

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ACCESO PARA LA EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS DE INTERNET NEW ACCESS S.A.

Santillán Santillán Daniel Oscar  
Carrera de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones, Departamento de Eléctrica y Electrónica  
Escuela Politécnica del Ejército  
danielos\_9@hotmail.com

Resumen - El presente artículo tiene el objetivo de proporcionar información sobre el estudio de 3 tipos de tecnologías de acceso, para determinar la opción más idónea tanto técnica como económica para su futura implementación. Se revisa preliminarmente los componentes y ventajas que presenta cada tecnología, se las compara y se da un balance, seguidamente revisaremos el estado actual de la red, con lo cual se propone el diseño de red. Finalmente se realiza un estudio económico el cual determine la viabilidad del proyecto.

## I. INTRODUCCION.

El ISP con su infraestructura actual brinda servicio al Distrito Metropolitano de Quito, los valles de Tumbaco, Los Chillos, Cumbaya y al norte en sectores como Cayambe y Tabacundo. Se maneja una red de acceso basada en Radio Enlaces,

la cual permite a los clientes acceder a todas las soluciones que oferta la empresa, sean estas datos o Internet.

Para garantizar la continuidad del servicio la compañía ha desplegado una red MPLS en lo concerniente al transporte, esto con el objetivo de atender una mayor cantidad de clientes, los cuales enfrenten sus necesidades de conectividad hacia Internet y datos a corto y mediano plazo, sustentándose en mayores anchos de banda, toda esta evolución de plataforma se proyecta en áreas estratégicas de la ciudad de Quito.

El punto de partida para el presente estudio son los nodos de conexión establecidos en la red de transporte y el análisis de los diferentes tipos de tecnologías de acceso que se han propuesto para el diseño. Este esfuerzo sustentara los resultados que se presenten

al final para determinar cuál es la mejor opción que satisfaga a la empresa tanto en lo técnico como en lo económico.

Dicho todo esto el resultado principal que la empresa necesita ver reflejado en este manifiesto es el de disponer de la suficiente capacidad en cuanto a su Red de Acceso para soportar Anchos de Banda que van desde los 5 Mbps a los 9 Mbps, además de proyectar a futuro próximos mayores capacidades.

## II. TECNOLOGIAS DE ACCESO

Las tecnologías de acceso propuestas para el desarrollo del proyecto, son: XDSL, Radio y GPON.

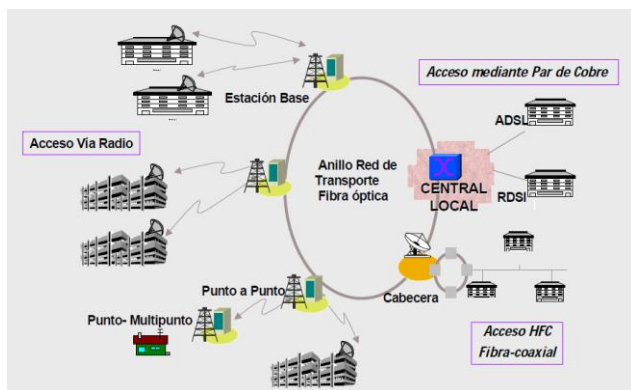


Figura1. Diferentes Tecnologías de Acceso.

### A. XDSL

El acrónimo xDSL se refiere a una familia de tecnologías y estándares relacionados que constituyen las diferentes tecnologías DSL, donde la 'x' se utiliza para identificar precisamente a los diferentes estándares y versiones que se han desarrollado. [2]

COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DSL						
Tecnología	Simetría	Comparto uso del teléfono	Requiere filtro	Velocidad máxima	Distancia máxima de la central	Año Introducción
ADSL	Asimétrico	Si	Si	9Mbps/640 Kbps	6 km	1995
SDSL	Simétrico	No	No	2.32 Mbps	6 km	Principios 90's
HDSL	Simétrico	No	No	2.32 Mbps	6 km	1992
SHDSL	Simétrico	No	No	2.32 Mbps	7 km	Principios 90's
IDSL	Simétrico	No	No	144 Kbps	12 km	1982-1989
G.Lite	Asimétrico	Si	No	1,5 Mbps/512 Kbps	6 km	1998
RADSL	Asimétrico	Si	Si	Mbps/640 Kbps	6 km	1997
VDSL	Asimétrico	Si	En discusión	52 Mbps/6 Mbps	1.5 km	1999

Figura2. Cuadro comparativo de tecnologías XDSL.

### B. RADIO ENLACE

Pertenece a la Tecnología de Acceso del tipo no guiado en el cual se emplea como medio de transmisión el aire, es decir se propaga la información mediante el uso del espectro electromagnético u ondas de radio.

Dentro de esta manera de acceder a una red podemos denotar 3 aspectos

técnicos que permiten guiar de manera ordenada el diseño de la misma.

- Ancho de Banda
- Estandarización
- Propagación [1]

### ***Ventajas de radiocomunicaciones por microondas***

- Los sistemas de radio con microondas tienen la ventaja de llevar canales individuales de información entre dos puntos sin la necesidad de usar cables metálicos o fibras ópticas que implican una infraestructura más compleja.
- En cuanto a regulación, se tiene en cuenta solo el equipo usado, puesto que las características del medio permanecen constantes.
- La implementación es menos complicada y de rápida respuesta si se presentara algún inconveniente.

### ***Desventajas de los enlaces microondas***

- El factor climático puede ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y

equipo auxiliar requerido, supone un importante problema en diseño.

- El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces microondas es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor, además esta distancia debe ser libre de obstáculos.

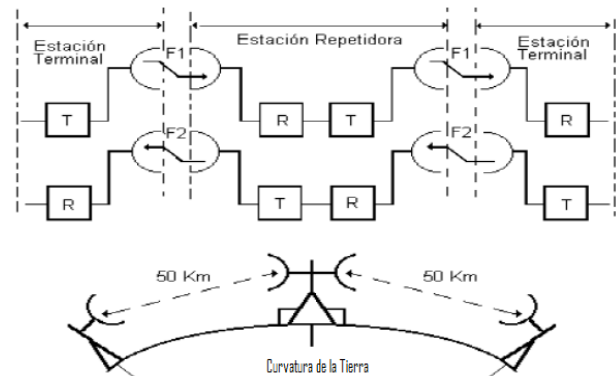


Figura3. Estructura de un Radio Enlace.

### **C. REDES OPTICAS PASIVAS**

Las PON del inglés Passive Optical Networks, constan en lo concerniente a la red de distribución, de elementos pasivos, es decir, no tienen elementos activos como amplificadores o regeneradores. Por su bajo costo se convierten en una buena opción. FTTB se emplea en redes ópticas pasivas. [1]

Básicamente las redes ópticas pasivas estandarizadas en la actualidad son Ethernet PON (EPON), ATM PON (APON), Broadband PON (BPON) y Gigabit PON (GPON). Las PON en general utilizan dos longitudes diferentes de onda, una en el sentido de bajada (downlink) y otra en el sentido de subida (uplink) que son compartidas en tiempo por los usuarios, es decir se utiliza multiplexación TDM-PON (multiplexación por división de tiempo PON). También se utiliza para la transmisión simultánea en sentido descendente como ascendente WDM-PON (multiplexación por división de longitud de onda PON).

CARACTERÍSTICAS	EPON	BPON	GPON
Tasa de transmisión (Mbps)	1250 (modo simétrico)	Bajada: 1244; 622; 155 Subida: 622; 155	Bajada: 2488; 1244 Subida: 2488; 1244; 622; 155
Codificación de línea	8B/10B	NRZ	NRZ
Número máximo de abonados por fibra óptica	32	32	64
Alcance máximo (km)	20	20	60
Estandarización	IEEE 802.3ah	ITU-T G983.x	ITU-T G984.x
Soporte de video RF	No	No	Si
Costo de implementación	El menor de todos	Menor a GPON	Medio

Figura4. Cuadro comparativo entre distintas estándares PON.

### Características de GPON

- GPON ofrece una estructura de trama escalable de 622 Mbps hasta 2,5 Gbps, así como soporte de

tasas de bit asimétricas. La velocidad más utilizada por los actuales suministradores de equipos GPON es de 2,488 Gbps downstream y de 1,244 Gbps upstream. Sobre ciertas configuraciones se pueden proporcionar hasta 100 Mbps por abonado.

- El método de encapsulación que emplea GPON es GEM (GPON Encapsulation Method) que permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM, etc.) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125 us. GEM se basa en el estándar GFP (Generic Framing Procedure) del ITU-T G.7041

### Arquitectura de red de GPON

- La red de GPON consta de un OLT (Optical Line Terminal), ubicado en las dependencias del operador, y las ONT (Optical Networking Terminal) en las dependencias de los abonados.
- La OLT consta de varios puertos de línea GPON, cada uno soportando hasta 64 ONT.

- Para conectar la OLT con la ONT con datos, se emplea un cable de fibra óptica para transportar una longitud de onda downstream. Mediante un pequeño divisor pasivo que divide la señal de luz que tiene a su entrada en varias salidas, el tráfico downstream originado en la OLT puede ser distribuido.

### ***Divisores o Splitters***

- Puede haber una serie de divisores pasivos 1 x n (donde n = 2, 4, 8, 16, 32, o 64) en distintos emplazamientos hasta alcanzar los clientes. Esto es una arquitectura punto a multipunto.
- Los Splitters se asemejan a una caja de medios, en la cual se tiene una especie de prisma que difracta la luz para así poder discriminar cada señal y transportarla a su destino.

### **D. BALANCE ENTRE TECNOLOGIAS**

Dentro de las 3 opciones revisadas, se opta por la Fibra óptica como medio de transmisión y GPON como la tecnología de

acceso para soportar las condiciones antes detalladas.

	TECNOLOGIA		
CARACTERISTICA	GPON	XDSL	RADIO
Distancia	20 Km	1 Km	7 Km
Capacidad	2.488 Gbps/1.244 Gpbs	4 Mbps/4 Mbps	10 Mbps/10 Mbps

Figura5. Balance entre Tecnologías.

### **III. ESTADO ACTUAL DE LA RED**

Desde los distintos nodos mencionados en este estudio se puede llegar al cliente final mediante DSL, Radio y Fibra, dependiendo de la factibilidad técnica que sustente su óptimo uso. La elección de una u otra tecnología demanda el conocimiento del área geográfica que encierra el nodo y su cobertura y la necesidad que tiene el cliente. Se tiene además enlaces redundantes hacia usuarios hasta con 2 tipos de tecnologías distintas, lo cual asegura un acceso continuo al servicio en casos de emergencia.

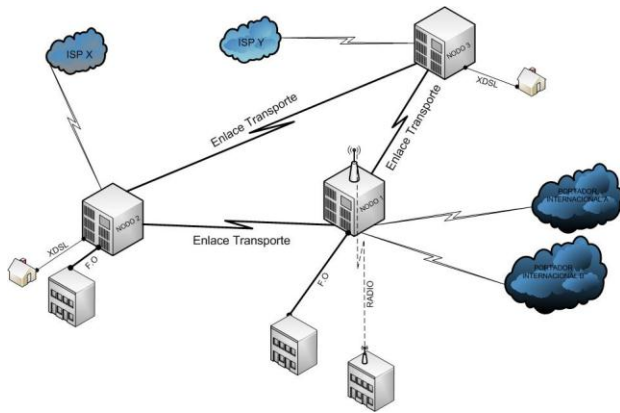


Figura6. Red de Acceso implementada.

#### IV. DISEÑO DE RED

La actual demanda de servicio de Internet obliga a un ISP a cumplir estándares de capacidad que van en constante crecimiento, además debe brindar Calidad de Servicio, un parámetro que va de la mano con el tiempo de indisponibilidad de la red, tiempo de solución de eventos y planes de contingencia. El presente capítulo ajusta la realidad actual de cada uno de los nodos puestos a consideración, con el estudio técnico de las Tecnologías de Acceso propuestas, se marcará las diferencias entre una y otra y se concluirá con el mejor diseño contemplando todos los recursos necesarios para su futura implementación.

##### A. Criterio de Capacidad

Uno de los parámetros principales que se ha manejado en este estudio es la necesidad de contar con capacidades entre los 3 y 5 Mbps por abonado como mínimo. Conociendo esto cada tecnología estará sujeta a esta premisa como un criterio decisivo en el diseño.

##### B. Criterio de Tecnología de Acceso

El nodo 1 podrá desplegar tecnología de Radio y GPON. El nodo 2 podrá desplegar únicamente XDSL y GPON. El nodo 3 está en la capacidad de desplegar las 3 tecnologías de acceso (XDSL, GPON y Radio).

##### C. Criterio de Redundancia

Por cercanía geográfica el NODO 1 y el NODO 3 pueden proporcionar acceso a usuarios en común. El NODO 2 brinda un enlace emergente de menor capacidad hacia un usuario. Esto respecto de XDSL con GPON.

#### D. Criterio de Cobertura

Se delimitara el/las área/s de cobertura de forma circundante a un NODO X tomando en cuenta las limitaciones técnicas de cada tecnología de acceso. En el caso de que un NODO X cubra un área determinada y la misma este dentro del área de cobertura de un NODO Y se priorizara al nodo que ofrezca mayores posibilidades de capacidad, acceso y crecimiento.

#### E. Criterio de Disponibilidad

Al brindar un servicio de carácter crítico, el tiempo de indisponibilidad debe ser mínimo para el cliente, esto con el fin de ocasionar el menor impacto posible. Por esta razón la infraestructura de RF prevista para el NODO 1 y NODO 3, tienen como objetivo brindar al usuario final el respaldo necesario de conectividad.

#### F. Diseño General de Red

En este diseño se ha cumplido con los criterios de Disponibilidad, Cobertura, Capacidad y se ha aprovechado infraestructura existente.

Respecto a la capacidad ofertada el acceso por fibra es la opción que se ajusta de mejor manera, puesto que al ser un medio inmune a la interferencia y manejar velocidades de hasta 2.5 Gbps, ofrecen estabilidad a la solución y gran posibilidad de crecimiento.

El área de interés está totalmente cubierta gracias a la disposición de Splitters, además de satisfacer el criterio de Disponibilidad puesto que la cobertura de radio asegura tener un sistema 1+1 en cualquier momento.

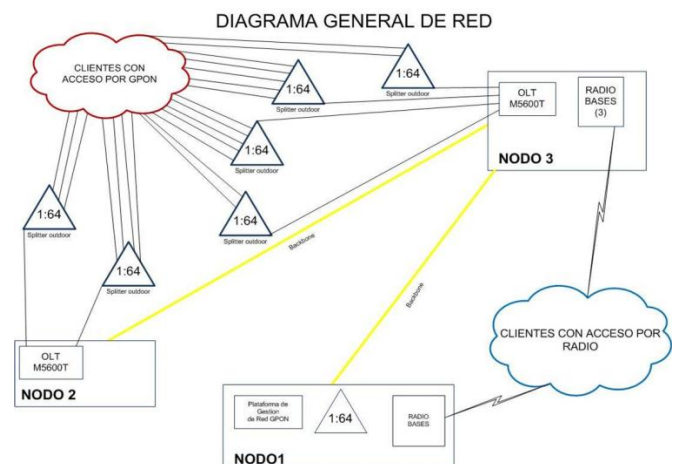


Figura7. Diseño de Red.

#### G. Etapas de Implementación

##### **Montaje de Red**

Consiste en la adquisición de los equipos e implementación de los mismos

en los diferentes nodos según la disposición ya descrita.

### **Pruebas de red**

En esta etapa se corren pilotos y demos sobre las soluciones que se entregaran a los clientes finales, determinan la puesta a punto de la red.

### **Instalación Cliente Final**

Esta es una variable en el proyecto y la cual ha determinado la ubicación de los Splitters y el dimensionamiento de los mismos.

### **Activación Cliente Final**

Es el momento en que se realizar la entrega del servicio previamente contratado, se entrega el equipamiento necesario para la solución demandada.

### **Mantenimiento de Red**

Procesos preventivos y correctivos sobre la red, mismos que están sujetos a la Disponibilidad de la Red. Además dichos procesos son aleatorios en el tiempo,

puesto que una falla puede presentarse en cualquier momento.

## **V. ESTUDIO ECONOMICO**

En esta sección se tomará en cuenta todos los costos que están contemplados dentro de la implementación de red, con el fin de cuantificar la magnitud del proyecto y fijar metas comerciales que justifiquen financieramente el proyecto.

### **A. Inversión del Proyecto**

Se presenta los valores que son necesarios para adquirir la plataforma, paso de fibra, permisos y equipos iniciales.

CONCEPTO	VALOR
Equipamiento GPON en NODOS, Terminales, Splitters	344.141,65
Equipamiento RF (Radio Bases, Suscriptores y Antenas)	6.748,72
Tendido de Fibra Óptica Primaria	96.180,00
Permisos	10.456,48
TOTAL	457.526,85

Figura8. Inversión del Proyecto.



## B. Costo de Activación

Se presenta los componentes necesarios para la activación de 1 cliente con capacidad de 5 MBps.

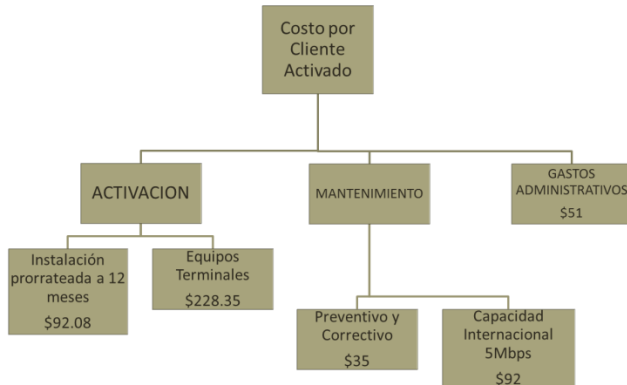


Figura9. Cuadro de costos de Activación.

## C. Análisis de Sensibilidad Financiera

Dentro del diseño de Red, se ha dimensionado los Splitters necesarios para cubrir una demanda de servicio por parte de clientes, los cuales ya se tienen actualmente trabajando por acceso de radio. A continuación se muestra como están distribuidos dichos clientes entorno a la ubicación de cada Splitter y de cada Nodo.

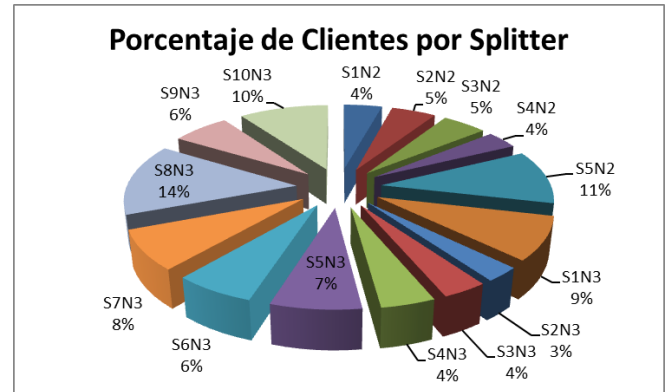


Figura9. Porcentaje de clientes por Splitter.

Esta información es importante ya que es un punto de partida para desplegar un plan de activación de clientes dentro del nuevo acceso. Además permite proyectar a futuro inmediato el universo de clientes que puedan contratar el servicio.

La siguiente estadística se la ha tomado en base a los clientes que están dentro del área geográfica de interés, el universo de clientes es de 140. Como se puede observar más del 50 % de estos usuarios contratan capacidades que fluctúan entre 1 y 3 Mbps.

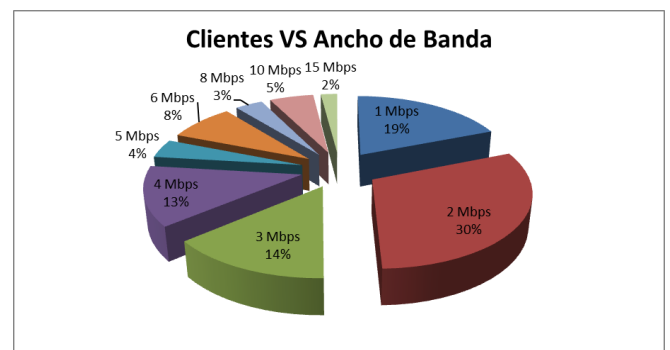


Figura10. Clientes actuales asociados al AB.

Se ha construido este parámetro en base al histórico de la base de datos de clientes, en los 2 últimos años se encuentra mayor crecimiento y con tendencia a subir. Este crecimiento se debe a la oferta de un portafolio más completo de soluciones de conectividad y estas necesidades se suplen con una conectividad de mayor capacidad y de alta disponibilidad.

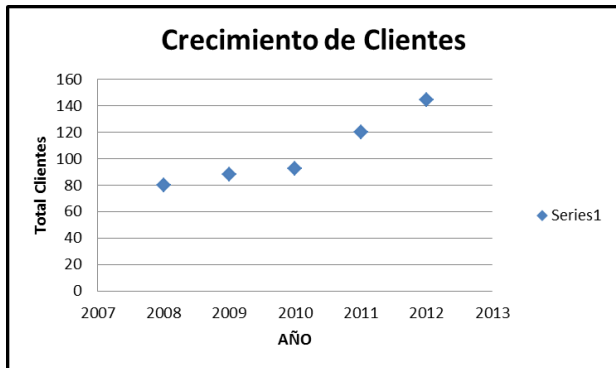


Figura11. Curva de Crecimiento de clientes.

Dentro de este indicador se ha determinado un parámetro importante que es el Tiempo de Vida del cliente. Según el muestreo realizado existen usuarios que tienen 8 años trabajando con New Access y la gran mayoría se centra entre 2 y 3 años, también se ha extraído que el periodo mínimo de facturación es de 1 año.

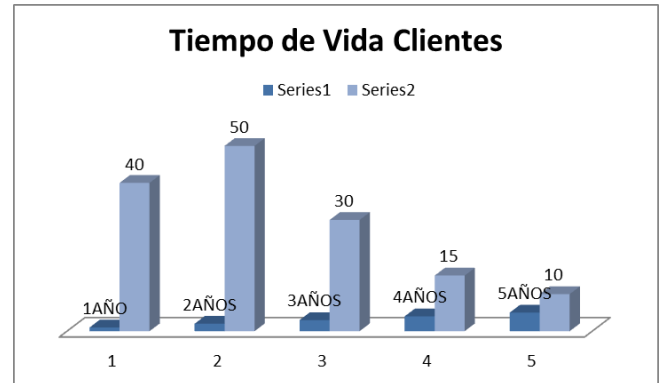


Figura12. Tiempo de vida de clientes.

#### D. Proyección Estimativa de Ingresos

En esta etapa del estudio, ya conociendo el costo de activar un cliente dentro de un rango amplio de oferta en cuanto a ancho de banda y al conocimiento de las estadísticas que giran en torno al tipo de negocio, se puede visualizar escenarios en los cuales se maneje la venta de servicio de Internet. Para esto se presenta el siguiente modelo.

#### **Modelo de Activación de Clientes**

Plazo: 3 Años

Plan de Activación: el primer año se tiene un volumen de clientes como se muestra en la tabla x, el segundo año presenta crecimiento del 30% al igual que el tercer año.

Condiciones: los usuarios tienen un tiempo de vida de 2 años como promedio, y el margen de ganancia es del 35%.

Siguiendo este plan de activación se obtiene los siguientes datos:

#### Primer Año

- Egreso Total Anual = 134.438,80
- Ingreso Total Anual = 212.644,80
- Flujo Anual = 78.206,00

#### Segundo Año

- Egreso Total Anual = 261.630,60
- Ingreso Total Anual = 480.472,50
- Flujo Anual = 218.841,90

#### Tercer Año

- Egreso Total Anual = 415.011,00
- Ingreso Total Anual = 908.877,00
- Flujo Anual = 493.866,00

#### E. Indicadores Financieros del Proyecto

VAN = \$ 37,850.37

TIR = 25%

PRI = 1 año y 6 meses

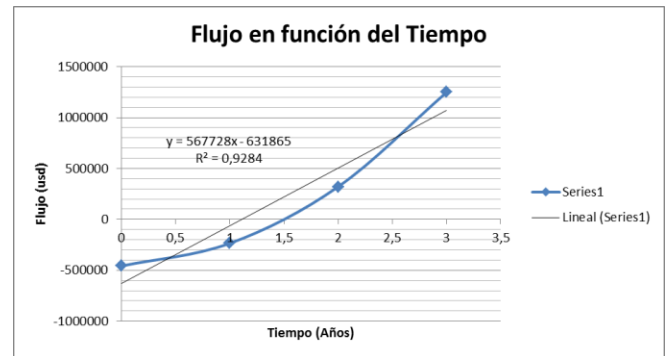


Figura13. Flujo en función del tiempo.

## VI. CONCLUSIONES

La base para el desarrollo de este estudio ha sido la capacidad de ancho de banda que pueda ofertarse desde el inicio de operación y pensando en crecimiento a mediano plazo. Diversas tecnologías proporcionan sus estándares y limitaciones para el acceso de usuarios, por lo que se ha visto en la utilización de un medio óptico la opción idónea para crecer y competir en el mercado.

Uno de los puntos vitales para el diseño ha sido la ubicación de los Splitters ópticos, ya que de esto depende mucho el aseguramiento de la capacidad del canal y la calidad de servicio, la atenuación juega un papel importante ya que va de la mano del número de componentes pasivos intermedios entre el nodo y el cliente final.

Otro de los pilares fundamentales en el diseño ha sido la ubicación de los clientes entorno a los Splitters, esto justifica un criterio muy importante que es el de la cobertura, puesto que se optimiza al máximo el uso de un multiplexor con respecto a otro, sin sobreponer las áreas de interés. Además con este modelo se ha asegurado un recorrido de fibra secundaria promedio, que incurre directamente en la instalación de última milla.

La disponibilidad del enlace, parámetro determinante dentro de un contrato de prestación de servicio, está presente en el diseño y también se ha estudiado el mejor medio para proporcionar esta contingencia. La radio frecuencia es idónea para remplazar un servicio principal como la F.O. ya que es fácil de implementar en relación con otras tecnologías (XDSL, CATV) y de menor costo. Además brinda capacidades superiores a un medio guiado.

El Diseño de Red propuesto ha revisado las ventajas de utilizar cierta tecnología frente a otra, y se ha optado como red principal, una plataforma GPON, la cual gracias a sus características satisface para el ISP necesidades

prioritarias, que van desde oferta de capacidad, hasta apalancamiento de nuevos negocios, todo sobre la solución básica que es la venta de acceso a Internet. Muchas empresas ya no solo ven en las redes una simple conectividad al cyber espacio, sino que, pretenden potenciar sus comunicaciones e información a través de enlaces capaces de brindar un ambiente totalmente interactivo en tiempo real para trabajar en lo que se denomina la NUBE.

La elección de los equipos responde a aspectos como escalabilidad, crecimiento, redundancia y estándares. Ya que el fabricante por el cual se opta presenta un diseño modular en la OLT, teniendo la posibilidad de adquirir un chasis equipado con lo necesario para iniciar la operación e ir incorporando tarjetas y puertos según se requiera. De igual manera brinda redundancia en puertos, módulos y fuente de poder, lo cual apoya la entrega de un SLA de 98,6 %, aspecto muy importante al momento de brindar un servicio de carácter crítico.

Otro aspecto fundamental dentro de la elección del equipo es la posibilidad de trabajar bajo IPV6, nuevo esquema de

direccionamiento que está ya trabajando y es necesario que la plataforma soporte este estándar, ya que en IPV4 el recurso en direcciones IP se ha agotado.

La entrega de un acceso simétrico es importante, ya que el volumen de datos que una empresa trafica en la red, es superior al que se presenta en un servicio residencial, por esta razón es necesario asegurar y entregar este canal en su totalidad.

Dentro del estudio financiero que se ha realizado, se nota un aspecto que influye mucho dentro de la obtención del costo de activación del usuario final, este es la instalación de la última milla, debido a esto el planeamiento se ha dado de tal forma que los clientes estén dentro de una distancia máxima de 500 m desde el Splitter hasta la sede del abonado, con esto se tiene un valor razonable que puede ser manejado.

El tener un plan de activaciones, proporciona una base importantísima para el éxito del proyecto, ya que con esto se puede iniciar la operación de la red, generar un flujo de caja y proyectar metas comerciales a corto y mediano plazo, que

viabilicen la recuperación de la inversión y generen las respectivas ganancias.

El Escenario comercial más cauto, representa indicadores financieros negativos del proyecto y un periodo de recuperación mayor a 3 años, esto manifiesta que el modelo de negocio no puede permanecer estático y debe plantear metas más ambiciosas para justificar la implementación de la red. En un escenario con crecimiento de la base de clientes inicial, se puede notar el giro que toma el negocio y aún más, cuando se dinamiza totalmente, la oferta de capacidad no se centra en un solo nicho de clientes. En este momento se justifica la inversión y se puede generar ganancia dentro de plazos coherentes acorde con el mercado de las Telecomunicaciones y específicamente a la prestación de Servicios de Internet.

## VII. REFERENCIAS

- [1]  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2502/1/CD-3206.pdf>
- [2]  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2263/1/T-ESPE-014403.pdf>

## VIII. BIOGRAFIA



Daniel O. Santillán S. nace el 7 de septiembre de 1985 en la ciudad de Quito, realiza sus

estudios primarios en las escuelas Academia Naval Guayaquil, San Jose La Salle y Borja 2 Maristas.

Obtiene el título de Bachiller en Física y Matemática en el Colegio Técnico Aeronáutico de Aviación Civil (COTAC).

Egresó de la Carrera de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones en 2011 y presenta Proyecto de Grado en 2012.