireccional.....	14
Figura 7. Señales analógica y digital.....	15
Figura 8. Red FTTC.....	16
Figura 9. Esquema de arquitectura Gpon dos etapas splitters.....	20
Figura 10. Elementos constructivos de la red de acceso.....	21
Figura 11. Esquema de arquitectura Gpon una etapa splitters.....	23
Figura 12. Esquema de distancias cliente más lejano.....	24
Figura 13. FTTC vs FTTH.....	26
Figura 14. FTTH y su gran abanico de servicios.....	27
Figura 15. Genero del encuestado.....	40
Figura 16. Análisis e interpretación pregunta 1.....	41
Figura 17. Análisis e interpretación pregunta 2.....	42
Figura 18. Análisis e interpretación pregunta 3.....	43
Figura 19. Análisis e interpretación pregunta 4.....	44
Figura 20. Análisis e interpretación pregunta 5.....	45
Figura 21. Análisis e interpretación pregunta 6.....	46
Figura 22. Análisis e interpretación pregunta 7.....	48
Figura 23. Análisis e interpretación pregunta 8.....	49

RESUMEN

La presente investigación, “Evaluación de las Tecnologías FTTC Y FTTH acorde a la Demanda de Servicios Voz, Datos, Vo-Ip, Ip-tv para su futura Implementación en la Red de CNT de la Ciudad de Riobamba”, se basa en la necesidad de actualización y mejora de calidad “y cobertura de los servicios de comunicaciones prestados por la CNT – EP Chimborazo, de manera que los usuarios actuales gocen de mejores prestaciones y brindar los servicios a una gran cantidad de usuarios aun no atendidos”¹, así mismo avanzar con la cobertura de la totalidad del territorio de la ciudad de Riobamba y a toda la provincia, con más y mejores servicio de banda ancha de última generación. El estudio está enfocado a determinar mediante estudios comparativos y encuestas cual tecnología entre FTTH y FTTC es la mejor en calidad y costos para la ciudadanía y la empresa CNT-EP Chimborazo, la que se apegue mejor a su geografía y exigencias del mercado, proyectándose una red futurista capaz de soportar múltiples servicios, además que sea escalable.

La investigación, en base a los estudios de las tecnologías a tratar, marca la partida para una evaluación científica técnica, que permitirá seleccionar la mejor a ser implementada en la ciudad de Riobamba.

La muestra de resultados, mostrara la factibilidad y viabilidad del estudio realizado, estableciendo si es o no viable la implementación a futuro de nuevas tecnologías.

Realizar una interpretación de los resultados obtenidos en base a las evaluaciones y encuestas realizadas, de esta manera enfocar de mejor manera los resultados de los estudios.

“La propuesta que se plantea para dar seguimiento a las necesidades establecidas en los capítulos anteriores y buscar la mejor alternativa en cuanto al diseño e implementación de la tecnología siguiendo normas y estándares para obtener un proyecto de calidad”².

¹ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

² http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Edison Salazar

23 de Marzo de 2015

SUMMARY

This research, "Evaluation of FTTC and FTTH technologies according to the request for Voice, Data, Vo-Ip, Ip-tv Services for future implementation in CNT Network of Riobamba City", it is based on the updating and quality improving need and coverage of communications services provided by CNT - EP Chimborazo, thus current users enjoy better benefits and provide services to a large number of users still unserved, also move forward with the coverage of the entire territory of Riobamba city and its province, with more and better services of state-of-the-art broadband. The study is focused on determining through comparative studies and surveys, which technology between FTTH and FTTC is the best in quality and costs for citizens and CNT-EP Chimborazo, the best to its geography and market demands, projecting a futuristic network able to support multiple services and also being scalable.

The research, based on studies of technologies to be treated, marks the beginning for a technical scientific evaluation, which will allow to select the best to be implemented in Riobamba.

The sample results will show the feasibility and viability of the study done by establishing whether the future implementation of new technologies is viable or not.

To make an interpretation of the results obtained, based on assessments and surveys carried out, in this way to focus better the results of the studies.

The proposal is rised to monitor the needs identified in the previous chapters and look for the best alternative in the design and implementation of technology following rules and standards to obtain a quality project.


CENTRO DE IDIOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNACH
COORDINACION

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad los sistemas de telecomunicaciones se han vuelto indispensables para el desarrollo de nuestras actividades diarias ya sea en el trabajo o en el hogar, haciendo que las empresas fabricantes y prestadoras de servicios de telecomunicaciones se vean obligadas a innovar y por lo tanto implementar nuevos sistemas y tecnologías para un mejor desempeño de las comunicaciones.

“La necesidad de contar con un servicio de comunicaciones unificado, el cual sea una herramienta efectiva para el desarrollo de actividades del diario vivir, es la justificación del desarrollo del presente proyecto de investigación, ayudará a la CNT – EP Riobamba a fomentar las bases para brindar un mejor servicio de comunicaciones en la ciudad de Riobamba, específicamente en los sectores centro oeste (Condamine y alrededores), norte y noroeste, que son los sectores de mayor conflicto tecnológico para la empresa, por la extensa demanda, la red actual ha quedado saturada; Pero sobre todo la red de cobre actual no soporta las velocidades que demandan los clientes actualmente causas expuestas y que son nuestra demanda potencial”³.

Proponer la red más eficiente a la infraestructura de la ciudad de Riobamba acorde a la demanda y exigencias del mercado.

Pensando en ello se ha realizado el análisis y estudio comparativo entre las tecnologías FTTC y FTTH con el fin de brindar a la empresa CNT-EP Riobamba datos técnico científicos reales de la tecnología más óptima, en recursos, tecnología y permitiendo seleccionar la red más eficiente para los servicios fijos de alta velocidad que se brindaran a largo plazo a la ciudad de Riobamba, con ello “permitir a los usuarios actuales y futuros contar con un servicio unificado y de calidad, permitiéndoles acceder a información mundial de forma más rápida y eficaz en el caso del internet, comunicación de voz sin ruidos, interrupciones o caídas de las llamadas y contar con los servicios básicos de telecomunicaciones a través del mismo medio de comunicación como sería el “triple play” (internet, telefonía ip y tv por suscripción), haciendo más rápida la atención de uno u otro servicio que el usuario requiera en un momento determinado de los servicios de entretenimiento en el hogar”⁴.

El primer capítulo trata de los antecedentes, de una visión como se encuentra en la actualidad y cómo podemos mejorar “la tecnología con antecedentes y proyectos en marcha en otros países y ciudades, como planes pilotos,

³ Anteproyecto técnico, Ing. Franklin Cunalata G. ANALISTA DE TELECOMUNICACIONES SENIOR AGENCIA CHIMBORAZO - CNT E.P

⁴http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

prototipos y despliegue de infraestructura”⁵ siendo el alcance para los siguientes capítulos.

El segundo capítulo, consiste en todo lo referente a la investigación, como metodología tipo de estudio, procesamiento y análisis, Operacionalización de variables y lo que consiste en la población y muestra, todo esto lo obtenemos en base a los estudios de las tecnologías a tratar como partida de una evaluación por definir la mejor a ser implementada satisfaciendo a los usuarios.

En lo que consiste el tercer capítulo es la muestra de resultados, tiene como objetivo ver la factibilidad y viabilidad del estudio realizado entregando todo su potencial, si es o no viable la implementación a futuro de la tecnología acorde a las necesidades de infraestructura y redes de acceso satisfaciendo la demanda y necesidad de los usuarios.

El cuarto capítulo, realiza una interpretación de los resultados obtenidos en base a las evaluaciones y encuestas realizadas, de esta manera nos permite enfocar de mejor manera los resultados de la tecnología acorde y más viable en cuanto a ser implementado.

El capítulo quinto, muestra las conclusiones y recomendaciones que se obtiene a través de la investigación, evaluación y tabulación de los resultados obtenidos en las encuestas.

El capítulo final a tratar contiene “la propuesta que se plantea para dar seguimiento a las necesidades establecidas en los capítulos anteriores y buscar la mejor alternativa en cuanto al diseño e implementación de la tecnología siguiendo normas y estándares para obtener un proyecto de calidad”⁶.

⁵http://3A%2F%2Fsoy.cnt.com.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D1294%253Anotiinfo%26catid%3D55%253Anotiinfopubl%26Itemid%3D33&h=zAQF_Kx_N

⁶ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

1.1. ANTECEDENTES

“El área de Comercialización procedió con el respectivo levantamiento de información para determinar la demanda insatisfecha así: Se detalla la cantidad total de clientes activos (2486) en telefonía en todos estos sectores, De acuerdo a las sub-categorías existentes podemos ver que 811 clientes cuentan con el servicio de ADSL, por ello mantenemos 1675 clientes que aún no disponen del servicio de internet por las causas expuestas anteriormente y que son nuestra demanda potencial. Cabe indicar que actualmente solo se ha servido al 36.62 % de la población que debido a la distancia no pueden acceder a velocidades mayores a 2000/512 Kbps y en algunos mantienen velocidades de 1000/256 Kbps”⁷. Uno de los objetivos que persiguen los proveedores de servicios de telecomunicaciones es poder incrementar la gama de servicios y tecnologías que ofrecen actualmente, adaptándose así a la creciente demanda de los abonados, de esta manera se propone un nuevo paquete de servicios denominado Triple Play, es un servicio que provee voz, datos y video a través de una única conexión de banda ancha de forma que se aprovecha los recursos de la red dando la posibilidad de ofrecer otras aplicaciones multimedia usando un mismo equipo terminal.

Estas tecnologías traen ventajas tanto a los usuarios como a los proveedores ya que permite una mejora considerable en la calidad de los servicios, nuevas posibilidades en telefonía, un abaratamiento del acceso a Internet y facilidad para integrar nuevos servicios todo dentro de la misma plataforma.

Es indispensable que las empresas de servicios seleccionen la tecnología que se adapte mejor a sus necesidades. La elección entre las tecnologías de redes punto a punto y Redes Ópticas tendrá un impacto importante en la topología de la red de acceso.

La continua innovación de las tecnologías de FTTx producirá retornos de la inversión en infraestructuras de fibra durante muchos años en el futuro. La comunicación es la base de la sociedad, y esta ha evolucionado a lo largo de todos los tiempos y en el último siglo a pasos agigantados, volviéndose parte esencial en el día a día de todas las personas del mundo.

En el área de las comunicaciones las tecnologías FTTH y FTTC han logrado avances de gran importancia a nivel mundial, “de tal manera que en la actualidad se consigue a través de teléfonos celulares (móviles) el acceso a internet, logrando de esta manera desenvolverse en cualquier clase de actividades, en muchos ámbitos, social, empresarial, deportivo, económico, tecnológico, turístico, etc.”⁸. No obstante es indispensable no obviar el tema de las seguridades que deben brindar los canales de comunicación. La necesidad

⁷ Anteproyecto técnico, Ing. Franklin Cunalata G. ANALISTA DE TELECOMUNICACIONES SENIOR AGENCIA CHIMBORAZO - CNT E.P

⁸ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

de los usuarios de contar con un servicio de comunicaciones unificado, de estar conectados a toda hora es una herramienta efectiva para el desarrollo de actividades del diario vivir, está llevando a las empresas a hacer cuantiosas inversiones, es así como países del primer mundo han desarrollado tecnologías de banda ancha a través de estos años.

“FTTC (Fibra al Gabinete) esta tecnología, es nuestra nueva solución Ethernet de nivel de entrada, hace que se cierre la brecha entre la banda ancha de alta velocidad y servicios de Ethernet de alta disponibilidad. Los costos de alquiler y los plazos de entrega de instalación son significativamente más bajos que la fibra óptica y servicios de EFM (Ethernet en la primera milla), mientras que unos valores fijos siguen siendo los mismos. FTTC Ethernet también ofrece un acceso rápido y confiable a un precio más asequible para el usuario e incluye todas las características de Ethernet sin comprometer los niveles de calidad o de servicios.

TELECOM Argentina se han embarcado en una actualización a gran escala de la infraestructura telefónica nacional. Esto incluye nuevos equipos de banda ancha en los intercambios y recorrido para los ISP. La tecnología FTTC se está implementando en todo el país a lo largo de estos años. ”⁹ “El despliegue de red FTTC (fiber to the curve) permitirá a Telecom Argentina (NYSE: TEO) potenciar su oferta en el segmento de banda ancha fija, manifestó en una teleconferencia con inversionistas su gerente general, Franco Bertone. El despliegue de FTTC permitirá a la empresa mejorar ofertas y velocidad de servicio para competir con proveedores de cable, explicó. El ejecutivo había señalado anteriormente que la implementación de FTTC comenzó en el primer semestre de este año y que la oferta comercial del servicio podría empezar a inicios del año próximo. ”¹⁰

“FTTH significa fibra directa al hogar, por las siglas en inglés. Y en la tecnología a la que refiere esa sigla está la clave del desarrollo de la banda ancha, la televisión, el entretenimiento y las comunicaciones en los próximos años. En otras palabras: FTTH es conectividad en el hogar a velocidades de 2 megas o más, servicios de calidad y a precios accesibles. Jerzy Kalinowski, ejecutivo de la consultora KPMG, se especializa en desarrollo de redes de FTTH y en las estrategias regulatorias que impulsan su instalación. “En la Unión Europea, el 50% de los hogares se conectará a Internet a velocidades superiores a los 100 megas; y en Estados Unidos, según la Comisión Federal de Comunicaciones, más del 70% de los hogares se conectará a la red a velocidades aún superiores para 2020”, afirmó el especialista en una entrevista con La Nación.

La tecnología de FTTH brinda la oportunidad de ofrecerles a los clientes servicios de banda ancha de alta velocidad, 2 megas o más, superiores a otras

⁹http://www.ispreview.co.uk/broadband_cable.php&prev=/search%3Fq%3Dfttc%26hl%3Des%26biw%3D1366%26bih%3D643

¹⁰ http://prensa.telecom.com.ar/NotasPrensa/up_grade_red

tecnologías como el ADSL (usado por las telefónicas) o Docsis (de la televisión por cable). Además, la FTTH tiene ancho de banda suficiente para facilitar la televisión sobre internet (IPTV), los canales HD y otros servicios de entretenimiento en el hogar. ”¹¹

“Azteca Comunicaciones está casi listo para lanzar un servicio de televisión online a través de su red de fibra hasta el hogar (FTTH, de sus siglas en inglés). Según Alexandra Reyes, presidenta de la compañía entrevistada por el diario La República, la plataforma estará operando en el segundo o tercer trimestre del próximo año. La filial del mexicano Grupo Salinas trabaja en el despliegue de una red FTTH en Colombia, con el objetivo de conectar a más de 700 ciudades con Internet de alta velocidad, para lo cual se invertirán alrededor de \$635 millones. La red avanza a un buen ritmo según Reyes. El servicio de IPTV ya está funcionando en fase de pruebas en 60 ciudades y la compañía planea lanzarlo comercialmente en verano de 2014. Además, la red está siendo ya utilizada por algunos de los operadores más grandes del país, como Claro, Telefónica o Tigo, para ofrecer tanto Internet como televisión”¹².

“La banda ancha fija poseerá crecimiento positivo en Latino América, pasando de 65 millones de conexiones a finales del 2013 a 79 millones a finales del 2015. Este fenómeno se da por las nuevas tecnologías que potencian las redes actuales que prestan servicios de alta calidad con velocidades de hasta 100 Mbps por usuario, esto es lo que hoy se conoce como Banda Ultra Ancha, la cual se trata de tecnologías como FTTH y FTTC (véase en la Figura 1.) que en el caso de Alcatel-Lucent ya han sido probadas con éxito en varias partes del mundo y que ya empezaron a ser implementadas por diferentes operadores en la región latinoamericana. GPON es la tecnología basada en fibra y por su parte, HFC permite extender la vida de parte de la red de cobre y aumentar las velocidades de ADSL hasta 100 Mbps por usuario. A manera de conclusión, Servando Vargas mencionó, Ya no bastará solamente con que la población esté conectada, sino que acceda a banda ancha de calidad para que pueda desarrollar temas como e-learning, e-health, e-commerce, trabajo a distancia, entre otros. Hay que hacer que las TIC tengan un mayor impacto en la calidad de vida de los latinoamericanos, concluyó el representante de Alcatel-Lucent”¹³.

“En Ecuador, en la ciudad de Quito en el valle de Cumbayá se están probando prototipos, este plan piloto se basa en tecnología de banda ancha es así como se prueba con FTTH. Quito, 21 mayo (Andes).- Entre el 2005 y el 2012 Ecuador reflejó un crecimiento del 48,70% en banda ancha, superando así a Colombia (24,19%), Chile (19,55%) y Argentina (17,94%).

Jaime Guerrero, ministro de Telecomunicaciones, señaló que este crecimiento parte de la adopción de políticas públicas que promueven el acceso de la población a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), mediante

¹¹ <http://mediaandentertainmentobservatory.wordpress.com/2012/09/10/ftth-cuadruple-play-redes-compartidas-y-otros-tabues-argentinos/>

¹² <http://es.rapidtvnews.com/tv-de-pago/3238-azteca-listo-para-lanzar-tv-a-traves-de-ftth-en-colombia>

¹³ http://www.canal-tecnologico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1641:america-latina-tendra-un-crecimiento-del-6-en-el-sector-de-telecomunicaciones&catid=25&Itemid=123

propuestas como las aulas móviles, Infocentros y el Plan Nacional de Banda Ancha. En el 2012, internet aumentó diez veces su crecimiento en relación al 2006.

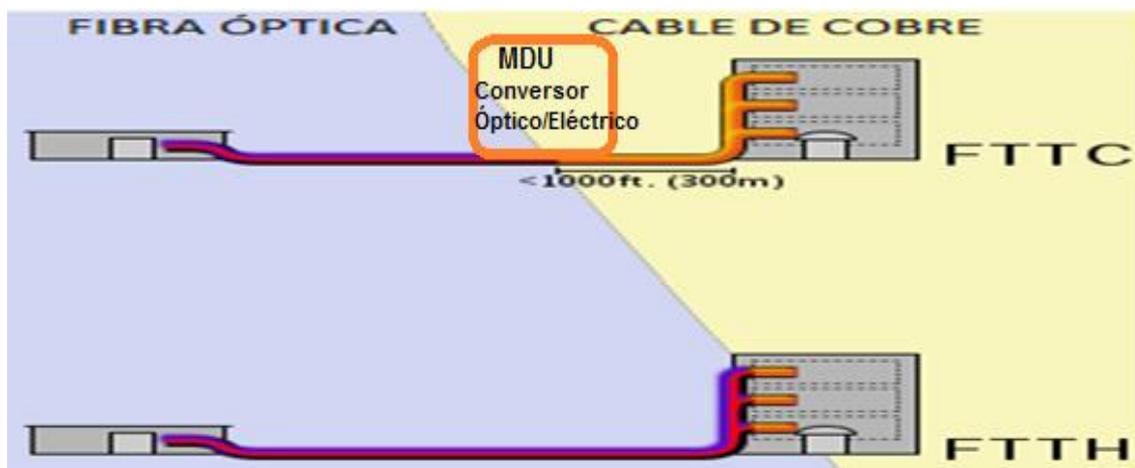


Figura 1. Arquitectura de red de las tecnologías.

Fuente: <http://ricardo-redesdeacceso.blogspot.com/2011/04/redes-fft.html>

El Ministerio de Telecomunicaciones informó que existen 8'571.429 usuarios de este servicio, mientras que en 2006 se registraron 823.483. Asimismo, en ese año 6 de cada 100 habitantes tenían acceso a Internet, actualmente alrededor de 60 personas por cada 100 habitantes tiene acceso a este servicio. El país logró disminuir las tarifas del servicio de banda ancha en aproximadamente 50%, en relación a los costos del 2010. Ahora existen tarifas menores a 18 dólares por 1,5 Mbps (megabytes por segundo). El despliegue de infraestructura para cubrir con tecnología 3G a las zonas urbanas pasó de 66% a 93,2% y en las zonas rurales de 18,6% a 51,3%, entre 2008 y 2012"¹⁴. "Las telecomunicaciones constituyen más que un servicio básico, una oportunidad de mejoramiento de la calidad de vida que promueven el desarrollo y el progreso de la sociedad. El trabajo de este Gobierno remarca el compromiso de atender a la población con servicios tecnológicos de calidad, que permitan consolidar el Ecuador digital", manifestó Jaime Guerrero. "La CNT EP habilitó una nueva infraestructura con tecnología GPON, que permite llegar con servicios fijos de voz y datos, de alta calidad, con un ancho de banda de 40 Mbps por usuario, siendo esto muy superior a la que se brinda con la conexión de cobre (ADSL) que esta por los 10 Mbps por usuario. La red de fibra óptica FTTH sustituye a la ya existente de cobre. En Pichincha, a nivel de clientes masivos, es la primera vez que se instala dicho servicio. GPON es una red óptica pasiva, con capacidad de Gigabit que permite ofrecer servicios avanzados, con redes convergentes de banda ancha, basadas en protocolo IP"¹⁵

¹⁴ <http://www.andes.info.ec/es/sociedad/ecuador-supera-colombiachile-argentina-crecimiento-banda-ancha.html>

¹⁵ http://soy.cnt.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1294:notiinfo&catid=55:notiinfopubl&Itemid=33

En consecuencia, en la ciudad de Riobamba se plantea el análisis entre las tecnologías FTTC y FTTH para optar por la mejor alternativa en cuanto a calidad versus costo de servicios de banda ancha.

1.1.1 RED DE DATOS

“Una red de datos es un conjunto de dispositivos interconectados físicamente que comparten recursos y se comunican entre sí a través de reglas o protocolos de comunicación, de manera que se pueda establecer una comunicación eficiente, rápida y precisa.

Las redes de datos son la evolución de los sistemas de acceso y transmisión de información. Además cumplen fundamentalmente el objetivo de facilitar el acceso a información remota, comunicación entre personas y entretenimiento interactivo.

Las redes de datos, tiene como objetivos primordiales:

- Compartir recursos, equipos, información y programas que se encuentran localmente o dispersos geográficamente.
- Brindar confiabilidad a la información, disponiendo de alternativas de almacenamiento.
- Obtener una buena relación costo / beneficio.
- Transmitir información entre usuarios distantes de la manera más rápida y eficiente posible”¹⁶.

1.1.2. TOPOLOGÍAS DE REDES

“La Topología de Red, hace referencia a un arreglo físico o lógico en el cual los dispositivos o nodos de una red se interconectan entre si sobre un medio de comunicación, muestra la estructura de equipos, cables y demás componentes de la red, es un mapa de la red física.

La topología de una red se refiere a la manera que está toma al hacer un diagrama del medio físico de transmisión y los dispositivos necesarios para regenerar la señal o manipular el tráfico. Siendo estas: Anillo (ring), dorsal (bus), dorsal dual (dual bus), estrella (star), árbol (tree) y completas”¹⁷. (Véase la Fig. 2.)

1.1.3. TIPOS DE REDES

“En forma independiente a la tecnología utilizada, las redes de datos pueden ser clasificadas según el alcance o tamaño de las mismas entonces los tipos de redes de datos pueden ser:

LAN.- (Local Área Networks, Redes de Área Local): Las redes de área local, son alcance es limitado. Son redes privadas que están instaladas dentro de un

¹⁶ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

¹⁷ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

mismo edificio, oficina o campus. “Su objetivo principal típicamente es compartir recursos (impresoras, discos, etc.). Estas redes pueden tener velocidades de transmisión de hasta 1000 Mb/s y pueden tener topologías del tipo bus, estrella o anillo”.

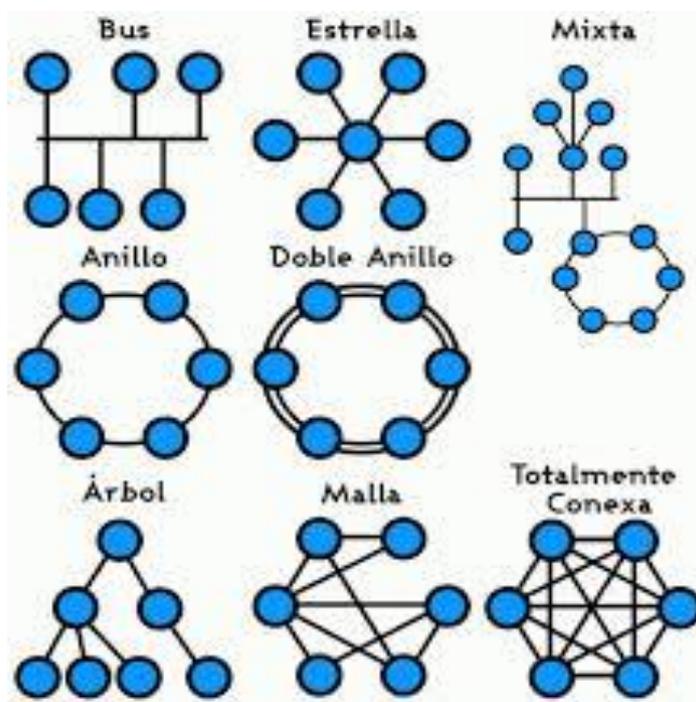


Figura 2.- Topologías de Red¹⁸

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red.shtml>

WAN.- (Wide Area Networks, Redes de Área Amplia): Las redes de área amplia, abarcan una amplia zona geográfica, la que eventualmente puede ser dividida en subredes interconectadas con equipos de conversión de interfaces y/o protocolos. Estos equipos se conectan con diferentes tipos de líneas de transmisión.

Una de las funciones típicas de las redes WAN es la interconexión de dos o varias redes LAN. La topología de las redes WAN puede ser del tipo estrella, anillo, árbol o malla¹⁹.

PAN.- “(Personal Area Networks, Redes de Área Personal): Las redes de área personal, de alcance muy limitado (unos pocos metros), y se utilizan para interconectar dispositivos personales de manera inalámbrica (PCs, laptops, celulares, PDAs, impresoras, etc.). Estas redes son de velocidad media (algunos Mb/s) y están teniendo creciente desarrollo en los últimos años.

¹⁸ <http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red.shtml>

¹⁹ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

1.1.4. COMUNICACIONES ÓPTICAS

La comunicación óptica es cualquier forma de comunicación que utiliza la luz como medio de transmisión.

Las comunicaciones ópticas son un conjunto de elementos que engloban infraestructuras, técnicas y operaciones que dan soporte, habilitan y posibilitan la comunicación entre múltiples usuarios empleando la banda óptica del espectro electromagnético. La fibra óptica constituye el medio de transmisión por excelencia para los sistemas de comunicaciones ópticas. Desde sus primeras instalaciones, en las líneas que enlazaban las grandes centrales de conmutación, la fibra se está trasladando hoy en día hasta los usuarios finales, extendiéndose su uso a un mayor abanico de aplicaciones”²⁰.

“Este papel destacado de las fibras ópticas se debe a sus características, entre las que merecen destacarse

- ✓ Gran capacidad de transmisión (por la posibilidad de emplear pulsos cortos y bandas de frecuencias elevadas),
- ✓ Reducida atenuación de la señal óptica,
- ✓ Inmunidad frente a interferencias electromagnéticas,
- ✓ Cables ópticos de pequeño diámetro, ligeros, flexibles y de vida media superior a los cables de conductores,
- ✓ Bajo coste potencial, a causa de la abundancia del material básico empleado en su fabricación (óxido de silicio)”²¹.

1.1.5. “REDES DE FIBRA ÓPTICA (FTTX)

Las redes de fibra óptica o como se les conoce, tecnología de telecomunicaciones FTTx (del inglés Fiber to the x) es un término genérico para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya total o parcialmente el cobre de la red de acceso. El acrónimo FTTx se refiere a las distintas configuraciones desplegadas (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH...), diferenciándose por la última letra que denota los distintos destinos de la fibra (nodo, acera, edificio, hogar...). Es la única tecnología que cumple todos los requisitos actuales y futuros respecto de las proyecciones de ancho de banda, entre las principales características y ventajas de la tecnología FTTx tenemos las siguientes:

- ✓ Mayor capacidad de ancho de banda.
- ✓ Mayor alcance.
- ✓ Vida útil de mayor duración.
- ✓ Inmunes a interferencias electromagnéticas.
- ✓ Bajos costos de mantenimiento.
- ✓ Mayor fiabilidad.
- ✓ Flexibilidad y escalabilidad de red.

²⁰ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

²¹ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

Los elementos indispensables y determinantes para el diseño de una red FTTx son los que se enlistan a continuación:

- ✓ Alcance, longitud de la fibra óptica.
- ✓ Medios de transmisión, únicamente fibra óptica o a su vez una combinación de fibra óptica y par de cobre trenzado.
- ✓ Componentes de red, terminales de usuario (ópticos), Equipos concentradores (DSL).

1.1.6. REDES ACTIVAS

Las redes de fibra óptica activas, son aquellas redes cuyos elementos son activos en ella (fuera de la central), como en el caso de una red Metro Ethernet suficientemente distribuidas de modo que se pueda conectar directamente los clientes a la red. En ese caso estas redes cumplirían la función de red de acceso y no únicamente de transporte como es actualmente”²².

1.1.7. “REDES PASIVAS

Las redes de fibra óptica pasivas son redes cuyos componentes son enteramente pasivos en la red de distribución (no en la central y domicilio del cliente). Estas se denominan PON (Passive Optical Network). Permiten compartir una misma fibra entre varios usuarios.

1.1.8. RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA (ODN)

“La red de distribución óptica se define como, el medio de transmisión óptica desde la OLT (Terminación de Línea Óptica) hacia los usuarios y viceversa. Utiliza sólo componentes ópticos pasivos.

La red de distribución óptica (Optical Distribution Network), proporciona el medio de transmisión óptico para la conexión física de las ONU (Unidad de Red Óptica) con las OLT.

La ODN está basada en divisores ópticos pasivos y bifurcadores ópticos (véase en la Figura 3.).

A continuación se detalla un conjunto de requisitos esenciales que influyen directamente en las propiedades ópticas de la ODN:

- ✓ Transparencia óptica a la longitud de onda: los dispositivos tales como los bifurcadores ópticos, que no están previstos para realizar ninguna función, deberán ser capaces de soportar la transmisión de señales en cualquier longitud de onda en las regiones de 1310 nm y 1550 nm;
- ✓ Reciprocidad: la inversión de los puertos de entrada y salida no producirá cambios importantes en la pérdida óptica a través de los dispositivos;

²² http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

- ✓ Compatibilidad con la fibra: todos los componentes ópticos serán compatibles con la fibra monomodo. La ODN comprende los siguientes elementos ópticos.
- ✓ Fibras y cables ópticos monomodo;
- ✓ Fintas de fibra óptica y cables de cintas de fibra óptica;
- ✓ Conectores ópticos;
- ✓ Bifurcadores pasivos;
- ✓ Atenuadores ópticos pasivos;
- ✓ Empalmes”²³

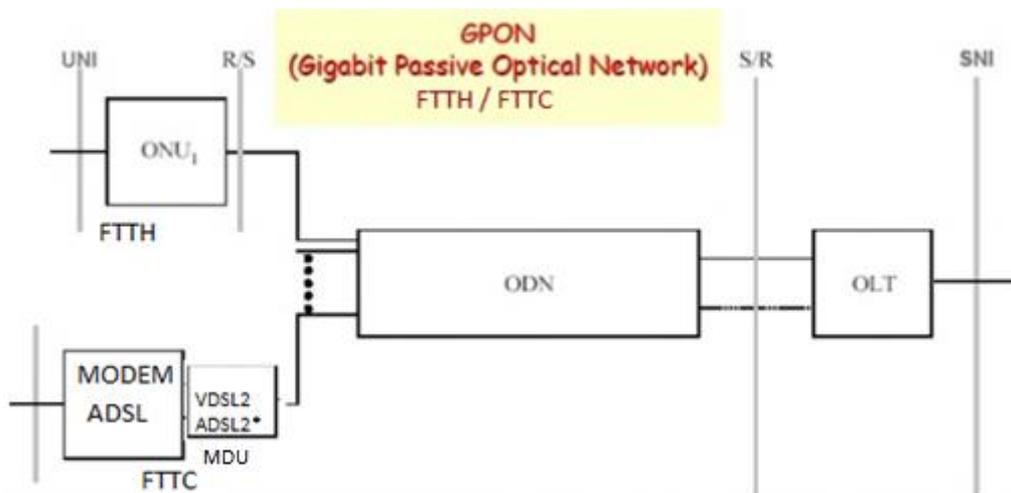


Figura 3: Configuración física genérica de una ODN: FTTH/FTTC

Fuente: Redes GPON y derivados Elaborado por: Ignacio Piera.

“Los dos sentidos de transmisión óptica en la ODN se identifican como sigue:

- ✓ Sentido hacia el destino en el caso de señales transmitidas de la OLT a la(s) ONU.
- ✓ Sentido hacia el origen en el caso de señales transmitidas de la(s) ONU a la OLT.

La transmisión en el sentido hacia el destino y la transmisión en el sentido hacia el origen pueden tener lugar en la misma fibra y en los mismos componentes (funcionamiento dúplex/dúplex), o en fibras y componentes distintos (funcionamiento simplex).

Las propiedades ópticas de la ODN deberán permitir la provisión de cualquier servicio actualmente previsible, sin tener necesidad de introducir extensas modificaciones en la propia ODN. Este requisito influye en las propiedades de los componentes ópticos pasivos que constituyen la ODN.

A continuación en la figura se muestra los sentidos de la comunicación en una ODN”²⁴. (Véase la Figura 4.)

²³ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

“Se hace referencia a puntos referenciales entre el usuario – red y nodo de servicio:

- R/S (Recived/ Send) y S/R (Send/Recived): Puntos de Referencia.
- Ord (Optical request – distribution), Oru (Optical Request – user), old (Optical line – distribution), Olu, (Optical line – user): Interfaces ópticas entre la red de distribución, usuario y línea.
- Líneas de conexión: Representan a una o más fibras principales y auxiliares”²⁵.

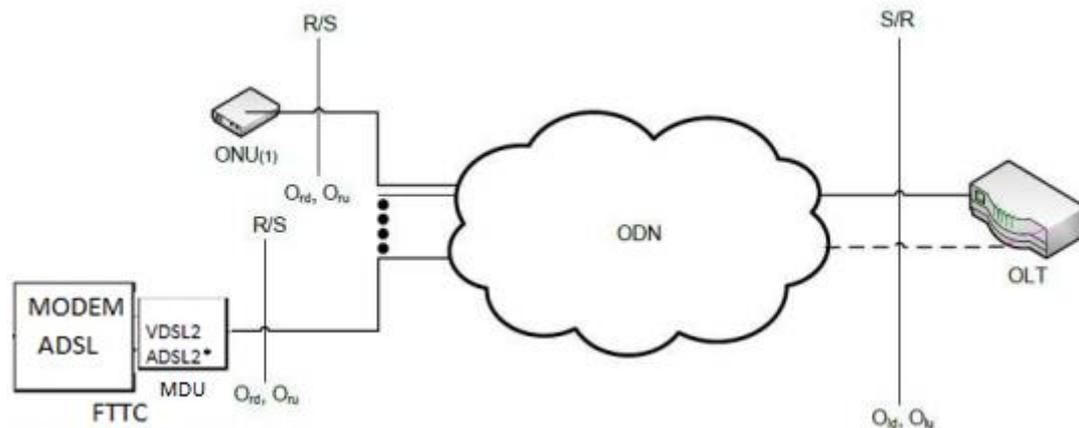


Figura 4: Sentidos de Comunicación de una ODN

Fuente: Estudio del Estándar GPON- Marcelo Abreu

1.1.9. “REDES GPON

Se define como una Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (Gigabit Passive Optical Network), la principal motivación de GPON es la de ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP, y una especificación completa adecuada para ofrecer todo tipo de servicios.

GPON, está estandarizado en el conjunto de recomendaciones ITU-T G.984.x (x= 1, 2, 3, 4). Mucha de la funcionalidad está relacionada con GPON y sus tecnologías predecesoras tales como, BPON, OAM, DBA, se basa en la capa de transmisión completamente nueva.

GPON ofrece una estructura de trama escalable de 622 Mbps hasta 2,5 Gbps, así como soporte de tasas de bit asimétricas. La velocidad más utilizada por los actuales suministradores de equipos GPON es de 2,488 Gbps downstream y de 1,244 Gbps upstream⁶.

Sobre ciertas configuraciones se pueden proporcionar hasta 100 Mbps por abonado”²⁶

²⁴ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

²⁵ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

²⁶ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

“La red de acceso es la parte más cercana al usuario final, por lo que se caracteriza por la abundancia de protocolos y servicios. La figura muestra una configuración típica de una red de acceso GPON con sus elementos pasivos y activos”²⁷ (Véase la Figura 5.)

“GPON, de este modo, no solo ofrece mayor ancho de banda que sus tecnologías predecesoras, es además mucho más eficiente y permite a los operadores continuar ofreciendo sus servicios tradicionales (voz, basada en TDM, líneas alquiladas, etc.) sin tener que cambiar los equipos instalados en las dependencias de sus clientes.

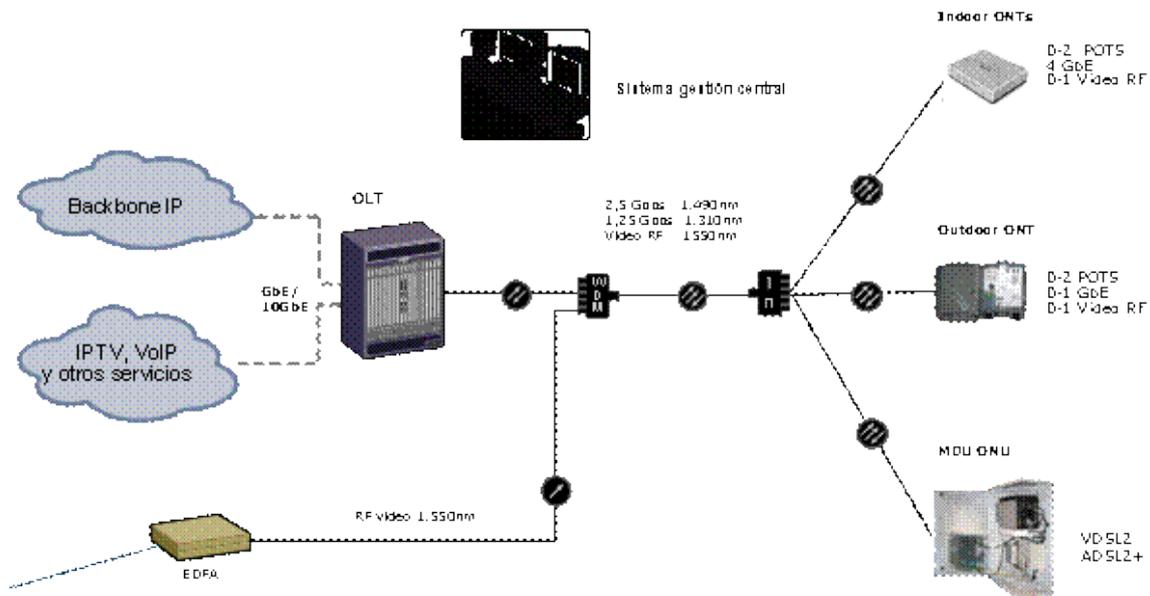


Figura 5: “Arquitectura de red GPON

Fuente: Millán Ramón”²⁸

Además GPON implementa capacidades de OAM (Operation Administration and Maintenance) avanzadas, ofreciendo una potente gestión del servicio extremo a extremo.

Entre otras funcionalidades incorporadas cabe destacar: monitorización de tasa de error, alarmas y eventos, descubrimiento y ranging automático, etc”²⁹.

1.2. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN POR FIBRA ÓPTICA Y SUS COMPONENTES

1.2.1. ENLACES DE DATOS DE FIBRA ÓPTICA

“Los sistemas de transmisión de fibra óptica utilizan enlaces de datos que funcionan de forma similar a la que se ilustra en el diagrama de la

²⁷ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

²⁸ <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>,

http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

²⁹ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

figura. Cada enlace de fibra consta de un transmisor en un extremo de la fibra y de un receptor en el otro. La mayoría de los sistemas operan transmitiendo en una dirección a través de una fibra y en la dirección opuesta a través de otra fibra para así tener una transmisión bidireccional. Es posible transmitir en ambas direcciones a través de una sola fibra pero se necesitan acopladores para hacerlo, y la fibra es menos costosa que ellos. Una red FTTH óptica pasiva (PON) es el único sistema que utiliza transmisión bidireccional sobre una sola fibra porque su arquitectura de red ya utiliza acopladores como base. (Véase la Figura 6.)

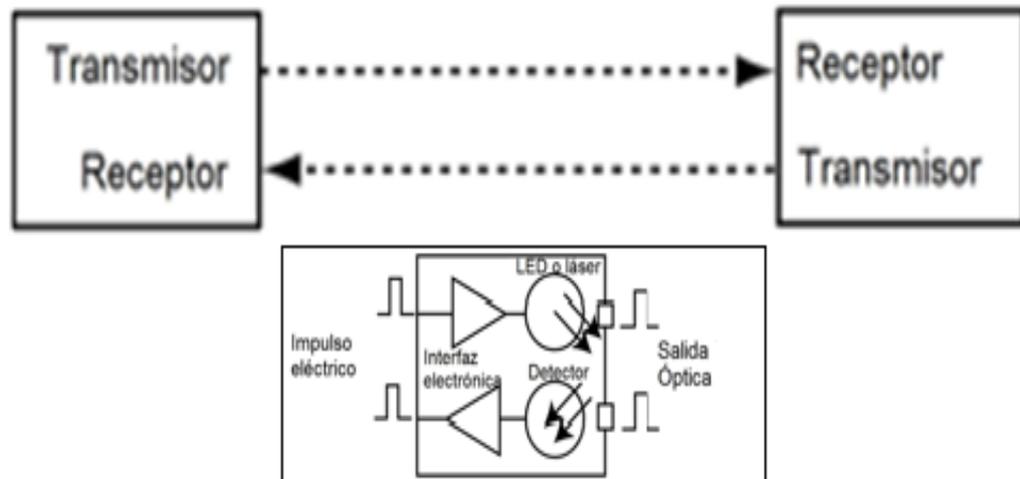


Figura 6: Enlace de fibra óptica y transmisor bidireccional.³⁰
Fuente: The Fiber Optic Association, Inc. [FOA]

La mayoría de los sistemas utilizan un "*transceiver*" que incluye tanto un transmisor como un receptor en un sólo módulo. El transmisor toma un impulso eléctrico y lo convierte en una salida óptica a partir de un diodo láser o un LED. La luz del transmisor se acopla a la fibra con un conector y se transmite a través de la red de cables de fibra óptica. La luz del final de la fibra se acopla al receptor, donde un detector convierte la luz en una señal eléctrica que luego se acondiciona de forma tal que pueda utilizarse en el equipo receptor.

1.3. ANALÓGICO O DIGITAL

Las señales analógicas son continuamente variables y la información contenida en ellas está en la amplitud de la señal con respecto al tiempo. Las señales digitales se muestrean a intervalos de tiempo regulares y la amplitud se convierte a bytes digitales, por lo tanto la información es un número digital. Las señales analógicas son la forma más común de transmisión de datos, pero sufren degradación por el ruido presente en el sistema de transmisión. Debido a que la señal analógica se atenúa en un cable, la relación señal-ruido empeora y en consecuencia la calidad de la señal se degrada. Las señales digitales pueden transmitirse en largas

³⁰ <http://www.thefoa.org/ESP/Sistemas.htm>

distancias sin que se degraden ya que son menos sensibles al ruido. (Véase la Figura 7.)



Figura 7: Señales analógica y digital.³¹

Fuente: The Fiber Optic Association, Inc. [FOA]

La transmisión de datos por fibra óptica puede ser analógica o digital, aunque es mayormente digital. Las redes informáticas y de telefonía son digitales, la televisión por cable actualmente es analógica pero está migrando a digital, y los sistemas de CCTV posiblemente también lo hagan.

Tanto las transmisiones analógicas como las digitales tienen algunos parámetros comunes y diferencias importantes. Para ambos tipos de transmisión, el margen de pérdida óptica o el presupuesto de potencia óptica es lo más importante. Las transmisiones de datos analógicas se prueban mediante la medición de la relación señal-ruido para determinar el margen de enlace, mientras que las transmisiones digitales utilizan la tasa de bits erróneos para medir el rendimiento. Ambas transmisiones deben probarse sobre todo el ancho de banda especificado para la operación; sin embargo, actualmente la mayoría de los enlaces son específicos para una aplicación de red, como CATV AM o monitores a color RGB para transmisiones analógicas y SONET, Ethernet o canal de fibra para transmisiones digitales.

1.4. DISEÑO (CHASIS).

Generalmente, el diseño de los *transceivers* es estándar para que múltiples fuentes puedan conectarse al equipo de transmisión. Los módulos se conectan a un conector dúplex en un extremo óptico y a una interfaz eléctrica estándar en el otro extremo. Los *transceivers* reciben alimentación de los equipos en los que están integrados.³²

1.5. FTTH VS FTTC

En este sentido existen diversas tecnologías disponibles y topologías implementables a fin de realizar un despliegue de acceso mediante fibra hasta el hogar. Estas tecnologías pueden clasificarse en primera instancia en dos grandes grupos:

- Redes Activas: red de fibra óptica con elementos activos en ella (fuera de la central), como en el caso de SDH-NG, o una red Metro Ethernet suficientemente distribuidas de modo que se pueda conectar

³¹ <http://www.thefoa.org/ESP/Sistemas.htm>

³² <http://www.thefoa.org/ESP/Sistemas.htm>

directamente los clientes a la red. En ese caso estas redes cumplirían la función de red de acceso y no únicamente de transporte como es actualmente.

- “Redes Pasivas: son redes de fibra óptica cuyos componentes son enteramente pasivos en la red de distribución (no en la central y domicilio del cliente). Estas se denominan PON (Passive Optical Network). Permiten compartir una misma fibra entre varios usuarios El presente documento se encetra en el análisis de una red pasiva PON, en particular con tecnología GPON según se describe luego.

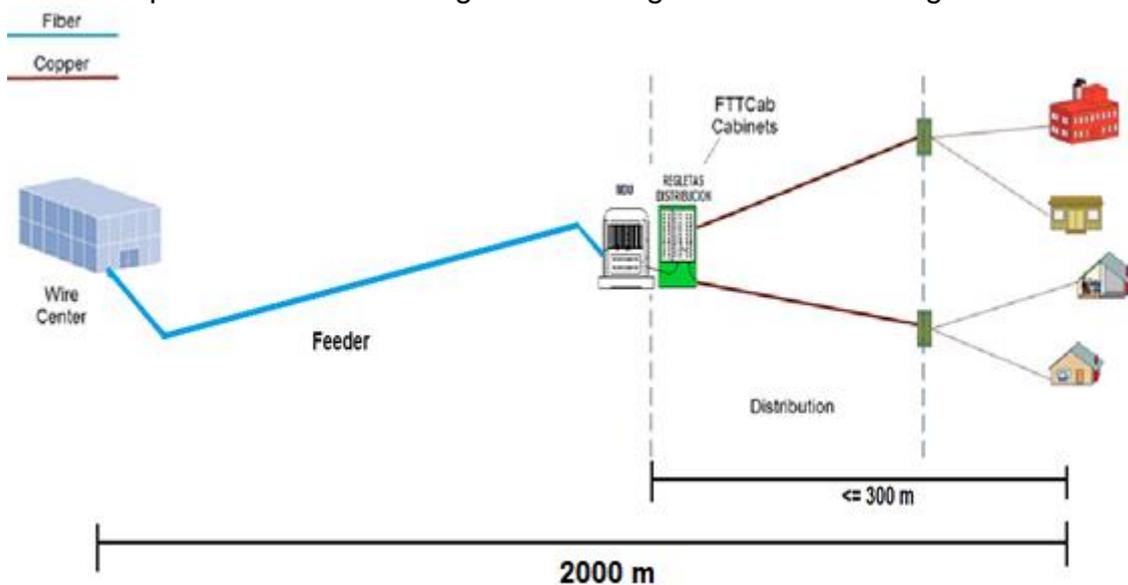


Figura 8: Red FTTC

Fuente: modificado por Gabriel Alarcón y Edwin Medina

LAS REDES PON TÍPICAS ESTÁN CONFORMADAS POR:

- Un Terminal de Línea Óptico (Optical Line Terminal) OLT ubicado en la central,
- Varios elementos pasivos de ramificación óptica, denominados Splitters
- Varios Terminales de Red Ópticos (Optical Network Terminals) ONTs También denominados ONU (Optical Network Unit), los que se encuentran en la casa del usuario y presentan las interfaces hacia los dispositivos que con los cuales se hace uso del servicio”³³.

“Las señales ópticas son transmitidas por las OLT usando una longitud de onda de 1.490 nm y por las ONTs usando 1.310 nm, es decir el canal en sentido Downlink utiliza la primera longitud de onda indicada y el de Uplink la segunda. Es posible además inyectar una señal de video RF digitalizándolo y transmitiéndolo en el canal de downlink en la longitud de onda de 1550nm”³⁴.

³³ <http://informate902.blogspot.com/>

³⁴ <http://186.42.96.211:8080/jspui/bitstream/123456789/154/1/TESIS%20GPON.pdf>

1.5.1. ELEMENTOS COMPONENTES DE LA RED

Los splitters ópticos pasivos como se mencionó son los elementos de la red que permiten la conexión punto a multipunto y que permiten que las señales ópticas de una fibra puedan ser distribuidas a otras varias fibras. Una sola fibra conectada al OLT puede distribuirse y conectar hasta 64 ONUs diferentes según las recomendaciones. Los splitters ópticos se implementan cazcaleando splitters “físicos” con relación 1:2, donde la señal de entrada se distribuye en dos caminos diferentes resultando en una pérdida de potencia aproximadamente de 3,5 dB. Cada camino vuelve a separarse en dos permitiendo mayor distribución pero también adicionando nuevamente una pérdida de potencia”³⁵.

“Por ejemplo un splitters de razón 1:32 tendrá 5 etapas de Split resultando en una pérdida de potencia de aproximadamente $5 \times 3,5 \text{ dB} = 17,5 \text{ dB}$. En realidad la pérdida introducida no es exactamente el igual en un splitters 1:32 que si se colocan 5 splitters de relaciones 1:2, esta será algo superior y se debe a la introducida por los conectores externos necesarios, mientras que en el otro caso esto se realiza internamente.

En el siguiente cuadro se pueden ver las pérdidas típicas introducidas por algunos splitters comercialmente disponibles. ”³⁶

SPLITTERS	PERDIDAS (dB)
1X2	3,6
1X4	7,2
1X8	11
1X16	14
1X32	17,5
1X64	21
1X128	23,6
2X2	4
2X4	7,6
2X8	11,2
2X16	14,5
2X32	18,2
2X64	21,4
2X128	24,5

Tabla 01. Relación de Splitters Pérdida de inserción (dB)³⁷
Fuente: Ing. Marcelo Abreu memoria de trabajo científica y técnica

³⁵http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

³⁶http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

³⁷http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

“Los estándares PON especifican distancias máximas alcanzables de hasta 20 km entre OLT y ONT.

Todas las diferentes tecnologías PON dadas las longitudes de onda con las que operan son capaces de funcionar con fibras ópticas estándar, según ITU-T G.652, sin necesidad de fibras especiales como las nuevas fibras denominadas “Zero Water Peak” en las que no se tiene la ventana de atenuación de pico centrado en 1380nm que presenta la fibra estándar.

La distancia máxima alcanzable está determinada por:

- La potencia transmitida por los equipos (Launch Power), en general depende del tipo de equipo, clasificándose éstos en 4 clases (A, B, C, D) en función de dicha potencia. Un valor típico de éste parámetro para equipos clase B es entre +3 a +7 dBm.
- La sensibilidad en recepción de los equipos, es decir la mínima potencia de señal que es capaz de reconocer correctamente. Un valor típico para esta es -26dBm.
- La pérdida de inserción introducida por el cable de fibra óptica, esta dependerá de la longitud de onda a utilizar, para las usadas en estas tecnologías PON esta pérdida es de 0.40dB/km para una longitud de onda de 1310nm y de 0.35dB/km para 1490nm. ”³⁸
- Pérdida introducida por los splitters, dependiente de las relaciones de splitting, según tabla anterior.
- “Pérdida introducida por los conectores, típicamente esta es de 0.5dB aproximadamente.
- Pérdida introducida por cada empalme, esta depende de qué tipo de empalme se trate, un empalme mecánico introducirá típicamente una pérdida aproximada de 0.5dB, mientras que en el caso de un empalme por fusión será de aproximadamente 0.1dB.

Dado que los splitters involucran una pérdida importante de potencia en relación con los restantes componentes de la red, el diseño de dicha red debe ser cuidadosamente balanceado entre: ramificación alta de fibras, distancias a los clientes, y las potencias manejadas por los equipos; de modo que satisfagan las especificaciones de los mismos.

Por otra parte desde el punto de vista económico también debe analizarse cuidadosamente las configuraciones posibles, con un compromiso entre la cantidad de splitters a utilizar, la cantidad de fibras y el número de puertos necesarios en el equipo PON en la central.

³⁸http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

1.6. ARQUITECTURA DE LA RED

1.6.1. ALTERNATIVA CON DOS NIVELES DE SPLITTERS

“En esta alternativa la arquitectura propuesta se compone de un tramo inicial de fibra óptica denominado feeder, (equivalente al cable primario en una red de cobre) luego del cual se encuentra una etapa de splitters de relación 1:4. A continuación de ésta se tiene un nuevo tramo de fibra (equivalente al cable secundario), el cual termina en una segunda etapa de Splitters en la manzana donde se encuentran los clientes (este splitters de relación 1:8 se puede ver como análogo a una caja de dispersión de la red de cobre). Desde éste último splitters se tiene un cable de acometida de fibra óptica hasta cada cliente. Con estas dos etapas de splitting en cascada se tiene una relación de 1:32 servicios por cable de fibra.

Además del criterio constructivo de contar con esas dos etapas de splitters, el punto fundamental es la cantidad de usuarios por acceso GPON, en este caso se tienen 32 usuarios por cada puerto GPON. Esto, más allá de las características constructivas de la arquitectura, determina el dimensionado del equipo de central OLT y sobre todo el ancho de banda que se puede ofrecer a cada cliente ya que por cada puerto GPON se tiene un throughput de 1.25Gbps (neto) el cual se comparte entre todos los usuarios conectados a ese puerto. En este caso se obtiene un ancho de banda por usuario de aproximadamente 40Mbps.”³⁹

“Teniendo en cuenta lo antes indicado, las consideraciones principales relacionados con esta alternativa son:

- Se tienen 32 clientes por puerto GPON, y dado que cada nodo cuenta con 8 puertos GPON se tendrán 256 clientes por nodo. Por otra parte cada nodo cuenta con 4 interfaces de 1GE en su uplink hacia el núcleo de la red, por lo que se podrá soportar un tráfico de pico promedio por abonado (simultáneos) de hasta 16Mbps. (véase Figura 9.)

Seguidamente se presenta un diagrama con los elementos constructivos de la red de acceso, a fin de identificarlos y determinar la atenuación o pérdida de inserción introducida por cada uno de ellos, y de esta manera determinar la atenuación extremo a extremo, la cual determinará si en enlace es posible o no y con qué margen. El esquema muestra las distancias correspondientes al cliente más lejano, a fin de establecer un peor caso.”⁴⁰ (Véase Figura 10.)

“La atenuación de extremo a extremo se obtiene a partir de los siguientes elementos:

³⁹http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

⁴⁰http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

- $F.O = \frac{1700m+250m+20m+15m}{1000} * 0,4dB/km = 0,8dB$
- Conectores: 1.0dB + 0.5dB = 1.5dB
- Empalmes: 6x0.1dB = 0.6dB
- Splitters: 7.6dB + 11.2 dB = 18.8dB

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 21.9 dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 28 dB.

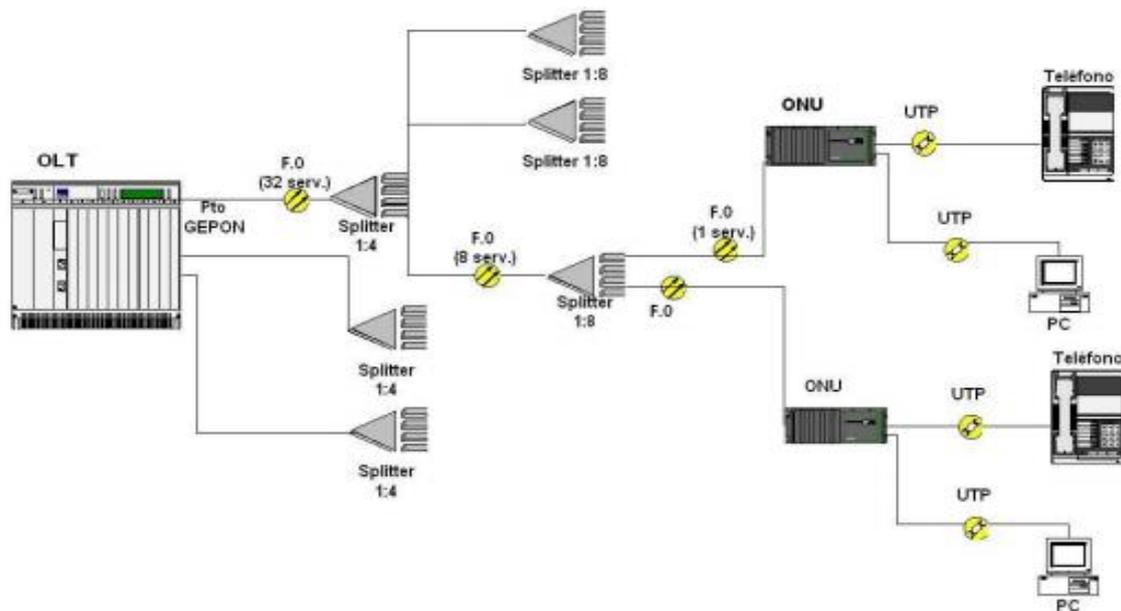


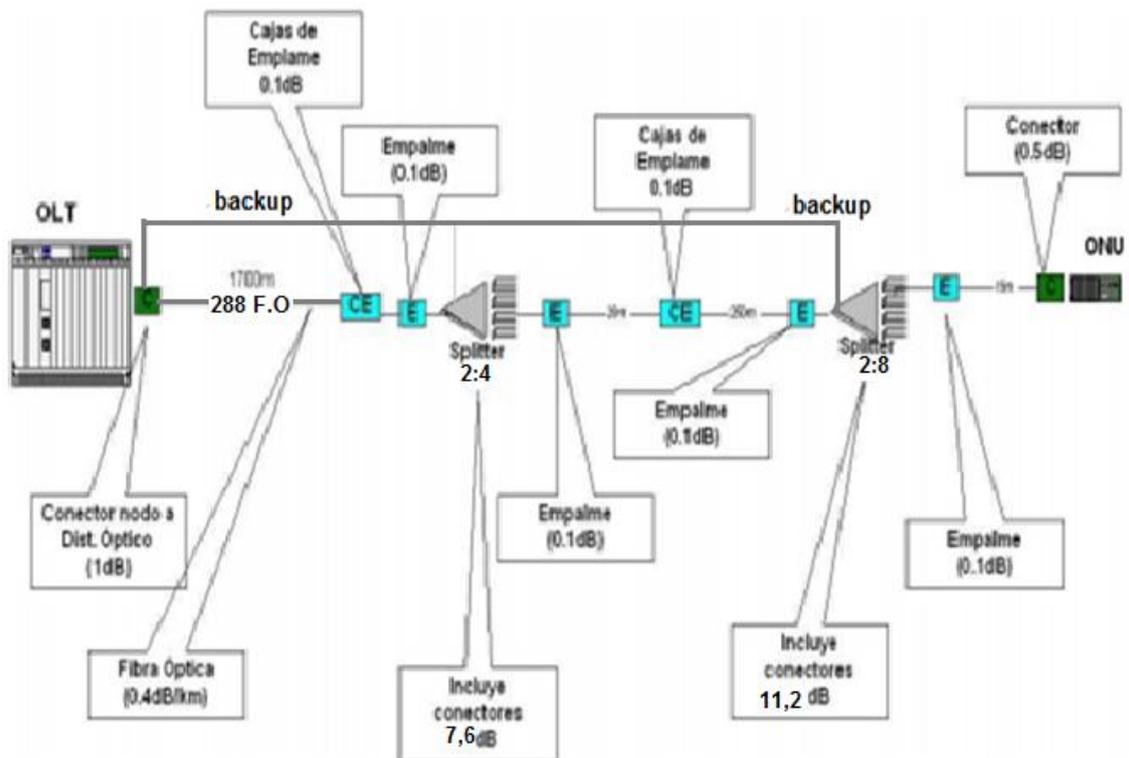
Figura 9. 'Esquema de la arquitectura planteada (32 usuarios/pto GPON con dos etapas de Splitters):'⁴¹

Fuente: Ing. Marcelo Abreu memoria de trabajo científica y técnica

En caso de que los clientes se ubicasen a una mayor distancia, los elementos constructivos no cambiarán, excepto en primera instancia por los empalmes introducidos por la necesidad de empalmar bobinas de cable, las cuales tienen una longitud de 4km. A partir de esto es posible calcular la distancia máxima alcanzable, la cual resulta de la distancia (más empalmes de bobinas) con la que se alcanza la atenuación admitida de 29dB, esta resulta ser de 19.5km más los 1985m hasta este punto, por lo cual la distancia alcanzable en esta alternativa es de 21km''⁴².

⁴¹http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

⁴²http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf



“Figura 10. Elementos constructivos de la red de acceso”⁴³

Fuente: Ing. Marcelo Abreu memoria de trabajo científica y técnica

Ventajas y desventajas de esta alternativa:

Ventajas

- “Al tenerse mayor cantidad de puertos por nodo que en la alternativa 2 según se verá, las hipótesis de la multiplexación estadística son más realistas, con lo cual se podría tener una relación de concentración mayor, o en su defecto el tráfico de pico por abonado podrá ser mayor que el especificado.
- Se hace un uso más eficiente de los recursos respecto a la alternativa 2, tanto de la fibra óptica como de los equipos, y por lo tanto es menos costosa”⁴⁴.
- “Cada caja de splitters intermedio “abarca” la zona de una CD de cobre lo que facilitaría y simplificaría el vuelco en caso de ser este masivo.
- Con esta solución se toma con un cable de 72 fibras ópticas 2 cables de 1400”, lo que representa que con un cable de 120 FO estaríamos

⁴³http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticageneralesredfibrapticalhogarFTTH.-VVAA.pdf

⁴⁴<http://186.42.96.211:8080/jspui/bitstream/123456789/154/1/TESIS%20GPON.pdf>

atendiendo la zona de 3 cables de 1400” de cobre, por lo que la cantidad de ductos ocupados en los ejes principales de canalización de cada Central se estarían reduciendo de 9 bocas ocupadas por cables de cobre a 1 ocupada por 3 cables de FO.

- La etapa final de splitting de relación 1:8 (por cada elemento terminal 8 servicios) se asemeja a la realidad que hoy tiene la Planta Externa de cobre donde generalmente los elementos terminales (cajitas de dispersión) atienden 10 servicios posibles.

Desventajas

- Es una tecnología nueva y requiere un mayor esfuerzo de capacitación y adaptación de las estructuras operativas.
- Debido a la mayor capacidad de servicios soportados por un mismo cable de FO en relación a los soportados por un cable de cobre, se vuelve más crítico los incidentes de roturas dado que el impacto es mayor. Se debería tener en cuenta algún mecanismo de contingencia o respaldo.
- La distancia admitida es menor que en la alternativa 2 según se verá por disponer una etapa más de splitters y más accesos por puerto PON”⁴⁵.

1.6.2. ALTERNATIVA CON UN NIVEL DE SPLITTERS

En esta alternativa la arquitectura propuesta se compone de un tramo inicial de fibra óptica desde la central hasta las manzanas donde se encuentran los clientes, luego del cual se encuentra una única etapa de splitters de relación 1:8, (este splitters puede verse como análogo a una caja de dispersión de la red de cobre). Desde éste se tiene un cable de acometida de fibra óptica hasta cada cliente. Las consideraciones principales relacionados con esta alternativa son:

- Se tienen 8 clientes por puerto GPON, y dado que cada nodo cuenta con 8 puertos GPON se tendrán 64 clientes por nodo. Por otra parte cada nodo cuenta con 4 interfaces de 1GE en su uplink hacia el core de la red, por lo que se podrá soportar un tráfico de pico promedio por abonado (simultáneos) de hasta 63 Mbps. (véase Figura 11.)

Seguidamente se presenta un diagrama con los elementos constructivos de la red de acceso, a fin de identificarlos y determinar la atenuación o pérdida de inserción introducida por cada uno de ellos, y de esta manera determinar la atenuación extremo a extremo, la cual determinará si el enlace es posible o no

⁴⁵ <http://186.42.96.211:8080/jspui/bitstream/123456789/154/1/TESIS%20GPON.pdf>

y con qué margen. El esquema muestra las distancias correspondientes al cliente más lejano, a fin de establecer un peor caso”⁴⁶. (Véase Figura 12.)

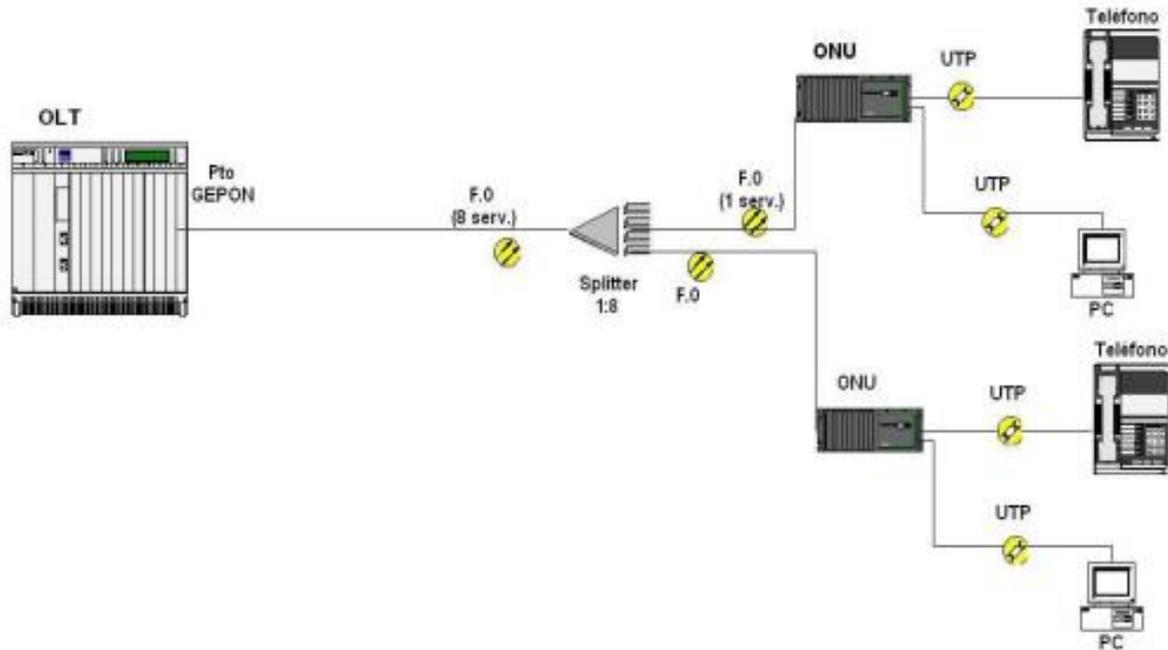


Figura 11. Esquema de la arquitectura planteada (usuarios/pto. GPON una etapa de Splitters)

Fuente: Ing. Marcelo Abreu memoria de trabajo de difusión científica y técnica

$$F.O = \frac{1700m + 300m}{1000} * 0,4dB/km = 0,8dB$$

Conectores: 1.0dB + 0.5dB = 1.5dB

- Empalmes: 4x0.1dB = 0.4dB
- Splitters: 18.2 dB

De donde se obtiene una atenuación total extremo a extremo de 20.9 dB.

Esta pérdida de extremo a extremo como se observa cumple con el Loss Budget de los equipos, el cual es de 28 dB.

En caso de que los clientes se ubicasen a una mayor distancia, los elementos constructivos no cambiarán, excepto en primera instancia por los empalmes introducidos por la necesidad de empalmar bobinas de cable, las cuales tienen una longitud de 4km. A partir de esto es posible calcular la distancia máxima alcanzable, la cual resulta de la distancia (más empalmes de bobinas) con la que se alcanza la atenuación admitida de 29 dB, esta resulta ser de aproximadamente 37 km más los 1985 metros hasta este punto, por lo cual la distancia alcanzable en esta alternativa es de 40 km.

⁴⁶http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf

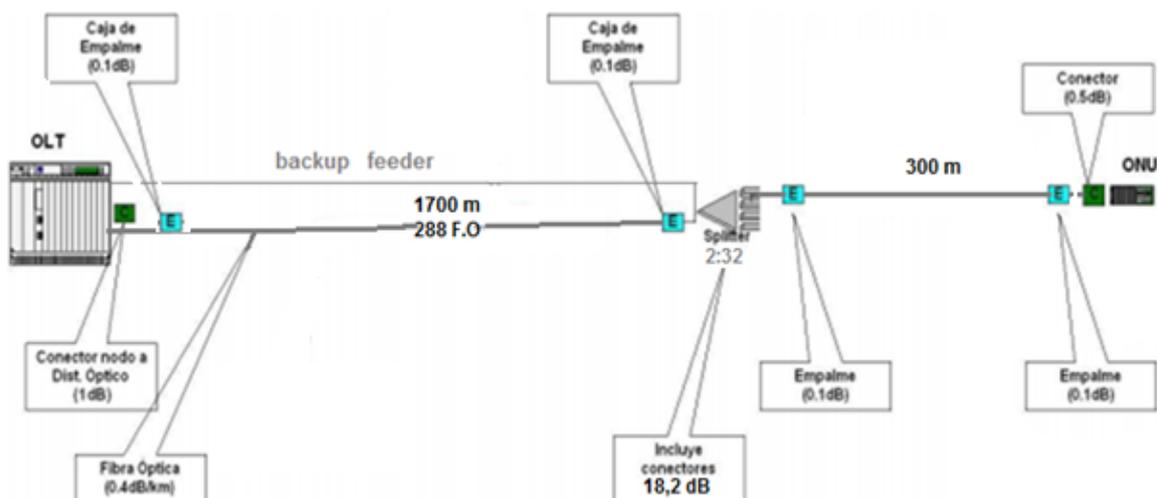


Figura 12. Esquema de las distancias correspondientes al cliente más lejano, para un peor caso.

Fuente: Ing. Marcelo Abreu memoria de trabajo de difusión científica y técnica.

Cabe mencionar que la norma establece una distancia máxima de 20 km pero considera más etapas de splitters.

Ventajas y desventajas de esta alternativa:

Ventajas

- Permite mayores anchos de banda por cliente que la alternativa 1, ya que en el uplink resulta un ancho de banda promedio máximo por cliente de 63+63 Mbps (uplink y downlink) en forma simultánea.
- La distancia admitida es mayor que en la alternativa 1 por disponer solo una etapa de splitters y menos accesos por puerto PON.
- “Se hace un uso más eficiente de los recursos respecto a la alternativa 2, tanto de la fibra óptica como de los equipos, y por lo tanto es menos costosa.
- Cada caja de splitters intermedio “abarca” la zona de una CD de cobre lo que facilitaría y simplificaría el vuelco en caso de ser este masivo.
- Con esta solución se toma con un cable de 120 FO alrededor de 840 servicios, número de servicios similar al usado para dimensionar un cable de cobre de 1400”. De esto surge que en la mayoría de los casos la sustitución sería 1 a 1.
- El splitting final (y drop box) de relación 1:8 (por cada elemento terminal 8 servicios) se asemeja a la realidad que hoy tiene la Planta Externa de

cobre donde generalmente los elementos terminales (cajitas de dispersión) atienden 10 servicios posibles.

Desventajas

- Se tiene una mayor ocupación de ductos que la alternativa 1 por la menor concentración de servicios.
- Es una tecnología nueva y requiere un mayor esfuerzo de capacitación y adaptación de las estructuras operativas.
- Tiene costo mayor que la alternativa 1 por hacer un uso menos eficiente de los recursos de la red por la menor concentración de servicios⁴⁷.

FTTH	FTTC
<p>“Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enorme capacidad de transmisión de información • Baja atenuación, largas distancias sin repetidores⁴⁸ • Bajo peso, facilita la instalación • Mayor seguridad, mayor resistencia a la interferencia electromagnética • Menor degradación de la señal • Mayor alcance de cobertura hasta 20 Km • Red completamente pasiva sin necesidad de instalar equipos activos en la planta externa 	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de reemplazar solo la red primarias/troncal • No es necesario alimentación eléctrica extra en el hogar para mantener la conexión <ul style="list-style-type: none"> • No es necesario la intervención de personal experto ni equipos de alta tecnología, para intervenir las conexiones en los hogares • Se puede expandir las conexiones de forma fácil
<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Migración de toda la red de actual /existente ○ Necesidad de personal capacitado ○ Dificultad y costo de reparación y mantenimiento 	<p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ofrecen una velocidad de línea de bajada de hasta 45 a 100 Mbps, una velocidades de subida de 17 a 25 Mbps ○ Mantenimientos continuos de las MDU (Multi Dwelling Unit, Unidad de demultiplexacion múltiple)

⁴⁷ <http://186.42.96.211:8080/jspui/bitstream/123456789/154/1/TESIS%20GPON.pdf>

⁴⁸ http://es.slideshare.net/jcbenitezp/ftth-tecnored-v20-17071629?%20next_slideshow=1

<ul style="list-style-type: none"> ○ Se pierde la conexión en caso de que se corte el suministro eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Necesidad de conexiones eléctricas en las MDU's ○ Necesidad de instalar equipos activos en la planta externa
---	---

Tabla 02. Cuadro Comparativo.
Fuente: Ing. Juan Domínguez

	FTTC	FTTH
Costo red externa	Medio	Medio/Alto
Apto para IPTV	✓	✓
Ancho de Banda por usuario	40 Mbps	40 a 1.25Gbs
Costo del equipo de Cliente	Medio	Medio/Alto
Red Totalmente pasiva (sin necesidad activos en planta externa)	✗	✓
Duración de la red de planta externa	10 años	30 años ó mas
Loop de Abonado	300m	20kms
Soporte para NGN	✗	✓
Velocidad independiente de la distancia hasta el usuario	✗	✓
Inmune a ruido, Interferencia, y otros factores eléctricos	✗	✓
Costo del mantenimiento de la red (OPEX)	Medio	Bajo
Preparada para nuevos servicios de gran ancho de banda	✗	✓
Apta para servicios de HDTV	✓	✓
Apta para Video On Demand	✗	✓
Apta para Juegos Online a alta velocidad	✗	✓
Apta para Servicios de Vigilancia/Seguridad	✗	✓
Ancho de Banda de subida simétrico	✗	✓
Consumo de electricidad	Alto	Bajo

FIGURA 13. FTTC VS FTTH⁴⁹

Fuente: Ing. Juan Domínguez modificado por Gabriel Alarcón y Edwin Medina

⁴⁹ http://es.slideshare.net/jcbenitezp/ftth-tecnored-v20-17071629?next_slideshow=1

“FTTH es la única red que puede satisfacer la demanda de ancho de banda (BW) de los usuarios en el futuro”⁵⁰.

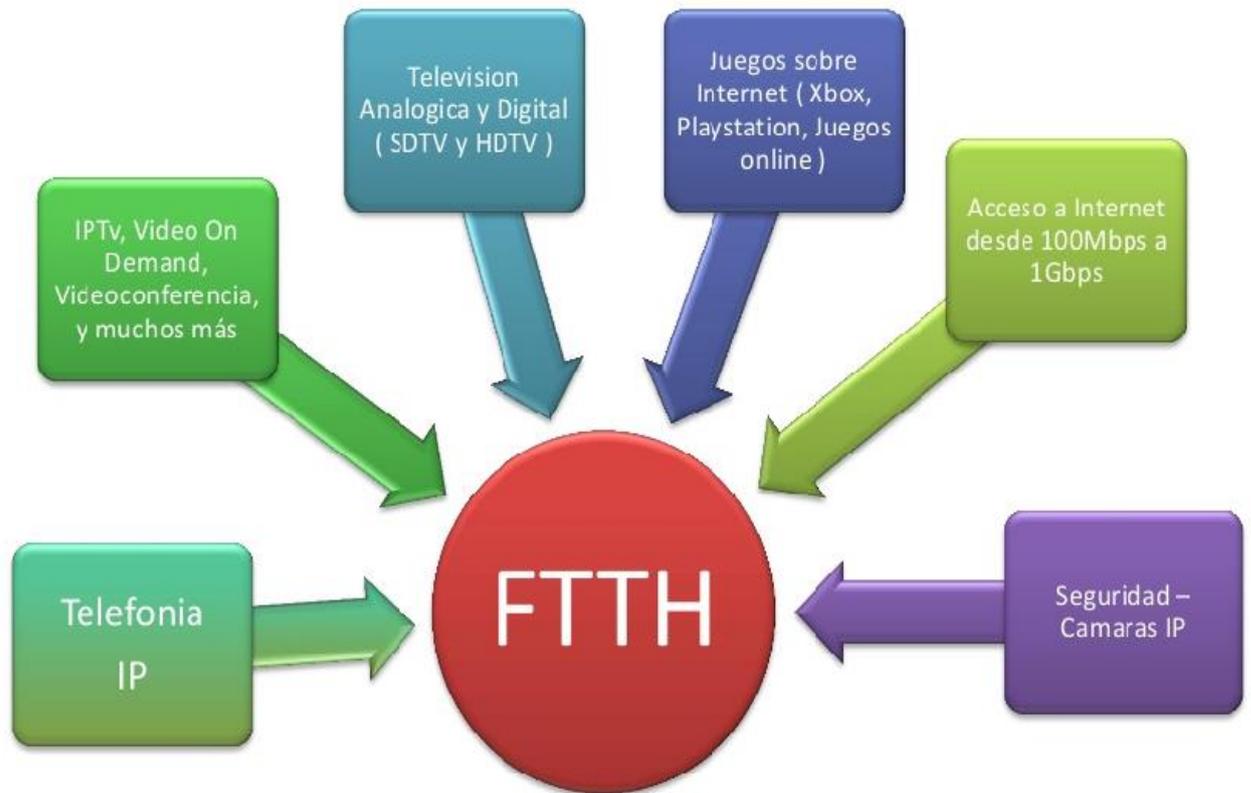


Figura 14. FTTH y su gran abanico de servicios.⁵¹

Fuente: tecnoredsa.com.ar

⁵⁰ http://es.slideshare.net/jcbenitezp/ftth-tecnored-v20-17071629?%20next_slideshow=1

⁵¹ http://es.slideshare.net/jcbenitezp/ftth-tecnored-v20-17071629?next_slideshow=1

II. METODOLOGÍA

“Fue de tipo **cualitativo**, porque se basó en la toma de muestras empleando métodos de recolección de datos”⁵².

El presente proyecto de investigación, Evaluación de las tecnologías FTTC y FTTH acorde a la demanda de servicios, voz, datos, Vo-ip, ip-tv para su futura implementación en la red de CNT de la ciudad de Riobamba, tuvo un nivel **comparativo** debido a que se realizó la comparación científica técnica de las dos tecnologías en estudio.

2.1. TIPO DE ESTUDIO

2.1.1. *INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA*: “Proporcionó conocimiento sobre el tema referente a las Redes de Distribución Óptica”⁵³, FTTC Y FTTH como objeto de investigación además se sustentó la información mediante el análisis de libros, internet, revistas, documentos digitales entre otros.

2.1.2. *INVESTIGACIÓN DE CAMPO*: “Llegó al foco mismo del inconveniente, obtuvo datos precisos y concretos acerca del problema de calidad y capacidad de cobertura de la red de datos actual en los sectores de la Condamine y norte de la ciudad de Riobamba, la herramienta más adecuada fue una encuesta, con la cual se recurrió a una parte de la población de acuerdo a la muestra calculada, ayudó a tabular los datos necesarios como punto de partida para la solución del problema tecnológico”⁵⁴.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Esta investigación va dirigida a todos los habitantes de la ciudad de Riobamba que cuentan o desearían contar con el servicio prestado por parte de la CNT-EP Riobamba, ya sea para zonas residenciales o zonas comerciales.

Para obtener la muestra contamos con un estimado del 80% de la población de familias que cuentan con servicios prestado por parte de CNT-EP Riobamba lo cual nos da un estimado de 26.263 familias.

De acuerdo a una muestra no aleatoria y con este número aproximado se procede a calcular a través de la fórmula del cálculo de la muestra a poblaciones finitas dándonos un muestreo puramente estadístico.

⁵² http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

⁵³ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

⁵⁴ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

2.2.1. HIPÓTESIS

a) HIPOTESIS GENERAL.

El análisis de la red y demanda de servicios de la empresa CNT-Riobamba permitirá en base a la comparación de las tecnologías de telecomunicaciones FTTC y FTTH seleccionar la red eficiente para los servicios fijos de alta velocidad que se brindaran a largo plazo.

b) HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

El análisis de la red y demanda de servicios que oferta la empresa CNT-EP Riobamba permitirá seleccionar la red más eficiente y acorde para la ciudad.

c) HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

La tecnología FTTC es más eficiente que FTTH para los servicios fijos de alta velocidad.

2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Tipo	Definición	Indicadores	Técnica	Instrumento
Análisis de la red y demanda de servicios	Independiente	Es el estudio y requerimiento de las conexiones del empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta y demanda de servicios Actual • Satisfacción del abonado 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis documental de contenidos • Observación • Encuesta • Entrevista 	<ul style="list-style-type: none"> • Registros. • Fichas técnicas. • Informes técnicos. • Guía de encuestas. • Cuestionarios. • Libreta de notas.
Red eficiente para los servicios fijos de alta velocidad	Dependiente	Se trata de tecnologías de telecomunicaciones para transporte de datos a alta velocidad.	<p>Comparación de Tecnologías FTTC y FTTH, con proyección a 10 años de los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tráfico • Ancho de banda • Atenuaciones • Interferencias • Equipos de Comunicaciones • QoS 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis documental de contenidos • Observación • Proyección 	<ul style="list-style-type: none"> • Registros. • Fichas técnicas. • Informes técnicos. • Cuadros comparativos. • Cálculos (formulas).

TABLA 03. Operacionalización de variables

2.4. PROCEDIMIENTOS.

Para la evaluación de las tecnologías se realiza el estudio de cada una de ellas en forma individual, para entender sus características, estándares, diseños y sus normas técnicas por lo cual se analiza exhaustivamente documentación y archivos técnicos científicos los cuales facilitaran el entendimiento de cada tecnología para conocer de mejor manera el funcionamiento y operatividad de cada una de ellas.

Para lo cual se indaga a través de libros, publicaciones científicas y estudios realizados por otras universidades de las tecnologías FTTC y FTTH, a la vez asistir a capacitaciones de las tecnologías FTTx dictadas por la empresa CNT-EP nacional, y empresas transnacionales proveedoras de equipos para la implementación de este tipo de tecnologías como son Huawei Global Electric entre otras. Lo cual permite comprender de mejor manera el funcionamiento y características de cada tecnología.

También se toma en cuenta, aunque no es de gran relevancia las experiencias de otros países, la puesta en marcha en ciudades este tipo de tecnologías y la acogida que se ha derivado a través de la demanda, debido a la gran calidad de los servicios ofertados y el desempeño de las tecnologías, a través de la evolución de las telecomunicaciones.

En cuanto a los estudios realizados de las tecnologías FTTH y FTTC se observa una gran cantidad de información la cual se analiza y entiende por aspectos y experiencias de otros países y ciudades que de una u otra manera han tenido este tipo de infraestructura implementada, obteniendo así sus experiencias y ayudando a entender cada una de las tecnologías.

Una vez realizada la recolección de información y el entendimiento por separado de las tecnologías FTTC y FTTH, se analiza las características más relevantes y las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Entendiendo esto se procede a analizar la infraestructura necesaria que se deberá tomar en cuenta para su funcionamiento y operatividad en la ciudad de Riobamba.

En cuanto a la infraestructura necesaria para cada una de las tecnologías es necesario verificar, tanto en planta externa como interna los equipos en centrales y nodos y el tipo de red a desplegarse tomando en cuenta el tipo de tecnología para su futura implementación.

Cabe recalcar en cuanto a las tecnologías, la infraestructura es muy diferente para FTTC y FTTH, por lo cual se va analizar las modificaciones que se debe realizar en los accesos existentes en la infraestructura, tanto en planta externa como interna y equipos que se deben adquirir para su funcionamiento.

Para el análisis y diseño de red de planta externa, se realiza el levantamiento de información, del estado de la red actual y la disposición del sistema de canalización y posterior existente, ubicación y estado de armarios y cajas de dispersión de red secundaria.

Ya que la ciudad tiene sectores con mayor demanda “siendo los sectores norte y este de la ciudad de Riobamba, comprenden Distribuidores del Nodo Mercado Oriental, Riobamba Norte y MSAM Media Luna entre otros⁵⁵”. Y como principal desventaja, “la infraestructura de cableado obsoleta, desactualizada y atenuada, motivo por el cual más allá de los años de implementación los múltiples empalmes debido a cortes y rupturas generados por las empresas municipales por consecuencia de la remodelación urbana⁵⁶”. Razón por la cual limita a la CNT-EP Chimborazo el poder brindar a sus abonados un servicio adecuado en lo que tiene que ver en cuanto a telefonía fija, internet, los mismos que no van a la par con las tecnologías de comunicación y transporte de datos actuales, adicionalmente poder brindar servicio de IPTV en un futuro.

En redes de cobre generalmente se dan problemas, como intermitencia en la señal de datos, buffering, etc. y hacen que la comunicación (el intercambio de información) y la calidad de los servicios prestados no sean lo propuesto (ofertado) ya que la empresa ofrece un ancho de banda de 4 Mbps pero esto se divide para 8 clientes que se conectan a la caja de dispersión. Su principal inconveniente es que este tipo de tecnología (par de cobre) no está pensado para la transmisión de datos de alta velocidad y por tanto la calidad de la transmisión depende mucho de la calidad del propio servicio y tecnología, dificultando en muchos casos ofrecer las velocidades que la tecnología ADSL permite. Otro factor que influye drásticamente en las prestaciones de la conexión ADSL es la distancia entre el abonado y la central. Cuanto mayor sea esta distancia más se reducen las prestaciones, haciendo prácticamente inviable su uso para distancias a partir de 5 Km (sin repetidores) para transmisión de voz y 300 m para transmisión de datos de alta velocidad (ejemplo IPTV).

Para el análisis de planta interna se verifica las centrales, nodos y AMG tanto en estado y espacio existente para la disponibilidad de equipos a su futura implementación en las redes de acceso.

Obtenida toda esta información se procede al análisis por separado de cada una de las tecnologías.

En cuanto a la tecnología FTTC para su implementación es necesario la adquisición de equipos y materiales como son:

- OLT
- FEEDER
- ARMARIOS EQUIPADOS CON MDU's Y BANCOS DE BATERIA
- CABLE DE COBRE (PAR TRENADO RED SECUNDARIA)
- CAJAS DE DISPERSION
- RED DE DISPERSION (CABLE NEOPRENO)
- MODEM XDSL

⁵⁵ Informe jefatura de negocios versión 1.0, Ing. Liliana Vinueza **JEFE COMERCIAL PROVINCIAL (e)** 16 de Junio de 2014.

⁵⁶ Informe Planta Externa, Ing. Julio Cujilema **JEFE TECNICO DE PLANIFICACION – CHIMBORAZO.**

Como se comprueba en el análisis para planta externa los armarios existentes desplegados no son aptos para el despliegue de la red FTTC debido a que son de un espacio muy reducido y no cuenta con sistema de energía. A demás de esto la red secundaria está saturada en muchos de los sectores y en muchos de estos ya han cumplido con su periodo de vida útil, lo cual se debe cambiar para contar con un servicio de calidad y trabajar bajo las normas y estándares establecidos.

También se realiza mediciones y se comprueba el estado de los equipos para tener en cuenta la capacidad de funcionamiento y operatividad de los mismos, teniendo así una noción del estado en el cual se empezara el despliegue de esta tecnología de ser el caso. (VER ANEXO 1)

En cuanto a la tecnología FTTH para la implementación será necesario los siguientes equipos y materiales:

- OLT
- FEEDER
- SPLITTERS
- MANGA DE EMPALME
- CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- NAPS
- RED DE DISPERCION (CABLE DROP FO)
- ONU

Para la implementación de planta externa constatada no se necesita mayor cosa más que solo el sistema de canalización y posterío ya que al ser una red puramente pasiva, no requiere de armarios ni equipos con alimentación eléctrica en planta externa.

Se realiza mediciones de enlaces de última milla (punto a punto) para comprobar la calidad del medio de comunicación como es la fibra óptica y comprobar la calidad del enlace, debido a que este es un ejemplo muy claro de cómo se trabajara con la tecnologías de red FTTH, con la pequeña diferencia que este es un enlace punto multipunto y que en la etapa de los splitters se divide la señal óptica proveniente de una fibra para varias otras. (VER ANEXO 2)

Otra diferencia en los enlaces punto a punto y punto multipunto es la perdida en el splitters 1:32 que viene siendo la única pérdida considerable en el enlace, que es de 17 dB, pero aun así se consigue brindar servicios de alta calidad a clientes que se encuentran a distancias de hasta 20 km de la central, cosa que con otro tipo de tecnología no es posible.

Esta tecnología, como es FTTH en el mejor de los casos no se reutiliza ninguna red existente y todo el despliegue de la red será con equipos y materiales absolutamente nuevos, excepto el sistema de canalización y posterío que es por donde se despliega en su totalidad toda la nueva red si es el caso.

El análisis de la red y demanda de servicios, muestra los siguientes indicadores.

El tráfico y atenuación.- que ya se han medido con anterioridad por parte del personal técnico de la empresa CNT-EP Chimborazo, datos que reposan en documentos técnicos en la empresa, con el análisis de datos se verifica que la red actual no es lo suficientemente robusta para soportar la demanda existente por los usuarios.

El ancho de banda (BW).- se procede a realizar el análisis con el software speed-test de un usuario, los resultados que se obtienen no son lo esperado para soportar nuevos servicios debido a que la infraestructura de red actual y los equipos por su naturaleza no están aptos para soportar cambios en crecimiento y regeneración de las tecnologías.

Interferencia.- como bien es conocido el par de cobre por su naturaleza es susceptible a interferencias electromagnéticas de diversas índole, ruido, etc. Esta información se obtiene de libros y documentos científicos técnicos, (fundamentos de la teoría electromagnética Peter Abel).

A través de informes del departamento técnico, servicio al cliente y el departamento de marketing y ventas, se logra constatar el estado de la calidad de servicio, la satisfacción de los abonados, la demanda de los sectores donde que se está brindando los servicios, lo cual ayudara para la realización de las encuestas, entrevistas y observar la satisfacción con la calidad de los servicios ofrecidos en la actualidad.

A demás de los informes y de la constatación que se realiza en cuanto a las mediciones de indicadores y observación de campo para verificar el funcionamiento de la red, se realiza un análisis de diseño previo para verificar el tipo, calidad y zona de cobertura que tendrá cada una de las tecnologías en la ciudad de Riobamba. (VER ANEXOS 3)

La tecnología actual de la red de transporte de datos de CNT – EP Riobamba, tiene la desventaja de no poder crecer en capacidad y a la vez agregar más servicios a sus abonados, razón por la cual posee una cierta capacidad física de clientes y por lo tanto no puede aumentar su zona de cobertura. “Se detalla la cantidad total de clientes activos de telefonía (12817) e internet (7338) en todos estos sectores (distritos 41 y 42), quienes serán nuestros clientes a ser migrados, y estableciendo el crecimiento anual de acuerdo al Plan Estratégico Empresarial”⁵⁷.

Otro problema más notorio con el internet es la intermitencia y lentitud del servicio, por razones de que muchas líneas (red de los distritos 40) son antiguas, habiendo cumplido con su vida útil, presentan atenuaciones por encima de las permitidas y no permiten altas velocidades. El no contar con puertos disponibles, limita las operaciones de la empresa, sumando un

⁵⁷ Informe jefatura de negocios versión 1.0, Ing. Liliana Vinueza **JEFE COMERCIAL PROVINCIAL (e)** 16 de Junio de 2014.

inconveniente más es el no tener disponibilidad de red secundaria para la apertura de nuevos puertos, y esto perjudica a los clientes ya que deben esperar a que un cliente ya no desee los servicios, para así poder acceder a una línea de abonado o servicio disponible, quedando 1675 clientes que aún no disponen del servicio de internet por las causas expuestas anteriormente.

Para el análisis de la red más eficiente para los servicios fijos de alta velocidad, dependiente del análisis de la red y demanda de servicios, se procede con la comparación de las tecnologías FTTC vs FTTH, a través de análisis científico técnicos, zonas de cobertura y costos de cada una para el análisis en la ciudad.

Para el análisis comparativo científico técnico se basa a través de ventajas y desventajas, características, normas, estándares y parámetros de cada tecnología lo cual se realiza una tabla con características relevantes y que engloban de mejor manera y forma resumida los aspectos de cada tecnología estudiada. (VEASE TABLA 17 Y 25)

En cuanto al análisis de las zonas de cobertura realizadas en el diseño previo se puede observar el despliegue que podría tener cada red tanto para FTTC como para FTTH, de esta manera se puede tener una idea más clara de los equipos que se despliegan para la nueva red dando una perspectiva de la inversión que se debe hacer para la implementación. (VEASE ANEXO 3)

También se toma en cuenta la comparación de la infraestructura, ventajas y desventajas de cada una de estas tecnologías, que de acuerdo a entrevistas, y análisis documental de países desarrollados, pueden ir variando y evolucionando conforme la demanda y crecimiento de la población.

En cuanto al análisis de costos se realiza una tabla que consta de una lista de equipos y materiales más relevantes para el funcionamiento de cada una de las tecnologías evaluadas dando una varianza tal es el caso de FTTC con un valor total de \$277.486,45 usd. Y en el caso de FTTH con el valor de \$251.812,11usd. (VEASE TABLA 21)

Estos valores no contemplan materiales pequeños como herrajes, porta reservas, preformados y demás materiales de aseguramiento para la red de despliegue, además los valores incrementan para la puesta en marcha o funcionamiento de operación de la red y sus respectivos mantenimiento en el caso de FTTC como son con los armarios activos.

Las encuestas se realizan a la población con el objetivo de conocer el interés, opinión, de la ciudadanía en cuanto a los cambios y mejoras de servicios, para abastecer la demanda de más usuarios y servicios de calidad y garantizar la interoperabilidad sin perder la conexión.

Las encuestas se las realiza en diferentes puntos de la ciudad, ubicados especialmente donde se encuentra la mayor demanda y conflicto de la red existente para conocer la opinión tanto del servicio y de cómo se pretende mejorar la calidad de los mismos a los clientes y futuros abonados. (VEASE TABLA 04)

Para obtener el número de encuestas a realizar se toma como muestra el 80% del total de familias existentes en la ciudad, las cuales cuentan con el servicio ofrecido por parte de la empresa CNT-Riobamba.

Los encuestados se toma al azar en la ciudad distinguiendo únicamente por el género y siendo estos a las veces todas mayores de edad y dispuestos a colaborar para el mejoramiento del servicio, demanda y satisfacción de los abonados.

La opinión y aceptación de la ciudadanía al cambio y mejora de la infraestructura con la nueva tecnología que brindara un servicio de calidad y abastecerá la demanda de más usuarios.

Esto a la vez será un punto muy relevante para la toma de decisiones a la hora de verificar la mejor tecnología y la puesta en marcha de la misma ya que contara con calidad, estándares y parámetros para ofrecer al abonado un servicio acorde a sus demandas.

A través de esto se pretende obtener una proyección a futuro para su implementación y puesta en marcha de una tecnología de punta y de calidad, con parámetros de calidad y estándares de servicios que certifiquen y garanticen el funcionamiento y rendimiento óptimo de las telecomunicaciones en la ciudad.

No existirá limitante si el cliente necesitara incrementar y satisfacer la demanda de mayor ancho de banda para poder explotar sus servicios de una mejor forma o cambiar de paquete, bastaría con una simple configuración realizada desde una central, además de poder atender a zonas residenciales y comerciales, no será necesario cambiar de infraestructura ni de hacer cambios en la red existente.

“Es importante recalcar que por más de 2 años existe una infraestructura civil como también planta externa en buen estado que no puede entrar en funcionamiento debido a la falta de la planta interna, hay que recalcar que el crecimiento es exponencial en sectores a tal punto que ya yergue centros económicos/financieros que demandan la provisión de nuevas soluciones corporativas, las mismas que podrán ser atendidas con la consecución del presente proyecto, y así cumplir con estándares de clase mundial con respecto a QoS y soluciones tecnológicas de última generación”⁵⁸. Con ello conseguir modernizar la comunicación, mejorar la transferencia de datos, optimizar los medios físicos de transporte de la información de manera que sean eficaces, eficientes y precisos, disponer de tecnologías de transporte de datos actuales, proyectarse a ofrecer nuevos servicios bajo una misma infraestructura.

Hay una gran variedad de información y opinión de todo tipo en cuanto a estas tecnologías, que de acuerdo a expertos del tema pueden ir variando y evolucionando con el pasar de los años y la necesidad de los usuarios.

⁵⁸Anteproyecto técnico, Ing. Franklin Cunalata G. **ANALISTA DE TELECOMUNICACIONES SENIOR AGENCIA CHIMBORAZO - CNT E.P**

2.4.1. "FÓRMULA PARA CÁLCULO DE LA MUESTRA, POBLACIONES FINITAS

Si la población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseamos saber cuántos del total tendremos que estudiar la fórmula sería:

$$n = Z_{\alpha}^2 \frac{N * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

N = Tamaño de la Población

n = Tamaño de la muestra

Z = Valor correspondiente a la distribución de Gauss, $Z_{\alpha=0.05} = 1.96$

q = Prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso desconocerse (p=0.5), que hace mayor el tamaño muestra q = 1-p.

i = error que se prevé cometer si es del 5%, $i = 0.5$ ⁵⁹

Aplicando tenemos:

Donde N=26,263 es el 80% del número de familias, las cuales cuentan con el servicio por parte de CNT-EP en la ciudad de Riobamba, tomando como referencia que son 4 personas por familia.

$$n = (1.96)^2 \frac{26,263 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2(26,263 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 378,62$$

Para lo cual se toma como tamaño de muestra real n=379, encuestas que se aplican en los principales barrios y sectores de la ciudad con mayor aceptación como muestra en la tabla 4.

⁵⁹<http://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-calculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
http://www.bioestadistico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=153:calculo-del-tamano-de-la-muestra-para-estimar-parametros-categoricos-en-poblaciones-finitas&catid=46:calculo-del-tamano-de-la-muestra&Itemid=213

SECTOR	N° DE ENCUESTAS
LOMA DE QUITO	13
LA PRIMAVERA	24
CONDAMINE	29
SAN. ALFONSO	12
SAN MARTIN	14
LOS ALAMOS	18
SAN FRANCISCO	12
ORIENTAL	44
LOS PINOS	14
NORTE	54
LA PANADERIA	14
LA PAZ	19
LIBERTAD	11
BELLAVISTA	11
JUAN MONTALVO	53
DOLOROSA	37

TABLA 04: Sectorización y Aceptación.

Por: Gabriel Alarcón Edwin Medina

La encuesta se realiza para obtener datos reales de la calidad de servicio con las que cuentan en la actualidad y como sería la acogida a los cambios de la infraestructura y la introducción de las nuevas tecnologías tanto en zonas comerciales como en zonas residenciales.

2.4.2. ENCUESTA: ESTUDIO TECNOLOGIAS FTTH VS FTTC

Objetivo: Obtener datos para verificar la aceptación de cambios, de tecnologías y la calidad de servicio brindado, por la empresa CNT-EP Riobamba.

Sector: _____ Sexo del encuestado M__ F__

1. Qué opina de la calidad de los servicios ofertados y prestados por parte de la CNT?
 - a.- Excelente.
 - b.- Bueno.
 - c.- Regular.
 - d.- Malo.

2. Considera que las tarifas, en relación con la calidad de los servicios son.
 - a) a.- Excesivas.
 - b) b.- Normal.
 - c) c.- Bajas.

3. Qué paquete estaría dispuesto a adquirir?
 - a) Paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV / HD & SD + Internet + cámara Vo/Dat)
 - b) Paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV / HD + Internet).
 - c) Paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV / SD + Internet + cámara Vo/Dat).
 - d) Paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV' / SD + Internet).

4. Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (cable). ?
 - a) Si.
 - b) No.

Porque ?.....

5. Qué tipo de conexión le gustaría tener, ADSL (por cobre, sistema actual, FTTC) o FTTH (fibra óptica, con altas prestaciones en calidad, velocidad, etc...)?
 - a) FTTC.(Fibra hasta el armario que se encuentra cerca de su casa).
 - b) FTTH. (Fibra hasta su hogar).

6. Con que servicios cuenta Ud. al momento? Y considera Ud. indispensables para el desarrollo de su diario vivir?
 - a) INTERNET.
 - b) TELEFONIA.
 - c) Televisión pagada.
 - d) Ninguna

.....

7. Realiza Ud. llamadas de larga distancia a través de internet como, video llamadas, llamadas de voz. Y está conforme con la calidad de servicio?
 - a) Si.
 - b) No.

Frecuencia con la que utiliza

8. Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet
 - a) Modem ADSL (línea telefónica).
 - b) Modem (3G, 3.5G, 4G) vía celular.
 - c) Inalámbrica (enlace microondas).
 - d) Cable coaxial (tv-cable)

2.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Las encuestas realizadas tiene como objetivo conocer la aceptación y se realiza tanto a zonas comerciales como a residenciales, para la realización de las encuestas se toma a personas, todas mayores de edad y que cuenten con el conocimiento del trabajo y servicio ofertado por parte de la empresa CNT-EP Riobamba.

La cual se clasifico y se escoge al azar únicamente distinguiendo el sexo del encuestado, lo cual produce la siguiente información:

	HOMBRE	MUJER
SEXO	159	220

Tabla 05. Género del encuestado

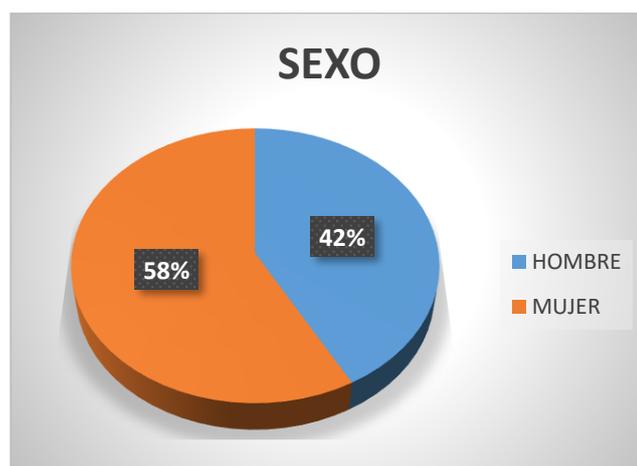


Figura 15. Genero del encuestado.

Obteniendo el 58% más de participación en el género femenino y 42% en el género masculino.

Con esto se observa los diferentes puntos de vista tanto por género y población y la aceptación con que se toma a los cambios de la infraestructura dando su criterio en el servicio prestado y a futuro ofertado con nuevas y mejoradas tecnologías en la empresa CNT-EP Riobamba, según la aceptación y la posibilidad de implementación de las nuevas tecnologías los valores de la población son los siguientes en cuanto a calidad, servicios, operatividad y técnico.

Resultado

1. Qué opina de la calidad de los servicios ofertados y prestados por parte de la CNT?

- a.- Excelente.
- b.- Bueno.
- c.- Regular.
- d.- Malo.

PREGUNTA 1	A	B	C	D
Nº. de personas	58	251	67	3

Tabla 06. Pregunta 1.



Figura 16. Análisis e interpretación pregunta 1

La calificación dada por los encuestados arrojan el siguiente resultado a la pregunta 1 realizada a la ciudadanía tanto comercial como residencial, nos da como resultado mayoritario del 66% que dicen que es bueno los servicios, un 18% creen que es regular, el 15% cree que es excelente y un 1% como un servicio malo. Esto es en cuanto a la calidad y los servicios prestados por la empresa.

Análisis.

Se desea ver la acogida de la población que tiene la empresa CNT-EP Riobamba en cuanto a la calidad y servicios ofertado

2. Considera que las tarifas, en relación con la calidad de los servicios son?

- a.- Excesivas.
- b.- Normal.
- c.- Bajas.

PREGUNTA2	A	B	C
Total	36	326	17

Tabla 07. Pregunta 2



Figura 17. Análisis e interpretación pregunta 2

Esta es la calificación dada por los encuestados arrojando los siguientes resultados de la pregunta 2 realizada a la ciudadanía tanto comercial como residencial, da como resultado mayoritario del 86% que dicen que es normal, un 10% creen que es excesiva, y el 4% cree que es bajo. Esto es en cuanto a los costos con la calidad de servicio ofertado.

Análisis.

A través de esta pregunta se desea conocer cómo ve la población en cuanto a los servicios y su costo por los mismos generando una buena acogida en cuanto a costo beneficio por parte de los encuestados.

3. Qué paquete estaría dispuesto a adquirir?

- e) Paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV'HD&SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- f) Paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV'HD + Internet Pc).
- g) Paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet + cámara Vo/Dat).

h) Paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet).

PREGUNTA3	A	B	C	D
	129	135	54	61

Tabla 08. Pregunta 3

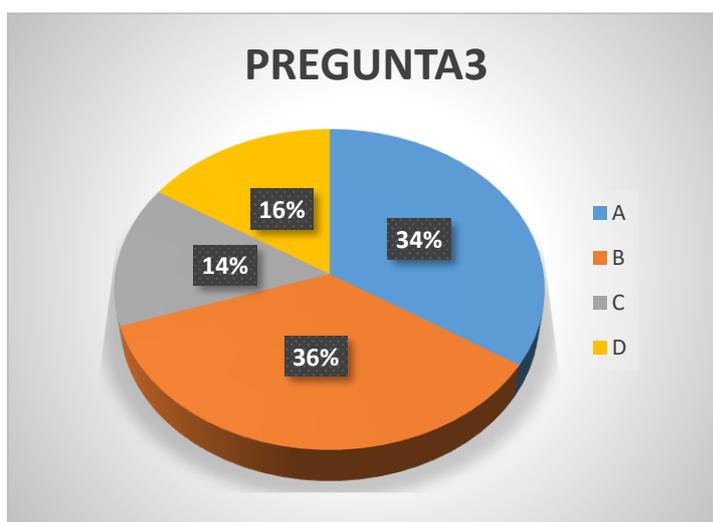


Figura 18. Análisis e interpretación pregunta 3.

La calificación dada por los encuestados arrojan los siguientes resultados de la pregunta 3 realizada a la ciudadanía, da como resultado mayoritario del 36% que desea obtener el paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV'HD + Internet Pc), un 34% que desea obtener el paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV'HD&SD + Internet + cámara Vo/Dat), el 16% que desea obtener el paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet). Y un 14% desea el paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet + cámara Vo/Dat). Esto es en cuanto a los paquetes de los servicios que se ofrecería y la demanda del usuario al adquirirlo.

Análisis.

A través de esta pregunta se quiere conocer la acogida que tendría las nuevas tecnologías atendiendo en los distintos paquetes que se ofrecería a la comunidad y a su vez se da a conocer más servicios que se podría adquirir a través de estos paquetes captando el interés de los encuestados.

4. Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (cable)?

- a). Si.
- b). No.

Porque ?.....

PREGUNTA4	A	B
	354	25

Tabla 09. Pregunta 4

PRECIO	COMODIDAD	ESTETICA	BLANCO
96	93	94	95

Tabla 10. RESPUESTA PREGUNTA 4

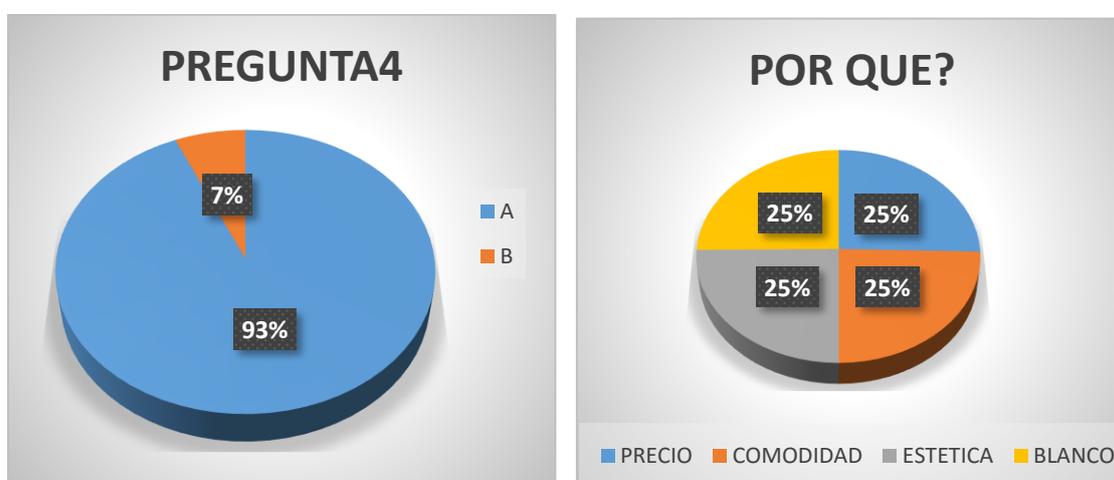


Figura 19. Análisis e interpretación de la pregunta 4

La calificación dada por los encuestados arrojan los siguientes resultados de la pregunta 4 realizada a la ciudadanía tanto comercial como residencial, da como resultado mayoritario del 93% que desea todos los servicios por un mismo medio, y un 7% que no están de acuerdo con recibir los servicios por el mismo medio.

En cuanto al porqué de sus respuestas tenemos una coincidencia en cuanto al precio, comodidad, estética y blancos o sin respuesta todos con el 25% teniendo una ligera variación en cuanto a sus respuestas.

Análisis.

En esta pregunta nos damos cuenta la acogida y aceptación que tiene el recibir todos los servicios y paquetes por un mismo medio de comunicación con la nuevas tecnologías que nos brindan esta opción, ya sea por precio, comodidad, estética u otro aspecto que los encuestados se han manifestado.

5. Qué tipo de conexión le gustaría tener, ADSL (por cobre, sistema actual, FTTC) o FTTH (fibra óptica, con altas prestaciones en calidad, velocidad, etc...)?

- a). FTTC. (Fibra hasta el armario que se encuentra cerca de su casa).
- b). FTTH. (Fibra hasta su hogar).

PREGUNTA5	A	B
	73	305

Tabla 11. Pregunta 5



Figura 20. Análisis e interpretación pregunta 5.

La calificación dada por los encuestados arrojan los siguientes resultado de la pregunta 5 realizada a la ciudadanía tanto comercial como residencial, da como resultado mayoritario del 74% que desea la tecnología FTTH, y un 26% desea la tecnología FTTC. Ya sea por su velocidad y dimensionamiento de dicha tecnología.

Análisis.

Es la pregunta más directa de la encuesta hecha para la población para poder ver cuál es la aceptación de las tecnologías y cual estarían de acuerdo que funcione con la que se podría trabajar en la empresa CNT-EP Riobamba para su futura implementación en la ciudad.

6. Con que servicios cuenta Ud. al momento? Y considera indispensables para el desarrollo de su diario vivir?

- a). INTERNET.
- b). TELEFONIA.
- c). TELEVISIÓN PAGADA.
- d). NINGUNA

PREGUNTA6	3SERVICIOS	2SERVICIOS	INTERNET	TELEFONIA	TV-PAGA	NINGUNA
	119	113	97	16	10	24

Tabla 12. Pregunta 6.

INTERNET	TELEFONIA	TV PAGADA	TODOS
52	29	16	282

Tabla 13. Respuesta Servicio Indispensable

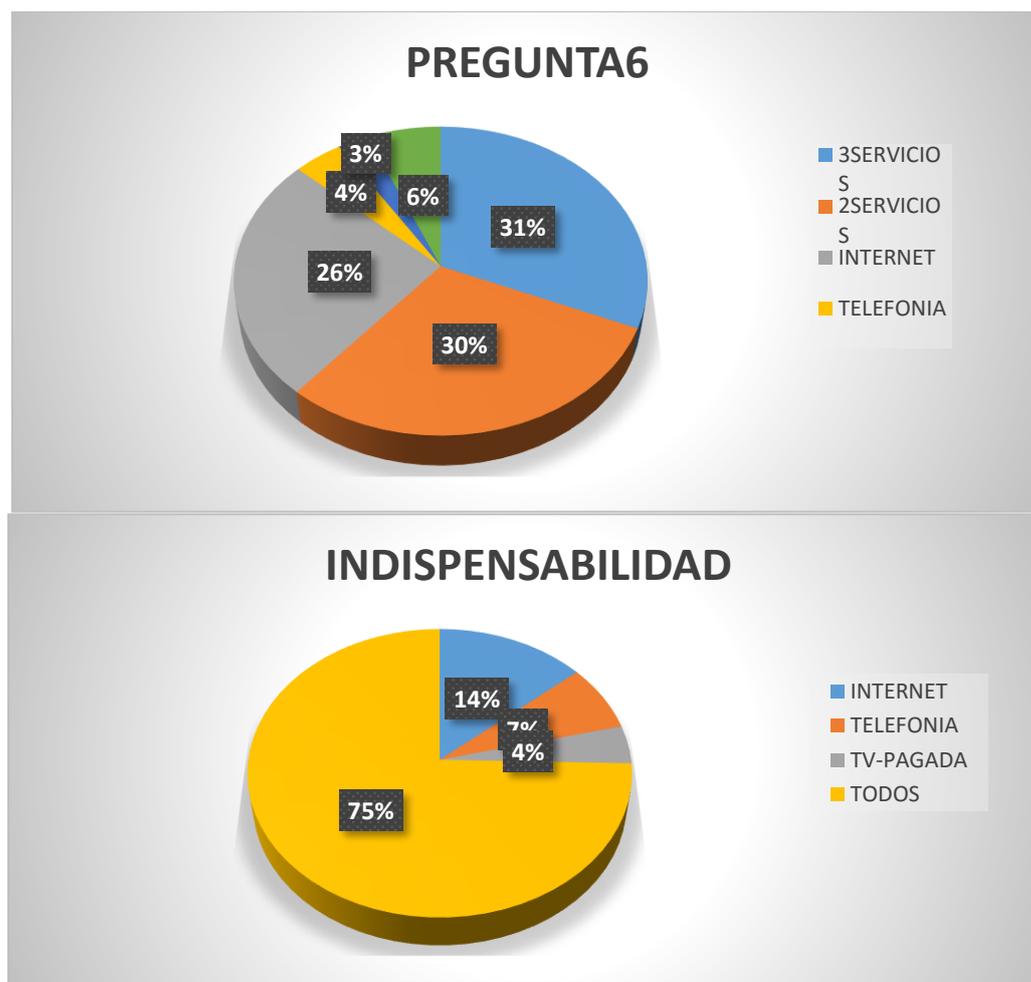


Figura 21. Análisis e interpretación pregunta 6.

La calificación dada por los encuestados arrojan los siguientes resultado de la pregunta 6 realizada a la ciudadanía tanto comercial como residencial, da como resultado con un 31% cuenta con los 3 servicios, un 30% cuenta con los 2 servicios, un 26% cuenta con solo internet, un 4% cuenta con solo telefonía, el 3 % cuenta con solo tv de paga y un 6% de la población encuestada no posee el servicio por falta de infraestructura y no se ha podido abastecer o atender con los diferentes servicios. En cuanto a la indispensabilidad contamos con el 75% que necesita de los 3 servicios para el diario vivir, el 14% piensa que el internet es más indispensable, un 7% cree que el teléfono sigue siendo indispensable y un 4% cree que la tv de paga es indispensable para el diario vivir.

Análisis.

A través de esta pregunta queremos ver que tan factible y aceptable es por parte de los encuestados la contratación de los paquetes que ofrece las empresas y tener un dato muy relevante sobre la aceptación de los servicios para el consumo de su diario vivir en cuanto a las telecomunicaciones con esto tendríamos el detalle de los servicios más consumidos por parte de los clientes.

7. Realiza Ud. llamadas de larga distancia a través de internet como, video llamadas, llamadas de voz. Y está conforme con la calidad de servicio?

a). Si.

b). No.

Frecuencia con la que utiliza

PREGUNTA7	A	B
	169	210

Tabla 14. Pregunta 7

DIARIO	SEMANTAL	QUINCENAL	MENSUAL	BLANCO
46	41	19	39	24

Tabla 15. Respuesta frecuencia

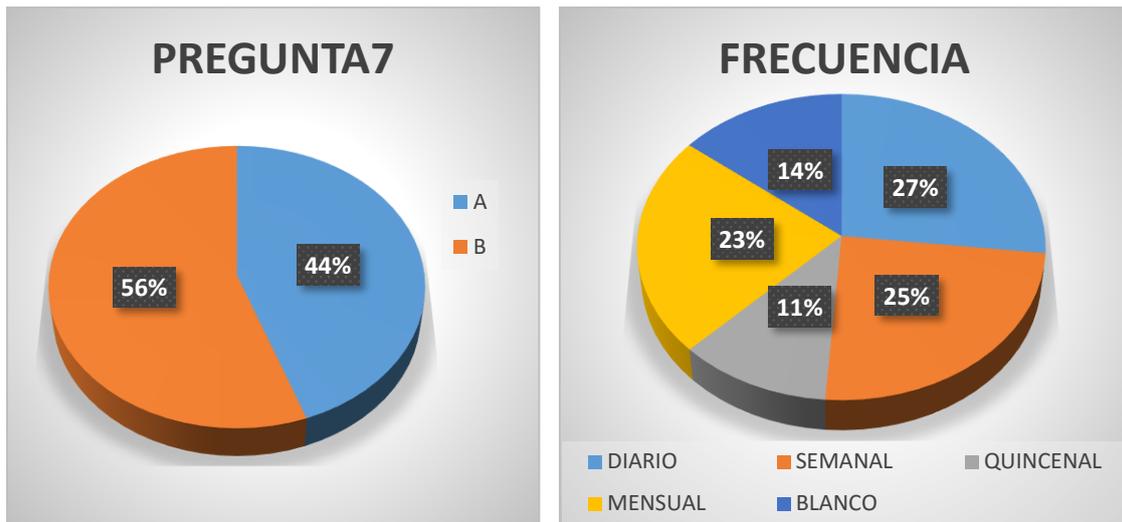


Figura 22. Análisis e interpretación pregunta 7.

La calificación dada por los encuestados arrojan los siguientes resultado de la pregunta 7 realizada a la ciudadanía tanto comercial como residencial, da como resultado mayoritario del 56% que solo utiliza el internet en forma tradicional, y un 44% lo utiliza de mejor manera explotando los beneficios de velocidad y dimensionamiento del ancho de banda.

Análisis.

En esta pregunta se quiere apreciar cuan utilizado es el ancho de banda y sus distintas formas de explotación para poder verificar si la población necesita servicios de mayor velocidad a la hora de sus conexiones y distintas formas de comunicación para que estas no afecten a la hora de su utilización.

8. Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet

- a) Modem ADSL (línea telefónica).
- b) Modem (3G, 3.5G, 4G) vía celular.
- c) Inalámbrica (enlace microondas).
- d) Cable coaxial (tv-cable)

PREGUNTA8	ADSL	MOVIL	ENLACE	TV-CABLE	NINGUNA	2 O MAS
	211	48	56	13	20	30

Tabla 16. Pregunta 8.



Figura 23. Análisis e interpretación pregunta 8.

La calificación dada por los encuestados arrojan los siguientes resultado de la pregunta 8 realizada a la ciudadanía tanto comercial como residencial, da como resultado con un 56% cuenta con servicio de ADSL, un 15% cuenta con servicio a través de enlace, un 13% cuenta con servicio móvil, un 8% cuenta con 2 o más operadoras que prestan el servicio de conexión, el 5% no cuenta con ningún operador que se le brinde el servicio por falta de infraestructura y un 3% posee el servicio a través de cable (tv-cable).

Análisis.

Con esta pregunta se desea ver la acogida que tiene y que tan saturada esta la red además del servicio con que los encuestados cuentan en la actualidad para poder satisfacer la necesidad de comunicación e información.

2.6. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Se procede con el método “estadístico descriptivo” para la comprobación de las hipótesis.

“**Estadística Descriptiva** ayuda a comprender la estructura de los datos, de manera de detectar tanto un patrón de comportamiento general como apartamientos del mismo. Una forma de realizar esto es mediante gráficos de sencilla realización e interpretación. Otra forma de describir los datos es resumiendo los datos en uno, dos o más números que caractericen al conjunto de datos con fidelidad.

Explorar los datos permitirá detectar datos erróneos o inesperados y nos ayudará a decidir qué métodos estadísticos pueden ser empleados en etapas posteriores del análisis de manera de obtener conclusiones válidas”⁶⁰

⁶⁰ http://www.dm.uba.ar/materias/probabilidades_estadistica_C/2004/1/PyEC12.pdf

“Estadística Descriptiva

Examinar los datos en forma descriptiva con el fin de:

- Organizar la información
- Sintetizar la información
- Ver sus características más relevantes
- Presentar la información”⁶¹

COMPROBACION DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

Para la comprobación de la hipótesis específica 1 se procede con el análisis de los datos de las características más relevantes (VER TABLA 17)

CARACTERISTICAS RELEVANTES	FTTC	FTTH
APTO PARA IPTV	SI	SI
RED PASIVA SIN ELEMENTOS ACTIVOS EN PLANTA EXTERNA	NO	SI
SOPORTE REDES DE NUEVA GENERACION (NGN)	NO	SI
VELOCIDAD INDEPENDIENTE DE LA DISTANCIA DEL ABONADO	NO	SI
INMUNIDAD A RUIDO, INTERFERENCIAS, Y OTROS FACTORES ELECTRICOS	NO	SI
PREPARADA PARA NUEVOS SERVICIOS DE GRAN ANCHO DE BANDA	NO	SI
IPTV EN HD	SI	SI
VIDEO ON DEMAND	NO	SI
SERVICIOS ONLINE DE ALTA VELOCIDAD (JUEGOS, VIDEOCONFERENCIAS, ETC)	NO	SI
SERVICIOS DE VIGILANCIA/SEGURIDAD	NO	SI
ANCHOS DE BANDA SIMETRICOS	NO	SI

Tabla 17: variables comprobación hipótesis 1.

Estadísticamente, a partir de los 11 puntos expuestos y el análisis de la demanda con las encuestas, preguntamos.

¿El análisis de la red y demanda de servicios que oferta la empresa CNT-EP Riobamba permitirá seleccionar la red más eficiente y acorde para la ciudad?

VALIDACION DE LA HIPOTESIS ESPECIFICA 1.

De acuerdo a lo expuesto en la tablas 17 y los resultados de las encuestas aplicadas se analiza y procesa la información validando la hipótesis 1.

⁶¹ http://www.dm.uba.ar/materias/probabilidades_estadistica_C/2004/1/PyEC12.pdf

- La tecnología FTTC tiene un valor de 2/11 dando un grado porcentual del 18,18% de valor nominal de aceptación y de esta manera probamos que la tecnología FTTC no es apta para la ciudad de Riobamba.
- En cuanto a la tecnología FTTH el valor es de 11/11 teniendo un grado porcentual del 100% del valor de aceptación, demostrando que esta tecnología es la más aceptada por la ciudadanía para la ciudad de Riobamba.
- En cuanto a las encuestas realizadas a la ciudadanía pregunta N°5 de la encuesta realizada, la acogida de FTTC es del 26%, mientras que la de FTTH es de 74%, parámetros de aceptación tomados en cuenta para la demanda y eficiencia del servicio por parte de la ciudadanía.

De esta manera se concluye que la hipótesis es verdadera, para este caso la tecnología de mayor acogida por la ciudadanía sería con la tecnología FTTH.

COMPROBACION DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

Cálculo enlace FTTH.

La atenuación total del enlace figura 12:

$$at = LaL + neae + ncac + as$$

Donde:

L = longitud del cable en Km.

aL = coeficiente de atenuación en dB/Km

ne = número de empalmes

ae = atenuación por empalme

nc = número de conectores

ac = atenuación por conector

as = atenuación en splitters óptico dB

Las pérdidas en los empalmes se encuentran por debajo de 0.1 dB/Km no superan 0.5 dB/Km.

Se realiza los cálculos de atenuaciones del enlace para el sector del distrito 41 para el peor de los casos, los datos obtenidos para el cálculo se detallan a continuación:

La distancia del enlace es de 2Km, con un número máximo de cuatro empalmes, existen dos conectores, considerando un splitters de 2:32.

$$at = LaL + neae + ncac + as$$

$$at = \left(\frac{0,22dB}{Km}\right) * (2Km) + (4 * 0,1dB) + (2 * 0,5dB) + 18,2dB$$

$$at = 20,04dB$$

Será la atenuación máxima permisible para degradaciones futuras del enlace.

Las atenuaciones del cable de fibra óptica son de 0,35 dB/km, sabiendo que el estándar de pérdidas para las redes FTTH es de 28 dB en el peor de los casos.

“En las redes comúnmente usadas las cuales son de cable de cobre (red FTTC) con tecnología xDSL se produce un cuello de botella entre el distribuidor del servicio de comunicaciones y el usuario, pues estos dispositivos trabajan a velocidades de entre 8Mbps a 50Mbps, considerablemente inferior a la capacidad de entrega de datos que podría tenerse si se continuara con una red de última milla (FTTH).

Una red FTTH apunta a transmisiones con velocidades mayores o iguales a 1.2Gbps, en sistemas Gpon se identifica dos velocidades de trasmisión las cuales se puede combinar siendo simétrica o asimétrica

- 1,2 Gbps de subida – 2.4 Gbps de bajada (asimétrica).
- 2.4Gbps de subida y bajada (simétrica).

Siendo la forma asimétrica la más comúnmente usada en implementaciones reales de redes FTTH”⁶².

Frecuencia (MHz)	Atenuación (dB/100m)
1	1,1
4	2,2
16	4,4
25	6,2
100	12,3
300	21,4

Tabla 18: Atenuación cable par trenzado en función de la frecuencia.
Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream>

⁶² <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1076/12/UPS-CT002134.pdf>

Distancia al gabinete (metros)	Velocidad estimada de conexión
100m	100 Mbps
200m	65 Mbps
300m	45 Mbps
400m	42 Mbps
500m	38 Mbps
600m	35 Mbps
700m	32 Mbps
800m	28 Mbps
900m	25 Mbps
1000m	24 Mbps
1250m	17 Mbps
1500m	15 bps

Tabla 19: Velocidad de Tx/distancia en FTTC
Fuente: Martina Cortes.

SERVICIOS	ANCHO DE BANDA (WB)
INTERNET	4 Mbps
SD (IP-TV)	4 Mbps
HD (IP-TV)	12 Mbps
Vo-IP	11 Kbps
Vo-D	4 Mbps
TOTAL (WB)	25 Mbps

Tabla 20. Ancho de banda por servicio
Fuente: Gabriel Alarcón y Edwin Medina.

Para la tecnología FTTH la tarjeta OLT entrega 1,25Gbps lo cual se divide para los 32 usuarios en el peor de los casos y se obtendrá el ancho de banda por usuario.

$$ABx = \frac{WB(OLT)}{\# \text{ de usuarios}}$$

$$ABx = \frac{1,25 \text{ Gbps}}{32}$$

$$ABx = 39,06 \text{ Mbps}$$

Para la tecnología FTTC, trabaja con tarjetas xDSL que entrega 50 Mbps lo cual se divide para 8 usuarios en el peor de los casos y a la vez se obtendrá el ancho de banda para cada usuario.

$$ABx = \frac{WB(xDSL)}{\# \text{ de usuarios}}$$

$$ABx = \frac{50 \text{ Mbps}}{8}$$

$$ABx = 6,25 \text{ Mbps}$$

Con lo ya expuesto anteriormente, se demuestra que la tecnología FTTC no satisface con el ancho de banda, velocidades de transmisión para los servicios de alta velocidad que se pueden ofrecer con la tecnología FTTH (Gpon).

Costos.

FTTC		FTTH	
Materiales y equipos	Costo	Materiales y equipos	Costo
OLT (TERMINAL DE LINEA OPTICA)	250.678,00	OLT (TERMINAL DE LINEA OPTICA)	250.678,00
FEEDER (RED OPTICA TRONCAL, CABLE DE FIBRA OPTICA DE 288 HILOS)	16.400,00	FEEDER (RED OPTICA TRONCAL, CABLE DE FIBRA OPTICA DE 288 HILOS)	16.400,00
MDU'S (UNIDAD DE MULTIPLES USUARIOS)	1.987,00	SPLITERS (DIVISORES OPTICOS)	1.103,66
BANCO DE BATERIAS (SISTEMAS DE ALIMENTACION ELECTRICA POR ARMARIO)	2.230,00		
Armario (para 576 Clientes) (capacidad 18 MDU)	22,893.70	MANGA DE EMPALME (para 576 Clientes) (capacidad 18 splitter)	893.70
CABLE DE COBRE (RED SECUNDARIA)	5.560,00	CABLE OPTICO DE DISTRIBUCION (RED OPTICA DE ABONADO)	4.970,00
CAJAS DE DISPERCION/ CAJA DE EMPALME TERMINAL)	286,45	NAPS (NETWORK ACSES POINT / CAJA DE EMPALME TERMINAL)	286,45
RED DE DISPERCION/ABONADO	235,00	RED DE DISPERCION/ABONADO	249,00
MODEM XDSL	110,00	ONU (ONIDAD DE RED OPTICA)	125,00
COSTO TOTAL	277.486,45	COSTO TOTAL	251.812,11

Tabla 21: variables comparación costos.
Fuente: Gabriel Alarcón y Edwin Medina

- Esto sin tomar en cuenta que los costos por operación y mantenimiento de los equipos activos (funcionan con energía eléctrica) de planta externa (MDU) usados en FTTC.

La calidad de servicio (QoS) en un enlace esta precedido por el tiempo de respuesta de retardo en los equipos que intervienen en el funcionamiento del mismo es así:

- Para la red FTTC interviene la OLT + MDU + xDSL (modem)
- Para la red FTTH interviene la OLT + ONU

Medio de transmisión	Rango de frecuencia	Atenuación típica	Retraso típico	Espaciado de los repetidores	Pros	Contras
Par trenzado	0-3.5 kHz	0,2 dBm a 1 kHz	50 µs/km	2 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Barato. • Fácil de trabajar con él 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de transmisión baja y media. • Corto alcance.
Pares trenzados (múltiples cables de pares)	0-1 MHz	0,7 dBm a 1 kHz	5 µs/Km	2 km		
Cable coaxial	0-500 MHz	7 dBm a 10 MHz	4 µs/Km	1 a 9 km	<ul style="list-style-type: none"> • Poco susceptible a interferencias y diafonía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corto alcance.
Fibra óptica	186-370 THz	0,2-0,5 dBm	5 µs/Km	40 km	<ul style="list-style-type: none"> • Gran tasa de transferencia • Tamaño y peso reducido. • Aislamiento electromagnético. • Mayor separación entre receptores. • Menor atenuación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado coste. • La instalación y mantenimiento requiere de expertos. • Propagación unidireccional de la luz.

63

Tabla 22. QoS de medios de transmisión guiados

Fuente: sistemas microinformáticos y redes.

Estos tiempos de retardo dependen de las características y especificaciones técnicas de cada equipo, dependiendo de la marca, modelo y fabricante.

Opcode*	Latency (FPU cycles)	Repeat Rate (FPU cycles)
MFC1, DMFC1, SWC1, SDC1, SDXC1, SUXC1, SWXC1	1	1
*Latency = ms, Rate = bit		

Tabla 23. Latencia y Rate MDU M5100

Fuente: Modificado Gabriel Alarcón y Edwin Medina, Processor Core Family Datasheet⁶⁴

PARA FTTC TIEMPO DE RETARDO ES 10 us. + 1ms de la MDU. (Ver tabla 22 y 23) aplicado en la figura 8.

PARA FTTH RETRASO 10 us. (Ver tabla 22) aplicada a la figura 12.

⁶³https://books.google.com.co/books?id=duk7kYoYwEC&pg=PA75&lpg=PA75&dq=categorias+de+cable+de+par+trenzado+dsl&source=bl&ots=jhiWpRh8mD&sig=Y7hujDG5TH5kWO__9ze3Y3iY1E&hl=es&sa=X&ei=39URVZcxquGwBIG7gZgP&ved=0CCcQ6AEwAg#v=onepage&q&f=true

⁶⁴ <http://www.imgtec.com/mips/docs/m-class/MD00961-2B-M5100-DTS-01.00.pdf>

Para medir la calidad de servicio (QoS) se toma como referencia el ancho de banda, atenuaciones, velocidades de transmisión y el análisis de los retardos producidos en los equipos, (ver tablas 19, 20 y 21).

“Criterios de viabilidad (Q)

Después de haber obtenido todos los parámetros de los cálculos anteriores, se debe comprobar si la red que se está diseñando va a poder funcionar de forma correcta.

Para el balance de tiempos existe un criterio general que sirve para cualquier red óptica, dependiendo de la codificación utilizada:

$$Q = \frac{0.35}{AB}, \text{ para RZ}$$

$$Q = \frac{0.7}{AB}, \text{ para NRZ}$$

Donde AB es el ancho de banda del canal.

Para redes FTTH nos tenemos que fijar en el caso de abajo, ya que tanto BPON y GPON como EPON utilizan NRZ”⁶⁵

Calculando

$$Q = \frac{0.35}{50\text{Mbps}}, \text{ para FTTC}$$

$$Q = 0.007$$

$$Q = \frac{0.7}{1250\text{Mbps}}, \text{ para FTTH}$$

$$Q = 0.00056$$

- Cuando Q es mayor, la eficiencia es menor y reduce el ancho de banda.
- Cuando Q es menor, la eficiencia es mayor y aumenta el ancho de banda.

Estadísticamente, a partir de los datos de cada una de las tablas, los costos de materiales y equipos, atenuaciones, anchos de banda y velocidades de transmisión preguntamos.

¿La tecnología FTTC es más eficiente que FTTH para los servicios fijos de alta velocidad?

⁶⁵<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13413/memoria.pdf?sequence=1>

VALIDACION DE LA HIPOTESIS ESPECÍFICA 2.

De acuerdo a lo expuesto en la tablas 18, 19, 20 y 21 los resultados de los análisis estadísticos aplicados, se analiza y procesa la información validando la hipótesis.

Como se evidencia en la tabla 21, el costo de implementación de la tecnología FTTC viene siendo superior, esto prueba que la hipótesis inicial resulta ser falsa o nula, en referencia a la hipótesis planteada, “La tecnología FTTC es más eficiente que FTTH para los servicios fijos de alta velocidad”

A la vez en la tabla 18, las pérdidas para FTTC (red mixta con par trenzado) sobrepasan los 28 dB permitidos por las tecnologías FTTX, esto sin tomar en cuenta las pérdidas de inserción de paso en las MDU's (que van de 3,5 a 4,5 dB), empalmes y conectores, a diferencia de la tecnología FTTH que tiene una pérdida total para el peor de los casos es de 27,5 dB.

Como se muestra en la tabla 19, las velocidades de Tx. en las redes FTTC dependen de la distancia debido al Cobre que interviene en la red, debiendo tener un lazo de abonado de no más de 300 m, y el loop total de la red van de 5,5 a 8,5 km de la central al cliente más lejano, no así en las redes FTTH que no se ven afectadas por la distancia en una forma significativa, soportando un loop de red al cliente más lejano de 20 km.

Luego de analizar, comprobar los datos científicos y lo expuesto anteriormente, se concluye que la hipótesis específica 2 es falsa.

Siendo la tecnología FTTH la mejor alternativa porque es más económica en costos, mayor ancho de banda, mayor velocidad, menor atenuación, mayor en QoS y menor tiempo de retardo valores que se muestran en la tabla 24.

Tecnología	COSTOS	ANCHO DE BANDA (WB)	VELOCIDAD	ATENUACION	QoS	Tiempo de retardo
FTTC	277.486,45	50 Mbps	8 a 50 Mbps	38,9 dB	0.007	1.01ms.
FTTH	251.812,11	1,25 Gbps	1,2 a 2,4 Gbps	28 dB	0.00056	10us.

Tabla 24: resumen hipótesis específica 2

2.6.1. VALIDACION DE LA HIPOTESIS.

De acuerdo a lo expuesto en las tablas y los resultados que arrojan los estudios y análisis de la comparación de las tecnologías, la tecnología FTTH resulta ser la mejor en cuanto a características técnicas con relación a su homóloga FTTC, y para ser implementado con los mejores parámetros y normas de calidad para la ciudad de Riobamba.

III. RESULTADOS.

- ✓ Luego de los estudios, evaluaciones y encuestas realizadas, se obtiene una gran base a ser tomada en cuenta para la tecnología acorde y adecuada para ser implementada en la ciudad de Riobamba mejorando la infraestructura y servicios brindados actualmente. Obteniendo además un gran alcance de dispersión y así aumentando la red de abonados, cubriendo y satisfaciendo la demanda de la población en cuanto a los servicios fijos de comunicación.
- ✓ En cuanto a los estudios realizados de las tecnologías FTTH y FTTC observamos una gran cantidad de información la cual fue analizada y entendida por aspectos y experiencias de otros países y ciudades que de una u otra manera han tenido este tipo de infraestructura implementada obteniendo así sus experiencias y ayudándonos a entender cada una de estas.
- ✓ Las evaluaciones realizadas a cada una de las tecnologías estudiadas se basan especialmente en el ámbito técnico más que en lo económico, aunque tomando en cuenta la comparación de infraestructura, ventajas y desventajas de cada una y la aceptación y opinión de otros países y ciudades que cuentan con servicios brindados por empresas que han acogido cada una de estas tecnologías.
- ✓ Hay una gran variedad de información y opinión de todo tipo en cuanto a estas tecnologías, que de acuerdo a expertos del tema pueden ir variando y evolucionando con el pasar de los años y la necesidad de los usuarios.
- ✓ Las encuestas fueron un eje muy fundamental para la toma de decisión en cuanto a que tecnología se debería implementar en la ciudad, pues a través de estas podemos conocer el interés de la ciudadanía y la opinión de la misma.
- ✓ Fue esta la manera de conocer cómo se encuentra los servicios brindados actualmente, los lugares donde se cubre y donde falta cubrir con los diferentes servicios en la ciudad por parte de la empresa CNT-EP Riobamba.
- ✓ La opinión y aceptación de la ciudadanía al cambio y mejora de la infraestructura con la nueva tecnología que brindara un servicio de calidad y abastecerá cubriendo la demanda de más usuarios.
- ✓ Por todo el análisis, proyecciones y acogidas tenemos como resultado que la tecnología más acorde y adecuada para la implementación en la ciudad de Riobamba sería la tecnología FTTH ya que reúne todas las condiciones de satisfacción que exige el usuario en cuanto a la demanda de sus necesidades ya sea estas residenciales como comerciales.

- ✓ La tecnología FTTH no solo cubrirá la demanda y necesidad de los usuarios existentes sino que además cubrirá la demanda de nuevos usuarios teniendo un radio de mayor cobertura y no afectara la calidad y servicio de los mismos.
- ✓ Además de lo expuesto el 74% del total de las encuestas realizadas a la ciudadanía se manifestaron con la aceptación y acogida de la tecnología FTTH. Ya que la misma brindaría más servicios y mejorando su calidad ya que es directa por el medio de trasmisión y no existiría mayor pérdida ni un ancho de banda limitada como existe en la tecnología FTTC.
- ✓ Otro de los limitantes de la tecnología FTTC es en cuanto a la infraestructura ya que por ser hibrida necesita de armarios o nodos de abastecimiento y de ahí se atendería con cobre hacia los hogares siendo el limitante del ancho de banda y no solo eso lo perjudicaría también a la empresa el no poder atender a más usuarios y tener un radio de cobertura de tan solo 300m en el mejor de los casos (Ver figura 8).
- ✓ Otra desventaja de FTTC es la acumulación de celdas energéticas y espacio físico que la empresa necesitaría que se implemente para la convergencia del servicio hacia el usuario final siendo un costo más para la infraestructura de implementación que se debería cubrir.
- ✓ La tecnología FTTH además de cubrir mayores distancias e incrementar los servicios a más abonados puede ser esta escalable, es decir, a través de un feeder se podría aumentar la distancia de cobertura con splitters sin que afecten la calidad del servicio.
- ✓ Otra de las razones del por qué la tecnología FTTH se debería tomar en cuenta a la hora de la implementación es la eficiencia, la vulnerabilidad los costos de mantenimiento y operatividad son muy bajos siendo de gran beneficio tanto para la empresa como para los usuarios.
- ✓ No existirá limitante si el cliente necesitaría incrementar y satisfacer la demanda de mayor ancho de banda para poder explotar sus servicios de una mejor forma o cambiar de paquete, bastaría con una simple configuración realizada desde una central, además de poder atender a zonas residenciales y comerciales no será necesario cambiar de infraestructura ni de hacer cambios en la red existente.
- ✓ La tecnología FTTH tiene sus desventajas como toda tecnología, pero no es una limitante ya que el usuario busca mayor ancho de banda y velocidad, en resumidas cuentas es mejor la calidad de esta tecnología.

3.1. RESUMEN FTTC vs FTTH.

PARAMETROS	FTTC	FTTH	RESULTADOS
Datos	Costos de red de planta externa alto debido a la necesidad de más armarios y con alimentación eléctrica.	Costos de red de planta externa medio, porque está constituido de elementos pasivos, no necesitan de alimentación eléctrica.	FTTH generara menor gasto.
científico	Anchos de banda (Bw) a masivos inferiores a 8Mbps con la infraestructura de red existente. Distancia no mayor a 300 metros.	Ancho de banda (Bw) establecido por norma y equipos de la empresa, 32Mbps y con enlaces dedicados de 1Gbps (enlaces punto a punto). Distancias de 20 Km.	FTTH mayor ancho de banda, mayor velocidad a mayores distancias.
técnicos	Durabilidad de las redes de planta externa 10 años. No es escalable, no proyecta su funcionamiento con nuevas tecnologías.	Durabilidad de las redes de planta externa superiores a los 20 años. Escalable y proyecta a funcionar con nuevas tecnologías.	FTTH mayor tiempo de vida útil y menor O&M. Mayor escalabilidad y amigable con nuevas tecnologías
encuestas	Aceptación de un 26% de la población.	Aceptación de un 74% de la población. Requerimientos de servicios a distancias lejanas de los nodos y los armarios.	FTTH mayor satisfacción en calidad tecnológica y cobertura.

Tabla 25: Resumen Topologías FTTC vs FTTH.

IV. DISCUSIÓN.

“La infraestructura y tecnología actual de la red de transporte de CNT – EP Riobamba, su principal desventaja es el no poder crecer en capacidad y a la vez no poder ofertar más servicios a sus usuarios, razón por la cual posee una cierta capacidad y deficiencia al no poder atender a más clientes y por lo tanto no puede expandir la zona de cobertura”⁶⁶.

La recopilación de información y antecedentes en cuanto a las tecnologías estudiadas, experiencias internacionales y nacionales hacen de este proyecto de evaluación un punto de partida para la futura implementación, mejorando la infraestructura existente.

La actualización de la red de acceso en los sectores de centro y norte de la ciudad de Riobamba, es una necesidad, debido a que son las zonas de mayor demanda, los servicios de internet y telefonía son básicos y limitados de “infraestructura para atraer nuevos usuarios y proyectarse a prestar servicios de comunicación actuales (banda ancha) y acaparando una mayor zona de cobertura.

Permitiendo a los usuarios, actuales y futuros, contar con un servicio de calidad, ayudando al desarrollo de las comunicaciones de la ciudadanía, permitiendo acceder a la información a nivel mundial con mayor velocidad como es el caso de internet, mejorando el servicio actual de telefonía, proyectando a futuro y ampliando la cobertura con el objetivo de aumentar la cantidad de usuarios y mejorando la calidad del servicio. Para finalmente empaquetar a futuro los servicios esenciales como la telefonía, el internet, la televisión bajo suscripción y teniendo un servicio adicional de video vigilancia, de esta manera la empresa ofrecerá paquetes de servicio triple play o cuádruple play, a toda la ciudad.

Las ventajas se verán reflejadas a nivel de la empresa y usuario finales, permitiendo a la CNT – EP Riobamba contar con infraestructura de alto nivel tecnológico de manera que se administre de mejor manera todos los recursos.

A nivel de usuario se verá reflejado en el hecho de que se tendrá un servicio de alta calidad, diseñado e implementado con los más altos estándares y normativas de calidad tecnológica”⁶⁷.

La tecnología FTTC es una alternativa no adecuada para su implementación, debido a su costo elevado, a la gran cantidad de armarios nuevos que deberían ser implementados y aún se eleva más porque las redes de cobre, actuales deberán ser cambiadas en un futuro cercano, siendo una limitante más el hecho de no poder satisfacer mayores demandas tanto de clientes existentes como clientes nuevos, además de todo esto el costo de celdas

⁶⁶ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

⁶⁷ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

energéticas puesto que en cada armario debe existir conversor de media para cada usuario atendido” .

Limitando de esta manera recursos, y siendo excesivo el costo beneficio de la empresa, obligando a cubrir el incremento a los usuarios y no mejoraría la calidad del servicio brindado, y de esta manera ocasionando malestar a los usuarios.

“Las encuestas realizadas a la ciudadanía determinan claramente que la mayor parte de la población está interesada en nuevos servicios de comunicación y la actualización de la infraestructura de red mejorando así los servicios brindados”⁶⁸.

La tecnológica que cumple todos los requisitos y que viene siendo la más adecuada, para la ciudad de Riobamba es FTTH. Por costos, eficiencia, vulnerabilidad, ancho de banda, latencia entre otros factores que influyen en la calidad de los servicios a brindar.

Además de tener todas estas cualidades, la tecnología FTTH no solo cubrirá la demanda y necesidad de los usuarios existentes sino que además cubrirá la demanda de nuevos usuarios atendiendo zonas de mayor cobertura y no afectará la calidad y servicio de los mismos.

Al ser una tecnología escalable permite atender a más usuarios incrementado y cubriendo zonas donde antes no se podía atender brindado los servicios ofertados y con la calidad y el estándar tecnológico de alto nivel.

No existiría limitante si el cliente necesitaría incrementar y satisfacer la demanda de mayor ancho de banda para poder explotar sus servicios de una mejor forma o cambiar de paquete, además de poder atender a zonas residenciales y comerciales no sería necesario cambiar de infraestructura ni de hacer cambios en la red existente ni tampoco necesita de mantenimientos continuos.

Además de ser una red puramente pasiva dando mayor acogida por costo beneficio tanto a la empresa y este a la vez reflejando a sus clientes ya que es menor el costo del servicio y su calidad es la mejor, lo cual es mayor la eficiencia de los recursos y se podría atender a más zonas donde no se ha cubierto todavía.

⁶⁸ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- La solución tecnológica FTTC viene siendo una alternativa no adecuada para nuestro medio debido a su costo elevado, debido al mantenimiento constante a futuro y a la gran cantidad de armarios nuevos que deberían ser implementados y aún se eleva más porque las redes de cobre, actuales deberán ser cambiadas en un futuro cercano.
- La solución tecnológica más adecuada, para la ciudad de Riobamba viene siendo FFTH. Por costos, eficiencia, vulnerabilidad, ancho de banda, latencia entre otros factores que influyen en la calidad de los servicios a brindar.
- La encuesta determina claramente que la mayor parte de la población está interesada en nuevos servicios de comunicaciones y la actualización de la red de acceso.
- La actualización de la red de acceso en los sectores de centro y norte de la ciudad de Riobamba, es una necesidad, debido a que son las zonas de mayor demanda, los servicios de internet y telefonía son básicos y limitados de “infraestructura para atraer nuevos usuarios y proyectarse a prestar servicios de comunicación actuales (banda ancha triple play)”⁶⁹.

5.2. RECOMENDACIONES

- Y Trabajar conjuntamente con los departamentos de planificación del Municipio de Riobamba, para poder realizar un apropiado diseño de la red ONT de CNT-EP Chimborazo.
- Y Poner en marcha el diseño planteado como punto de partida, para una red capaz de satisfacer al usuario final y proyectar el crecimiento tecnológico actualizado con una infraestructura de última generación, captar “nuevos clientes para potenciar el desarrollo económico de la CNT –EP”⁷⁰ Chimborazo.
- Y Proponer en los nuevos diseños de edificaciones y zonas residenciales los estándares expuestos para la tecnología de las redes de acceso.
- Y Realizar el mantenimiento exhaustivo de la infraestructura de planta externa como: cámaras subterráneas, canalizaciones y ducterías.

⁶⁹ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

⁷⁰ http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1

VI. PROPUESTA

6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA:

Diseño de la red óptica pasiva con tecnología de fibra hasta los hogares para la ciudad de Riobamba:

- a) Ubicación: Chimborazo\Riobamba
- b) Cobertura: Ciudad de Riobamba
- c) Tutor: Ing. Marco Nolivos
- d) Autores: Gabriel Alarcón y Edwin Medina

6.2. INTRODUCCIÓN:

El presente proyecto tiene como eje fundamental de implantar soluciones de nueva generación mejorando la capacidad y calidad en la transmisión de datos, actualizando la red de acceso de la ciudad de Riobamba, y brindando a los abonados un servicio mejorado y proporcionar nuevas prestaciones tecnológicas al alcance y de las necesidades de cada usuario.

La empresa CNT-EP Riobamba, obtendrá un crecimiento a nivel de infraestructura y redes de acceso lo cual beneficiará a clientes y potenciales futuros abonados, proyectando un servicio de calidad y a su vez un incremento económico, ya que el fin de este proyecto además de mejorar el servicio es el tener mayores zonas de cobertura y poder atender a más usuarios tanto comerciales como residenciales.

La tecnología FTTH a implementarse será el punto de partida a nuevas generaciones de tecnologías que dotará de seguridad, calidad y capacidad a la transmisión y a la red de acceso en la ciudad de Riobamba y en un futuro cubriendo la provincia entera, ya que es una de las tecnologías con mayor aceptación a nivel mundial y con mayor crecimiento en el ámbito técnico de modernización.

Por último servirá de conocimiento como estudio superior de las tecnologías de red de acceso y transmisión de datos de alta velocidad en una investigación de estudio comparativo y de factibilidad en las evaluaciones de tecnologías actuales.

6.3. OBJETIVOS:

6.3.1. **General.-** Reducir la brecha tecnológica y de cobertura de servicios de alta calidad en la ciudad de Riobamba.

6.3.2. **Específicos:** Atender a cientos de clientes en sectores donde la red actual esta sobresaturada, brindando servicios de banda ancha.

6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO- TEÓRICA

La empresa CNT-EP Riobamba, cuenta con normas y estándares de calidad definidos en un modelo operativo a nivel nacional, trabajando conjuntamente con el personal calificado y capacitado continuamente tanto interno como externo, es decir, con contratistas calificados para el trabajo a realizarse en la implementación y fiscalización.

La CNT-EP Riobamba al momento cuenta con la instalación de la OLT y el despliegue de los feeders, cubriendo los sectores de la Condamine, ESPOCH y UNACH, siendo la primera etapa y poniendo en marcha el presente proyecto.

Además de tener el diseño y los presupuestos ópticos la empresa CNT-EP cuenta con contratistas calificados para participar en la construcción de la red pasiva ODN.

La mano de obra calificada hará de este proyecto uno de los mejores del país ya que no sólo el diseño o el tipo de estudio realizado son los entes de funcionamiento y calidad en la implementación del mismo, a través de esta podemos manejar las normas y estándares a cumplir con una red puramente acorde al modelo operativo de calidad.

6.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA:

Diseñar la ODN con tecnología FTTH por parte de la CNT-EP Chimborazo en la ciudad de Riobamba en base la información obtenidas mediante las encuestas, se ha logrado identificar los sectores de mayor necesidad a los cuales se les dará prioridad para la implementación de la red. Empezando el despliegue de la fibra óptica por los sectores norte, para cubrir la demanda de servicios en los sectores de la Condamine, Politécnica, entre otros, como se deberá continuar con los despliegues de los Feeder en los 3 ejes de cobertura de la red principal, ubicando los Splitters 2:32 en los puntos de diseño, esto tomara un tiempo no menor a 2 años, para la implementación total de la red ODN y seguirá creciendo con el tiempo, toda la implementación

estará completamente a cargo y bajo responsabilidad, económica y técnica por parte de la CNT- EP Chimborazo.

6.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL

La empresa CNT-EP Chimborazo cuenta con sus departamentos organizacionales, que son el ente regulatorio para este tipo de proyectos desde la gerencia general, cuenta con gerencia de planificación a cargo del Ing. Franklin Cunalata y en el departamento técnico a la cabeza del Ing. Marco Nolivos como gerente técnico, los cuales estarán encargados de verificar y controlar el proceso normativo en diseño y construcción del presente proyecto.

6.7. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Los problemas existentes que nos impiden el despliegue inmediato de la tecnología FTTH, son que existen ducterías, en mal estado, obstruidas, las cámaras están inundadas y la falta de infraestructura adecuada para el despliegue de FTTH viene siendo los principales problemas, esto provoca que el tiempo de vida de las redes de acceso se vean reducidas, las interferencias y ruidos que esto produce es reflejado en la calidad de los servicios.

Podemos enfrentar estos inconvenientes siguiendo las normas y estándares establecidos para las tecnologías GPON, teniendo personal capacitado y preparado para el despliegue de estas nuevas tecnologías, FTTH GPON, reparando las canalizaciones y ducterías averiadas, y así avanzar hacia el futuro con la implementación de tecnologías de punta.

Tener una red de transmisión de información escalable, de última generación, con altas prestaciones, en velocidad de transmisión y ancho de banda e inmune a interferencias electromagnéticas, de esta manera satisfacer las necesidades de la población urbana como rural, permitiendo el crecimiento de la red como de la empresa.

VII. BIBLIOGRAFÍA:

- Manuales de materiales: FURUKAWA Inc., Pirelli SpA.
- http://www.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fsoy.cnt.com.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D1294%253Anotiinfo%26catid%3D55%253Anotiinfopubl%26Itemid%3D33&h=zAQF_Kx_N
- http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1
- <http://ie.fing.edu.uy/ense/asign/redcorp/material/2008/Redes%20de%20Datos%202008.pdf>
- http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1
- http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5850/Tesis_t849ec.pdf?sequence=1
- <http://www.thefoa.org/ESP/Sistemas.htm>
- <http://www.thefoa.org/ESP/Sistemas.htm>
- http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaracteristicasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf
- http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaracteristicasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf
- http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaracteristicasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf
- http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaracteristicasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf
- http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaracteristicasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf
- http://es.slideshare.net/jcbenitezp/ftth-tecnored-v20-17071629?next_slideshow=1
- http://www.dm.uba.ar/materias/probabilidades_estadistica_C/2004/1/PyEC12.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_%C3%B3ptica_pasiva
- <http://www.furukawa.com.br/ar/productos/splitter/splitter/splitter-optico-desbalanceado-781.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_siguiete_generaci%C3%B3n
- <http://sx-de-tx.wikispaces.com/FTTx+-+xPON>
- Anteproyecto técnico, Ing. Franklin Cunalata G. ANALISTA DE TELECOMUNICACIONES SENIOR AGENCIA CHIMBORAZO - CNT E.P
- <http://www.telnet-ri.es/soluciones/acceso-gpon-y-redes-ftth/la-solucion-gpon-doctor-a-la-interoperabilidad-gpon/>
- <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>
- <http://www.imgtec.com/mips/docs/m-class/MD00961-2B-M5100-DTS-01.00.pdf>

VIII. APÉNDICES Y ANEXOS:

8.1. GLOSARIO

FTTC: (Del inglés *Fiber to the cabinet* o *fiber to the curb*). Fibra hasta el armario o distribuidor, esta normalmente a menos de 500 metros. El usuario se conecta con la unidad óptica situada en el distribuidor o armario con cable coaxial o par trenzado.

FTTH: (del inglés *Fiber To The Home*), también conocida como fibra hasta el hogar, enmarcada dentro de las tecnologías FTTx, se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados, como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y negocios de los abonados”⁷¹.

GPON: “(Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit), permite eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico (conocido como splitter). La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costes y son utilizados en las redes FTTH”⁷²

Splitter óptico: “El Splitter Óptico, o Divisor Óptico, es un elemento pasivo utilizado en Redes PON (Redes Ópticas Pasivas) que realiza la división de la señal óptica proveniente de una hebra para varias otras”⁷³

Telefonía IP: La Telefonía IP es una tecnología que permite integrar en una misma red - basada en protocolo IP - las comunicaciones de voz y datos.

Internet: Es una **red de redes** que permite la interconexión descentralizada de computadoras a través de un conjunto de protocolos denominado **TCP/IP**.

IPTV:(Internet Protocol Television o IPTV). Sistema donde un servicio de televisión digital es entregado a sus clientes usando el protocolo IP sobre una infraestructura de red.

PSTN: (del inglés, *Public Switched Telephone Network*) La Red telefónica conmutada pública es el medio de las telecomunicaciones domésticas usado por teléfonos públicos y privados.

Triple Play: Es el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales (Internet, Telefonía e IPTV).

OLT:(Optical Distribution Network, Red Óptica de Distribución).Es el elemento activo situado en la central telefónica. De él parten las fibras ópticas hacia los

⁷¹ <https://crlls.wordpress.com/2013/02/28/ftth-y-hsdpa/>

⁷² http://es.wikipedia.org/wiki/Red_%C3%B3ptica_pasiva

⁷³ <http://www.furukawa.com.br/ar/productos/splitter/splitter/splitter-optico-desbalanceado-781.html>

“usuarios (cada OLT suele tener capacidad para dar servicio a varios miles de usuarios)”⁷⁴.

Bobina de Pupin: *(inductor que colocado a intervalos regulares a lo largo de un circuito telefónico formado por hilos de cobre hace que disminuya la atenuación y la distorsión de retardo del circuito en la gama de las frecuencias vocales, con el consiguiente aumento del alcance de la comunicación).*

ONU: (Optical Network Unit, Unidad de Red Óptica). La ONU es uno de los elementos que pueden registrarse contra una OLT. En este caso se trata de dispositivos de distribución que dan servicio a más de un usuario.

ONT: (Optical Network Terminal, Terminal de Red Óptica). La ONT es a una red GPON lo que un módem es a una red xDSL. Se trata del equipo que ofrecerá el servicio al usuario y que conectará directamente con la OLT.

“**NGN:** (Next Generación Networking) es un amplio término que se refiere a la evolución de infraestructura de redes de telecomunicación y acceso telefónico”⁷⁵

“**MDU XDSL:** (Multi Dwelling Unit) Termina la fibra óptica que llega de la central telefónica. Utiliza tecnología XDSL para ofrecer servicios múltiples usuarios. Van integrados dentro de un armario, que se ubica en una zona común del edificio, con fácil acceso a los pares de cobre que llegan a los pisos

Red Óptica Troncal/Feeder: Compuesta básicamente por cables ópticos que llevan la señal de la Sala de Equipos hasta los centros de distribución. Estos cables ópticos son indicados prioritariamente para instalación subterránea en el interior de líneas de conductos o subductos y en instalaciones aéreas, devanados por mensajero. Para redes PON, las fibras ópticas utilizadas son del tipo monomodo”⁷⁶

⁷⁴ <http://www.taringa.net/posts/info/3908639/Fttx---g-pon.html>

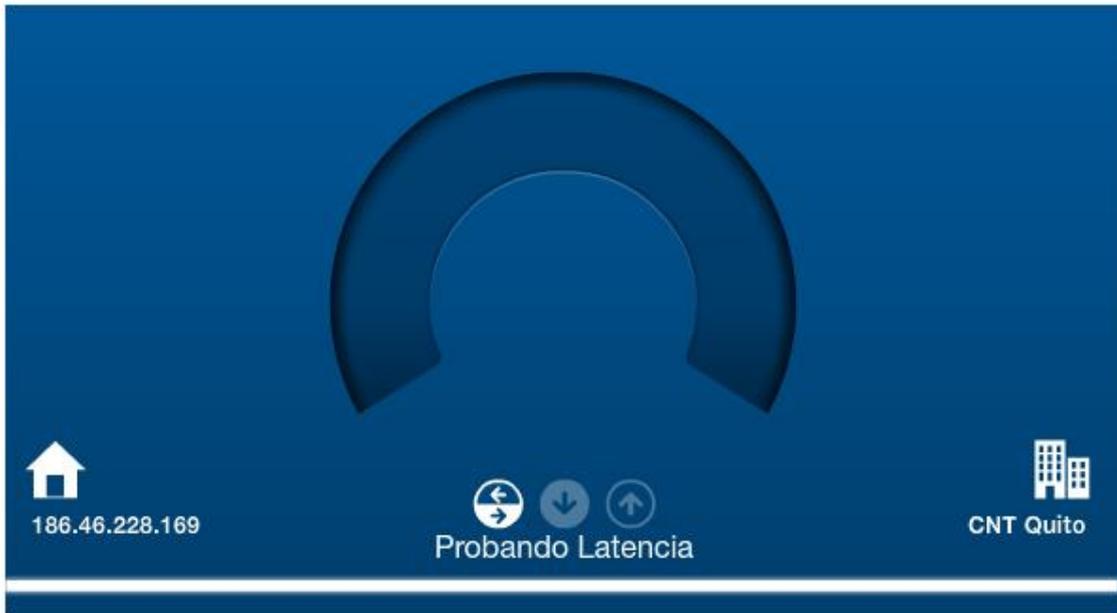
⁷⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_siguiete_generaci%C3%B3n

⁷⁶ <http://www.taringa.net/posts/info/3908639/Fttx---g-pon.html>

8.2. ANEXOS

ANEXO 1.

PRUEBA DE INDICADORES PARA RED CON xDSL (SPEED TEST)





Last Result:

Download Speed: 776 kbps (97 KB/sec transfer rate)

Upload Speed: 414 kbps (51.8 KB/sec transfer rate)

Latency: 35 ms

Jitter: 1 ms

12/3/2015 11:15:14

**Last Result:**

Download Speed: 776 kbps (97 KB/sec transfer rate)

Upload Speed: 414 kbps (51.8 KB/sec transfer rate)

Latency: 35 ms

Jitter: 1 ms

12/3/2015 11:15:14

**ANEXO 2.
PRUEBA DE INDICADORES PARA RED DE FIBRA ÓPTICA
(OTDR)**

File

File : fiber 001_31oe.sor Device : MTS 4000 Num. 7448
 Date : 07/05/2014 10:04:55 Module : 4136 RMA Num. 8551

Configuration

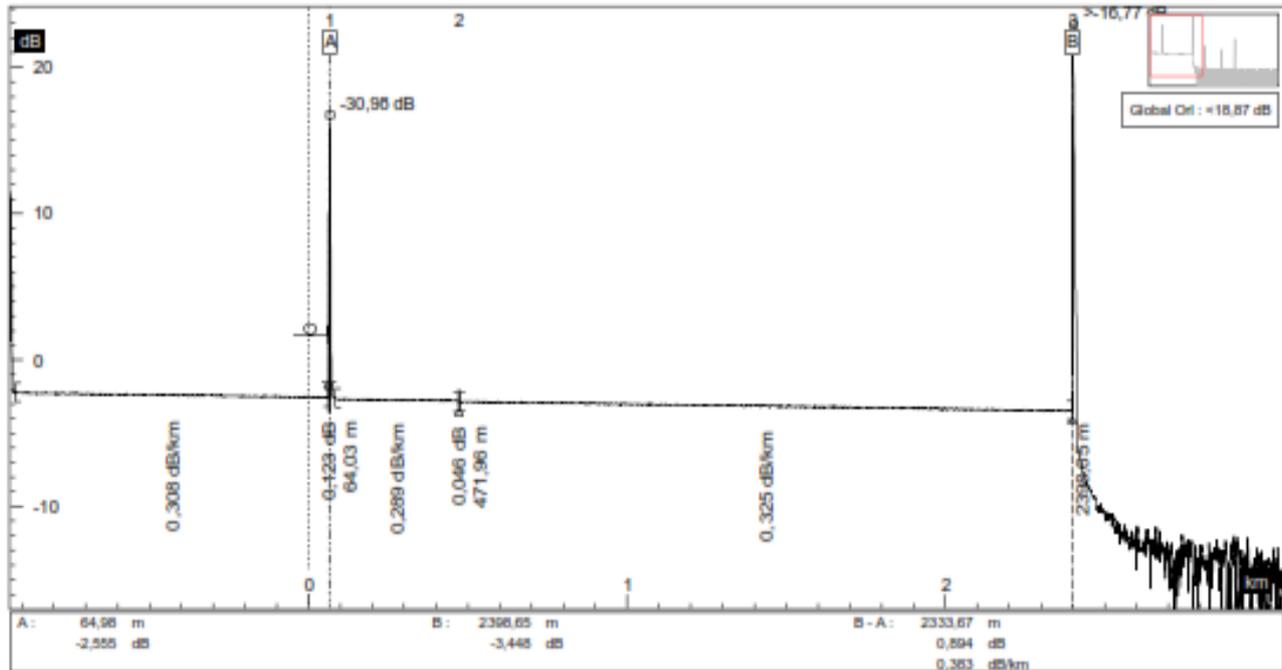
Operator :	CNT	Direction :	O-->E	Backscatter coeff.:	-79,00 dB
ORIGIN		Origin :	IESS	Event detection threshold	
Cable :		End :		Splices :	All
Fiber :	G652D 1	Wavelength (nm) :	1310	Slopes :	0,000 dB/km
Color :		Index :	1,467500	Reflectances :	All
END		Pulse (ns) :	3	Splitter :	None
Cable :		Range (km) :	10,214	Fiber end :	Auto
Fiber :	G652D 1	Acq. time :	20s		
Color :		Resolution :	32,00 cm		

Comment

Comment : CN0000520

Job

OTDR Trace



File

File : fiber 001_31oe.sor Device : MTS 4000 Num. 7448
 Date : 07/05/2014 10:04:55 Module : 4136 RMA Num. 8551

Table

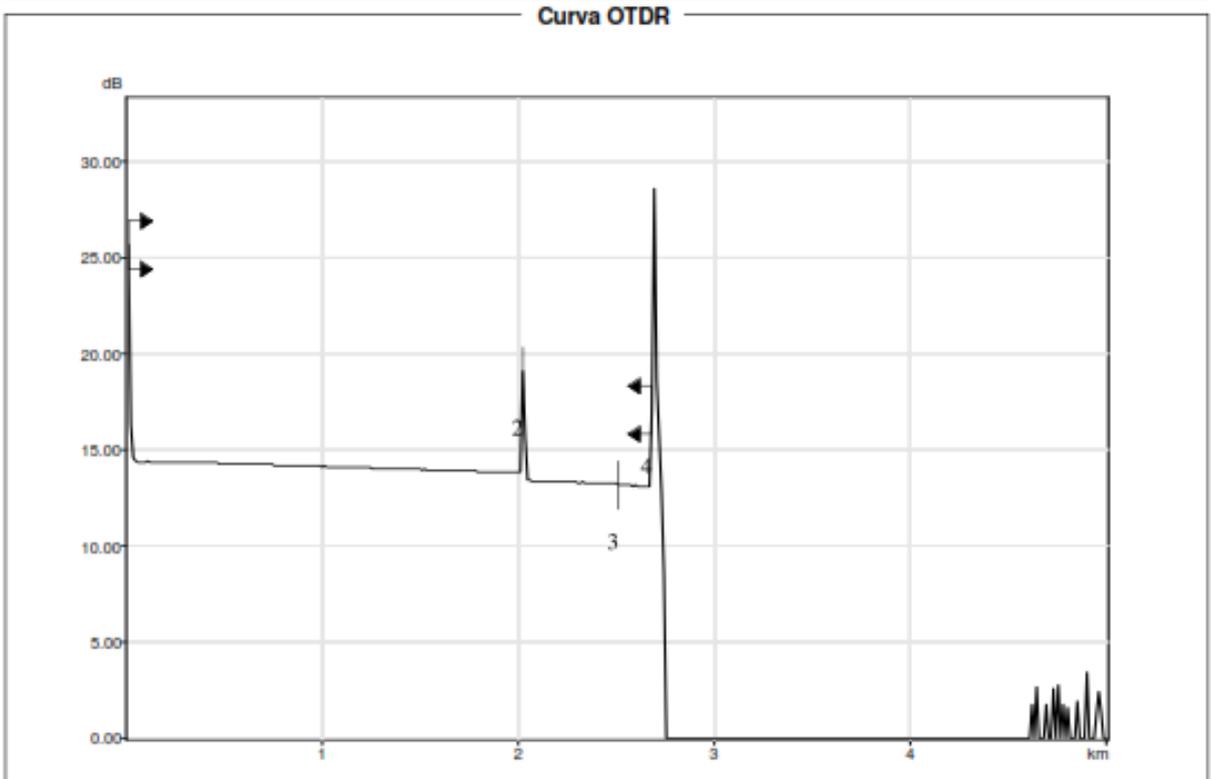
Event (7)	Distance (m)	Loss (dB)	Reflectance (dB)	Slope (dB/km)	Ref. Dist. (m)	Section loss (dB)	Total loss (OTDR) (dB)	Uncertainty
1	64,03	0,123	-30,98	0,308	1000,05	0,307		
2	471,96	0,046		0,289	407,94	0,118	0,118	
3	2398,65		>-16,77	0,325	1926,69	0,628	0,791	
4	3406,69				1008,03			
5	4734,88				1328,19			
6	5736,53		-39,97		1001,65			Two points
7	5741,63		-29,27		5,11			

Informe OTDR 1310 nm

Información del trabajo				
Trabajo	:		Razón del trabajo	:
Contratista	:	MASTERLIDER S.A.	Operador A	:
Cliente	:	BETTY CAIZA TAGUA	Operador B	:
Fecha de la prueba	:	8/14/2014 (9:10:28 AM GMT-5:00)	Archivo	:
			HILO 01.trc	

Información del cable				
ID de fibra	:	001	ID de cable	:
Ubicación A	:		Ubicación B	:
Fabric. del cable	:		Tipo	:
ID de subgrupo	:		Color	:

Mediciones del enlace				
Pérdida del segme...	:	1.3375 dB	Pérdida por empalme ...	:
Longitud de intervalo	:	2.6812 km	Max. pérdida del emp...	:
Pérdida promedio	:	0.4988 dB/km	ORL del segmento	:
			<-19.82 dB	



Firma : _____
EXFO E. O. Engineering Inc.

Fecha : 8/15/2014
Página 1 / 4

Informe OTDR 1310 nm

Tabla de eventos

Nº	Ubicación (km)	Tipo de evento	Pérdida (dB)	Ref. (dB)	Atenuación (dB/km)	Cumulativo (dB)
1	0.0000	Nivel de inyección	---	-32.3		0.0000
		Tramo de fibra (2.0177 km)	0.6183		0.3065	0.6183
2	2.0177	Falla reflexiva	0.4338	-41.7		1.0522
		Tramo de fibra (0.4883 km)	0.1419		0.2906	1.1941
3	2.5060	Falla no reflexiva	0.0653			1.2593
		Tramo de fibra (0.1752 km)	0.0782		0.4462	1.3375
4	2.6812	Falla reflexiva	---	>-18.1		1.3375

Información de marcadores

A	: S/O	B	: S/O
a	: S/O	b	: S/O
Distancia de A a B	: S/O	ORL de A a B	: S/O
Reflectancia 3-p.	: S/O	Aten. LSA A a B	: S/O
Pérdida p/emp. 4-p.	: S/O	Aten. segm. 2-p.	: S/O
Pérdida LSA de A ...	: S/O		

Configuración de prueba y cable

Longitud de onda	: 1310 nm (SM-9µm)	Tiempo adq.:	: 10 s
Nombre de archivo	: HILO 01.trc	Duración de pulso	: 30 ns
Hardware	: AXS-100-023B-EI-PM2X-VFL	Factor helic.	: 0.00 %
Número de serie	: 652363	Umbral de pérdida del...	: 0.0500 dB
Software	: S/O	Umbral de reflectancia	: -72.0 dB
Rango	: 5.0000 km	Umbral de final de fibra	: 5.0000 dB
IOR	: 1.467700		
RBS	: -79.44		

Firma : _____
EXFO E. O. Engineering Inc.

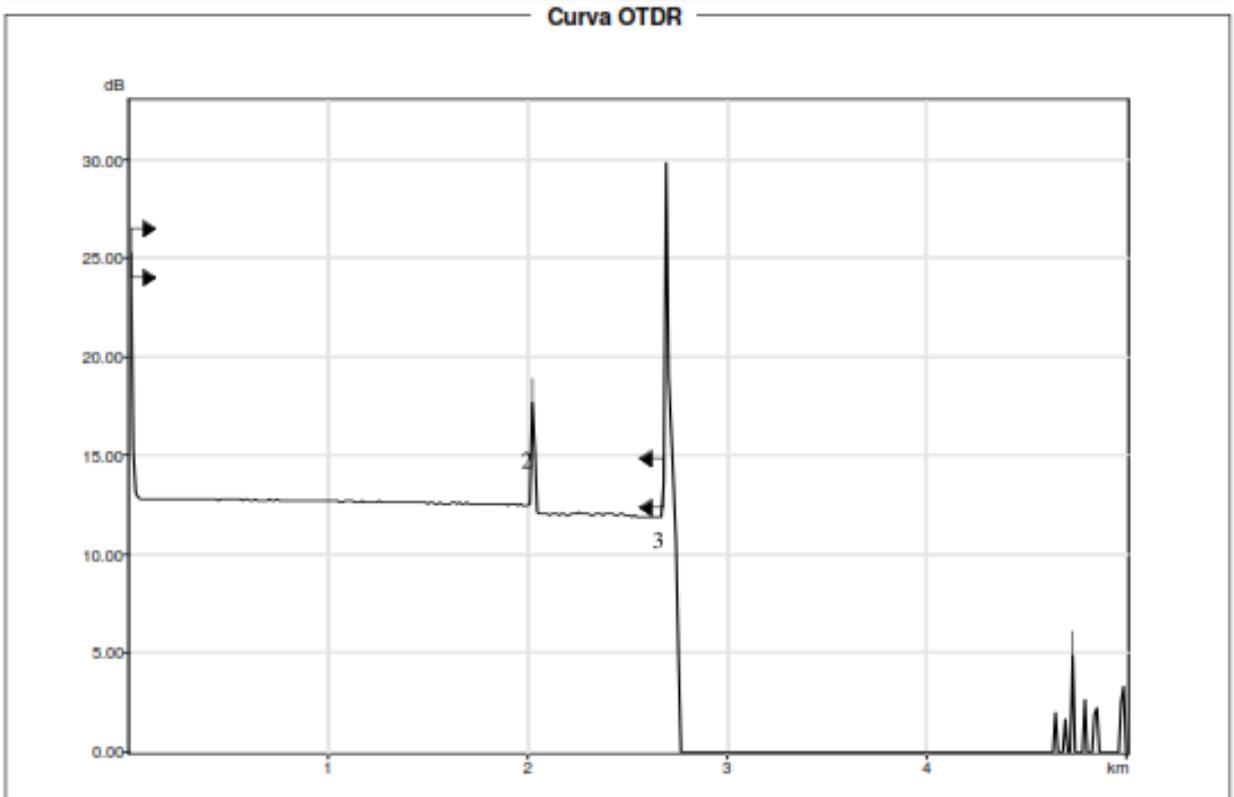
Fecha : 8/15/2014
Página 2 / 4

Informe OTDR 1550 nm

Información del trabajo			
Trabajo	:		Razón del trabajo
Contratista	:	MASTERLIDER S.A.	Operador A
Cliente	:	BETTY CAIZA TAGUA	Operador B
Fecha de la prueba	:	8/14/2014 (9:10:42 AM GMT-5:00)	Archivo
			: HILO 01.trc

Información del cable			
ID de fibra	:	001	ID de cable
Ubicación A	:		Ubicación B
Fabric. del cable	:		Tipo
ID de subgrupo	:		Color

Mediciones del enlace			
Pérdida del segme...	:	0.9565 dB	Pérdida por empalme ...
Longitud de intervalo	:	2.6810 km	Max. pérdida del emp...
Pérdida promedio	:	0.3568 dB/km	ORL del segmento
			: <19.19 dB



Firma : _____
EXFO E. O. Engineering Inc.

Fecha : 8/15/2014
Página 3 / 4

Informe OTDR 1550 nm

Tabla de eventos

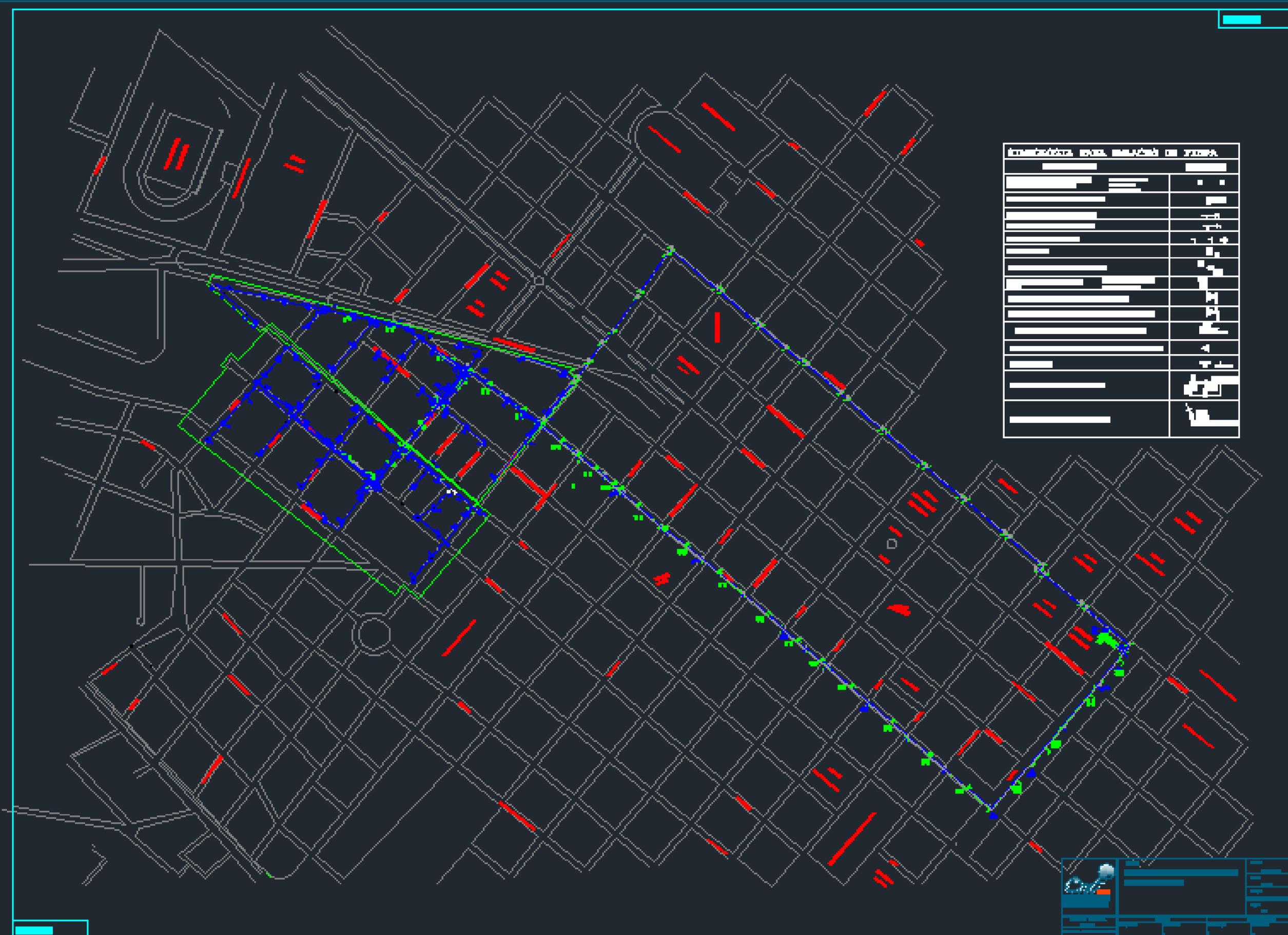
Nº	Ubicación (km)	Tipo de evento	Pérdida (dB)	Refl. (dB)	Atenuación (dB/km)	Cumulativo (dB)
1	0.0000	Nivel de inyección	---	-32.4		0.0000
		Tramo de fibra (2.0175 km)	0.3363		0.1667	0.3363
2	2.0175	Falla reflexiva	0.4089	-42.7		0.7452
		Tramo de fibra (0.6636 km)	0.2114		0.3185	0.9565
3	2.6810	Falla reflexiva	---	>-18.2		0.9565
		Tramo de fibra (2.0424 km)	0.2042		0.1000	---
	4.7234	Falla reflexiva	---	-55.2		---

Información de marcadores

A	: S/O	B	: S/O
a	: S/O	b	: S/O
Distancia de A a B	: S/O	ORL de A a B	: S/O
Reflectancia 3-p.	: S/O	Aten. LSA A a B	: S/O
Pérdida p/emp. 4-p.	: S/O	Aten. segm. 2-p.	: S/O
Pérdida LSA de A ...	: S/O		

Configuración de prueba y cable

Longitud de onda	: 1550 nm (SM-9µm)	Tiempo adqic.	: 10 s
Nombre de archivo	: HILO 01.trc	Duración de pulso	: 30 ns
Hardware	: AXS-100-023B-EI-PM2X-VFL	Factor helic.	: 0.00 %
Número de serie	: 652363	Umbral de pérdida del...	: 0.0500 dB
Software	: S/O	Umbral de reflectancia	: -72.0 dB
Rango	: 5.0000 km	Umbral de final de fibra	: 5.0000 dB
IOR	: 1.468325		
RBS	: -81.87		



IDENTIFICACIÓ DE LES SITUACIONS DE RISC

Tipus de risc	Descripció
1	Risc d'incendi
2	Risc de inundació
3	Risc de caiguda de coscos
4	Risc de caiguda de vehicles
5	Risc de caiguda de cables
6	Risc de caiguda de senyals
7	Risc de caiguda de llums
8	Risc de caiguda de senyals de trànsit
9	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos
10	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum
11	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color vermell
12	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color verd
13	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color blau
14	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color groc
15	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color blanc
16	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color negre
17	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color gris
18	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color marró
19	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color taronja
20	Risc de caiguda de senyals de trànsit de feixos de llum de color lila

Departament d'Urbanisme i Mobilitat
 Direcció General d'Urbanisme i Mobilitat
 Direcció de Gestió del Territori i Urbanisme
 Direcció de Gestió del Trànsit i Mobilitat

ANEXO 4 ENCUESTAS

Se adjuntan las encuestas realizadas.



ENCUESTAS ESTUDIO TECNOLOGIAS FTTH VS FTTC

Objetivo: Obtener datos para verificar la aceptación de cambios de tecnologías y la calidad de servicio brindado por la empresa CNT-EP Riobamba.

Sector: La Ojivera

Sexo del encuestado H ___ M

1. Qué opina de la calidad de los servicios ofertados y prestados por parte de la CNT?

- a.- Excelente.
- b.- Bueno.
- c.- Regular.
- d.- Malo.

2. Considera que las tarifas, en relación con la calidad de los servicios son?

- a) a.- Excesivas.
- b) b.- Normal.
- c) c.- Bajas.

3. Qué paquete estaría dispuesto a adquirir?

- a) Paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV'HD&SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- b) Paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV'HD + Internet Pc).
- c) Paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- d) Paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet).

4. Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (cable)?

- a) Sí.
- b) No.

Porque? el servicio solo completo

5. Qué tipo de conexión le gustaría tener, ADSL (por cobre, sistema actual, FTTC) o FTTH (fibra óptica, con altas prestaciones en calidad, velocidad, etc...)?

- a) FTTC. (Fibra hasta el armario que se encuentra cerca de su casa).
- b) FTTH. (Fibra hasta su hogar).

6. Con que servicios cuenta Ud. al momento? Y considera indispensables para el desarrollo de su diario vivir?

- a) INTERNET.
- b) TELEFONIA.
- c) TELEVISIÓN PAGADA.
- d) NINGUNA

7. Realiza Ud. llamadas de larga distancia a través de Internet como, video llamadas, llamadas de voz. Y está conforme con la calidad de servicio?

- a) Sí.
- b) No.

Frecuencia con la que utiliza 3 veces

8. Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet

- a) Modem ADSL (línea telefónica).
- b) Modem (3G, 3.5G, 4G) vía celular.
- c) Inalámbrica (enlace microondas).
- d) Cable coaxial (tv-cable)



ENCUESTAS ESTUDIO TECNOLOGIAS FTTH VS FTTC

Objetivo: Obtener datos para verificar la aceptación de cambios de tecnologías y la calidad de servicio brindado por la empresa CNT-EP Riqbamba.

Sector: Urb. Jr

Sexo del encuestado H M

1. Qué opina de la calidad de los servicios ofertados y prestados por parte de la CNT?

- a.- Excelente.
- b.- Bueno.
- c.- Regular.
- d.- Malo.

2. Considera que las tarifas, en relación con la calidad de los servicios son?

- a) a.- Excesivas.
- b) b.- Normal.
- c) c.- Bajas.

3. Qué paquete estaría dispuesto a adquirir?

- a) Paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV'HD&SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- b) Paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV'HD + Internet Pc).
- c) Paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- d) Paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet).

4. Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (cable)?

- a) Si.
- b) No.

Porque? Es práctica

5. Qué tipo de conexión le gustaría tener, ADSL (por cobre, sistema actual, FTTC) o FTTH (fibra óptica, con altas prestaciones en calidad, velocidad, etc...)?

- a) FTTC. (Fibra hasta el armario que se encuentra cerca de su casa).
- b) FTTH. (Fibra hasta su hogar).

6. Con que servicios cuenta Ud. al momento? Y considera indispensables para el desarrollo de su diario vivir?

- a) INTERNET.
- b) TELEFONIA.
- c) TELEVISIÓN PAGADA.
- d) NINGUNA

7. Realiza Ud. llamadas de larga distancia a través de Internet como, video llamadas, llamadas de voz. Y está conforme con la calidad de servicio?

- a) Si.
- b) No.

Frecuencia con la que utiliza al día

8. Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a Internet

- a) Modem ADSL (línea telefónica).
- b) Modem (3G, 3.5G, 4G) vía celular.
- c) Inalámbrica (enlace microondas).
- d) Cable coaxial (tv-cable)



ENCUESTAS ESTUDIO TECNOLOGIAS FTTH VS FTTC

Objetivo: Obtener datos para verificar la aceptación de cambios de tecnologías y la calidad de servicio brindado por la empresa CNT-EP Riobamba.

Sector: EL Tejar

Sexo del encuestado H M

1. Qué opina de la calidad de los servicios ofertados y prestados por parte de la CNT?

- a.- Excelente.
- b.- Bueno.
- c.- Regular.
- d.- Malo.

2. Considera que las tarifas, en relación con la calidad de los servicios son?

- a) a.- Excesivas.
- b) b.- Normal.
- c) c.- Bajas.

3. Qué paquete estaría dispuesto a adquirir?

- a) Paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV^{HD}&SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- b) Paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV^{HD} + Internet Pc).
- c) Paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV^{SD} + Internet + cámara Vo/Dat).
- d) Paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV^{SD} + Internet).

4. Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (cable)?

- a) Sí.
- b) No.

Porque? Estética

5. Qué tipo de conexión le gustaría tener, ADSL (por cobre, sistema actual, FTTC) o FTTH (fibra óptica, con altas prestaciones en calidad, velocidad, etc...)?

- a) FTTC. (Fibra hasta el armario que se encuentra cerca de su casa).
- b) FTTH. (Fibra hasta su hogar).

6. Con que servicios cuenta Ud. al momento? Y considera indispensables para el desarrollo de su diario vivir?

- a) INTERNET.
- b) TELEFONIA.
- c) TELEVISIÓN PAGADA.
- d) NINGUNA.

Muy indispensables

7. Realiza Ud. llamadas de larga distancia a través de internet como, video llamadas, llamadas de voz. Y está conforme con la calidad de servicio?

- a) Sí.
- b) No.

Frecuencia con la que utiliza 90% Calidad Regular

8. Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet

- a) Modem ADSL (línea telefónica).
- b) Modem (3G, 3.5G, 4G) vía celular.
- c) Inalámbrica (enlace microondas).
- d) Cable coaxial (tv-cable)



ENCUESTAS ESTUDIO TECNOLOGIAS FTTH VS FTTC

Objetivo: Obtener datos para verificar la aceptación de cambios de tecnologías y la calidad de servicio brindado por la empresa CNT-EP Riobamba.

Sector: comercio Sexo del encuestado H M

1. Qué opina de la calidad de los servicios ofertados y prestados por parte de la CNT?

- a.- Excelente.
- b.- Bueno.
- c.- Regular.
- d.- Malo.

2. Considera que las tarifas, en relación con la calidad de los servicios son?

- a) a.- Excesivas.
- b) b.- Normal.
- c) c.- Bajas.

3. Qué paquete estaría dispuesto a adquirir?

- a) Paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV'HD&SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- b) Paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV'HD + Internet Pr).
- c) Paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- d) Paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet).

4. Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (cable)?

- a) Si.
- b) No.

Porque? Por facilidad de instalación

5. Qué tipo de conexión le gustaría tener, ADSL (por cobre, sistema actual, FTTC) o FTTH (fibra óptica, con altas prestaciones en calidad, velocidad, etc...)?

- a) FTTC. (Fibra hasta el armario que se encuentra cerca de su casa).
- b) FTTH. (Fibra hasta su hogar).

6. Con que servicios cuenta Ud. al momento? Y considera indispensables para el desarrollo de su diario vivir?

- a) INTERNET.
- b) TELEFONIA.
- c) TELEVISIÓN PAGADA.
- d) NINGUNA

7. Realiza Ud. llamadas de larga distancia a través de internet como, video llamadas, llamadas de voz. Y está conforme con la calidad de servicio?

- a) Si.
- b) No.

Frecuencia con la que utiliza

8. Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet

- a) Módem ADSL (línea telefónica).
- b) Módem (3G, 3.5G, 4G) vía celular.
- c) Inalámbrica (enlace microondas).
- d) Cable coaxial (tv-cable)



ENCUESTAS ESTUDIO TECNOLOGIAS FTTH VS FTTC

Objetivo: Obtener datos para verificar la aceptación de cambios de tecnologías y la calidad de servicio brindado por la empresa CNT-EP Riqbamba.

Sector: Politécnica

Sexo del encuestado H__ M__ X

1. Qué opina de la calidad de los servicios ofertados y prestados por parte de la CNT?

- a.- Excelente.
- b.- Bueno.
- c.- Regular.
- d.- Malo.

2. Considera que las tarifas, en relación con la calidad de los servicios son?

- a) a.- Excesivas.
- b) b.- Normal.
- c) c.- Bajas.

3. Qué paquete estaría dispuesto a adquirir?

- a) Paquete de 32Mbps (telefonía IP + IPTV'HD&SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- b) Paquete de 25Mbps (telefonía IP + IPTV'HD + Internet Pc).
- c) Paquete de 13Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet + cámara Vo/Dat).
- d) Paquete de 9Mbps (telefonía IP + IPTV'SD + Internet).

4. Le gustaría recibir varios servicios por un mismo medio de comunicación (cable)?

- a) Sí.
- b) No.

Porque? si meo adecuado

5. Qué tipo de conexión le gustaría tener, ADSL (por cobre, sistema actual, FTTC) o FTTH (fibra óptica, con altas prestaciones en calidad, velocidad, etc...)?

- a) FTTC. (Fibra hasta el armario que se encuentra cerca de su casa).
- b) FTTH. (Fibra hasta su hogar).

6. Con que servicios cuenta Ud. al momento? Y considera indispensables para el desarrollo de su diario vivir?

- a) INTERNET.
- b) TELEFONIA.
- c) TELEVISIÓN PAGADA.
- d) NINGUNA

7. Realiza Ud. llamadas de larga distancia a través de internet como, video llamadas, llamadas de voz. Y está conforme con la calidad de servicio?

- a) Sí.
- b) No.

Frecuencia con la que utiliza Muy poco

8. Qué tipo de tecnología utiliza para la conexión a internet

- a) Modem ADSL (línea telefónica).
- b) Modem (3G, 3.5G, 4G) vía celular.
- c) Inalámbrica (enlace microondas).
- d) Cable coaxial (tv-cable)