

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UNA NORMATIVA TÉCNICA PARA EL DISEÑO DE REDES DE ACCESO PARA TECNOLOGÍAS DE NUEVA GENERACIÓN (FIBRA ÓPTICA, COBRE E INALÁMBRICAS) Y SU APLICACIÓN EN ANDINATEL S.A.

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

DAVID PAÚL ALVEAR SILVA
david_22ne@hotmail.com

STEFANY CECIBEL PALACIOS CÓRDOVA
diabla66_30@hotmail.com

DIRECTOR: ING. HUGO AULESTIA R.
hugoaulestia@andinanet.net

Quito, junio 2009

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UNA NORMATIVA TÉCNICA PARA EL DISEÑO DE REDES DE ACCESO PARA TECNOLOGÍAS DE NUEVA GENERACIÓN (FIBRA ÓPTICA, COBRE E INALÁMBRICAS) Y SU APLICACIÓN EN ANDINATEL S.A.

Alvear Silva David Paúl
Palacios Córdova Stefany Cecibel

RESUMEN

El siguiente artículo tiene como motivo principal proponer criterios que permitan el acceso global a servicios de telecomunicaciones a través de redes de nueva generación de acuerdo con la realidad y las necesidades propias del siglo XXI.

Este proyecto nace de la necesidad de adecuar, las redes existentes así como también la construcción de redes de acuerdo con las nuevas tecnologías en base a criterios unificados y de esa manera ser el punto de partida para el diseño de redes de acceso de nueva generación.

Con esto lo que se busca es la implementación de redes Triple-Play de alta capacidad, lo que significa, una red de voz, Internet y televisión de altas prestaciones.

Los principales aspectos que se consideran durante el diseño de redes de acceso son la topología física, la búsqueda y selección de equipamiento, garantizar una calidad y eficiencia optimizando costos.

1. LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN

1.1. Red de Nueva Generación (NGN) ^[1]

Es una red basada en paquetes (tecnología IP) para ofrecer servicios de telecomunicaciones a través de múltiples tecnologías de transporte de banda ancha, cuya calidad se puede controlar (QoS), y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías relacionadas con el transporte.

Ofrece a los usuarios un acceso no restringido a diferentes proveedores de aplicaciones con movilidad generalizada que es la capacidad de utilizar diferentes tecnologías de acceso en diferentes lugares aunque el usuario y/o el equipo terminal puedan estar en movimiento (movilidad plena).

Se trata de la convergencia de diferentes redes en una red "única" con la capacidad de integrar las diferentes tecnologías presentes y de satisfacer todas las necesidades de información de los usuarios, al manejar voz, datos y video simultáneamente.

Separación clara entre Transporte (elementos de red) y Servicios (datos, video y voz), esto les permite ser ofrecidos separadamente y evolucionar independientemente, además de la provisión de interfaces abiertas entre el transporte, el control y las aplicaciones;

Convergencia de servicios entre fijo y móvil; La conformidad con todos los requisitos reglamentarios, por ejemplo en cuanto a comunicaciones de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal, etc.

1.2. Arquitectura de la Red de Nueva Generación (NGN) ^[2]

Una arquitectura de red independiente de los servicios facilita la introducción rápida y económica de nuevos servicios.

La NGN está concebida para facilitar la convergencia de voz, datos y servicios de vídeo en una infraestructura de red común basada en paquetes.

La arquitectura de una NGN se construye con cuatro niveles o planos de operación que le proporcionan flexibilidad y escalabilidad.

- **Servicios:** Nivel que se ocupa de la conexión "lógica" con los usuarios y en donde se realiza la mayor parte de la gestión de datos.
- **Control:** Infraestructura intermedia que permite la comunicación entre los niveles de servicio y de transporte.
- **Transporte:** Infraestructura que debe ofrecer los niveles de conectividad y de calidad de servicio requeridos por el nivel de servicios.
- **Acceso:** Cualquier acceso de banda ancha que sirva para hacer llegar al usuario las aplicaciones que este solicite, puede basarse en cable (fibra o cobre) o ser inalámbrico.

El modelo por planos describe una NGN desde el punto de vista de las capas del modelo OSI.

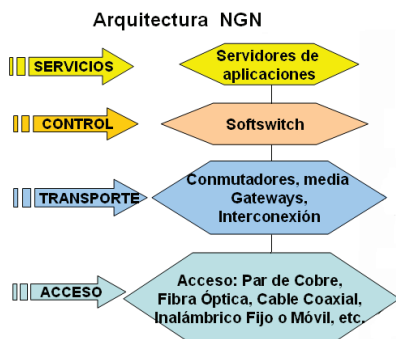


Figura. 1 Arquitectura de una Red de Nueva Generación

1.3. Redes de Acceso Basadas en Fibra Óptica: FTTx

Para extender la tecnología basada en fibra óptica lo más cerca del usuario para incrementar el ancho de banda y satisfacer la demanda de contenidos de mayor velocidad, se sustituyen los sistemas extremo de tecnología anterior por sistemas extremo NGN y se reemplazan parte o la totalidad de los cables de cobre por fibra óptica: dentro de las arquitecturas FTTx que significa fibra hasta x se tiene, fibra a la acometida (FTTC, *fibre-to-the-curb*) o fibra a la vivienda (FTTH, *fibre-to-the-home*), a fin de aumentar la velocidad de transmisión. La transmisión óptica es un elemento muy significativo en la arquitectura NGN.

1.4. Elementos de Referencia en las Redes de Nueva Generación

1.5. Softswitch

Softswitch deriva de software que provee el control central de un sistema de conmutación.

1.6. Gateways (Pasarelas)

El Gateway es la frontera entre las redes de conmutación de circuitos (PSTN) y las de conmutación de paquetes permitiendo la comunicación entre las diferentes redes al proveer conmutación y conversión para los flujos multimedia, y señalización tanto en los puntos de acceso (pasarelas de acceso) a la red como en los puntos de interconexión de redes (pasarelas de red).

1.7. Demanda de Servicios de Nueva Generación en el Ecuador

Hoy en día el Internet se presenta como una herramienta fundamental en el Campo laboral y académico y al considerar que nuestro país posee un bajo índice de penetración de Internet y un alto porcentaje de analfabetismo digital, es una prioridad fomentar el uso masivo de Internet. La demanda de banda ancha en el Ecuador esta creciendo, en gran parte, gracias a la competencia y por ende la reducción de tarifas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Tecnologías de Acceso de Nueva Generación

En las Redes de Nueva Generación se observa una multiplicidad de tecnologías que han surgido para resolver la necesidad de un ancho de banda más alto. Los sistemas de cable, xDSL, inalámbricos y fibra óptica se cuentan entre las soluciones más prometedoras que están creciendo e introduciendo innovaciones rápidamente.

2.2. Clasificación de las Redes de Acceso

- Las redes de acceso vía cobre: entre las que destacan las tecnologías xDSL.
- Las redes de acceso vía radio: tales como Wimax, CDMA450, WLL, MMDS y LMDS.
- Las redes de acceso vía fibra óptica: mención especial merecen las redes PON.

2.3. Redes de Acceso Vía Cobre ^[3]

El acceso rápido a contenidos de Internet y a nuevas "aplicaciones multimedia", término que se aplica a cualquier objeto que usa simultáneamente diferentes formas de contenido informativo como texto, sonido, imágenes, animación y video para informar o entretener al usuario se lo realiza principalmente a través de XDSL (X-Digital Subscriber Line).

2.4. Tecnologías xDSL ^[3]

La tecnología DSL, Digital Subscriber Line, (Línea de Abonados Digitales) suministra el ancho de banda suficiente para numerosas aplicaciones, así, dentro de las principales tecnologías xDSL tenemos:

2.5. Tecnología ADSL

ADSL son las siglas de (Asymmetric Digital Subscriber Line o Línea de abonado digital

asimétrica). ADSL permite el transporte de TCP/IP (TCP/IP "Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet"), ATM (Asynchronous Transfer Mode Modo de Transferencia Asíncrona. Sistema de transferencia de información de conmutación de paquetes de tamaño fijo con alta carga, utilizados en banda ancha) y datos X.25 (Es un estándar UIT-T para redes de área amplia de conmutación de paquetes), además que es una tecnología asimétrica, lo que significa que las características de la transmisión no son iguales en ambos sentidos la velocidad de descarga (desde la Red hasta el usuario) es mucho mayor que la de subida de datos (en sentido inverso).

La distancia del bucle entre el intercambio y el usuario no debe exceder ciertas escalas para garantizar una velocidad de datos óptima. Así por ejemplo:

Distancia	Velocidad máxima
6 km	~ T1 (1.5Mb/s)
5 km	~E1 (2 Mb/s)
4 km	~ 6Mb/s
3 km	~ 8Mb/s

Figura. 2 Distancias velocidades de transmisión para ADSL ^[4]

2.6. Tecnología VDSL

VDSL: Very High bit rate digital subscriber line (DSL de muy alta tasa de transferencia) es la más rápida de las tecnologías xDSL, ya que puede llegar a alcanzar una velocidad de entre 13 y 52 Mbps desde la central hasta el abonado y de 1,5 a 2,3 Mbps en sentido contrario, por lo que se trata de un tipo de conexión también asimétrica.

La máxima distancia que puede haber entre los dos módems VDSL no puede superar los 1.371 metros. Es la tecnología idónea para suministrar señales de TV de alta definición.

2.7. Tecnología G.SHDSL

SHDSL G.shdsl es un estándar de la UIT-T/G.991.2 de 2001 el cual ofrece un conjunto de características muy ricas (por ejemplo, tasas adaptables) y ofrece mayores distancias que cualquier estándar actual. Soportado sobre un único par (de ahí su denominación de "Single-pair High-speed-DSL") u, opcionalmente, sobre dos pares metálicos.

El sistema SHDSL o la variante de ANSI HDSL-2, es un sistema considerado como una mejora

de HDSL, y orientado a reemplazarlo. Es un sistema simétrico con velocidades de datos iguales en ambos sentidos de la comunicación comprendidos entre 192 Kbps y 2.3 Mbps, presenta cierta compatibilidad con otras variantes DSL.

2.8. Equipos Que Intervienen en La Red

Dentro de la arquitectura xDSL se encuentran 3 elementos principales que hacen posible esta tecnología:

El DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), un Modem xDSL, y un Filtro

2.9. Redes de Acceso Vía Fibra Óptica

La introducción de la fibra óptica en el nodo de acceso va a permitir el disponer de un medio de transmisión de gran ancho de banda para el soporte de servicios de banda ancha, tanto actual como futuro.

2.10. Estructura y Funcionamiento de una Red xPON ^[5]

Red óptica pasiva (del inglés Passive Optical Network, conocida como PON). La técnica de transmisión más utilizada en estas redes es la multiplexación por división en longitud de onda que es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda WDM (Wavelength División Multiplexing) y la configuración punto multipunto.

2.11. Tecnologías xPON

En el mercado actual se encuentran diferentes tipos de redes unidas al concepto xPON. Entre estas tenemos APON, BPON, EPON, GPON y GEPON siendo las más aplicadas las siguientes:

2.12. Tecnología APON (ITU-T G.983) ^[6]

APON (ATM, Asynchronous Transfer Mode Passive Optical Network). La red APON típica es la que utiliza accesos VDSL, donde la ONU está a pocos metros del cliente APON basa su transmisión en canal descendente en ráfagas de celdas ATM (Modo de transferencia asíncrona) con una tasa máxima de 155 o 622 Mbps que se reparte entre el número de ONUs que estén conectadas. Una única APON puede equiparse con 32, 48 hasta con 64 ONTs. Alcanza distancias hasta de 20 Km.

2.13. Tecnología GPON (ITU-T G.984.1) ^[7]

GPON (Gigabit PON):
Está basada en BPON en cuanto a arquitectura pero, además ofrece:

- Soporte global multiservicio: voz, Ethernet 10/100, ATM,...
- Cobertura lógica hasta 60 Km.
- Seguridad a nivel de protocolo.
- Soporta los protocolos Ethernet y ATM.

Por consiguiente la GPON identifica las 7 combinaciones de velocidades de Transmisiones:

Velocidad: [Gbit/s] Canal descendente	Velocidad: [Gbit/s] Canal ascendente	
1,2	0,155	Asimétrico
1,2	0,622	Asimétrico
1,2	1,2	Simétrico
2,4	0,155	Asimétrico
2,4	0,622	Asimétrico
2,4	1,2	Asimétrico
2,4	2,4	Simétrico

Tabla 1. Velocidades de transmisión para GPON

En GPON, se definen dos opciones para el alcance físico: 20 km para 32 usuarios Sirviendo 64 usuarios la distancia máxima es de 15 Km y con 16 usuarios se puede llegar a 30 Km.

2.14. Tecnología EPON (IEEE 802.3ah) ^[7]

EPON (Ethernet PON).(Ethernet in the First Mile -Ethernet en la primera milla) constituido por la IEEE para aprovechar las características de la tecnología de fibra óptica y aplicarlas a Ethernet. Esta nueva tecnología se diferencia de las anteriores en que no transporta celdas ATM sino directamente tráfico nativo Ethernet manteniendo las características de la especificación 802.3.

Las ventajas que presenta respecto los anteriores estándares son:

- Trabaja directamente a velocidades de gigabit (que se divide entre el número de usuarios).
- La interconexión de islas EPON es más simple
- Eliminan la conversión ATM/ IP en la conexión WAN-LAN
- La reducción de los costes debido a que no utilizan elementos ATM y SDH.

El estándar EPON únicamente admite configuraciones simétricas.

Velocidad: [Gbit/s] Canal descendente	Velocidad: [Gbit/s] Canal ascendente	
1,2	1,2	Simétrico
2,4	2,4	Simétrico

Es posible obtener alcances de 20 kilómetros.

2.15. Tecnología GEPON ^[7]

La IEEE aún está trabajando en la revisión de la especificación anterior para obtener un ancho de banda 10 veces más grande que recogerá el nuevo estándar GEPON.

2.16. Equipos Activos que Intervienen en la Red de acceso para tecnología GPON:

- Un módulo OLT (Optical Line Terminal), que se encuentra en la central local.
- Un divisor óptico o splitter.
- Varias ONTs (Optical Network Terminal) que se ubican en las empresas de los clientes.

2.17. Redes de Acceso Inalámbrico

Los sistemas vía radio presentan una alternativa clara a las redes de cable.

La ventaja clara de este tipo de sistemas es la reducción de los costes de infraestructura, además del pequeño margen de tiempo necesario para su funcionamiento.

2.18. Funcionamiento de una Red Inalámbrica ^[8]

La selección entre una y otra tecnología inalámbrica dependerá del ancho de banda del radio de cobertura, regulaciones, etc. Entre las más aplicadas están:

2.19. Tecnología WIMAX

WiMAX, del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access ("Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas") es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (IEEE 802.16), con alcance de hasta 50 kilómetros de radio (en condiciones atmosféricas favorables) y velocidades de transferencia de entre 40 y 70 Mbps, utilizando tecnología que no requiere visión directa con las estaciones bases.

Brinda cobertura en la llamada área de "última milla" (o "último kilómetro").

Estándar	Frecuencia	Velocidad	Rango
WiMAX fijo (802.16-2004)	2-11 GHz (3.5 GHz en Europa)	75 mbps	10 km
WiMAX móvil (802.16e)	2-6 GHz	30 mbps	3,5 km

Tabla 2. Estandares Wimax

2.20. Tecnología WLL ^[3]

La tecnología de bucle de acceso local vía radio o Wireless Local Loop (WLL) es un sistema basado en celdas que conecta a usuarios a la red pública telefónica conmutada (RPTC) utilizando señales de radio, ofrece la posibilidad de llegar al usuario con bajos costos de infraestructura y alta velocidad de transmisión.

Mediante sistemas de radio omnidireccional de bajo poder, WLL permite a las operadoras una capacidad de transmisión mayor a un megabit por usuario y más de un gigabit de ancho de banda agregado por área de cobertura.

2.21. Tecnología CDMA 450 ^{[9] [10]}

(CDMA) **Acceso Múltiple por Diferenciación de Código** es una tecnología inalámbrica digital que opera convirtiendo las conversaciones en información digital, la cual es transmitida como una señal de radio sobre una red inalámbrica.

Utilizando un código único para distinguir cada llamada, CDMA permite que un mayor número de personas compartan las ondas de aire al mismo tiempo, sin problemas de estática, cruce de llamadas o interferencia.

CDMA450 se refiere a la tecnología CDMA implementada en la banda de 450 MHz.

Teniendo como ventaja la utilización de una sola estación base, la cual sin ningún obstáculo en su trayectoria podría alcanzar a cubrir hasta **80 Km**. Además, esta solución es ideal para zonas rurales porque el espectro está libre.

2.22. Equipos Que Intervienen en la Red de acceso inalámbrica:

- Antena de estación base
- Estación base
- Equipos CPEs

3. ACCESO MEDIANTE COBRE, FIBRA ÓPTICA E INALÁMBRICAS

3.1. Diseño de Accesos con Cables de Cobre

3.2. Redes Acceso de Cobre para Comunicaciones xDSL

Las redes de acceso de cobre que se utiliza para el servicio de telefonía tradicional, son los medios físicos por los que se transmiten las señales de los equipos xDSL del abonado y viceversa.

Al proyectar el diseño de la red de acceso de cobre para comunicaciones xDSL la implementación física dependerá de:

- La distancia máxima admisible entre el equipo activo del abonado (equipos xDSL seleccionado) y el equipo activo de la central local o nodo de acceso.
- Las características físicas del medio de transmisión (bucle de abonado) a utilizarse.

3.3. Sistemas de Puesta a Tierra

Para reducir el nivel de ruido y proteger la red contra descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas, se instalará sistemas de puesta a tierra en cada armario y a lo largo de todas las rutas tanto primarias como secundarias, los valores menores a 3 Ω se utilizan en la planta interna, para la red de planta externa los valores serán $\leq 10 \Omega$ (Ohmios).

3.4. Parámetros a Considerar Durante el Diseño

3.5. Plan Fundamental de Transmisión ^[11]

El Plan Fundamental de Transmisión define el límite dentro del cual se puede garantizar un servicio de telecomunicaciones a través de la red de cobre, y esta en función de los parámetros eléctricos de la misma, por tanto, dependiendo de los servicios a brindar se deberá respetar la resistencia de bucle de los cables de acuerdo a los siguientes valores:

Servicios	Resistencia de lazo	Conductor de 0.4mm.	Conductor de 0.5mm.
de Voz	$\leq 1200 \Omega$	4,28 Km.	6,74 Km.
xDSL hasta 64 Kbps	$\leq 1000 \Omega$ *	3.57 Km.	5.61 Km.
xDSL hasta 2 Mbps	$\leq 600 \Omega$ *	<u>2.14 Km.</u>	3.37 Km.
xDSL hasta 8 Mbps	$\leq 400 \Omega$ *	1.4 Km.	2.2 Km.

Tabla 3. Plan Fundamental de Transmisión

* Los valores de resistencia de bucle para los distintos servicios digitales antes mencionados

corresponden a datos definidos por los fabricantes de equipos.

El valor de la resistencia de bucle se obtiene en función de las características eléctricas del cobre y de la geometría del cable, de la siguiente manera:

$$Rb = \rho \cdot \frac{L}{S} = \Omega / Km. \quad (3.1)^{[12]}$$

Donde:

ρ = Resistividad del cobre (0.0174 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

L = Longitud del bucle (suma de resistencias del par, hilos a más b)

S = Sección transversal del conductor

A fin de garantizar la calidad de los diferentes servicios a ser ofrecidos (Datos, voz, video), el diseño de una red de cobre no debe sobrepasar un radio de 2 kilómetros.

3.6. Pasos a Seguir Para un Diseño de Planta Externa

- Censo
- Red de Dispersión
- Red Secundaria
- Red Primaria
- Canalización y subidas (Obra Civil).
- Memoria Técnica y Volúmenes de obra.
- Planos (Información en papel e información magnética).

3.7. Censo

a) Realizar el censo se debe recabar la planimetría del área objeto del diseño mediante fuentes confiables: IGM, INEC, municipios, consejos cantonales entre otros.

b) Actualizar la planimetría en el campo recorriendo de calle en calle y de inmueble en inmueble, ubicando nombres de calles o avenidas, aprovechando la labor de campo para ubicar puntos referenciales y de orientación que ayuden al futuro constructor a ubicarse fácilmente en el terreno.

3.8. Red de Dispersión ^[13]

Constituye la caja de dispersión con sus cables bifilares salientes, la cantidad de abonados a servirse de una caja, conforma el área de dispersión el conjunto de todas estas áreas forma la RED DE DISPERSION.

Cada caja puede ser de 10 y 20 pares o las existentes en el mercado.

3.9. Red Secundaria ^{[14][13]}

Son los cables de baja capacidad desde 10 a 150 pares que salen de los armarios de distribución de cada distrito, para alimentar las cajas de dispersión. El área de cobertura de la red secundaria es igual al área de cobertura de la red de dispersión. La suma de estos dos conforman el llamado DISTRITO.

3.10. Red Primaria

Son los cables de alta capacidad de 100 pares hasta 1800 pares, que salen desde el distribuidor de la central para alimentar a los distritos a través de los armarios de distribución.

3.11. Criterios Basicos Para el Diseño de Redes de Acceso Con Fibra Óptica

3.12. Alternativas de Enlaces ^[15]

El diseño de un enlace de fibra óptica, es el resultado de un análisis de alternativas de transmisión de información (voz, datos, video, etc.) entre estaciones o localidades definidas, de acuerdo con factores como el volumen de tráfico que se cursará por el enlace, ubicación Geográfica, la distancia e infraestructura vial existente, costo de implementación de las alternativas, disponibilidad de los recursos y permisos (permisos municipales, provinciales, gubernamentales, espectro radioeléctrico, etc.).

3.13. Metodología Constructiva

Para implementar un enlace de fibra óptica entre dos estaciones o nodos, se debe definir la metodología constructiva a aplicar. Entre las metodologías existentes se tiene:

- Canalizada Urbana
- Canalizada Interurbana
- Aérea en zonas rurales y urbanas.
- Además de metodologías mixtas combinando las mencionadas anteriormente.

3.14. Topologías de Redes de Fibra Óptica

La topología de la red debe elegirse en base a factores como las condiciones geográficas, la densidad de población, la demanda futura de fibra, los servicios que han de prestarse, las zonas de servicio de las centrales, la explotación y el mantenimiento de la red, y la tecnología disponible, para que el sistema resulte rentable y eficaz.

3.15. Topología punto a punto

Este tipo de red distribuye una o más fibras individualmente desde una OLT (Optical line Terminal) en una central a una ONU (Optical Network Terminal) en los nodos, casas individuales, edificios de apartamentos, nodos u oficinas.

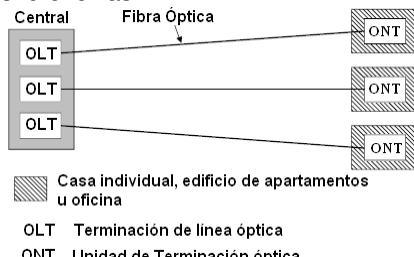


Figura 3. Topología Punto a Punto [16]

3.16. Topología de anillo.

La configuración en anillo comienza y termina en la misma central y distribuye dos o más fibras a las ONU (Unidad de Terminación Óptica) en casas individuales, edificios de apartamentos u oficinas.

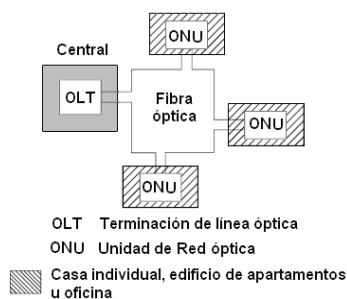


Figura 4. Configuración de una red de acceso en anillo. [16]

3.17. Topología punto a multipunto

En este tipo de red se ubica un componente de derivación de fibra óptica entre una OLT y varias ONU.

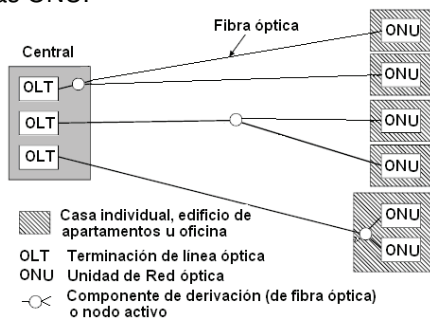


Figura 5. Topología punto a multipunto con 2 derivaciones [16]

3.18. Fibra Óptica Monomodo Que Se Emplea en los Proyectos

Las fibras monomodo para las redes de acceso, corresponde a la Recomendación G.652D de UIT-T.

Las fibras ópticas monomodo para largas distancias o enlaces troncales, deben ser conformes con Recomendación. UIT-T G.655.

3.19. Tendido De Cable [17]

Dependiendo de la infraestructura civil existente, presupuesto, nivel de seguridad, topografía del terreno, los enlaces de fibra óptica se pueden implementar bajo las siguientes metodologías:

- Subterráneas

- Canalizada (Urbana e interurbana)
- Directamente Enterrado

- Aéreas

- Cable figura 8
- Cable ADSS (All Dielectric Self-supported) Cable auto soportado totalmente dieléctrico.
- Cable OPGW (Optical Ground Wire) Cable de Guarda Óptico.

El radio admisible de las curvas sera superior a 15 veces el diámetro del cable. [18]

- Vida Útil: ≥ 20 años. [19]

3.20. Empalmes

Se utilizan para dar continuidad a dos tramos independientes en un determinado enlace, existen 2 tipos de empalmes: Mecánicos y por fusión.

Para los empalmes por fusión, se tienen atenuaciones de 0.05 a 0.1 dB por empalme.

El número de empalmes depende de la atenuación permitida para que funcione el enlace.

3.21. Mangas de Empalme.

Son usadas para la protección de fusiones en empalmes aéreos, canalizados o directamente enterrados, permiten agregar o cambiar cables, poseen gran resistencia mecánica de la

cubierta, son herméticas, además consta de una bandeja de empalme para alojar a las fusiones.

3.22. ODF (Distribuidor de Fibra Óptica)

Permite habilitar los hilos de fibra óptica del cable instalado a fin de conectarlos físicamente hacia las interfaces de los equipos de transmisión.

3.23. Diseño de Accesos Inalámbricos

El uso de tecnologías de red inalámbrica, presenta múltiples beneficios:

- Amplia cobertura.
- Bajo impacto medioambiental.
- Largas distancias, permitiendo la interconexión de puntos lejanos con repetidores.
- Rápida implantación, facilidad de crecimiento y bajo coste.

3.24. Consideraciones Generales

Se escoge la tecnología pertinente de acuerdo con:

- La Cobertura necesaria y la capacidad
- Tasas de transmisión y tipo de datos.
- Frecuencias de Operación (Licenciadas o no)
- Costos de implementación y operación

Se debe determinar el punto óptimo para la instalación de las antenas de la estación base que permitan la cobertura de las zonas donde se requieren servicios de Telecomunicaciones.

3.25. Cuestiones de Diseño y Herramientas Software

Varias herramientas de Software permiten predecir la cobertura de las redes y sus niveles de señal, de acuerdo con la tecnología que se vaya implementar.

Se debe obtener información geográfica como: coordenadas y alturas de los sitios donde posiblemente se podría instalar los puntos de acceso, también dividir el área a cubrir en diferentes sectores.

Es importante considerar los diferentes tipos de equipos existentes en el mercado, analizar sus características técnicas y económicas, a fin de realizar una correcta elección de acuerdo con los precios actuales del mercado y el costo de la implementación de la tecnología.

3.26. Espectro De Frecuencia Para Sistemas De Acceso Inalambrico Fijo ^[20]

En el Ecuador, la banda de frecuencia designada para los sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA) va desde los: 3.4 - 3.7 GHz, como se muestra en la Tabla 3.11.

ECUADOR	
Banda MHz	Notas
3400 –3 500 (FIJO)	EQA. 60
3500 –3 700 (FIJO)	EQA. 60

Tabla 4. Espectro de frecuencias para sistemas de Acceso Inalámbrico Fijo ^[21]

Nota EQA.60: Con la Nota EQA.60, Ecuador definió la atribución de esta banda a los Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico (FWA), básicamente para aplicaciones inalámbricas de banda ancha para transmisión de voz, datos y video.

La banda de frecuencia para operación de sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA), se encuentra dividida en 4 bloques de frecuencia comprendidos en dos bandas que van desde 3.4 - 3.5 GHz y 3.5 - 3.6 GHz (cada sub-banda, comprende dos bloques de 25 MHz con un total de 50 MHz), en todo el territorio de la República del Ecuador.

SUB-BANDAS DE FRECUENCIAS PARA FWA								
A	B	C	D	A'	B'	C'	D'	
3400	3425	3450	3475	3500	3525	3550	3575	3600

Figura. 6. Sub bandas de frecuencias para sistemas FWA

4. ARMONIZACIÓN DE LAS NORMATIVAS PARTICULARES PARA LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN

4.1. Implementación de una Red FTTx con la Tecnología de Acceso GPON

Las redes GPON (Gigabit Passive Optical Network) están diseñadas para brindar servicios que requieren un gran ancho de banda, como por ejemplo la IPTV o televisión de alta definición. Estas redes permiten brindar servicios triple play (voz, datos y video) con velocidades de acceso mayores a 50Mbps, para el Internet, con bajos costos de mantenimiento y operación.

Para llevar la Fibra óptica lo más cerca posible del usuario, han surgido las Arquitecturas FTTX (Fibra hasta "X" donde "X" es sustituida por el lugar donde la fibra es llevada) que reducen el

uso de cobre. Como ejemplo de Arquitecturas FTTH se pueden citar:

FTTH (Fiber to the Home): Fibra Hasta la casa
FTTB (Fiber to the Building): Fibra Hasta el Edificio

FTTA (Fiber to the Apartment): Fibra hasta el Departamento

FTTC (Fiber to the Curb): Fibra Hasta la Acera

FTTCa (Fiber to the Cabinet): Fibra Hasta la Cabina

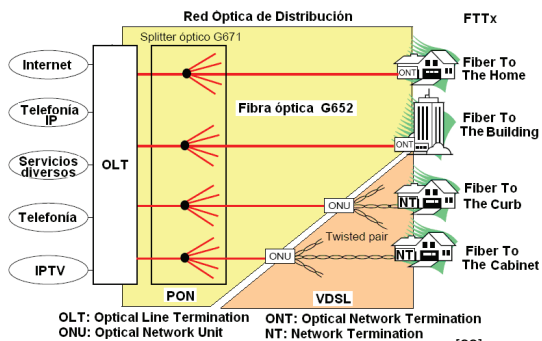


Figura 7. Red de Distribución Óptica [22]

La tecnología G-PON se especifica en la recomendación UIT-T G. 984.1.

La tendencia actual se enfoca en trabajar en la combinación de velocidades de 2,4 Gbit/s en sentido descendente y 1,2 Gbit/s en sentido ascendente. Para la implementación de GPON se utiliza la fibra óptica monomodo de acuerdo a las recomendación G. 652.D

4.2. Descripción de los Elementos de una Red PON

Una red óptica pasiva está formada básicamente por:

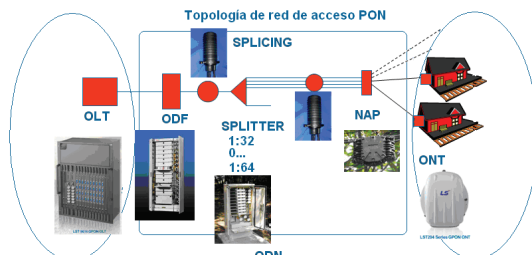


Figura 8. Elementos de una Red PON [23]

OLT: (Optical Line Terminal) Terminal de Línea Óptica que se encuentra en el nodo central

ODF: (Optical Distribution Frame) Distribuidor de Fibra Óptica.

SPLICING: Empalme

SPLITTER: divisor óptico que sirve para ramificar la red de fibra óptica. Las Redes Ópticas Pasivas (PONs) utilizan splitter para

incrementar el número de hogares alimentados desde una única fibra.

NAP: (Network Access Point) Punto de Acceso de Red. de Distribución de Cobre de donde se reparten las fibras a cada cliente con es el punto donde inicia la acometida hacia cada cliente individual.

ONT: (Optical Network Terminal) Terminal de Red Óptico "usuario"

ODN: (Optical Distribution Network) Red de Distribuidor Óptico

4.3. Implementación De La Red de Acceso Con Una Plataforma Multiservicios (AMG)

Una Plataforma Multiservicios permite la implementación de las redes NGN logrando migrar a los servicios actuales. Su función principal es adaptar el tráfico del cliente y de control a la tecnología de la NGN.

Se utiliza el AMG como solución de servicio telefónico cuando:

- No hay disponibilidad de Red Telefónica Tradicional.
- No hay disponibilidad de Números Telefónicos en la Central.
- Cuando la demanda de servicios de telefonía y banda ancha es mayor a 200 abonados.

La Capacidad de los AMG's depende de la tarjeta que se instala, esta pueden ser solo POTS (Servicio Telefónico Tradicional), ADSL (Línea de Abonado Digital Asimétrica) o tipo Combo con los dos servicios.

Para brindar óptimo servicio ADSL y POTS la distancia máxima entre un AMG y el abonado es de 2Km.

Existen dos tipos de equipos Outdoor e Indoor siendo este último de mayor capacidad de abonados y utilizado en nodos y centrales.

4.4. Sistema de Conexión

Un AMG se conecta a la central telefónica o al Nodo más cercano por medio de Fibra Óptica (G.652 D) o Radio Enlace dependiendo de la topología del terreno y de la factibilidad del despliegue de la Fibra.

Cuando el enlace se realice con Fibra Óptica será necesario 4 hilos de fibra uno para la transmisión, otro para la recepción de datos y dos de respaldo.

El número de puertos determina el número de clientes que pueden ser servidos (Un puerto por cliente).

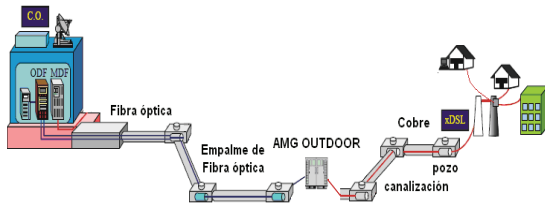


Figura 8. Diseño de la Red de Acceso

4.5. Implementación De La Red De Acceso Con Un Dispositivo De Acceso Integrado (IAD)

Los dispositivos de acceso integrados (IAD) permiten efectuar la convergencia de servicios múltiples, tales como voz, LAN y datos, a pequeñas y medianas empresas (PyME).

De esta manera se mejora la utilización de la red y se elimina la necesidad de invertir en infraestructuras nuevas, puede soportar varias líneas de voz (4, 8, 24 y 32 puertos de voz) con el consiguiente incremento de la rentabilidad.

El IAD es una solución de servicio telefónico cuando:

- No hay disponibilidad de Red Telefónica
- No hay disponibilidad de Números Telefónicos en la Central.

Cuando se presentan estas condiciones no se puede brindar servicio de telefonía tradicional por lo que se recurre al IAD suministrando telefonía sobre IP.

Referencias Bibliográficas

- [1] Recomendación UIT-T Y.2001. Visión general de las redes de próxima generación.
 [2] <http://es.wikitel.info/wiki/NGN>
 [3] <http://www.monografias.com/trabajos13/tecnacc/tecnacc.shtml>
 [4] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/alcudia_1_ad/capitulo2.pdf
 [5] <http://es.wikipedia.org/wiki/BPON>
 [6] <http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm2.shtml>
 [7] https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4595/2/PFC_HECTOR_LABEAGA.pdf -
 [8] <http://www.mailxmail.com/curso-tecnologia-informatica-inalambrica/funciones-tecnologia>
 [9] http://www.citel.oas.org/newsletter/2008/marzo/cdma450_e.asp
 [10] <http://blog.pucp.edu.pe/item/41459>
 [11] <http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/normas.doc>
 [12] Candía D. Miguel PLANTA EXTERNA Cables Simétricos y Coaxiales para Telecomunicaciones enero del 2000.

[13] Taller de Trabajo: "Unificación de Criterios para la Administración y Fiscalización de Contratos de Diseño de Planta Externa", Gerencia de Accesos Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A. marzo del 2009.

[14] Aulestia C. Carlos R. Diseño de Planta Externa EMETEL 1996

[15] Villacis R. Luis; Cárdenas Washinton Conceptos de Fibra Óptica Andinatel 2008.

[16] Recomendación UIT-T L.42 "Soluciones de fibra óptica ampliadas en la red de acceso"

[17] Recomendación UIT-T L.35

[18] Especificación dada por los fabricantes de Cables de Fibra Óptica.

[19] www.etb.com.co/nuestracom/contratacion/documentos/866731019TERMINOSXCONSXFODOC

[20] Ullauri A. Romulo, Molina C. Luis Gerencia de Accesos Unidad Banda Ancha e Inalámbrica Andinatel S.A. Manual Capacitación Curso Técnico Integral Avanzado telefonía IP Acceso Inalámbrico WIMAX Julio 2008

[21] Fuente: Plan Nacional de Frecuencias, Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, Marzo del 2008.

[22] http://www.iec.org/online/tutorials/atm_pon/topic01.html

[23] <http://www.gguitart@tycoelectronics.com>

BIOGRAFÍAS

ALVEAR SILVA DAVID PAÚL



Nacido el 12 de abril de 1984 en Quito. Realizo sus estudios secundarios en el "Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar" obteniendo el título de bachiller en Ciencias Físico Matemático, los estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica Nacional, en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.

PALACIOS CÓRDOVA STEFANY CECIBEL



Nacida en Quito el 29 de marzo de 1984. Estudios secundarios realizados en el Colegio "Experimental María Angélica Idrobo" obteniendo el título de bachiller en Ciencias Físico Matemático, estudios superiores realizados en en la Escuela Politécnica Nacional en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.