PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

"ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA OPTICA UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA GPON PARA BRINDAR SERVICIO DE VOZ, VIDEO Y DATOS (TRIPLE PLAY) A LA CIUDAD DE MACAS DEL CANTÓN MORONA DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"

Paulina Sofía Valle Oñate

Quito – 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme el Don de la vida para cumplir muchas metas, y permitirme próximamente dar vida.

A mis padres, José y Fanny, hermanas Sandra y Geovanna, por ser siempre el apoyo incondicional y amoroso.

A mi Esposo por ser el compañero de vida y apoyo.

Al Dr. Gustavo Chafla por ser el guía para el desarrollo de este trabajo de titulación, así como también a la Ing. María Soledad Jiménez, Msc e Ing. Francisco Balarezo, quienes con sus revisiones enriquecieron este trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico primero a Dios por brindarme la oportunidad de luchar por ser una mejor persona día a día.

A mis Padres y hermanas por todo su apoyo y ser el ejemplo de lucha constante.

A Luis por permitirme compartir su vida y juntos dar vida.

A ti bebé, ya sueño tenerte conmigo

Paulina

AUTORÍA

Yo, ***Paulina Sofía Valle Oñate***, portador de la cédula de ciudadanía No. 0603100728, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

_____

Paulina Sofía Valle Oñate

Contenido

AUTORÍA III
Contenido IV
Índice de Figuras V
Índice de Tablas VI
1 Introducción 1
2 Justificación 2
3 Antecedentes 3
4 Objetivos 4
4.1.1 Objetivo General 4
4.1.2 Objetivos Específicos 4
5 Desarrollo Caso de Estudio 5
5.1 Análisis de situación actual de las redes de fibra óptica 5
5.2 REDES PON 7
5.2.1 TIPOS DE REDES PON 8
5.2.2 TABLA COMPARATIVA TECNOLOGÍAS PON 8
5.3 GPON 9
5.4 Consideraciones iniciales 11
5.4.1 SITUACIÓN DE LA CIUDAD DE MACAS 12
5.4.2 POBLACIÓN EN LA CIUDAD DE MACAS 13
5.4.3 Análisis de la Infraestructura existente 15
5.4.4 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE RED EN LA CIUDAD DE MACAS 18
5.5 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE COBERTURA 19
5.5.1 Dimensionamiento de la red 19
5.5.2 Esquema de nodos (zonas) 22
5.5.3 Distancias 22
5.5.4 Diagrama genérico de las zonas 24
5.6 REQUERIMIENTOS PARA BRINDAR EL SERVICIO TRIPLE PLAY 25
5.6.1 Señal de video 26
5.6.2 Conexión en una Zona 26
5.6.3 Criterios para el diseño de la red de fibra óptica 27
5.6.4 TIPO DE MEDIO DE TRANSMISIÓN A UTILIZAR 28
5.6.5 RED TRONCAL (FEEDER) 29
5.6.6 RED DE DISTRIBUCIÓN 30
5.6.7 RED DE DISPERSIÓN 31
5.7 OLT 32
5.7.1 Requisitos mínimos que debe cumplir el OLT 33

5.7.2 UBICACIÓN DE LA OLT 33
5.8 RED ODN 34
5.8.1 Requisitos mínimos que debe cumplir el ONT 34
5.8.2 SPLITTERS 37
5.9 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ÓPTICO Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS 39
5.9.1 Atenuación de la Fibra Óptica 41
5.9.2 ONT MAS LEJANA 42
5.9.3 ONT MAS CERCANA 43
5.9.4 Parámetros ópticos de una red GPON 44
5.10 CISCO O HUAWEI 45
5.10.1 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS 46
5.11 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED DE FIBRA - COSTOS DEL PROYECTO 49
5.11.1 Costos elementos fijos de red 49
5.11.2 Costos del equipamiento pasivo 50
Fuente: Elaboración Propia 54
5.11.3 TOTAL DE INVERSIÓN DEL PROYECTO 54
5.11.4 Proyección de egresos 54
5.12 ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO 56
5.12.1 Descripción de los planes 57
5.12.2 Cálculo de la muestra para la aplicación de la encuesta 57
5.12.3 PROYECCIÓN DE INGRESOS 60
6 CONCLUSIONES 64
7 RECOMENDACIONES 65
8 Bibliografía 66
9 Anexos 69

Índice de Figuras

Figura 1 Red de Fibra Óptica en Ecuador 5
Figura 2 Red de Fibra Óptica en Ecuador – Operador Estatal. 6
Figura 3 Conectividad internacional en los servicios de la CNT. 6
Figurvzrca 4 Redes GPON. 9
Figura 5 Arquitectura GPON 10
Figura 6 Servicios sobre GPON 11
Figura 7 Figura Mapa de la ciudad de Macas 13
Figura 8 Proyección del crecimiento de la población de la ciudad de Macas 14
Figura 9 Tics a nivel de la Amazonía 16
Figura 10 Estadísticas INEC al 2011 INEC, ... 16

Figura 11 Uso de computadoras por provincia. 17
Figura 12 Crecimiento y penetración del servicio de audio y video por suscripción..... 17
Figura 13 Topología Punto – Multipunto genérico 19
Figura 14 Área de cobertura del servicio GPON 20
Figura 15 Zonas y su área de cobertura..... 24
Figura 16 Modelo Genérico de la red..... 25
Figura 17 Modelo para la entrega del servicio 25
Figura 18 Esquema general de una Zona 26
Figura 19 Ejemplo de conexión de ONTs 27
Figura 20 Etapas de transmisión de la fibra hasta el usuario final 27
Figura 21. Red Feeder y canalización existente 30
Figura 22 Backbone de fibra – FEEDER 30
Figura 23 Red de Distribución 31
Figura 24 Bandeja de conectorización 32
Figura 25 Splice Enclousure. 32
Figura 26 ubicación de la OLT 33
Figura 27 Ubicación de las ONT..... 35
Figura 28. Ubicación armario Zona Centro..... 39
Figura 29 Cliente que se encuentra más alejado del nodo Proaño 40
Figura 30. Parámetros ópticos GPON 44

Índice de Tablas

Tabla 1 Redes PON 8
Tabla 2 Comparativa de tecnologías PON 8
Tabla 3. Abonados de telefonía..... 13
Tabla 4. Proyección de población 14
Tabla 5 Usuarios de telefonía por zona en Macas..... 15
Tabla 6. Disponibilidad de tecnologías de red en la ciudad Macas..... 18
Tabla 7. Cálculo ODN para red GPON..... 21
Tabla 8. Distancias a OLTs 23
Tabla 9. Características de operación de fibras estándar G652..... 28
Tabla 10. Capacidades de ancho de banda de subida y bajada 35
Tabla 11. Downstram - Upstream 36
Tabla 12. Zonas, Ubicación geográfica y distancias**.** 37
Tabla 13. Zonas y splitters 38
Tabla 14 Rangos de atenuación GPON vs XPON 40
Tabla 15. Atenuación de la fibra 41
Tabla 16 Valores típicos de atenuación de un splitter..... 41
Tabla 17. Valores típicos de transmisión de la fibra G.625D 41
Tabla 18. Equipos proveedor 1 47
Tabla 19. Equipos proveedor 2 47
Tabla 20. Costos elementos fijos de red..... 49
Tabla 21 Presupuesto Red Fedder..... 50
Tabla 22. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – Polideportivo..... 50
Tabla 23. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro– Proaño 51

Tabla 24. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – La 27 51
Tabla 25. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro - La Loma 52
Tabla 26. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – Sur 53
Tabla 27. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – Sur 53
Tabla 28. Inversión del proyecto 54
Tabla 29 Egresos proyectados 54
Tabla 30. Planes para el servicio 56
Tabla 31. Proyección de ingresos 62
Tabla 32 Recuperación de la inversión 63

1 Introducción

El acelerado crecimiento del desarrollo de las tecnologías de telecomunicaciones, las ha convertido en una herramienta indispensable para el acceso a la información de una manera sencilla pero sobre todo ágil.

Una de las misiones más importantes dentro del campo de las redes de comunicaciones en la actualidad es la de reemplazar las redes de cobre por fibra. Podría ser una alternativa el de diseñar redes híbridas, que nos permitan utilizar el cobre que se encuentra activo, aprovechando la red existente, pero esto mismo constituiría un limitante en la distancia a la que pueda llegar la comunicación, por los estándares que ya conocemos en los dos ambientes propuestos.

Ecuador es un país que se encuentra en vías de desarrollo, y el uso de la tecnología aún resulta costoso y no muy desarrollado.

Muy pocas instituciones poseen redes de fibra óptica dentro de su infraestructura tecnológica ya que le han dado importancia a la comunicación, otras empresas no le han brindado la importancia necesaria, ni han tomado en cuenta la velocidad de transmisión de los datos, pese a la necesidad de contar con este tipo de infraestructura que ya se hacen presentes a diario.

Este estudio tiene como finalidad diseñar una red de Fibra óptica misma que se podría implementar en la ciudad de Macas, como una solución a las debilidades de la comunicación que se presentan por las distancias y fenómenos climáticos que se presentan en estas zonas del Ecuador.

2 Justificación

Con el desarrollo de este caso de estudio se pretende brindar una solución de comunicación en la ciudad de Macas cantón Morona perteneciente a la Provincia de Morona Santiago, con la aplicación de una nueva infraestructura que permita un acceso más eficiente a la información. Esta infraestructura podrá contar con mantenimiento adecuado y permitirá que las personas que incursionan en el ámbito de las redes actualicen sus conocimientos y esto repercutirá en la productividad de las empresas donde administran las redes. Incluyendo a esta ciudad en plan de desarrollo, de expansión de las redes de acceso con las que cuenta nuestro país.

Dentro de las ventajas del uso de fibra óptica se puede enumerar las siguientes: gran ancho de banda, inmunidad a la interferencia electromagnética, inmunidad a la interferencia estática, vasto rango de temperatura de operación, baja atenuación, alta seguridad, resistencia a la corrosión, escalabilidad, mayor vida útil, bajo peso y volumen. Estas son superiores a las desventajas, entre las cuales podemos determinar altos costos, fragilidad y resistencia al cambio en los usuarios.

Se pretende desarrollar una metodología que permita contar con los pasos, junto con los procesos a seguir para la implementación de una red de fibra óptica, así como también tareas como: análisis, diseño y mantenimiento de las redes de este tipo.

La importancia de este estudio radica en la utilización de los estándares de fibra óptica que nos permitan mejorar la comunicación, la velocidad de transmisión y evitar pérdidas de datos. Tomando en cuenta que aún no está implementado en este medio alguna red de este tipo, como base para próximas modificaciones.

Instituciones muy importantes se servirían de esta estructura como usuarios corporativos, tales como: Consejo Provincial, Municipio, Consejo de la Judicatura, Federación Deportiva, Aeropuerto, Unidades educativas, así como usuarios residenciales.

3 Antecedentes

Algunas de las ciudades de nuestro país se encuentran ya utilizando como redes de acceso los tendidos de fibra óptica, entre ellas Quito, Guayaquil, Cuenca, Loja. Son utilizadas con el objetivo de facilitar el acceso a internet y demás comunicaciones necesarias. Este es ya uno de los pilares fundamentales para el crecimiento económico, social, pero por sobre todo educativo de la sociedad.

El no contar en el país con redes de fibra óptica que cubran la mayor parte del territorio, convierte en un limitante al momento de tener un acceso fácil, oportuno y permanente a la información, en este caso el servicio de internet.

La distancia y los fenómenos climáticos también se convierten en limitantes para acceder de mejor manera a servicios como el internet en esta parte del territorio nacional como lo es la Amazonía.

4 Objetivos

4.1.1 Objetivo General

Realizar un estudio y diseño de una red de fibra óptica utilizando la tecnología GPON para brindar servicio de voz, video y datos (triple play) a la ciudad de Macas del cantón Morona de la provincia de Morona Santiago.

4.1.2 Objetivos Específicos

1. Definir las estrategias a seguir para el diseño de la red fibra óptica.
2. Describir las características de los equipos de networking (equipos activos) requeridos para la implementación de la red.
3. Realizar un artículo referente al diseño de la red de fibra óptica para la ciudad de Macas.
4. Analizar los estándares de cableado de fibra óptica para redes GPON.
5. Análisis de la recuperación de la inversión.

5 Desarrollo Caso de Estudio

5.1 Análisis de situación actual de las redes de fibra óptica

Las redes de fibra óptica en el Ecuador

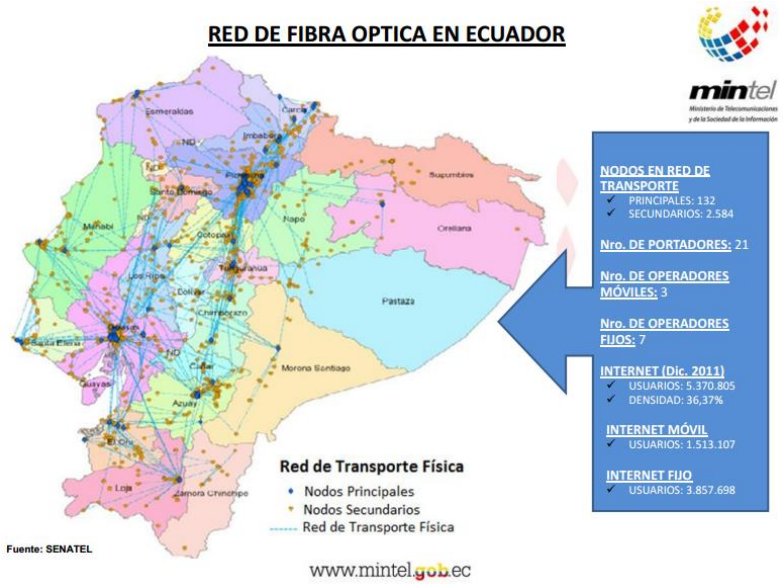


Figura 1 Red de Fibra Óptica en Ecuador
Fuente. MINTEL, 2014. Recuperado en Mayo de 2015. www.mintel.gob.ec

CNT es la propietaria de la red de fibra óptica más grande en el país, con más de 12.410 km de fibra desplegada en el país, lo que permite la conexión de 23 provincias del territorio continental.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) ha invertido en los últimos 7 años (hasta mayo) más de $ 1.574 millones, sus proyectos se amplían a redes de fibra óptica, de conectividad móvil de cuarta generación o 4G. Hasta 2013 el país contaba con una red de 35.111 kilómetros de fibra óptica para la transmisión de datos (Internet).

La idea que encierra este concepto y que es uno de los objetivos del Gobierno actual, es que la colectividad sea capaz de usar las TIC como herramientas de acceso a la información para todos los ciudadanos y que estos a su vez produzcan conocimientos en la red. Es decir que pasen de consumidores a creadores de información.



Figura 2 Red de Fibra Óptica en Ecuador – Operador Estatal.
Fuente. MINTEL, 2014. Recuperado en Mayo de 2015. www.mintel.gob.ec



Figura 3 Conectividad internacional en los servicios de la CNT.

Fuente. MINTEL, 2014. Recuperado en Mayo de 2015. www.mintel.gob.ec

En el 2015 la CNT EP ha iniciado el tendido de nuevos ejes de canalización de su red de fibra óptica con tecnología GPON en varias ciudades del país. Red muy efectiva para

llegar hasta el hogar de los ecuatorianos. Se está instalando en ciudades como: Quito, Guayaquil, Ibarra, Guaranda, Tulcán, Riobamba, Latacunga, Machala, Loja, Macas, Tena, El Coca, Puyo, Salinas, Santo Domingo, Ambato, Manta y Zamora, también en las ciudades del milenio en Cuyabeno y Pañacocha. Se espera que a corto plazo sea de cobertura a nivel nacional.

GPON optimiza la relación **inversión – cobertura**, sobre ella se comercializarán servicios de nueva generación e interactivos, mismos que requieren una disponibilidad de altos anchos de banda, esta red tendría una capacidad de transmisión de 1Gbps, con un posible crecimiento da 10 Gbps, dependiendo de la demanda del mercado para servicios triple play (voz, datos y video).

Se encuentran actualmente tendidos 800 km de fibra, ente troncal y de distribución, esto se derivará en redes para 7000 hogares.

La red GPON permitirá mejorar la infraestructura de telecomunicaciones de las ciudades del país.

5.2 REDES PON

Se trata de aquellas que permiten eliminar los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente, colocando componentes ópticos pasivos en vez de ellos, y así guiar la red. Su estructura es simple, formada por tres elementos: OLT, Splitter óptico y módulos ONU.

El OLT se encuentra en el nodo central de una operadora de telecomunicaciones, transporta datos desde la central hasta el splitter, este último recibe los cables de fibra óptica de ambos lados y divide la señal de la fibra. Los ONU reciben la información que llega desde el splitter.

5.2.1 TIPOS DE REDES PON

Tabla 1 Redes PON

TIPO	CARACTERÍSTICAS
APON	La transmisión se basa en ATM, tasa máxima de 155Mbps repartida entre ONUs, velocidad máxima de 622Mbps. Se basa en el estándar ITU-T G.893
BPON	Basado en APON, da soporte a otros estándares de banda ancha. Su estándar ITU-T G.893
EPON	Basado en tráfico Ethernet, creado para aprovechar EFM, trabaja con velocidades de hasta 1.25 Gbps. Reducción de costos ya que no maneja ATM y SDH. Estándar IEEE 802.3ah
GPON	Desarrollado sobre ATM, basado en arquitectura BPON, cobertura de 20 Km, brinda soporte global multiservicio, soporta velocidades de hasta 1.25 Gbps. Estándar ITU – T G894
GEPON	Desarrollado sobre Ethernet, con las mismas características de GPON. Estándar IEEE 802.3ah
HGPON	Desarrollado sobre ATM, con características similares a GPON, con mayor capacidad de ancho de banda. Estándar ITU-T G.894

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 TABLA COMPARATIVA TECNOLOGÍAS PON

Tabla 2 Comparativa de tecnologías PON

CARACTERÍSTICAS	***EPON***	***GPON***	***GEPON***	***10GPON (XPON)***
Tasa de bits en Mbps	*Down 1250 Up 1250*	*Down 2488 - 1244 Up 2488 – 1244 - 622*	*Down 1250 Up 1250*	*Down 10000 UP 2500*
Codificación de línea	*8b/10b*	*NRZ (aleatorización)*	*1G (8B10B)*	*NRZ*
Radio de división máximo	*1:256*	*1:128 (lógico) – (1:64 en práctica)*	*>16*	*1:64*
Protocolo de nivel 2	*Ethernet*	*Ethernet sobre ATM*	*Combinación de Ethernet y PON*	*CWDM y TDM*

Soporte TDM	*TDM sobre IP*	*TDM sobre ATM*	*WDM*	***TDM sobre WDM***
Alcance	*Máx. 20 Km*	*Máx. 20 Km*	*Máx. 20 Km*	*Máx. 20 Km*
Estándar	*IEEE 802.3 ah*	*ITU-T G984.x*	*IEEE 802.3ah*	*G.987.1*

Fuente: Elaboración propia

Para este caso de estudio se escogió GPON por las ventajas y servicios que ofrece, mismas que se detallan a continuación. Principalmente la convergencia total de todos los servicios de comunicaciones sobre una misma infraestructura de red de fibra óptica, con GPON se obtiene mayor ancho de banda y mayor eficiencia de transporte.

5.3 GPON

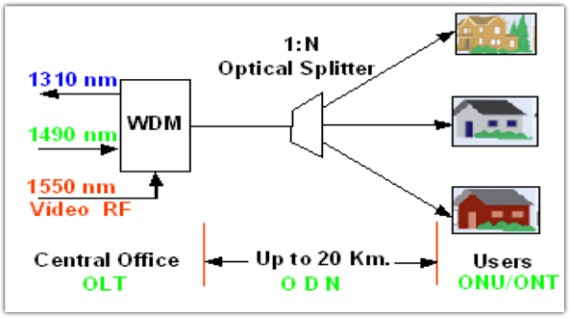


Figura 4 Redes GPON.
Fuente. CURSO IPREX

Se trata de una red flexible de acceso con fibra óptica capaz de soportar requisitos de amplitud de servicios comerciales y corporativos. Adopta dos mecanismos de multiplexación, en dirección de bajada también denominado Downstream a 2.4 Gbps de velocidad en donde los datos son transmitidos en broadcast y en dirección de subida o Upstream a velocidades de 1,2 Gbps, donde los paquetes son transmitidos mediante TDMA (Time Division Multiplexing Access).

Broadcast, se trata de un modo de transmisión de información donde la OLT envía la información a todas las ONTs simultáneamente, pero solo el destinatario que lleva un encabezado de este paquete va a interpretar el mensaje.

TDMA, es el modo más usado en la actualidad, principalmente en los sistemas de transmisión digitales, en donde el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción de tiempo total.

La sincronización se complementa con un sofisticado método de ranging y ecualización para que el acceso al medio de la ONT/ONU se produzca en el instante preciso, acorde con la distancia física que le separa de la OLT.

Desarrollo de mecanismos OAM (operación, administración y mantenimiento) que faciliten al operador la gestión centralizada de los equipos de usuario (ONT/ONUs), sin la intervención de estos.

Permite establecer un punto de demarcación entre la red de operador y la del cliente

Gestión remota de las ONTs (teledescarga de actualizaciones, parámetros de funcionamiento, etc.)

Facilita de configuración y gestión de servicios de usuario: ancho de banda, características del servicio de voz, vídeo multicast, etc

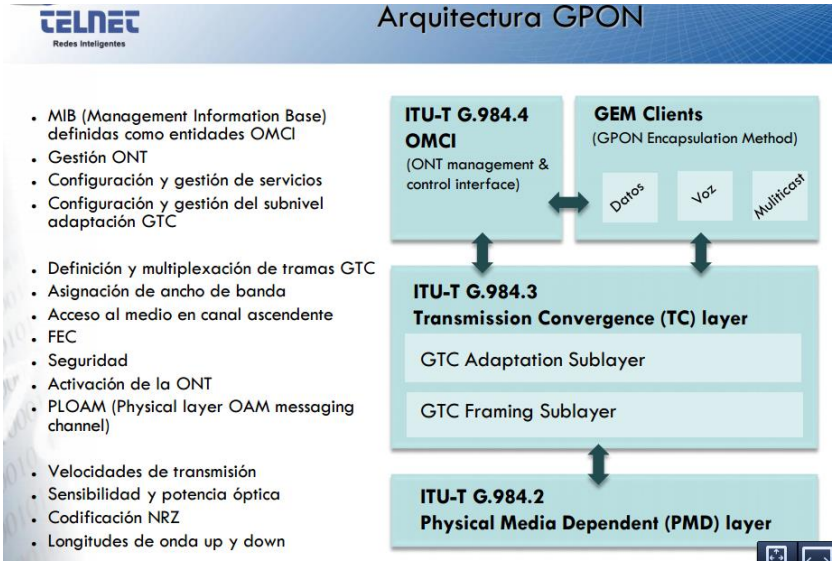


Figura 5 Arquitectura GPON

Fuente: Telnet Redes, I. (2012). Capitalia. Recuperado el 8 de Mayo de 2015, de http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf

GPON proporciona un mecanismo determinista que evite colisiones entre las ONT/ONUs y garantiza el ancho de banda a cada usuario.

SERVICIOS QUE PROPORCIONA GPON

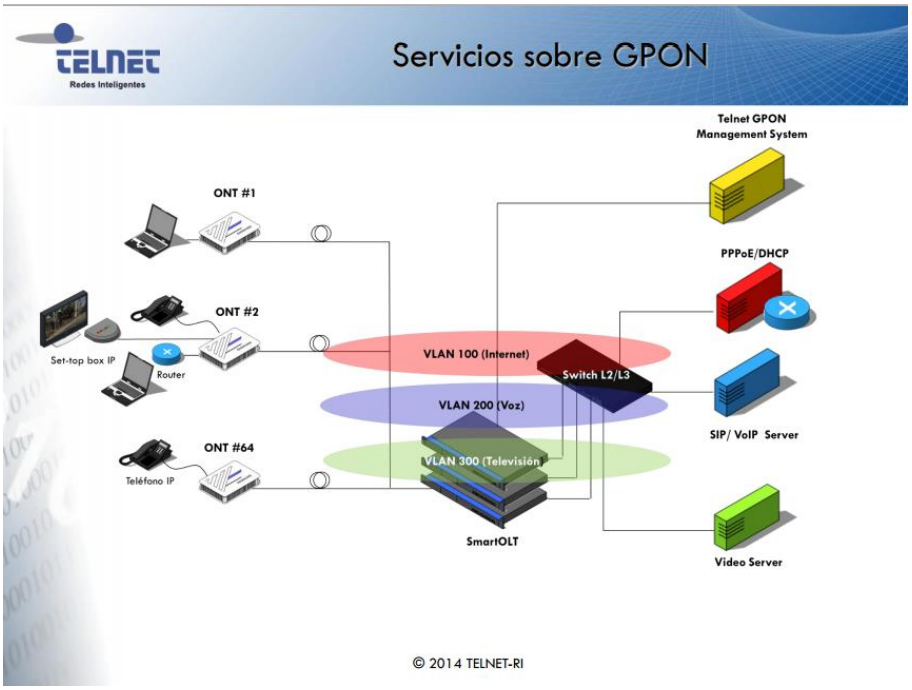


Figura 6 Servicios sobre GPON
Fuente: Telnet Redes, I. (2012). Ccapitalia. Recuperado el 8 de Mayo de 2015, de http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf

La actualización de la infraestructura existente es realmente necesaria, de modo que puedan interactuar todos estos servicios, y que puedan soportar las tasas de transferencia de datos. Si en algún momento se requieren mejora en servicios, perfectamente se puede evolucionar, ya que funcionaría sobre la plataforma de red pasiva de GPON, tomando en cuenta los parámetros ópticos de la red GPON.

5.4 Consideraciones iniciales

El presente caso de estudio está enfocado a proveer de un servicio triple play mediante una red GPON a un segmento de población de la Amazonía.

El sector del mercado hacia donde está dirigido este estudio y diseño es la ciudad de Macas. Esta ciudad cuenta con Instituciones tanto públicas como Privadas, muy importantes que desarrollan sus actividades en este sector del país. Instituciones como:

- Aeropuerto Edmundo Carvajal
- El Consejo de la Judicatura
- La Federación Deportiva de Morona Santiago, con sus diferentes instalaciones
- El Consejo Provincial de Morona Santiago
- El GAD municipal del Cantón Morona
- CEFAS
- Fiscalía
- Contraloría
- Universidad Católica de Cuenta (extensión)
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (extensión)

Además los abonados masivos que cada vez más exigen un mejor servicio, esto implica mayor, capacidad, mejor calidad, confiabilidad e innovación, pero por sobre todo mejores precios o precios competitivos.

Las exigencias de ancho de banda que satisfaga las necesidades de los usuarios provendrán de la implementación de un diseño con fibra óptica, disminuyendo el conjunto de equipos activos a utilizarse, proporcionando una transmisión más segura, libre de errores.

5.4.1 SITUACIÓN DE LA CIUDAD DE MACAS

Se cuenta con los datos de abonados en las tres zonas en las que está dividida la ciudad para la cobertura de CNT.

Tabla 3. Abonados de telefonía

ZONA	NUMERO DE ABONADOS
Zona Centro	4000
Zona Norte	705
Zona Sur	583

Fuente: Elaboración propia (información recabada en la agencia CNT Macas, personal de planta externa)

De ahí que la mayor parte de abonados serán usuarios del tipo masivo.

5.4.2 POBLACIÓN EN LA CIUDAD DE MACAS



Figura 7 Figura Mapa de la ciudad de Macas
Fuente: Google. (2015). Google maps. Recuperado el 30 de Abril de 2015, de https://www.google.com/maps/@-2.3065832,-78.1183123,12351a,20y,270h/data=!3m1!1e3

Si bien en este año se ha iniciado el tendido de fibra óptica en varias ciudades del país, la ciudad de Macas en la actualidad cuenta con el servicio que brinda CNT, no cuenta con un servicio que permita entregar voz, datos y televisión, es decir servicio triple play.

Es por ello que se requiere de la implementación de una red del tipo PON, para de este modo mejorar el servicio, contando así con un servicio corporativo.

La ciudad Macas es una ciudad del Ecuador, capital de la provincia de Morona Santiago, es la cabecera del cantón Morona, tiene una población estimada en **19793** habitantes en la zona urbana de ciudad, según datos del censo INEC del año 2010. Está situada al sur oriente del Ecuador, a una altura de 1020 m sobre el nivel del mar. La

mayoría de los habitantes de Macas son personas que han migrado desde la ciudad de Cuenca, con gran influencia de esta ciudad.

Se trata de una ciudad que se encuentra en franco desarrollo, con un gran potencial turístico, tanto en su área urbana como en el área rural, en complemento con toda la geografía del cantón y la provincia. (INEC, 2010)

5.4.2.1 Proyección del crecimiento de la población de Macas

Según la SENPLADES la proyección de la población en la ciudad de Macas es la que aparece en la tabla a continuación. (SENPLADES, 2014)

Tabla 4. Proyección de población

AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MACAS	19793	20509	21233	21963	22697	23433	24173	24916	25662	26409	27156

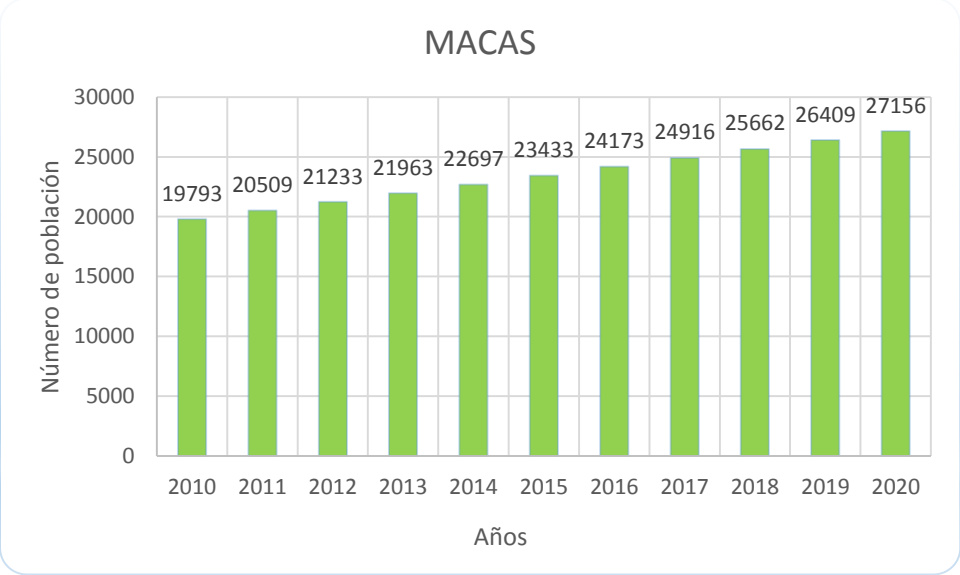


Figura 8 Proyección del crecimiento de la población de la ciudad de Macas

Fuente: *SENPLADES. (2014).Proyecciones y estudios demográficos. Recuperado el 20 de ABRIL de 2014, de http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos: http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos*

En base a esta información se calculó un estimado del porcentaje de crecimiento de la población en esta ciudad.

En los últimos años se tiene una tasa de crecimiento anual de la población del 3.42% en promedio.

El porcentaje de incremento de la población a 2020 es del 16,6 %

5.4.3 Análisis de la Infraestructura existente

Para la ciudad de Macas se tienen los datos que a continuación se presentan:

5.4.3.1 Clientes de telefonía

En la ciudad de Macas se ha dividido a los usuarios del servicio de telefonía en 3 segmentos, se trata de los usuarios ubicados en las zonas: Norte, Centro y Sur.

Tabla 5 Usuarios de telefonía por zona en Macas

Zonas	N° de abonados
Norte	705
Centro	4000
Sur	583
TOTAL	5288

Fuente: Elaboración propia

5.4.3.2 Clientes de datos

La ciudad de Macas posee una cantidad de uso de puertos de datos de:

2072 puertos utilizados

Distribuidos entre los diferentes planes que la empresa CNT proporciona, principalmente FASTBOY con anchos de banda de 2Mbps.

De acuerdo al incremento de la población proyectado por año, se pretende brindar el servicio de tripleplay a los usuarios actuales y a futuro.

Es importante tomar en cuenta en ancho de banda que requiere cada uno de los servicios, en este caso, lo referente a datos y televisión principalmente, debido a que lo que corresponde a voz es despreciable, de ahí que se al menos se requieren 13Mbps, subdividido en 5 Mbps para datos y 8 Mbps para video. Principalmente para usuarios masivos, ya que para usuarios corporativos se requiere mayor ancho de banda disponible.

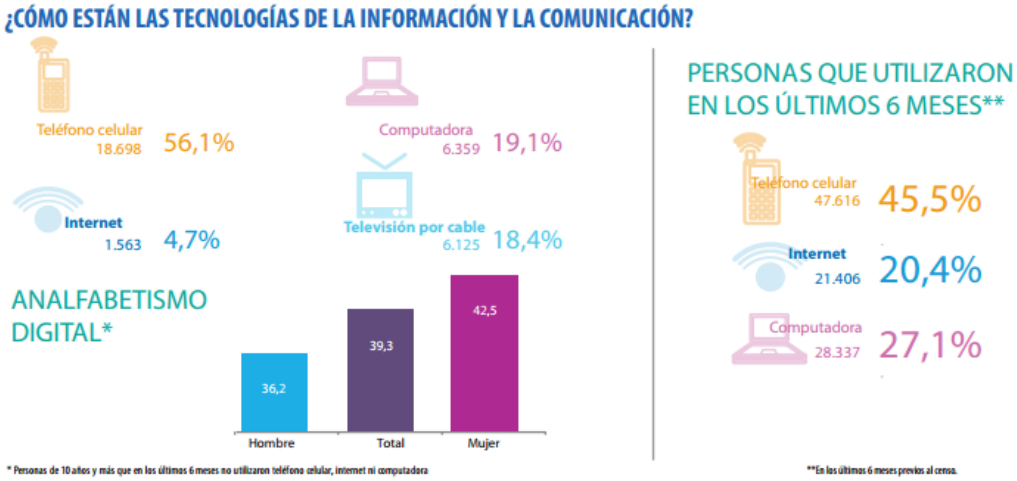
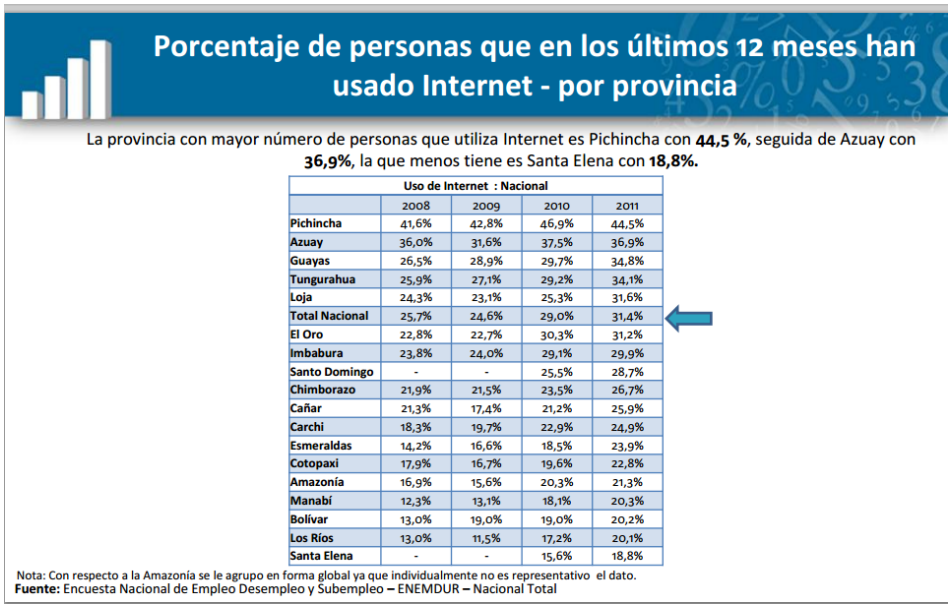


Figura 9 Tics a nivel de la Amazonía

Fuente: INEC. (2011).Tecnologías de la Información y Comunicación. Recuperado el 20 de ABRIL de 2015, de http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf: http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf

Comparando las estadísticas entre varios años podemos determinar que a fines del 2011 la Provincia con mayor uso de Internet es Pichincha, y la provincia con menor uso de este servicio es Santa Elena, en tanto en las provincias de la Región Oriente del país están agrupadas, ya que no brindaban un dato representativo comparado a nivel nacional.



Porcentaje de personas que en los últimos 12 meses han usado Internet - por provincia

La provincia con mayor número de personas que utiliza Internet es Pichincha con **44,5 %**, seguida de Azuay con **36,9%**, la que menos tiene es Santa Elena con **18,8%.**

Uso de Internet : Nacional				
	2008	2009	2010	2011
Pichincha	41,6%	42,8%	46,9%	44,5%
Azuay	36,0%	31,6%	37,5%	36,9%
Guayas	26,5%	28,9%	29,7%	34,8%
Tungurahua	25,9%	27,1%	29,2%	34,1%
Loja	24,3%	23,1%	25,3%	31,6%
Total Nacional	25,7%	24,6%	29,0%	31,4%
El Oro	22,8%	22,7%	30,3%	31,2%
Imbabura	23,8%	24,0%	29,1%	29,9%
Santo Domingo	-	-	25,5%	28,7%
Chimborazo	21,9%	21,5%	23,5%	26,7%
Cañar	21,3%	17,4%	21,2%	25,9%
Carchi	18,3%	19,7%	22,9%	24,9%
Esmeraldas	14,2%	16,6%	18,5%	23,9%
Cotopaxi	17,9%	16,7%	19,6%	22,8%
Amazonía	16,9%	15,6%	20,3%	21,3%
Manabí	12,3%	13,1%	18,1%	20,3%
Bolívar	13,0%	19,0%	19,0%	20,2%
Los Ríos	13,0%	11,5%	17,2%	20,1%
Santa Elena	-	-	15,6%	18,8%

Nota: Con respecto a la Amazonía se le agrupo en forma global ya que individualmente no es representativo el dato.
Fuente: Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDUR – Nacional Total

Figura 10 Estadísticas INEC al 2011 INEC,
Fuente: INEC. (2011).Tecnologías de la Información y Comunicación. Recuperado el 20 de ABRIL de 2015, de http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf: http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf

A 2013 continúa siendo Pichincha la provincia con mayor acceso al servicio de internet, pero en cambio la provincia con menos acceso a internet a este año es la

provincia de Los Ríos. El dato importante a resaltar es que en conjunto las provincias de la Amazonía crecieron en uso de este servicio, tanto que a 2013 se posiciona en el 5 lugar, convirtiéndose ya en un número un tanto representativo.

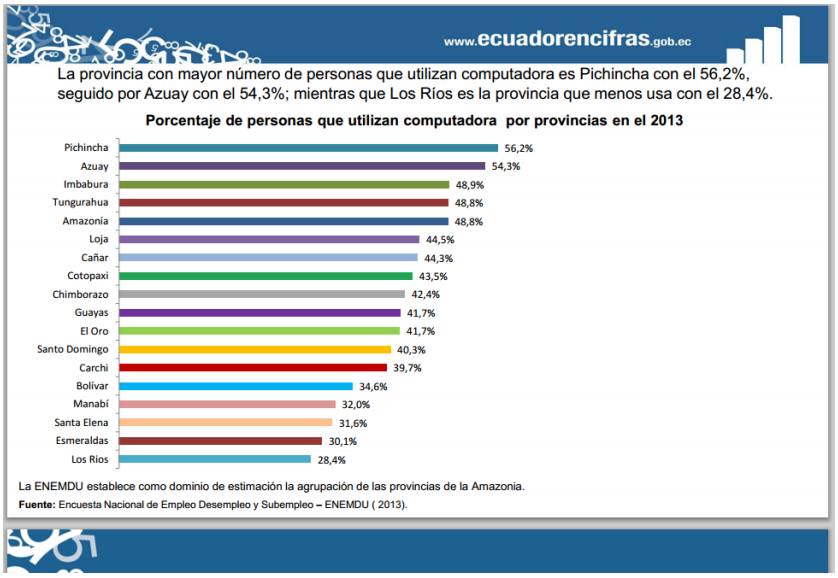


Figura 11 Uso de computadoras por provincia.

Fuente: INEC. (2011).Tecnologías de la Información y Comunicación. Recuperado el 20 de ABRIL de 2015, de http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf: http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf

5.4.3.3 Clientes Video

Según el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) al 2010, el 19,34% de la población utiliza el servicio de televisión pagada en Ecuador. Este porcentaje corresponde a 1 176976 suscriptores a nivel nacional. Hay que resaltar que al menos el 86,2 % de la población nacional cuenta al menos con un televisor, siento este equipo tecnológico de más presencia en los hogares.



Figura 12 Crecimiento y penetración del servicio de audio y video por suscripción

Fuente: ARCOTEL. (MARZO de 2015)(p.8). Recuperado el 25 de ABRIL de 2015, de http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/BOLETIN-AVS_RTV_TF_FINAL_.pdf

En la ciudad de Macas, existen varios proveedores del servicio de televisión por pago, como son:

- CNT-TV
- DIRECTV
- CABLE MÁGICO

5.4.4 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE RED EN LA CIUDAD DE MACAS

Utilizando el simulador que vía web proporciona la CNT, se procede a verificar la disponibilidad de redes de cobertura de servicios de las diferentes tecnologías en la ciudad de Macas, utilizando un rango de coordenadas que corresponden a esta área geográfica, a lo que se obtiene la siguiente tabla de resultados. Siendo CNT el principal proveedor de servicios tanto telefónicos y de red, se encuentra que no dispone del servicio de internet fijo GPON en esta ciudad.

Tabla 6. Disponibilidad de tecnologías de red en la ciudad Macas

CONFORME A SU SOLICITUD SE PRESENTA LA SIGUIENTE DISPONIBILIDAD DE RED							
CODIGO	**LONGITUD**	**LATITUD**	**MOVIL 2G**	**MOVIL 3.5G**	**MOVIL HSPA+**	**MOVIL LTE 4G**	**INTERNET FIJO GPON**
1	-78,121	-2,29	SI	SI	SI	NO	NO
2	-78,122	-2,3	SI	SI	SI	NO	NO
3	-78,123	-2,31	SI	SI	SI	NO	NO
4	-78,124	-2,32	SI	SI	SI	NO	NO
5	-78,125	-2,33	SI	NO	NO	NO	NO
6	-78,126	-2,34	SI	SI	SI	NO	NO
7	-78,127	-2,35	SI	SI	NO	NO	NO
8	-78,128	-2,36	NO	SI	NO	NO	NO
9	-78,129	-2,37	NO	NO	NO	NO	NO
10	-78,13	-2,38	SI	NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia

Al diseñar una red GPON, se permitirá al proveedor masivo del servicio de internet, telefonía y televisión, dotar a sus usuarios de servicios basados en Fibra Óptica tanto a empresas, instituciones y principalmente a usuarios residenciales, todo esto sin requerir de costosos componentes activos, y brindándolo a un costo atractivo.

5.5 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE COBERTURA

5.5.1 Dimensionamiento de la red

Este diseño utilizará una red punto – multipunto, partiendo de un equipo central para la distribución de los servicios a usuarios finales.

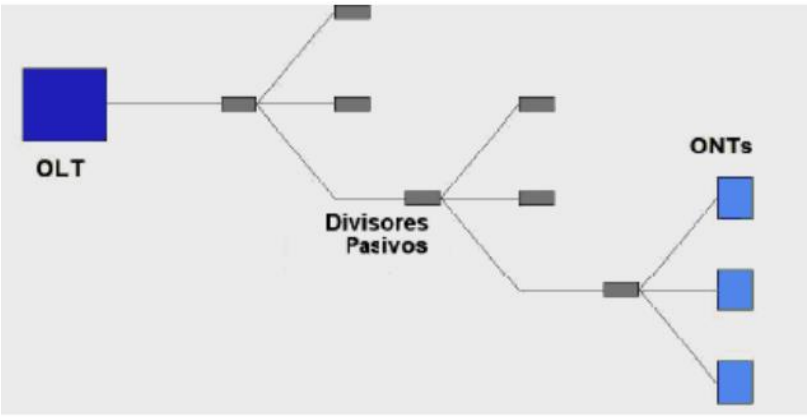


Figura 13 Topología Punto – Multipunto genérico

Fuente: Repositorio Politécnica Nacional, http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1099 recuperado en Mayo de 2015

La planta externa de la red GPON estará ubicada en la ruta definida en la gráfica que se muestra a continuación, donde se encuentra la demanda insatisfecha a atender, estaría comprendido por tramos aéreos y soterrados, debido a la infraestructura existe en la ciudad.

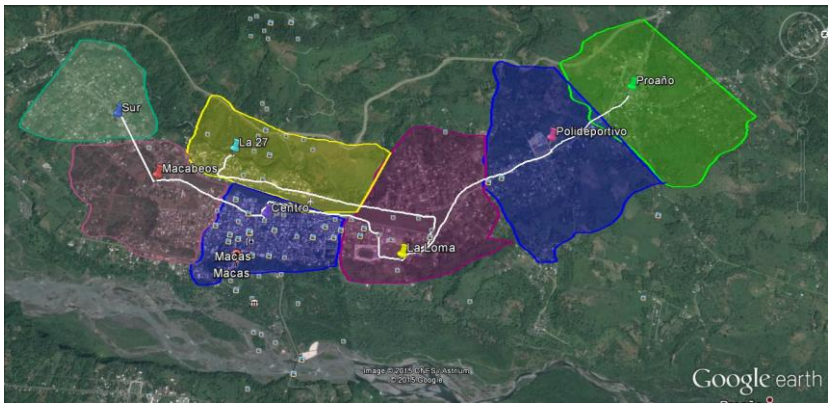


Figura 14 Área de cobertura del servicio GPON

Fuente: Elaboración propia

El punto central será el OLT que será ubicado en el espacio de la CNT en la Zona Centro de la ciudad de Macas (24 de mayo, entre Cuenca y Sucre), ya que es ahí donde está ubicada la central de CNT.

Para el diseño es importante analizar diferentes parámetros, los que aportan atenuación, entre ellos: los conectores de los ODFs, las fusiones, los splitters ya que su atenuación depende del número de puertos en que se divida la señal, el tipo de fibra a utilizar donde su atenuación depende de la longitud de onda.

La atenuación máxima de la red ODN no debe superar los 28dB, debido a los umbrales de trabajo de los equipos OLT y ONT, considerando siempre el peor de los casos en cuanto a niveles de atenuación. Estos valores fueron calculados según (AÑAZCO AGUILAR , 2013, pág. 94) como se puede observar en la tabla N° 7.

Longitud ODN (Km): Feeder + Distribución + Ultima Milla							
2	5	10	15	20			
ATENUACIÓN ODN (dB)					1er Splitter	2do Splitter	Accesos
14,4	15,05	16,75	18,3	20,14	2:4		4
18,7	19,35	21,05	22,6	24,44		1:2	8
22	22,65	24,35	25,9	27,74		1:4	16
25,5	26,15	27,85				1:8	32
18	18,65	20,35	21,9	23,74	2:8		8
22,3	22,95	24,65	26,2	28,04		1:2	16
25,6	26,25	27,95				1:4	32
						1:8	64
21,3	21,95	23,65	27,2	27,04	2:16		16
25,6	26,25	27,95				1:2	32
						1:4	64
						1:8	128
25	25,65	27,35			2:32		32
						1:2	64
						1:4	128
						1:8	256

Tabla 7. Cálculo ODN para red GPON
Fuente: AÑAZCO AGUILAR , C. O. (22 de Mayo de 2013). Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar. Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Repositorio digital UCSG. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/516/1/T-UCSG-POS-MTEL-10.pdf

Los equipos activos se encuentran en los extremos de la red, de ahí que se puede brindar los servicio triple play sin los inconvenientes que genera el uso de par trenzado. El objetivo de las empresas hoy en día es llegar con fibra hasta nuestros hogares o también denominado FTTH.

Cada zona estará provista por un splitter primario, y podría incluso requerir un splitter adicional de acuerdo a la zona que cubre. Los splitters primarios estarían ubicados en los sectores de mayor concentración de población.

Desde el OLT se alimentará a cada splitter primario de las diferentes zonas. Se conferirán los hilos a un backbone único que recorrerá la ciudad de norte a sur. Se distribuirá desde el backbone para splitters primarios utilizando mangas de empalme o cajas de distribución que estarán ubicadas estratégicamente en las zonas.

Cada splitter primario se conectará a splitter secundarios y desde ahí se establecerán los enlaces con los ONTs.

El backbone se podría instalar de manera aérea o también subterránea, con el uso de canales o ductos. Esto debido a la infraestructura que se pueda construir en la ciudad y a la existente.

Desde los splitters salen las fibras que llegarán a los usuarios finales.

5.5.2 Esquema de nodos (zonas)

En la actualidad la CNT en Macas maneja la ciudad dividida en 3 zonas de cobertura o sectores denominados:

Sector Norte - Sector Centro – Sector Sur

En estos sectores se encuentra la concentración de los abonados, ya que los otros sectores son periféricos a la ciudad de Macas.

Para efectos de este estudio se ha procedido a dividir la ciudad de Macas en nuevas zonas, con el objetivo de mayor cobertura, más organización, más usuarios puedan ser provistos del servicio y además que la implementación de la red sea la más adecuada con respecto a la selección de los equipos, y no implique mayor inversión en los mismos.

Las zonas serán:

- Zona Proaño
- Zona Polideportivo
- Zona La Loma
- Zona Centro
- Zona 27
- Zona Macabeos
- Zona Sur

5.5.3 Distancias

En base a la distribución de las zonas, mencionadas anteriormente, se procederá al análisis de las distancias.

Se han analizado los posibles trayectos desde el OLT hasta los posibles puntos referenciales donde estarán ubicados los splitters secundarios. Se ha llegado a la determinación de las siguientes distancias.

Tabla 8. Distancias a OLTs

TRAYECTO	***DISTANCIA***
OLT La Loma a Polideportivo	2.17 Km
OLT La Loma a Zona Proaño	3.33 Km
OLT Zona a Zona Centro	1.61 Km
OLT La Loma a Zona la 27	1.43 Km
OLT La Loma La Loma	0 Km
OLT La Loma a Zona Macabeos	3.46 Km
OLT La Loma a Zona Sur	2.91 Km

Fuente: Elaboración Propia

Realizando la sumatoria de las distancias se obtiene un total de fibra de 14.91 Km. Sumamos a esto una holgura del 20% para reserva de cable, que da un aproximado de 3 Km.

Total de fibra a utilizarse en el backbone 17.89 KM

La figura a continuación muestra la división del área de cobertura de la red

5.5.4 Diagrama genérico de las zonas

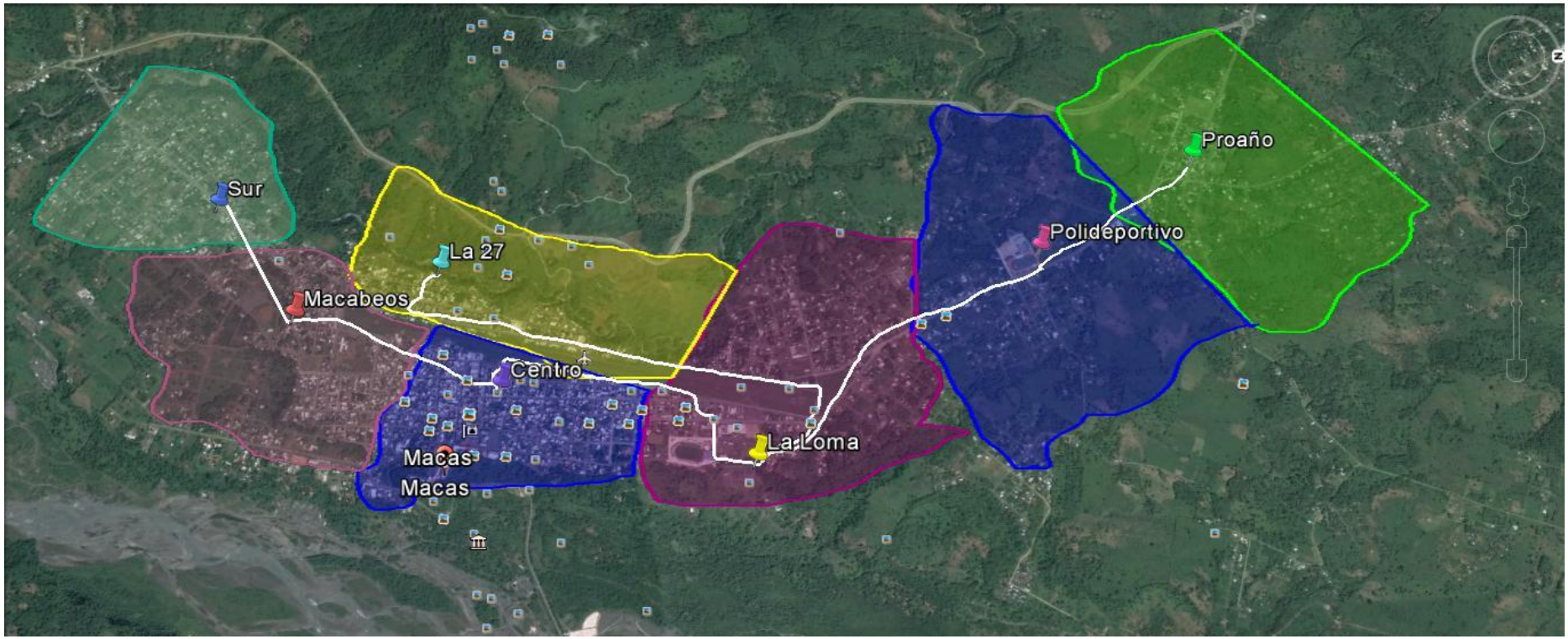


Figura 15 Zonas y su área de cobertura

1. *Fuente: Elaboración propia*

Un modelo genérico de la red será de la siguiente manera.

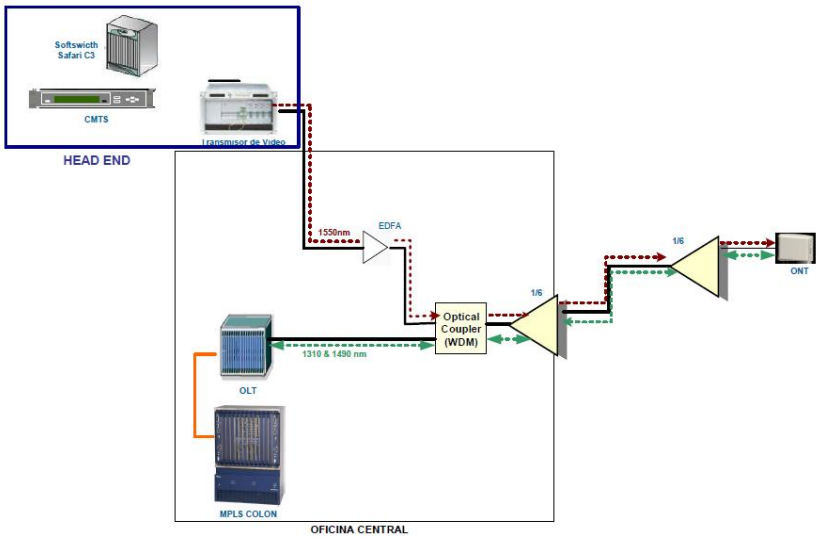


Figura 16 Modelo Genérico de la red
Fuente: Repositorio Politécnica Nacional, http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1099 recuperado en Mayo de 2015

Se consideran dos niveles de división o splitting, estará ubicado el primero en el nodo principal (ZONA CENTRO), y los otros ubicados de manera estratégica en las áreas de cobertura de las OLTs.

5.6 REQUERIMIENTOS PARA BRINDAR EL SERVICIO TRIPLE PLAY

Lo importante es reaprovechar la fibra de clientes GPON para el uso de una velocidad de 10 y 100 Mbps.

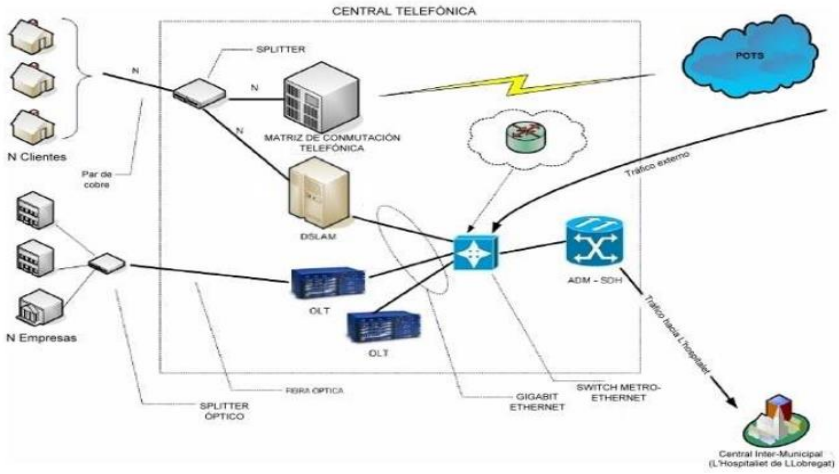


Figura 17 Modelo para la entrega del servicio

Fuente: INEC. (2007). Estudio de viabilidad técnico-económico para la implantación de una red triple-play en el municipio de castelldefels. Recuperado en Mayo de 2015, de http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4595/PFC_HECTOR_LAB?sequence=2}

Es importante detallar que la red GPON se vale de 3 longitudes de onda, empleada para la separación de las señales, y son:

- Para VOZ y DATOS.- 1310 nm desde el ONT a la OLT. (del cliente a la central)
- Para VOZ y DATOS.- 1490 nm desde la OLT al ONT. (de la central al cliente)
- Para VIDEO bde radiofrecuencia.- 1550 nm desde la central al ONT.

Estas longitudes de onda se combinan en un multiplexor Wavelength Division Multiplexer (WDM).

5.6.1 Señal de video

Se entrega la señal de video al usuario final mediante la utilización de un transmisor de video de longitud de onda de 1550 nm ubicado en el punto de partida de la red en la ciudad de Macas, esto sería en el nodo ubicado en la zona Centro.

Los nodos en la zonas están unidos mediante fibra, de ahí que se necesita que la OLT cuente con una interfaz Gigabit Ethernet, que se conecte a la MPLS de la Zona La Loma, así ingresará el tráfico a la red MPLS, mismo que será dirigido al HEAD END en donde de se realizará el tratamiento a la información de acuerdo a tipo de tráfico.

Se ha escogido la Zona Centro como punto central principalmente por tratarse de ser un nodo céntrico y es posible contar con el espacio físico para su funcionamiento.

5.6.2 Conexión en una Zona

A continuación se ejemplificará como se conectarán los diferentes usuarios en una zona a un splitter secundario que reparte la Fibra óptica hacia los ONTs.

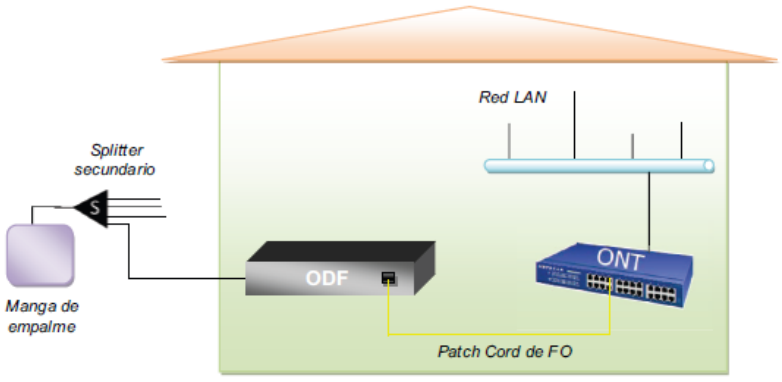


Figura 18 Esquema general de una Zona

Fuente: Estudio y Diseño de una Red de Última Milla, Utilizando la Tecnología G-PON, Para el Sector del Nuevo Aeropuerto de Quito. Recuperado en Mayo de 2015, de http://es.scribd.com/doc/219909349/Diseno-de-Una-Red-Gpon#scribd

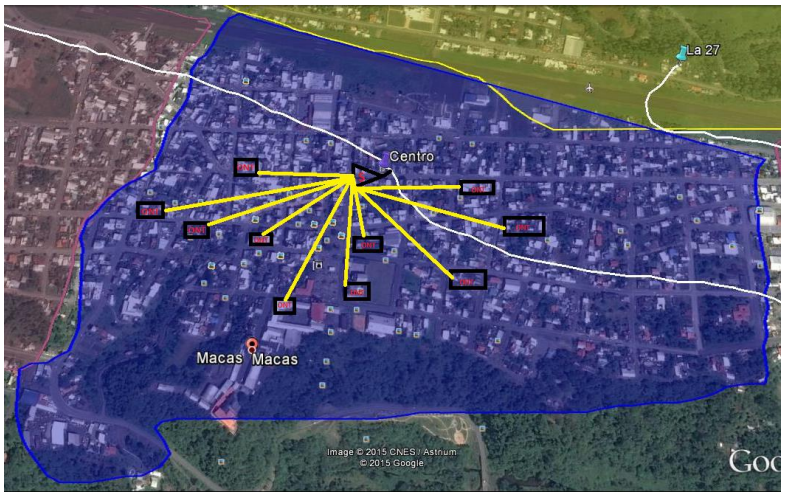


Figura 19 Ejemplo de conexión de ONTs

Fuente: Elaboración propia



Figura 20 Etapas de transmisión de la fibra hasta el usuario final

Fuente: Estudio y Diseño de una Red de Última Milla, Utilizando la Tecnología G-PON, Para el Sector del Nuevo Aeropuerto de Quito. Recuperado en Mayo de 2015, de http://es.scribd.com/doc/219909349/Diseno-de-Una-Red-Gpon#scribd

5.6.3 Criterios para el diseño de la red de fibra óptica

5.6.3.1 Proyecciones

El crecimiento de la población, su expansión hacia la zona sur, no consistirá una barrera para la implementación de una red GPON, ya que utilizar este tipo de red permitirá que al incrementar usuarios se pueda insertar más splitters en la red, para que abastezcan de servicios a nuevos usuarios, de las inmediaciones. Tomando en cuenta las distancias de la ciudad no se superará el rango de los 20 Km que es el rango de GPON, de ahí que no sería necesaria la colocación de amplificadores o inclusive otro OLT conectado al diseño original.

Los equipos activos en este diseño se colocarán en los extremos de la red. El interés actual es llegar con la fibra hasta el hogar, la tecnología para este fin tiene un menor costo que las redes punto a punto, y se puede así satisfacer una mayor demanda.

La OLT que se encontrará en la central estará interconectada por una red ODN y esta a su vez a un equipo OLT.

La red OND, es el anillo de fibra o cable feeder, que conecta el OLT a los splitters primarios y si es necesarios secundarios también, luego llegar a los ONTs por medio de una caja de distribución o cable DROP.

La ODN está formada por los elementos pasivos de la red que se encarga de interconectar el equipo terminal de usuario con la central.

5.6.4 TIPO DE MEDIO DE TRANSMISIÓN A UTILIZAR

Es muy importante la definición del medio de transmisión a utilizar, que este sea el adecuado, ya que de él depende la calidad de transmisión.

El presente estudio considerará la fibra que sigue la norma G652D, por sus características, ya que permite mantener la calidad de transmisión y evitar pérdidas debido a las velocidades de transmisión. Esta presenta menor atenuación por Km, y además la dispersión por modo de polarización también es menor, como podemos ver en la comparativa realizada en la tabla 9.

Los principales parámetros para los tipos de normas de fibra son:

Tabla 9. Características de operación de fibras estándar G652

	Fibra según la Norma G.652A	Fibra según la Norma G.652B	Fibra según la Norma G.652C	Fibra según la Norma G.652D
Ventana de transmisión	1310 – 1550 nm	1310–1550–1625 nm	1310 – 1550 nm	1310 – 1550 nm
Atenuación	1310 nm: 0.5dB/Km 1550 nm: 0.4 dB/Km	1310 nm: 0.5dB/Km 1550 nm: 0.4 dB/Km 1625 nm: 0.4 dB/Km	1310-1626 nm: 0.4 dB/Km 1550 nm: 0.3 dB/Km	1310-1626 nm: 0.4 dB/Km 1550 nm: 0.3 dB/Km
Dispersión por modo de polarización (PMD)	0.5 ps/Km	0.2 ps/Km	0.5 ps/Km	0.2 ps/Km

Fuente: Elaboración Propia

5.6.5 RED TRONCAL (FEEDER)

Se trata de una red tipo anillo, que parte desde la central en donde se encuentra el OLT.

La red troncal es aquella que conecta todos los nodos, desde ella se derivan todos los hilos que atenderán a los sectores. Se aspira utilizar cable de 288 hilos para la red troncal.

Este cable deberá ser colocado ya que no hay instalación al momento en la ciudad, se puede utilizar los pozos que al momento posee CNT para el cableado de cobre. Entre las características principales el cable seleccionado deberá cumplir las características como ser totalmente dieléctrico, sometido a pruebas ambientales y mecánicas, es inmune a interferencias de las redes eléctricas y no susceptibles a caídas de rayos, pues carece de elementos metálicos, este permitirá evitar tierras, será monomodo, deberá cumplir la norma G.652 y Loose tube, con el objetivo de mantener la calidad de trasmisión en la fibra y evitar pérdidas por las velocidades de transmisión. Es totalmente recomendable que se utilice cable soterrado en donde se cuenta con la canalización existente. En la tabla a continuación se ha plasmado la recomendación de utilización de cables, según la aplicación.

TIPO DE CABLE	NUMERO DE HILOS	DISTANCIA (en metros)	APLICACIÓN
OFC	G652D 288 hilos	4000	FEEDER
OFC	G652D 144 hilos	4000	FEEDER
OFC	G652D 96 hilos	4000	DISTRIBUCION
OFC/ADSS	G652D 48 hilos	4000	DISTRIBUCION
OFC/ADSS	G652D 24 hilos	4000	DISTRIBUCION
OFC/ADSS	G652D 12 hilos	4000	DISTRIBUCION
OFC/ADSS	G652D 6 hilos	4000	ULTIMA MILLA
RIZER	G652A1 24 - 48 hilos	4000	DISPERSION
OFC/ADSS	G652A1 2 - 4 hilos	4000	DISPERSION

Tabla 10. Tipos de Cables según su aplicación

Fuente: Elaboración Propia

En este último caso se trata de cable acorazado o denominado cable canalizado. Se instalará en los pozos existentes.

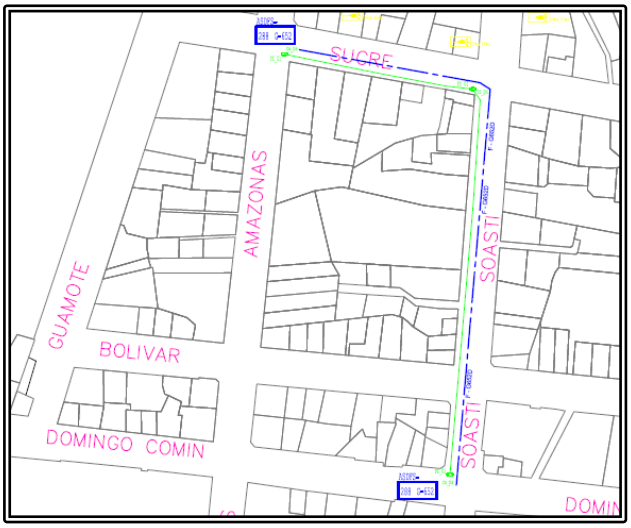


Figura 21. Red Feeder y canalización existente

Fuente: Elaboración propia

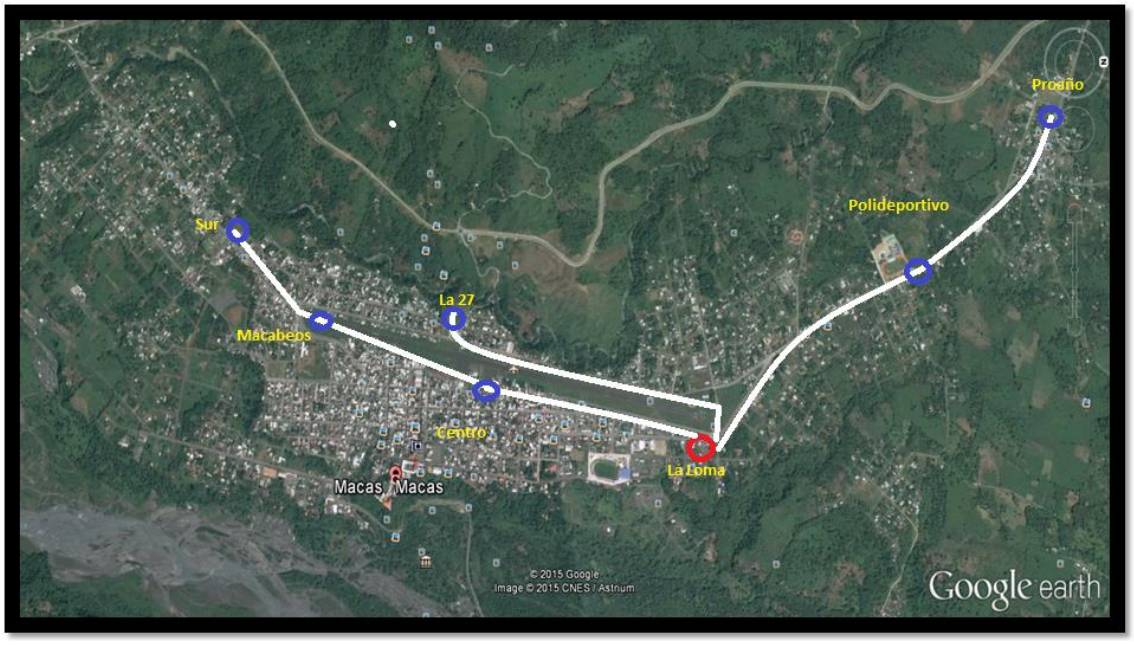


Figura 22 Backbone de fibra – FEEDER

Fuente: Elaboración propia

5.6.6 RED DE DISTRIBUCIÓN

También requiere el uso de fibra monomodo del tipo G652D, en este caso para soterramiento en la mayoría de áreas donde sea posible utilizar cable soterrado, y también se deberá utilizar cable aéreo, en donde no se dispone de canalización y resulta imposible construir la misma. Va desde el splitter hacia la red de Dispersión.

La utilización de fibra de 2 hilos para la red de acceso, es con el objetivo de utilizar el primero como entrada al splitter y el segundo como backup, para la demanda posterior

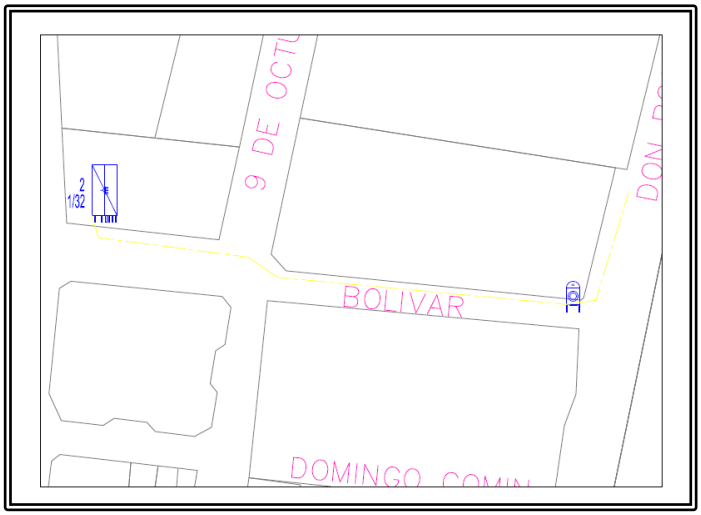


Figura 23 Red de Distribución

Fuente: Elaboración propia

5.6.7 RED DE DISPERSIÓN

Debe cumplir el estándar para redes GPON de no superar los 200 metros. Se utilizará fibra F657D soterrada.

Se trata de la fibra que llega hasta el usuario final.

5.6.7.1 Bandeja de conectorización

En la figura a continuación podemos observar una bandeja de conectorización y almacenamiento de empalmes. A la entrada 4 hilos de fibra conectados a los puertos OLT, a la salida se visualiza el cable de fibra que contiene 24 hilos que serán los que recorren la zona de cobertura.

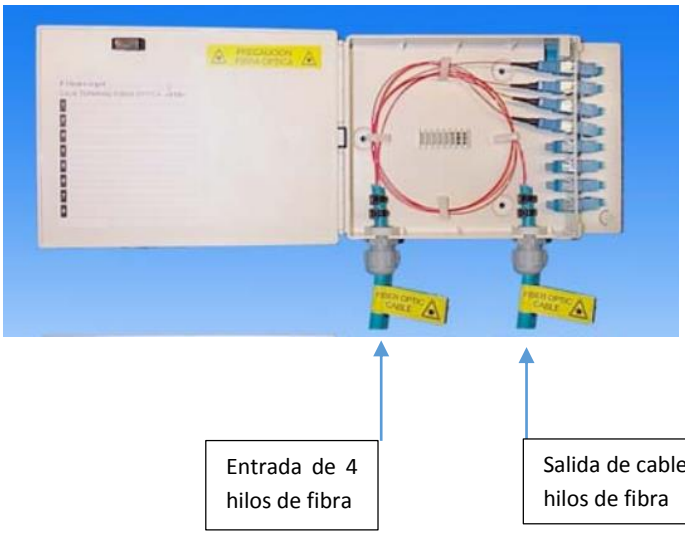


Figura 24 Bandeja de conectorización

Para optimizar la conectorización de la fibra y garantizar la integridad de la red se utilizan módulos de unión y empalme o más conocidos como Splice Enclousure. Son utilizados para el sangrado de la fibra, en su interior pueden almacenar varios splitters ópticos.



Figura 25 Splice Enclousure.

Fuente: P-Holesale. (s.f.). E-store. Recuperado el 28 de Abril de 2015, de http://www.p-wholesale.com/upimg/5/286a1/fiber-opitc-splice-enclosure-gl08-3-421.jpg

5.7 OLT

Se trata de equipo activo, ubicado en la operadora principal, es decir en la central. Interconecta la red ODN con la red MPLS de CNT, mediante puertos UPLINK.

Dentro de las funciones principales están:

- Configuración del equipo, manejo, Operación y monitoreo.
- Cambio entre las tarjetas activa y standby SCUN.

5.7.1 Requisitos mínimos que debe cumplir el OLT

Debe tener interfaces de mantenimiento Ethernet y CON.

Cada tarjeta puede gobernar a 256 clientes.

Debe estar provista de interfaces GPON, cada puerto puede proveer a 32/64/128 clientes hacia el splitter. Debe soportar configuraciones IP/MPLS, para acceder a los servicios de red, aquí se albergan los equipos de CORE, DISTRIBUCIÓN y ACCESOS. Debe contener procesamiento DBA (para compartir eficientemente el Ancho de Banda en Upstream) y traducción GPON a Ethernet (es decir comisionamiento cuando se el servicio a un usuario).

El OLT debe ser un equipo cuyos servicios estén orientados a triple play. Debe permitir garantizar la disponibilidad del servicio al 100%.

5.7.2 UBICACIÓN DE LA OLT

Para determinar la ubicación del OLT hay que considerar aspectos como: la cobertura, operación, mantenimiento de la OLT, control de los recursos de red

Para este diseño estará ubicado en la central de la CNT en Macas, ubicada en las calles *24 de Mayo, entre Cuenca y Sucre*, donde se encuentra el espacio y los equipos requeridos.

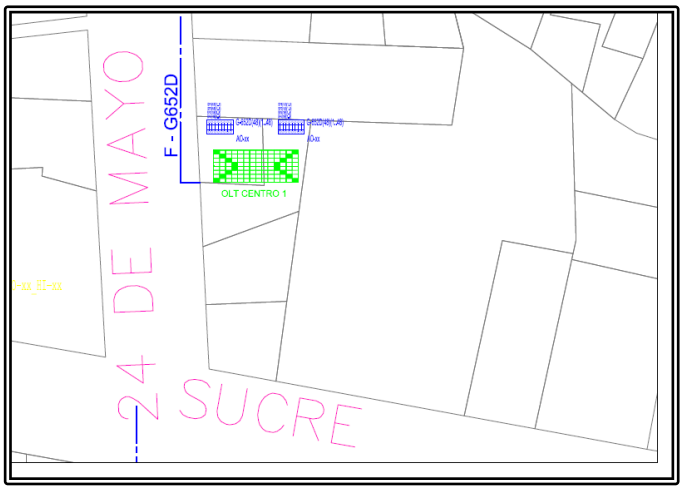


Figura 26 ubicación de la OLT

Fuente: Elaboración Propia

5.8 RED ODN

Es la red que va desde el ODF hasta la roseta óptica en el cliente que no debe superar una distancia de 20 Km.

Se encarga de establecer la comunicación entre el OLT y una ONT, consta del cable Fedder, y en el recorrido se tiene: Distribuidores de Fibra Óptica ODFs, mangas de empalme, Armarios FDH, elementos pasivos entre ellos los splitters ópticos, cajas de punto de acceso de red NAPs, cajas de distribución principal FDB, Cajas de paso FDF, roseta óptica.

5.8.1 Requisitos mínimos que debe cumplir el ONT

Debe tener un puerto óptico que permitirá conectar la fibra que proviene de la red de Distribución con el abonado final, se usan conectores del tipo LC.

Se trata del equipo ubicado en cada usuario final, en la actualidad existen alrededor de 2000 usuarios de servicios de datos del tipo FastBoy, se proyecta que al 2019 existirán alrededor de 2500 usuarios podrían disponer del nuevo servicios triple play.

Deberá contar un puerto óptico que generalmente soporta la conexión con patch cords de fibra tipo LC, al menos un puerto RJ45, uno o dos puertos RJ11, un puerto HDMI y RFA para televisión, que permitirán brindar los servicios de voz y TV (SD o HD).

Debe ser compatible con los estándares GPON, debe poseer un láser óptico del tipo DFB ya que permite transmitir información en el rango de Gbps, así como del tipo PIN que soporta altas velocidades de transmisión (en el orden de los Gbps)



Figura 27 Ubicación de las ONT

Fuente: Elaboración Propia

Se tomará en cuenta que actualmente se tienen 2072 usuarios de servicio de datos, y que será el mismo número que desee migrar al nuevo servicio, basándose en este número se proyecta tener al 2020 alrededor de 2500 viviendas que cuenten con el servicio.

5.8.1.1 Dimensionamiento de equipos

Las ventajas del uso de la tecnología GPON son los motivos más importantes que atraen a los usuarios a migrar a GPON, en tanto que la principal preocupación serían los precios y además el tiempo que llevaría la realización de la migración de la red.

Los usuarios tendrán la posibilidad de contratar la capacidad de servicios que crean conveniente, y que crean sea el que satisfaga sus requerimiento.

A continuación una tabla de los valores correspondientes a la capacidad estimada, se puede generalizar los siguientes valores:

Tabla 11. Capacidades de ancho de banda de subida y bajada

SERVICIO	ANCHO DE BANDA DE SUBIDA	ANCHO DE BANDA DE BAJADA
SDTV	64 kbps	4 Mbps

HDTV por canal	64 kbps	16 Mbps
Internet	128 – 640 kbps	128 Kbps – 1.5 Mbps
Voz	64 – 256 kbps	64 – 256 kbps
Videoconferencia	384 kbps – 1.5 Mbps	384 kbps – 1.5 Mbps
Transferencia de archivos	128 – 512 kbps	28 – 512 kbps
Video bajo demanda	64 – 128 kbps	6 Mbps
Juegos en Línea	2 – 3 kbps	2 – 3 Mbps
TOTAL	**6,164 Mbps**	**32,768 Mbps**

Fuente: GUDIÑO PAZMIÑO, M. A., & TACO TOPON, R. M. (abril de 2013). Estudio y diseño de una red de acceso GPON para proveer servicios triple play (internet, telefonía y tv), para la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, a través de la red híbrida de la Empresa Cablezar soluciones creativas de comunicaciones. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 10 de Junio de 2015, de dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4926/1/UPS-ST000999.pdf

Se considerará la suma de los valores representado en la tabla anterior que condensa la capacidad de AB, para calcular el valor que podría requerir un usuario.

Depende del número de suscriptores por OLT con el que se vaya a trabajar, la velocidad que se le puede asignar a cada usuario. Si consideramos las recomendación de la UIT-T G.983.1, si un puerto OLT entregara la misma velocidad a 64 ONT, los clientes obtendrían en Downstream un valor de 37.5 Mbps y en Upstream el valor de 18.75 cada uno.

Se condensan estos valores en la siguiente tabla.

Tabla 12. Downstram - Upstream

	GPON	**SUSCRIPTOR**	
		SPLIT 1:32	Split 1:64
Downstream	2.4 Gbps	75 Mbps	37.5 Mbps
Upstream	1.2 Gbps	37.5 Mbps	18.75 Mbps

Fuente: Pabón Taco, D. P. (enero de 2009|). Diseño de una red de acceso GPON para proveer servicios TRIPLE PLAY (TV, INTERNET, TELEFONIA) en el sector de La Carolina a través de la red del grupo TV Cable. Quito. Recuperado el 10 de Junio de 2015, de http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1099/1/CD-1943.pdf

Estos valores están contemplados en las recomendaciones de los estándares para redes GPON, por lo que es posible la dotación del servicio con estos valores.

5.8.1.2 Ubicación de los equipos

En la tabla a continuación se presenta la disposición geográfica de los nodos ubicados dentro del área de cobertura de la red.

Tabla 13. Zonas, Ubicación geográfica y distancias.

ZONAS	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	DISTANCIA HACIA EL NODO CENTRO
La Loma	Don Bosco y Pedro Noguera	1.61 Km
La Loma a Polideportivo	Av. América	2.17 Km
La Loma a Zona Proaño	Km1 Vía a Riobamba	3.33 Km
La Loma a Zona la 27	Av. Jaime Roldós y Camino Real	1.43 Km
La Loma a Zona Centro (OLT)	Soasti entre Domingo Comín y Bolívar	0 Km
La Loma a Zona Macabeos	Benjamín Delgado y Av. Luis Felipe Jaramillo	3.46 Km
La Loma a Zona Sur	Troncal Amazónica y Juan Pablo Segundo	2.91 Km

Fuente: Elaboración Propia

El recorrido de fibra pasa por los ODFs ubicados en los nodos descritos en la tabla, esta define un camino, de este se derivarán las cajas de empalme (splice enclosures) dirigidas a las zonas de cobertura.

5.8.2 SPLITTERS

Los splitters con se carácter pasivo dentro de la red de Fibra Óptica, se encargan de distribuir la señal, además de la conexión entre el OLT y los usuarios.

Debido a la cantidad de usuarios y la distancia a la que se encuentran se calcula la cantidad de splitters requeridos en la red, de ahí que una red puede tener uno o más niveles de splitters.

Mientras menos niveles de splitteo se tengan en la red, existe mayor facilidad de mantenimiento y operación del medio de transmisión, pero a la vez también existen

desventajas como el incremento en el nivel de atenuación ya que incrementa el número de usuario en un mismo splitter.

La zona sobre la que se está trabajando es considerablemente extensa de ahí que se ha considerado dos niveles de splitteo, colocando un armario en cada zona.

Cada armario albergará splitters de 1:32.

A continuación se detallan datos sobre la ubicación de los splitters en las respectivas zonas en las que se ha dividido la zona de cobertura para efecto de este estudio.

Tabla 14. Zonas y splitters

ZONA	Calles que la delimitan	Nº Splitters	Nº armario
Zona Polideportivo	Vía a Pacha, Av. América, Justa María Rivadeneira	1	1
Zona Proaño	Vía a Pacha, Av. 12 de Abril, Vía Macas-Riobamba	1	1
Zona la 27	Av. Jaime Roldos, Paso Lateral, 6 de Marzo	1	1
Zona Centro	Rafael Rivadeneira, Torqui, Amazonas, Don Bosco	1	1
Zona Macabeos	Kiruba, Troncal Amazónica, Av. La Ciudad	1	1
Zona Sur	Troncal Amazónica, Fernanda Rivadeneira, La Hermita, Sector de la Policía	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Cada ONT tendría 112 puertos PON, con splitters de 1:32 como se plantea, se logrará atender hasta 3584 clientes por armario, tomando en cuenta 14 tarjetas por armario. Este número de usuarios es el proyectado por zona y se convierte en un muy buen número de usuarios que entren en funcionamiento en los próximos años, de esta forma se prevé el crecimiento de la población.

Podríamos abastecer a un número de 21504 usuarios, ya sean masivos, corporativos o industriales según sea la necesidad de la población de la zona poblada de la ciudad de Macas.

Los splitters se encontrarán instalados en los armarios o cajas, que deben ser soterrados de manera recomendable, lastimosamente la municipalidad de este cantón aún no tiene una normativa en este ámbito, pero en otras ciudades que si poseen normativa vigente, con el objetivo de optimizar las redes de telecomunicaciones evitando instalaciones inapropiadas, propenden a la realización de redes soterradas evitando el tendido de cables aéreos. De ahí que para este diseño se utilizaría los pozos de CNT existentes.

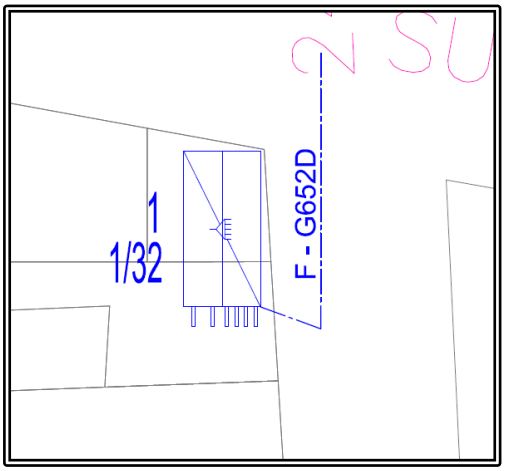


Figura 28. Ubicación armario Zona Centro

Fuente: Elaboración Propia

5.9 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ÓPTICO Y ANÁLISIS DE PÉRDIDAS

Los ítems básicos a considerar para asegurar un correcto funcionamiento son las pérdidas totales de extremo a extremo, así como también las pérdidas de retorno.

Los splitters introducen altas pérdidas en las redes Gpon, de ahí que es importante controlar las pérdidas antes mencionadas.

El no adecuado control de las pérdidas de retorno podría generar Multipath Interference. La misma señal puede llegar al receptor por distintos caminos, debido a las múltiples reflexiones en distintos puntos de la red, en momentos diferentes. Para el caso de señales de televisión este parámetro es realmente importante ya que puede causar el aparecimiento de fantasmas en la imagen.

Tabla 15 Rangos de atenuación GPON vs XPON

Clase	Rango de atenuación óptica	Recomendación ITU-T
GPON Clase A	5 – 20 dB	G.984.2
GPON Clase B	10 – 25 dB	G.984.2
GPON Clase C	15 – 30 dB	G.984.2
GPON Clase B+	13 – 28 dB	G.984.2 Amendment 1
GPON Clase C+	17 – 32 dB	G.984.2 Amendment 2
XG-PON N1	14 – 29 dB	G.987.2
XG-PON N2	16 – 31 dB	G.987.2
XG-PON E1	18 – 33 dB	G.987.2
XG-PON E2	20 –35 dB	G.987.2

Fuente: Elaboración Propia – ITU-T

Es importante recalcar el tipo de laser que se usan tanto en la OLT como en la ONT, por ejemplo, la señal de 1490 nm es transmitida usando un láser DFB (Distributed Feedback). En la mayoría de los casos, la señal de Upstream de 1310nm es transmitida usando un láser Fabry Perot. El servicio de video análogo es convertido a un formato óptico de 1550 nm, usando un láser externo DFB. Según (Pabón Taco, 2009|, p. 142).

A continuación se realizará el cálculo de pérdidas para el que se considera el cliente más lejano y más cercano, es aquel que se encuentra a 3.33 Kilómetros y 1.43 Km respectivamente, desde la OLT, en las bandas tanto ascendente como descendente.



Figura 29 Cliente que se encuentra más alejado del nodo Proaño

Fuente: Elaboración Propia

5.9.1 Atenuación de la Fibra Óptica

Se usará fibra Single Mode, que según el estándar G.652 determina los siguientes valores de atenuación.

Tabla 16. Atenuación de la fibra

FIBRA/ESTÁNDAR	LONGITUD DE ONDA	PÉRDIDAS
Single Modo G.652D	1310 nm	0.35 dB/Km
Single Modo G.652D	1490 - 1550 nm	0.22 dB/Km

Fuente: Elaboración Propia

Este estándar trata acerca de las características de los medios de transmisión. Y los valores típicos son los siguientes.

Atenuación de los Splitter

Tabla 17 Valores típicos de atenuación de un splitter

Splitter	*Atenuación*
1:2	3,5 dB
1:4	7,0 dB
1:8	10,5 dB
1:16	14,0 dB
1:32	17,5 dB
1:64	21 dB
2:4	7,9 dB
2:8	11,5 dB
2:16	14,8 dB
2:32	18,5 dB
2:64	21,3 dB

Fuente: Folleto curso IPREX

Tabla 18. Valores típicos de transmisión de la fibra G.625D

ATRIBUTO	VALOR
Diámetro del Campo modal	Gama valores nominales 8,6 – 9,5 µm @ 1310nm
	Tolerancia: ± 6 µm
Diámetro del revestimiento	Nominal: 125 µm
	Tolerancia: ± 1 µm

Coeficiente de dispersión cromática	0,092 ps/nm^{2}x Km
Coeficiente de atenuación	0,4 dB/km @ 1310nm
	0,3 dB/km @ 1550nm
Longitud de onda de corte	1260nm

Fuente: Folleto curso IPREX

5.9.2 ONT MAS LEJANA

A continuación se realizará el presupuesto óptico para la ONT más lejana, que es la denominada **Zona Proaño** ubicado a una distancia de 3.33Km en sentido Upsteam y Downstream. Tomando en cuenta el modelo para clientes masivos con Splitter conectorizado.

Está dado por la siguiente ecuación:

AT = distancia en KM x (AD) + # fusiones x (AF) + # conectores x (AC)+#splitter(AS)+margen de seguridad

Donde;

AT.- Atenuación teórica

AD.- Atenuación por distancia (según la hoja técnica del cable)

AF.- Atenuación por fusión. 0,1 dB

AC.- Atenuación de conectores. 0.75 dB (generalmente 2, uno a cada lado del enlace)

AS.- Atenuación splitters

AT = 3.33km (0.35)+6(0.1dB)+7(0.5dB)+1(17.5)+3dB

AT = 1.1655dB+0.6dB+3.5dB+17.5dB+3dB

AT = 25.76 db para la banda de 1310nm ascendente

AT = 3.33km (0.22)+6(0.1dB)+7(0.5dB)+1(17.5)+3dB

AT = 1.1655dB+0.6dB+3.5dB+17.5dB+3dB

AT = 25.33 db para la banda de 1550nm descendente

5.9.3 ONT MAS CERCANA

A continuación se realizará el presupuesto óptico para la ONT más cercana, que es la denominada **Zona La 27** ubicado a una distancia de 1.43 Km en sentido Upsteam y Downstream. Tomando en cuenta el modelo para clientes masivos con Splitter conectorizado.

Está dado por la siguiente ecuación:

AT = distancia en KM x (AD) + # fusiones x (AF) + # conectores x (AC)+#splitter(AS)+margen de seguridad

Donde;

AT.- Atenuación teórica

AD.- Atenuación por distancia (según la hoja técnica del cable)

AF.- Atenuación por fusión. 0,1 dB

AC.- Atenuación de conectores. 0.75 dB (generalmente 2, uno a cada lado del enlace)

AS.- Atenuación splitters

AT = 1.43km (0.35)+6(0.1dB)+7(0.5dB)+1(17.5)+3dB

AT = 0.5005dB+0.6dB+3.5dB+17.5dB+3dB

AT = 25.1 db para la banda de 1310nm ascendente

AT = 1.43km (0.22)+6(0.1dB)+7(0.5dB)+1(17.5)+3dB

AT = 0.5005dB+0.6dB+3.5dB+17.5dB+3dB

AT = 24.91 db para la banda de 1550nm descendente

ONT MÁS LEJANA

Uplink 1310 nm

$-27.5dBm \leq +7dBm - 25.76dB$

Downlink 1550nm

$-28dBm \leq +6dBm - 25.33dB$

$-27.5dBm \leq -18.75dB\text{m}$ $-28dBm \leq -19.33dB\text{m}$

ONT MÁS CERCANA

Uplink 1310 nm **Downlink 1550nm**

$-27.5dBm \leq +7dBm - 25.1dB$ $-28dBm \leq +7dBm - 24.91dB$

$-27.5dBm \leq -18.1dB\text{m}$ $-28dBm \leq -17.91dB\text{m}$

Según los rangos de atenuación descritos en la figura 30, tanto para la ONT más cercana y más lejana cumple lo determinado para la GPON clase B+ que corresponde a un rango de atenuación de 13 – 28 dBm según la recomendación G.984.2

5.9.4 Parámetros ópticos de una red GPON

Parámetro interfaz GPON B+	ONT	OLT
Mean launched power MIN	**0.5 dBm**	1.5 dBm
Mean launched power MAX	5 dBm	5 dBm
Minimum sensitivity	-27 dBm	**-28 dBm**
Minimum overload	-8 dBm	-8 dBm
Downstream optical penalty	0.5 dBm	0.5 dBm

FEC
2 dB

Margen Guarda
-2 dB

División óptica	Atenuación
1:2	-3.01 dB
1:4	-6.02 dB
1:8	**-9.03 dB**
1:16	-12.04 dB
1:32	-15.04 dB
1:64	-18.07 dB
1:128	-21.08 dB

Elemento	Atenuación
Fibra óptica 1310nm (Km)	**-0,4 dB**
Fibra óptica 1550nm (Km)	-0,3 dB
Empalme por fusión	-0.1~-0.2 dB
Empalme mecánico	-0,5 dB
Perdidas inserción (conector)	-0.3~-0.5 dB

Figura 30. Parámetros ópticos GPON

Fuente: Telnet Redes, I. (2012). Ccapitalia. Recuperado el 8 de Mayo de 2015, de http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf

Luego del análisis realizado para los dos escenarios propuestos, la distancia cercana y la más lejana entre la OLT y la ONT se ha podido determinar que con los valores obtenidos referentes a atenuación en el trayecto de la ODN en sentido ascendente y descendente, la señal óptica puede llegar hasta el ONT sin ninguna dificultad.

5.10 CISCO O HUAWEI

La selección de los equipos es un aspecto muy importante a tomar en cuenta, esto depende de varios factores, entre ellos: el presupuesto, la marca, puertos, velocidad, gestión, capa, medio, redundancia, protocolos, entre otros.

Se recomienda la utilización se SWITCH Cisco con características de nivel 3, ya que soportan funciones como VoIP, VPN, entre otras. Ya que la utilización de routers troncales involucra altos costos económicos.

CNT cuenta con redes de switch que brinda los servicios de internet a algunos ISP, así como circuitos de datos para clientes corporativos.

La red IP/MPLS también se utiliza para aprovisionar enlaces punto a punto o punto multipunto de gran capacidad (mayores que 2 Mbps) y generalmente se utiliza accesos de fibra óptica. La red IP/MPLS se basa en anillos redundantes de fibra óptica con capacidad Gigabit Ethernet lo que brinda alta velocidad de transporte, excelente disponibilidad y tecnología de punta.

El éxito de las implementaciones según (Cisco, 2015) se basa en:

Soluciones de extremo a extremo comprobado y validado, y planificación del sistema que permiten a los clientes migrar desde los escritorios y las comunicaciones tradicionales a nubes de espacios de trabajo alojados

Capacidades multimedia interactivas y terminales innovadores que satisfacen las necesidades de productividad y colaboración de diversos grupos de trabajo y usuarios finales.

Infraestructura de Data Center y plataforma de informática (UCS) que lideran la industria y que han sido optimizadas para la virtualización del escritorio

Optimización de la red para ofrecer escritorio virtual, voz y vídeo de calidad superior junto con el tráfico tradicional

Acceso seguro a los recursos del Data Center con segmentación de usuarios y aplicación de políticas sensibles al contexto a nivel de máquina virtual

La alimentación a través de Ethernet universal (UPOE) y Cisco EnergyWise permiten lograr un nivel superior de gestión energética y ahorro de costes.

Ecosistema abierto y una amplia cartera de soluciones de partners para ofrecer una mayor variedad de opciones

Amplio espectro de servicios y asistencia para acelerar las implementaciones, reducir el riesgo y resolver problemas con mayor rapidez.

5.10.1 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

5.10.1.1 CARACTERÍSTICAS DE SELECCIONA PARA OLT

Los requerimientos básicos (parámetros técnicos mínimos) del equipo OLT son:

Brindar servicios para redes IP/MPLS y triple play, puertos Ethernet GPON, mínimo número de abonados por puerto de 64, conector del puerto tipo LC, capacidad del equipo de 32 Gpbs en modo full dúplex, longitud de onda de trabajo descendente 1260 – 1280, longitud de onda ascendente 1575 -1580.

5.10.1.2 CARACTERÍSTICAS DE SELECCIONA PARA ONT

En el caso de la ONT, este debe ser compatible para GPON, con una capacidad mínima del puerto de conexión de 3,2 Gbps en sentido descendente y de 150,2 en sentido ascendente, sensibilidad de recepción de -29 dBm a – 7 dBm, potencia de 2 dBm a 12 deBm, con los puertos RJ-45, RJ-11, F, RFA y HDMI. Laser FDB, conector del puerto de tipo LC y detector PIN.

PROVEEDOR 1

Tabla 19. Equipos proveedor 1

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	PRECIO REFERENCIAL
OLT Modelo QOIU7 (TARJETA)	Contiene 4 módulos GPON. Compatible con el estándar UIT G984. Permite convergencia de voz, video y datos. Soporta 64 ONTs por cada puerto OLT, 8 slots. Capacidad del equipo 1Tbps	En el Nodo Sector Centro	$23000
ONT (1600-702)	Estándar GPON, Equipo que soporta voz, datos de alta velocidad y CATV, y sus respectivos puertos, para instalación Indoor u Outdoor. Incluye una interfaz Ethernet de 10/100/1000BaseT. Con canales analógicos y digitales. Alimentación: 12V DC soporta baterías. 4 puertos para datos	En el usuario final	$100
Chasis: 1134 MDS	De tamaño mediano, soporta simultáneamente tecnologías de acceso de alta velocidad sobre fibra como GPON, y también sobre cobre como VDSL2/ADSL2+. Con 6 slots, 4 de tarjetas de servicio, uno para tarjeta de control maestra y una para control de backup.	En el Nodo Sector Centro	$5000
Sistema de Gestión: FP20.0 Tellabs 1191 EMS	Basado en Java, permite configuración de las líneas ADSL, configuración del equipo, control de alarmas, administración de las características de los servicios	En la base del proveedor	$2500

Fuente: Elaboración Propia

PROVEEDOR 2

Tabla 20. Equipos proveedor 2

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	PRECIO REFERENCIAL
OLT Modelo QOIU7 (TARJETA)	Contiene 4 módulos GPON. Compatible con el estándar UIT G984. Permite convergencia de voz, video y datos. Soporta 64 ONTs por cada puerto OLT, 4 slots. Capacidad del equipo 400 Gbps	En el Nodo Loma	$25000
ONT (1600-702)	Equipo que soporta voz, datos de alta velocidad y CATV, para instalación Indoor u Outdoor. Incluye una interfaz Ethernet de 10/100/1000BaseT. Con canales analógicos y digitales. Alimentación: 12V DC soporta baterías. 2 puertos para datos	En el usuario final	$120
Chasis: 1134 MDS	De tamaño mediano, soporta simultáneamente tecnologías de acceso de alta velocidad sobre fibra como GPON, y también sobre cobre como VDSL2/ADSL2+. Con 6 slots, 4 de tarjetas de servicio, uno para tarjeta de control maestra y una para control de backup.	En el Nodo Loma	$5000
Sistema de Gestión: FP20.0 Tellabs 1191 EMS	Basado en Java, permite configuración de las líneas ADSL, configuración del equipo, control de alarmas, administración de las características de los servicios	En la base del proveedor	$2500

Fuente: Elaboración Propia

En base a la comparativa de 2 proveedores realizada se determina que:

PARA OLT

Se recomienda la utilización de equipos del proveedor 1 debido a que cumplen las características para GPON, además permiten y soporta futuras actualizaciones, de ahí que el equipo debe contemplar características superiores en aspectos como potencia y sensibilidad.

PARA ONT

Los dos fabricantes cumplen con las características, en aspectos como sensibilidad de recepción, potencia de transmisión, etc. Lo que lo diferencia es la cantidad de puertos Giga y su precio.

5.11 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED DE FIBRA - COSTOS DEL PROYECTO

Para establecer los costos del equipamiento utilizado en esta red de distribución óptica se determina el costo de los splitter que se requieren para ponerla en operación, así como también los equipos de conectorización, sujeción así como la mano de obra.

5.11.1 Costos elementos fijos de red

Tabla 21. Costos elementos fijos de red

DETALLE	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
OLT	2	23000	46000
ONT	2072	100	207200
CHASIS	1	5000	5000
SISTEMA DE GESTIÓN	1	2500	2500
		SUBTOTAL	260700
		IVA 12%	31280
		TOTAL	**291984**

Fuente: Elaboración Propia

Se presupuesta la adquisición de 2 OLT debido a que se debe asegurar la disponibilidad de la red, el segundo OLT es de Backup.

5.11.2 Costos del equipamiento pasivo

Tabla 22 Presupuesto Red Fedder

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
3300	Cable de fibra óptica de 288 hilos y tendido	12	39600
6	Sangrado	20	120
6	porta reservas en galerías de cables	15	90
6	porta reservas de fibra en pozo	70	420
330	Prueba de potencia del hilo, reflectometría	20	6600
330	Fusión de Fibra	10	3300
1	Mano de obra instalación de racks, mangueras, colocación de mangas, identificadores	6000	6000
TOTAL			**56130**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – Polideportivo

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
2170 metros	Cable de fibra óptica de 12 o 24 hilos	1,48	3211.60
1	ODF PARA 12 puertos	200,00	200,00
1	ODF PARA 48 puertos	200,00	200,00
2	Transceiver de fibra/cobre 10/100	44,00	88,00
2	Patchcord fibra	24,00	48,00
1	Fusión de Fibra	230,00	230,00
Elementos de sujeción			
55	Herrajes tipo A	5,78	317
55	Hebillas ¾	0,44	24,2
55	Sunchos Metálicos ¾	30,00	1650
25	Abrazadera Galvanizada Doble	7,30	182.5
55	Abrazadera Galvanizada Simple	5,12	281

1	Band cinta de ½ ¨	21,63	21.63
25	Herraje tipo B retención	9,90	247.5
Mano de Obra			
2170	Tendido de fibra óptica aérea	0,85	1844.5
55	Instalación herrajes tipo A	0,60	33
25	Instalación herrajes tipo B	0,60	15
2170	Inspección de vía y postes para instalación	0,40	868
TOTAL			**9461.93**

Tabla 24. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro– Proaño

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
3330	Cable de fibra óptica de 12 o 24 hilos	1,48	4928,4
1	ODF PARA 12 puertos	200	200
1	ODF PARA 48 puertos	200	200
2	Transceiver de fibra/cobre 10/100	44	88
2	Patchcord fibra	24	48
1	Fusión de Fibra	230	230
Elementos de sujeción			
84	Herrajes tipo A	5,78	485,52
84	Hebillas ¾	0,44	36,96
84	Sunchos Metálicos ¾	30	2520
30	Abrazadera Galvanizada Doble	7,3	219
84	Abrazadera Galvanizada Simple	5,12	430,08
1	Band cinta de ½ ¨	21,63	21,63
30	Herraje tipo B retención	9,9	297
Mano de Obra			
3330	Tendido de fibra óptica aérea	0,85	2830,5
84	Instalación herrajes tipo A	0,6	50,4
30	Instalación herrajes tipo B	0,6	18
3330	Inspección de vía y postes para instalación	0,4	1332
TOTAL			**13935.49**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – La 27

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1430	Cable de fibra óptica de 12 o 24 hilos	1,48	2116,4

1	ODF PARA 12 puertos	200	200
1	ODF PARA 48 puertos	200	200
2	Transceiver de fibra/cobre 10/100	44	88
2	Patchcord fibra	24	48
1	Fusión de Fibra	230	230
Elementos de sujeción			
36	Herrajes tipo A	5,78	208,08
36	Hebillas ¾	0,44	15,84
36	Sunchos Metálicos ¾	30	1080
20	Abrazadera Galvanizada Doble	7,3	146
36	Abrazadera Galvanizada Simple	5,12	184,32
1	Band cinta de ½ ¨	21,63	21,63
20	Herraje tipo B retención	9,9	198
Mano de Obra			
1430	Tendido de fibra óptica aérea	0,85	1215,5
36	Instalación herrajes tipo A	0,6	21,6
20	Instalación herrajes tipo B	0,6	12
1430	Inspección de vía y postes para instalación	0,4	572
TOTAL			**6557,37**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro - La Loma

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1610	Cable de fibra óptica de 12 o 24 hilos	1,48	2382,8
1	ODF PARA 12 puertos	200	200
1	ODF PARA 48 puertos	200	200
2	Transceiver de fibra/cobre 10/100	44	88
2	Patchcord fibra	24	48
1	Fusión de Fibra	230	230
Elementos de sujeción			
40	Herrajes tipo A	5,78	231,2
40	Hebillas ¾	0,44	17,6
40	Sunchos Metálicos ¾	30	1200
22	Abrazadera Galvanizada Doble	7,3	160,6
40	Abrazadera Galvanizada Simple	5,12	204,8
1	Band cinta de ½ ¨	21,63	21,63
22	Herraje tipo B retención	9,9	217,8
Mano de Obra			
1610	Tendido de fibra óptica aérea	0,85	1368,5
40	Instalación herrajes tipo A	0,6	24
17	Instalación herrajes tipo B	0,6	10,2
1610	Inspección de vía y postes para instalación	0,4	644
TOTAL			**7249,13**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – Sur

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
3460	Cable de fibra óptica de 12 o 24 hilos	1,48	5120,8
1	ODF PARA 12 puertos	200	200
1	ODF PARA 48 puertos	200	200
2	Transceiver de fibra/cobre 10/100	44	88
2	Patchcord fibra	24	48
1	Fusión de Fibra	230	230
Elementos de sujeción			
86	Herrajes tipo A	5,78	497,08
86	Hebillas ¾	0,44	37,84
86	Sunchos Metálicos ¾	30	2580
50	Abrazadera Galvanizada Doble	7,3	365
36	Abrazadera Galvanizada Simple	5,12	184,32
1	Band cinta de ½ ¨	21,63	21,63
20	Herraje tipo B retención	9,9	198
Mano de Obra			
3460	Tendido de fibra óptica aérea	0,85	2941
86	Instalación herrajes tipo A	0,6	51,6
50	Instalación herrajes tipo B	0,6	30
3460	Inspección de vía y postes para instalación	0,4	1384
TOTAL			**14177,27**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Presupuesto para el enlace de fibra óptica Centro – Macabeos

Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
2910	Cable de fibra óptica de 12 o 24 hilos	1,48	4306,8
1	ODF PARA 12 puertos	200	200
1	ODF PARA 48 puertos	200	200
2	Transceiver de fibra/cobre 10/100	44	88
2	Patchcord fibra	24	48
1	Fusión de Fibra	230	230
Elementos de sujeción			
70	Herrajes tipo A	5,78	404,6
70	Hebillas ¾	0,44	30,8
70	Sunchos Metálicos ¾	30	2100
70	Abrazadera Galvanizada Doble	7,3	511
40	Abrazadera Galvanizada Simple	5,12	204,8
1	Band cinta de ½ ¨	21,63	21,63
40	Herraje tipo B retención	9,9	396
Mano de Obra			
2910	Tendido de fibra óptica aérea	0,85	2473,5
70	Instalación herrajes tipo A	0,6	42
40	Instalación herrajes tipo B	0,6	24
2910	Inspección de vía y postes para instalación	0,4	1164
TOTAL			**12445,13**

Fuente: Elaboración Propia

5.11.3 TOTAL DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

Tabla 29. Inversión del proyecto

Enlaces	
Elementos fijos de la red	291984
Red Feeder	56130
Enlace Centro - Proaño	13935,49
Enlace Centro - Polideportivo	9461,93
Enlace Centro - La 27	6557,37
Enlace Centro - La Loma	7249,13
Enlace Centro - Sur	14177
Enlace Centro - Macabeos	12445,13
Arriendo de postes (500 postes $10 aproximadamente)	5000
TOTAL sin IVA	**416940,32**
Gastos por imprevistos	**45000**
GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN	**458634,35**

Fuente: Elaboración Propia

5.11.4 Proyección de egresos

A continuación se muestra la tabla de egresos proyectados, esto incluye gastos administrativos, de mantenimientos, entre otros.

Tabla 30 Egresos proyectados

Tiempo	**Costo de mantenimiento y operatividad del servicio**
Año 0	**458634,35**
Año 1	45139
Año 2	44426
Año 3	45791
Año 4	47162

Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar que la Corporación Nacional de telecomunicaciones, que uno de los proveedores a nivel nacional, cuenta con la infraestructura para la distribución del servicio de televisión del tipo DTH (Direct to Home).

El sistema de televisión satelital o DTH (Direct to Home) está compuesto por tres elementos básicos:

- El Telepuerto.- transmite la señal de los programadores hacia el satélite ubicado en la órbita de la tierra a 36.000 Km. de altura.
- El satélite, que recibe la señal y la transmite de regreso a la Tierra cubriendo el total del territorio
- La antena parabólica, que se instala en cada vivienda los usuarios, transfiere la señal al decodificador.

También es posible la implementación de IPTV sobre la plataforma planteada, pero este proyecto es perfectamente aplicable y rentable con la entrega de los servicios de Datos y Telefonía, pudiendo evitar la inversión que significaría la adquisición de equipos para IPTV, pero siempre dejando abierta esta posibilidad debido a la infraestructura instalada. Y además tomando cuenta que IPTV no ha despegado totalmente en el país. Esto también debido a que los niveles de ingreso en nuestro país no son iguales a los de Europa y Asía donde la aplicación de IPTV ha tenido buen desarrollo. El marco regulatorio habla de la entrega del servicio de audio y video por suscripción, pero IPTV ya no se lo puede considerar dentro de este tipo de servicio ya que se brindaría el servicio del tipo triple play. De ahí surge la dificultad de considerarlo como un servicio de valor agregado (como no han considerado en algunos otros países) o un servicio de televisión por suscripción con la modalidad de cable físico con tecnología IP.

IPTV es una tecnología que permite transmitir contenidos audiovisuales digitales a través del protocolo IP, por lo que las señales pueden ser almacenadas en un servidor o enviadas en paquetes a computadores o STB (Set Top Boxes) con la ayuda de una conexión de banda ancha, permitiendo a los usuarios la interactividad y tener control sobre la información que desean tener es decir la personalización de los contenidos. Se requiere bidireccionalidad para el flujo de la información, que los demás distribuidores no lo poseen. El marco regulatorio que se cree, deberá asegurar la interoperabilidad entre los diferentes estándares.

En Ecuador IPTV no alcanza a despegar principalmente por los recursos económicos que se requieren para implementar un nuevo sistema, en tanto que las empresas de telefonía tienen la ventaja de contar con redes ya instaladas.

5.12 ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Podemos determinar el tiempo que le tomará a la empresa proveedora de este servicio triple play utilizando el método TIR (Tasa de retorno de la inversión), el mismo que consiste en traer al valor actual los ingresos y egresos provenientes de la prestación del servicio de internet.

Los ingresos estarán determinados por la multiplicación del número de usuarios proyectado año a año, en cada categoría por el valor de la capacidad contratada.

Se puede basar los precios, con respectos a los que cobra otra empresa que brinda el servicio triple play.

Cada plan incluye:

TELEFONÍA RESIDENCIAL + PLAN DE INTERNET

A continuación una tabla que muestra el precio sugerido para las diferentes capacidades o planes, estos se han sugerido de acuerdo a los precios que ofertan otros proveedores procurando que el precio sea competitivo, de modo que sea atractivo para los usuarios.

Tabla 31. Planes para el servicio

				PRECIO SUGERIDO
DATOS	VOZ	DATOS	VOZ	TOTAL
15 Mbps	150 minutos	35	7	42
25 Mbps	150 minutos	48	7	55
50 Mbps	200 minutos locales 50 minutos otras operadoras	63	20	83

Fuente: Elaboración Propia
Nota: No Incluye IVA

NOTA: El precio sugerido no incluye el valor por instalación.

5.12.1 Descripción de los planes

PLAN TIPO 1

Se trata de un plan básico, incluye telefonía fija, un paquete de datos básico de 15 Mbps, 15Mbps de bajada y hasta 3Mbps de subida.

PLAN TIPO 2

Se trata de un plan intermedio, incluye telefonía fija con un consumo moderado, un paquete de datos intermedio de 25 Mbps, 25 Mbps de bajada.

PLAN TIPO 3

Se trata de un plan de carácter superior a los anteriores, consta de telefonía fija con consumo ilimitado, paquete de datos de 50 Mbps, 50 Mbps de bajada y hasta 5Mbps de subida.

5.12.2 Cálculo de la muestra para la aplicación de la encuesta

Para la realización del cálculo de la muestra de usuarios a los que se les aplicaría la respectiva encuesta se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z)^2 \; x \; N \; x \; P \; x \; q}{(E)^2 x (N+1) + (Z)^2 x \; P \; x \; q}$$

Donde;

n: Tamaño de la muestra

N: Tamaño del universo (2072 número de puertos de datos)

P: Probabilidad de que ocurra el evento (50%)

q: Probabilidad de que no ocurra el evento (50%)

E: Error muestral (5%)

Z: Nivel del confianza (90% =1.67)

Se obtuvo que

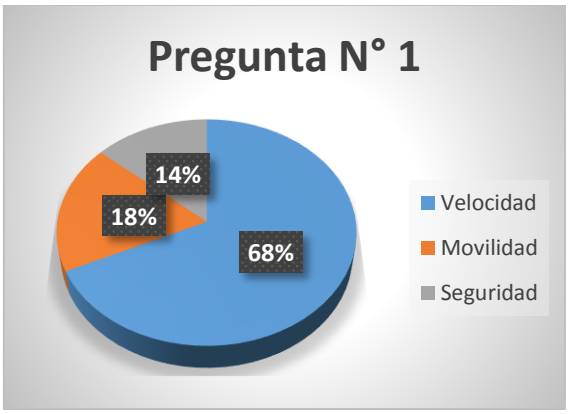
n = 147

Se aplicaron entonces 147 encuestas, con el modelo que se adjunta en el anexo N° 1.

5.12.2.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Pregunta 1

Para Usted cuál de las siguiente opciones considera la más importante en su conexión de internet?	
Velocidad	100
Movilidad	27
Seguridad	20

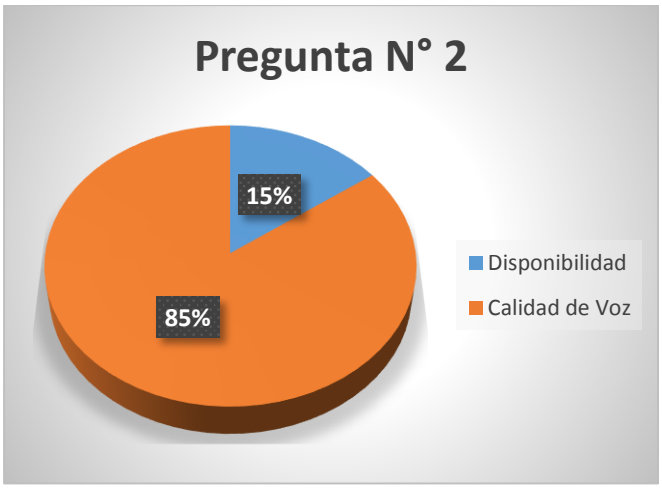


Del total de los encuestados, 100 se interesan en la velocidad, 27 se preocupan de la movilidad y solo 20 se interesan por la seguridad en la conexión de internet.

Pregunta 2

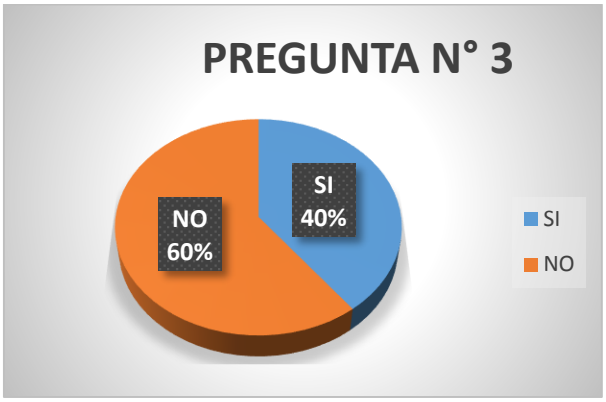
Para Usted cuál de las siguiente opciones considera la más importante en su servicio de telefonía fija?	
Disponibilidad	22
Calidad de Voz	125

Solo a 22 de los encuestados les interesa la disponibilidad, en tanto 125 les preocupa la calidad de Voz en el servicio que reciben.



Pregunta 3

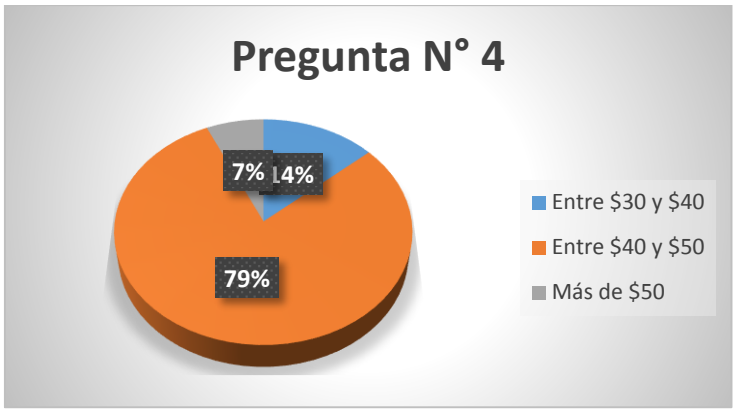
Desearía cambiar el servicio de internet y telefonía actual, por uno distribuido mediante Fibra Óptica, que le ofrecería mayores beneficios y buenos costos?	
SI	59
NO	90



Del número total de encuestados indican que el 70% estarían dispuestos a cambiar el servicio que reciben actualmente, por uno nuevo brindado sobre infraestructura de Fibra Óptica.

Pregunta 4

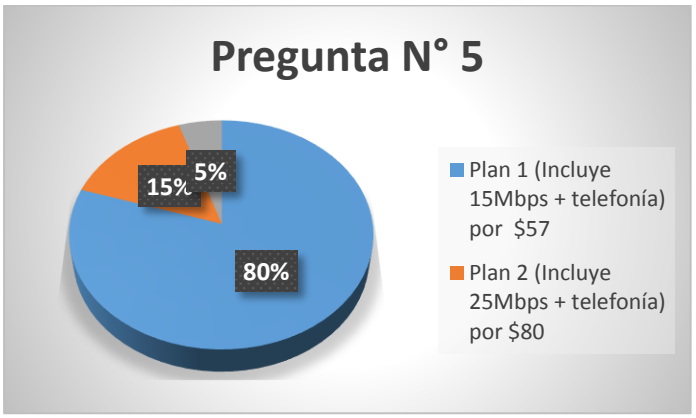
Cuánto paga por el servicio de internet y telefonía fija que Usted recibe al momento?	
Entre $30 y $40	20
Entre $40 y $50	117
Más de $50	10



La mayoría de los usuarios están dispuesto a pagar entre $40 y $50 por el servicio de internet y telefonía fija.

Pregunta N° 5

De acuerdo a los planes que se presentan a continuación, cuál estaría dispuesto a pagar? (Se trata de un servicio dotado mediante Fibra óptica, que mejorará notablemente la calidad del servicio que Usted reciba)	
Plan 1 (Incluye 15Mbps + telefonía) por $57	82
Plan 2 (Incluye 25Mbps + telefonía) por $80	15
Plan 3 (Incluye 50Mbps + telefonía) por $110	5



5.12.3 PROYECCIÓN DE INGRESOS

En la tabla se representa los ingresos proyectados para los 3 años luego de la ejecución del proyecto, el año cero corresponderá a la inversión inicial del proyecto.

Se ha realizado un análisis del incremento anual de población para la ciudad de Macas que corresponde al 16.6%, valor calculado al año 2020, basado en el censo del año 2010.

Se ha tomado en cuenta el número de usuarios de telefonía, datos y televisión pagada, correspondiente al año 2015 y se ha realizado una proyección para poder obtener los datos correspondientes y determinar ingresos.

Tabla 32. Proyección de ingresos

PROYECCIONES DE INGRESOS																		
	PRECIOS	USUARIOS AÑO 0	MENSUAL	USUARIOS AÑO 1	MENSUAL	AÑO 1	USUARIOS AÑO 2	MENSUAL	AÑO 2	USUARIOS AÑO 3	MENSUAL	AÑO 3	USUARIOS AÑO 4	MENSUAL	AÑO 4	USUARIOS AÑO 5	MENSUAL	AÑO 5
PLAN 1	$ 42,00	**663**	**$ 27.854**	**684**	$ 28.728	**$ 344.736**	**705**	$ 29.611	**$ 355.332**	**726**	**$ 30.497,54**	**$ 365.971**	**747**	$ 31.374	**$ 376.488**	**768**	**$ 32.256**	**$ 387.072**
PLAN 2	$ 55,00	**124**	**$ 6.839**	**103**	$ 5.643	**$ 67.716**	**106**	$ 5.816	**$ 69.797**	**109**	**$ 5.990,59**	**$ 71.887**	**112**	$ 6.160	**$ 73.920**	**115**	**$ 6.325**	**$ 75.900**
PLAN 3	$ 83,00	**41**	**$ 3.440**	**43**	$ 3.548	**$ 42.579**	**44**	$ 3.657	**$ 43.888**	**45**	**$ 3.766,81**	**$ 45.202**	**47**	$ 3.901	**$ 46.812**	**48**	**$ 3.984**	**$ 47.808**
					TOTAL	**$ 455.030**		**TOTAL**	**$ 469.017**		**TOTAL**	**$ 483.059**		**TOTAL**	**$ 497.220**		**TOTAL**	**$ 510.780**

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el tiempo que tomará en recuperar la inversión, los ingresos serán tomados en cuenta como valores positivos, en tanto que los egresos que incluyen la inversión inicial serán negativos.

Tabla 33 Recuperación de la inversión

Tiempo	INGRESOS	EGRESOS	VAN
Año 0		$ 458.634,35	-458634,35
Año 1	455030	$ 45.139,00	-$ 48.743,35
Año 2	469017	$ 44.426,00	$ 375.847,65
Año 3	483059	$ 45.791,00	$ 813.115,65
Año 4	497220	$ 47.162,00	$ 1.263.173,65

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se determina que la recuperación de la inversión se obtendría después del segundo año luego la de aplicación del proyecto. FacilContabilidad.com, 2014

6 CONCLUSIONES

- Dentro de las estrategias más importantes tomadas en cuenta para el desarrollo de este estudio se encuentra la división física del área de cobertura, así como la selección de los equipos, de modo que no implique una mayor inversión en los mismos, y se logre más bien una reducción de costos.
- Las bondades en las características de la Fibra Óptica la convierte en el mejor medio de transporte de información, si bien existen factores como la dispersión que degradan su funcionamiento, y las pérdidas por la distancia y la influencia de los equipos, también existen las alternativas de disminuirlas de modo que no se conviertan en factores que alteren los servicios. Es por esto que la realización de un presupuesto óptico adecuado es de real importancia para la correcta ejecución de este estudio.
- Implementar una red de tipo GPON beneficia al funcionamiento de los servicios triple play ya que reduce ruidos, interferencias, mantiene el ancho de banda en distancias de hasta 20 Km sin requerir repetidores.
- Se logró encontrar una distribución adecuada de los nodos de modo que las zonas estén totalmente cubiertas, esto debido a las características geográficas del territorio de la ciudad de Macas.
- La correcta interpretación de los estándares de cableado de fibra óptica permite el uso de la fibra óptica adecuada así como de los equipos.
- Según el corto análisis estadístico, de inversión y de recuperación se ha determinado que se trata de un proyecto totalmente rentable, es así que luego del segundo año de implementación se podría recuperar la inversión, más aun tomando en cuenta que los cálculos de recuperación incluyen la recaudación por la entrega del servicio de voz y datos.

7 RECOMENDACIONES

- Es totalmente recomendable la implementación de una ruta de red redundante, ya que la no existencia de esta ruta vuelve a los enlaces vulnerables, debido a que si existe algún accidente en las rutas de fibra obligaría a un corte en el servicio.
- El servicio que se pretende instalar y que es motivo de este caso de estudio requiere bidireccionalidad, esto se logra con la instalación de otro hilo de fibra.
- Siempre es posible que los postes de propiedad de la empresa eléctrica centro sur no sean lo totalmente fuertes para soportar el peso de la fibra, por lo que existirá el caso de que se requiera alguna variación en la ruta, de este modo se tendrá un tendido de fibra de manera segura.
- Todo proyecto como regla general indica que se debe tomar en cuenta un valor adicional referente a costos, mismos que se constituyen en el margen de costo adicional al momento de imprevistos que surjan en el desarrollo del proyecto.
- La CNT es la empresa pública que gestiona, autoriza y supervisa este tipo de proyectos, de ahí que es importante seguir los lineamientos que la empresa tiene, de modo que se cumpla con todos los requerimientos de diseño e implementación de este tipo de proyectos.

8 Bibliografía

LIBROS

[1] TORRES, César; MATTOS, Lorenzo (2009). FIBRAS ÓPTICAS. Springer – Verlag.

[2] CAMPANY, José; ORTEGA, Beatriz (2009). Redes Ópticas. Editorial de la UPV, México

[3] TOMASI, Wayne. (1994). SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRONICAS. Segunda Edición.

[4] GUALOTUÑA, Diana; RIFFO, Sofía. "DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO UTILIZANDO TECNOLOGÍA APON (ATM PASSIVE OPTICAL NETWORK)" PARA ANDINATEL S.A EN LA CIUDAD DE QUITO". Escuela Politécnica Nacional, 2004.

INTERNET

ARCOTEL. (MARZO de 2015). http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/BOLETIN-AVS_RTV_TF_FINAL_.pdf. Recuperado el 25 de ABRIL de 2015, de http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/BOLETIN-AVS_RTV_TF_FINAL_.pdf: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/BOLETIN-AVS_RTV_TF_FINAL_.pdf

digital, c. (2015). http://www.coberturadigital.com/2014/05/16/internet-en-ecuador-el-acceso-paso-del-3-al-404-en-10-anos/. Recuperado el 22 de abril de 2015, de http://www.coberturadigital.com/2014/05/16/internet-en-ecuador-el-acceso-paso-del-3-al-404-en-10-anos/: http://www.coberturadigital.com/2014/05/16/internet-en-ecuador-el-acceso-paso-del-3-al-404-en-10-anos/

FacilContabilidad.com. (15 de febrero de 2014). https://www.youtube.com/watch?v=k_ul2Zl9rMQ. Recuperado el Abril de 2015, de https://www.youtube.com/watch?v=k_ul2Zl9rMQ: https://www.youtube.com/watch?v=k_ul2Zl9rMQ

INEC. (2010). SISTEMA INTEGRADO DE CONSULTAS. Recuperado el 30 de marzo de 2015, de SISTEMA INTEGRADO DE CONSULTAS: http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl

INEC. (2011). http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf. Recuperado el 20 de ABRIL de 2015, de http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf: http://www.inec.gob.ec/sitio_tics/presentacion.pdf

SENPLADES. (2014). http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos. Recuperado el 20 de ABRIL de 2014, de http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos: http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos

TEXTOS CIENTIFICOS (2005) http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra. Rcuperado en Mayo de 2015

CNT (2015) https://www.cnt.gob.ec/. Recuperado en Mayo de 2015

DISEÑO DE UNA RED OPTICA DE ACCESO PARA UNA URBANIZACION UBICADA EN LA VIA A SAMBORONDON. https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/15949/1/Dise%C3%B1o%20de%20una%20Red%20%C3%93ptica%20Pasiva%20de%20Acceso%20para%20una%20Urbanizaci%C3%B3n%20Ubicada%20en%20la%20V%C3%ADa%20Samborond%C3%B3n.pdf Recuperado en Junio de 2015

AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES (http://www.arcotel.gob.ec/la-arcotel/) Recuperado en Abril de 2015

Estándar ITU IT G.984.1 https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/es Recuperado en Mayo de 2015

NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE REDES DE TELECOMUNICACIONES CON FIBRA OPTICA - (NORMA CNT PARA FIBRA) https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarArchivo.cpe?Archivo=82hGsId48DVFwdM_QO0Xekkqa9d1D5n_2aLkN-jGlKM, Recuperado en Junio de 2015.

FUENTE DE FIGURAS

[AA] http://www.xatakamovil.com/conectividad/especial-comunicaciones-opticas-ii-que- es-una-fibra-optica-y-como-funciona

[BB] http://www.televes.com/node/18940

[CC] http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1886/1/CD-2811.pdf

[DD] http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra

[EE] http://aprendeainstalar.infored.mx/imagesnew2/0/0/0/1/1/4/0/9/0/1/FIBRA.jpg

[FF] https://ropalmaromera.wordpress.com/funcionamiento-de-las-fibras-opticas/

[GG] http://es.wikipedia.org/wiki/Apertura_num%C3%A9rica

9 Anexos

Anexo N° 1

MODELO DE LA ENCUESTA

ENCUESTA

Saludos

Una empresa de telecomunicaciones proveedora de servicios de telefonía fija e internet, desea conocer el interés que tienen los usuarios en contratar los servicios de internet, telefonía y televisión (opcional) a través de una infraestructura de acceso de fibra óptica, que tiene la capacidad de brindar estos servicios por el mismo medio físico. La información que nos proporcione será utilizada para conocer el grado de aceptación del servicio brindado por medio de una infraestructura de Fibra Óptica.

La encuesta no llevará más de 4 minutos, le agradecemos de antemano su valioso tiempo.

Cuestionario

1. **Para Usted cuál de las siguiente opciones considera la más importante en su conexión de internet?**

   Velocidad ☐ Movilidad ☐ Seguridad ☐

2. **Para Usted cuál de las siguiente opciones considera la más importante en su servicio de telefonía fija?**

   Disponibilidad ☐ Calidad de voz ☐

3. **Desearía cambiar el servicio de internet y telefonía actual, por uno distribuido mediante Fibra Óptica, que le ofrecería mayores beneficios y buenos costos?**

   SI ☐ **NO** ☐

4. **Cuánto paga por el servicio de internet y telefonía fija que Usted recibe al momento?**

   Entre $30 y $40 ☐

   Entre $40 y $50 ☐

   Más de $50 ☐

5. **De acuerdo a los planes que se presentan a continuación, cuál estaría dispuesto a pagar? (Se trata de un servicio dotado mediante Fibra óptica, que mejorará notablemente la calidad del servicio que Usted reciba)**

   Plan 1 (Incluye 15Mbps + telefonía) por $57 ☐

   Plan 2 (Incluye 25Mbps + telefonía) por $80 ☐

   Plan 3 (Incluye 50Mbps + telefonía) por $110 ☐

Gracias por su colaboración…..¡