

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE NUEVA GENERACIÓN (NGN)
CON COBERTURA NACIONAL Y ORIENTADO A BRINDAR
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES A LAS MYPES Y PYMES**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR:
JOSÉ MANUEL TORRES PADILLA**

**PROMOCIÓN
2003-I**

**LIMA – PERU
2009**

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE NUEVA GENERACIÓN (NGN)
CON COBERTURA NACIONAL Y ORIENTADO A BRINDAR
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES A LAS MYPES Y PYMES

Dedicatoria

Con mucho cariño a mis padres que siempre se han esforzado mucho para hacer de mí un profesional y una persona de bien, a mis hijos y a mi familia que son el motor de mi vida y a todos mis amigos que siempre se preocupan y que están conmigo en las buenas y en las malas.

SUMARIO

En los últimos años, las redes de telecomunicaciones han tenido un gran desarrollo y evolución que ha originado que se creen nuevos modelos y nuevas arquitecturas de red que permiten brindar nuevos servicios de telecomunicaciones.

Las redes NGN traen consigo una nueva arquitectura, nuevos componentes de red, nuevos conceptos sobre las redes de acceso, redes de transporte, aplicaciones y servicios, que vienen siendo adoptados mayoritariamente por las empresas de telecomunicaciones.

Por otro lado, para que se inicie el proyecto de implementación de una red NGN partiendo sobre la infraestructura de una red legada, inicialmente se tiene que tener la aprobación técnica-económica y debe tener aprobado un estudio de mercado y de necesidades satisfactorio. Luego, se tiene que proceder a la fase de análisis de la infraestructura actual, a la implementación física de las nuevas redes de transporte y de acceso, de la plataforma de telefonía IP y de la red de gestión NGN.

Una vez concluido la fase de implementación física se procede con las pruebas de campo, de aceptación, de esfuerzo y demás procesos previos a la puesta en servicio de la red NGN, para luego proceder con entrega de la red NGN operativa, a las áreas que se harán responsables de la operación, mantenimiento y gestión de dicha red.

INDICE

Prologo	1
CAPITULO I	
SINTESIS Y OBJETIVOS	2
1.1. Síntesis general	2
1.2. Objetivos	2
CAPITULO II	
ANALISIS DE LOS SERVICIOS DE TELEFONIA FIJA E INTERNET EN ALGUNOS DE LOS MERCADOS DE LATINOAMERICA Y DE LAS NECESIDADES Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO QUE HABRIAN EN EL MERCADO DE DICHOS SERVICIOS EN EL PERÚ	4
2.1 Situación general y análisis del servicio de telefonía fija en algunos mercados de Latinoamérica.	4
a) Situación del mercado chileno.	4
b) Situación del mercado argentino.	5
c) Situación del mercado brasileño.	6
2.2 Situación general y análisis del servicio de Internet en algunos mercados de Latinoamérica.	7
a) Situación del mercado chileno.	8
b) Situación del mercado argentino.	9
c) Situación del mercado brasileño.	11
2.3 Situación general y análisis de los servicios de telefonía e Internet en el mercado peruano.	13
2.4 Necesidades y oportunidades del mercado peruano de telefonía e Internet.	16
CAPITULO III	
MARCO TEORICO	18
3.1 Introducción a la voz sobre IP (VoIP).	18
3.1.1 Proceso de digitalización de la voz.	19

3.1.2	Proceso de paquetización de la voz.	19
3.1.3	Protocolos de señalización y control en redes VoIP.	20
a)	Protocolo SDP	20
b)	Protocolo H.323	21
c)	Protocolo H.248 / MEGACO	22
d)	Protocolo MGCP	23
e)	Protocolo SIP	23
e.1	Entidades SIP	23
e.2	Métodos SIP	24
e.3	Respuestas SIP	25
f)	Protocolo SIGTRAN	26
3.2	Redes de Transporte	27
3.2.1	MPLS	27
a)	Arquitectura MPLS	28
b)	Etiqueta	28
3.3	Redes de Acceso	29
3.3.1	Tecnología de acceso inalámbrico WiMAX	29
a)	Foro WiMAX	30
b)	Modelo de capas IEEE 802.16	31
b.1	Capa MAC	31
b.2	Capa Física	32
c)	OFDMA	32
d)	Perfiles del sistema WiMAX	33
e)	Topologías de red	33
3.2.1	ADSL	34
a)	Modulación CAP	34
b)	Modulación DMT	34
3.3.3	ADSL+2	35
3.4	Calidad de servicio (QoS)	36
a)	Clasificación y marcado	36
b)	Encolado y priorización	37
c)	Limitación de ancho de banda y conformación de tráfico	37
d)	Mecanismos de reserva de recursos	37
3.5	Modelo de redes NGN	37
3.5.1	Introducción	37
3.5.2	Definición	38

VIII

3.5.3	Características fundamentales	38
3.5.4	Arquitectura y funcionalidades	39
a)	Según la óptica de los proveedores y empresas de telecomunicaciones	39
b)	Según la óptica de la UIT	39
3.6	TISPAN	40
3.6.1	Introducción	40
3.6.2	Objetivo y funciones	41
3.6.3	Grupos de trabajo	41
3.6.4	Arquitectura TISPAN (de acuerdo a la normal ETSI ES 282 001)	42
3.6.5	Capa de servicios en TISPAN	42
3.6.6	Capa de transporte en TISPAN	43
a)	Subcapa de control de transporte	43
b)	Funciones de transferencia	43
b.1	Función de Pasarela de Medios (MGF)	44
b.2	Función de Pasarela de Borde (BGF)	44
b.3	Función de Relé de Acceso (ARF)	44
b.4	Función de Pasarela de Señalización (SGF)	45
b.5	Procesador de Funciones de Recursos de Medios (MRFP)	45
b.6	Función de Terminación de Capa 2 (L2TF)	45
3.6.7	Interconexión con otras redes y dominios	45
a)	Interconexión en la capa de transporte	45
b)	Interconexión en la capa de servicios	46
3.1	Interfaces en TISPAN	47
a)	Interfaces en el núcleo IMS	47
b)	Interfaces con el sistema PES	47
c)	Interfaces con las aplicaciones	47
d)	Interfaces con el NASS	47
e)	Interfaces con el RACS	47
CAPITULO IV		
IMPLEMENTACION DE LA RED NGN		48
4.1	Reconocimiento a la infraestructura actual	48
4.2	Implementación de una red NGN	49
4.2.1	Infraestructura de red a nivel de redes de transporte y acceso	49
a)	Diseño e infraestructura de la red de transporte IP MPLS	50
b)	Diseño e infraestructura de las redes de acceso ADSL+2	51

c) Diseño e infraestructura de las redes de acceso WiMAX	52
4.1 Diseño e infraestructura de la red de telefonía IP	53
4.2.3 Diseño e infraestructura de la red de gestión	55

CAPITULO V

ANÁLISIS ECONOMICO Y DE TIEMPOS DE IMPLEMENTACIÓN **56**

5.1 Análisis de costos	56
a) Descripción de equipos y software a adquirir	56
b) Análisis de los costos relacionados a la implementación física de la red NGN	57
c) Análisis de los costos de capacitación	57
d) Relación de costos	58
5.2 Tiempos de implementación del proyecto	58

Conclusiones y Recomendaciones	59
--------------------------------	----

Anexo A	62
---------	----

Bibliografía	65
--------------	----

PRÓLOGO

En los últimos años, las redes de telecomunicaciones están teniendo una vertiginosa evolución que ha conllevado a que aparezcan nuevos modelos o arquitecturas de red que permiten a los operadores, optimizar recursos de red, ahorrar costos, aumentar su competitividad y brindar nuevos servicios a sus usuarios.

La elección de la “IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE NUEVA GENERACIÓN (NGN) CON COBERTURA NACIONAL Y ORIENTADO A BRINDAR SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES A LAS MYPES Y PYMES” como tema para optar el título profesional de ingeniero de telecomunicaciones, se centra en su importancia como modelo de referencia de como una empresa operadora basada en mejores practicas puede implementar una red NGN con cobertura nacional que le permita competir con otras empresas operadoras en base a menores costos y a nuevos servicios.

Partiendo de la premisa que los servicios públicos de telecomunicaciones se deben prestar bajo un régimen de libre competencia y que el usuario tiene el derecho de elegir al operador que a su criterio le convenga, el desarrollo de una red NGN conllevará a que el mercado de telecomunicaciones se amplíe y se dinamice, toda vez que la entrada de una empresa que brinde servicios a menores precios y con mejor tecnología, hace que las empresas competidoras optimicen sus procesos y sus recursos, siendo con todo ello, el usuario, el principal beneficiado.

Considerando lo expuesto precedentemente, el presente trabajo tiene como objetivo definir el modelo de referencia y los pasos a seguir para llevar a cabo la implementación de una red NGN, haciendo referencia previamente a las situaciones de los mercados de telefonía e Internet en Latinoamérica y a las necesidades y oportunidades que brinda el mercado peruano; asimismo, exponer las posibles soluciones técnicas para su implementación, realizando un análisis desde el punto de vista técnico y económico que permiten poder determinar la viabilidad y consideraciones a tener en cuenta para su implementación.

Finalmente, quiero agradecer y reconocer el apoyo brindado por mis profesores del curso, así como, de mis compañeros que tuvieron la deferencia de orientarme y darme las facilidades para acceder a información, estructurar mi informe, aclarar mis dudas y guiarme por el camino de la investigación para la consecución del presente trabajo.

CAPÍTULO I

SINTESIS Y OBJETIVOS

1.1 Síntesis general.

En los últimos años las empresas operadoras de telecomunicaciones están transitando por una evolución en sus redes marcada por los nuevos requerimientos de servicios, movilidad, ancho de banda, etc., que requieren sus usuarios. Para ello, es necesario hacer más flexibles las redes actuales basadas en conmutación de circuitos, y llevarlas a redes basadas en conmutación de paquetes para optimizar recursos y anchos de banda. Esta evolución se viene dando en forma gradual y es actualmente realizada por las empresas operadoras de telecomunicaciones en base al modelo NGN con sus recomendaciones y teniendo como referencia a las arquitecturas TISpan e IMS.

La necesidad de parte de las empresas operadoras de seguir el modelo NGN de banda ancha es que le permita brindar y ofrecer a los usuarios, servicios integrados de voz, datos y video, brindar movilidad, aplicaciones en tiempo real, conexiones seguras con calidad de servicio de extremo a extremo, entre otros beneficios; y a nivel del operador poder brindar dichos servicios sobre una arquitectura independiente de la capa de transporte, capa de servicios y de la capa de aplicación.

Para ello, las redes NGN se basan sobre un grupo estándares y tecnologías innovadoras que realmente están transformando la manera de la comunicaciones en los negocios del presente y revolucionara los servicios de comunicaciones en el futuro.

1.2 Objetivos.

El presente trabajo tiene como objetivos:

- Hacer un análisis de mercado de los servicios públicos de telefonía e Internet en Latinoamérica y en el Perú, a fin de poder encontrar necesidades y oportunidades de negocio que permitan hacer viable el proyecto de implementación de una nueva red NGN, identificando los beneficios que conllevaría la implementación de dichos servicios sobre la red NGN, comparándolos con los costos que se derivarían de su implementación.

- Evaluar las experiencias de otros países en la implementación de redes NGN, para aprender de ello y poder superar los obstáculos que se presenten durante la implementación de la misma en el ámbito nacional.
- Definir los conceptos teóricos básicos sobre, voz sobre IP, protocolos de señalización y control, redes de acceso, redes de transporte, calidad de servicio, etc.
- Definir el modelo NGN, precisando sus características fundamentales, su arquitectura y sus funcionalidades.
- Detallar la arquitectura TISPAN, el mismo que servirá como la arquitectura de referencia a seguir para la migración hacia el modelo de red NGN.
- Realizar la implementación física por etapas (análisis de la infraestructura actual, red de transporte, red de acceso, red de telefonía IP, red de gestión, etc.) dentro de la red NGN.
- Realizar recomendaciones que puedan ser consideradas como mejores prácticas, antes de la elección de la solución que será brindada por la empresa suministradora de equipos, durante la fase de implementación física de la red NGN y antes de que la red NGN este operativa y entre en producción.

CAPITULO II

ANALISIS DE LOS SERVICIOS DE TELEFONIA FIJA E INTERNET EN ALGUNOS DE LOS MERCADOS DE LATINOAMERICA Y DE LAS NECESIDADES Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO QUE HABRIAN EN EL MERCADO DE DICHOS SERVICIOS EN EL PERÚ

2.1 Situación general y análisis del servicio de telefonía fija en algunos mercados de Latinoamérica.

a) Situación del mercado chileno:

Actualmente el mercado chileno de telefonía fija esta con una tendencia de desaceleración en su crecimiento, hecho que se refleja en que entre los años 2006 y 2007 solo se pusieron en servicio 23 mil líneas fijas nuevas. Asimismo, a diciembre de 2007, se contaban con 3,459,611 líneas en servicio, la cual representa una tasa de penetración de 20.74 por cada 100 habitantes.

En la tabla 2.1 se muestra las estadísticas del servicio de telefonía fija en los últimos años, así como el nivel de penetración en la población.

TABLA 2.1 Líneas totales en servicio de telefonía fija.

Fuente: SUBTEL

Año	Número de Líneas en servicio	Crecimiento Año Anterior	Penetración por cada 100 hab.
2002	3,467,013	-0.33%	21.92
2003	3,252,063	-6.20%	20.34
2004	3,318,260	2.04%	20.53
2005	3,435,888	3.54%	21.03
2006	3,326,435	-3.19%	20.16
2007	3,459,611	4.00%	20.74

Referente a la participación del mercado por parte de las empresas operadoras se tiene que la empresa dominante del mercado es Telefónica de Chile con 2,18 millones de

líneas en servicio que representa el 64% del mercado, seguido por la empresa VTR que tiene una participación del 17.2% y seguido muy detrás por otras empresas que tienen una presencia muy limitada del mercado como es el caso de ENTEL Chile que tiene el 4.7% y TELESUR que tiene el 4%. A continuación se muestra la figura 2.2 en donde se indica la participación de las empresas operadoras dentro del mercado de telefonía fija.

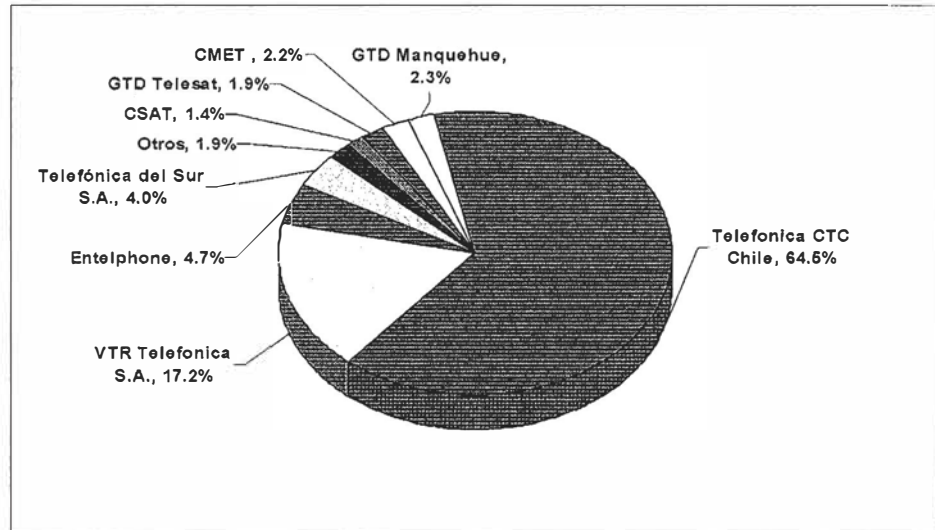


Figura 2.2: Presencia de las empresas operadoras en el mercado chileno.

Fuente: SUBTEL.

b) Situación del mercado argentino:

Durante el año 2007 se registraron 9,25 millones de líneas fijas instaladas, lo que significó un aumento del 2,7% comparado con el año anterior, la cual representa una tasa de penetración de 22.6 por cada 100 habitantes. En la figura 2.3 se muestran los cuadros estadísticos del servicio de telefonía fija en los últimos 5 años.

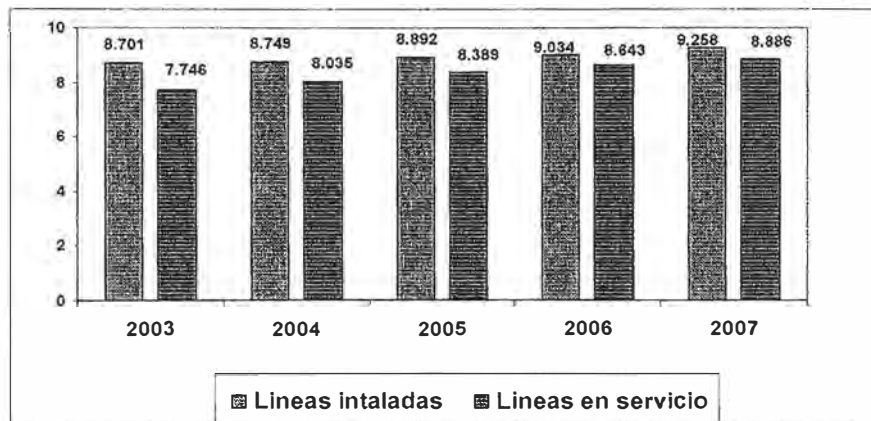


Figura 2.3: Cantidad de líneas de telefonía fija en servicio.

Fuente: INDEC.

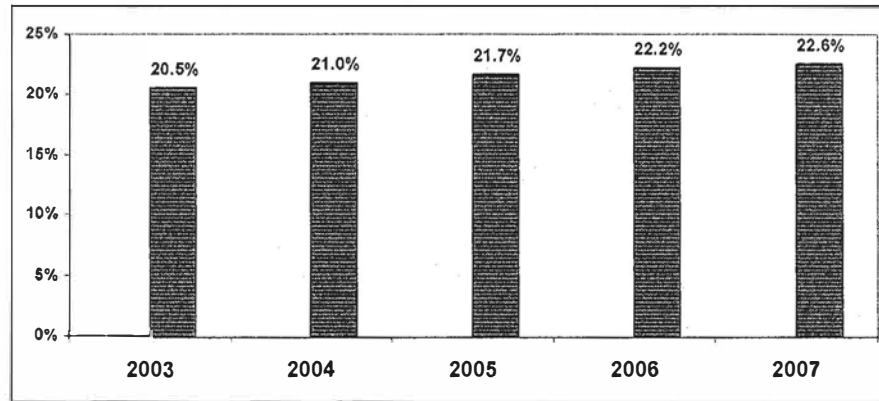


Figura 2.4: Penetración de líneas en servicio.

Fuente: INDEC.

Referente a la participación del mercado por parte de las empresas operadoras se tiene que la empresa Telefónica Argentina encabeza el mercado con una participación del 49,5% del mercado, mientras que Telecom Argentina, tiene el 41,9%, dejando a las otras empresas con una participación del 8,7%, según se muestra en la figura 2.5.

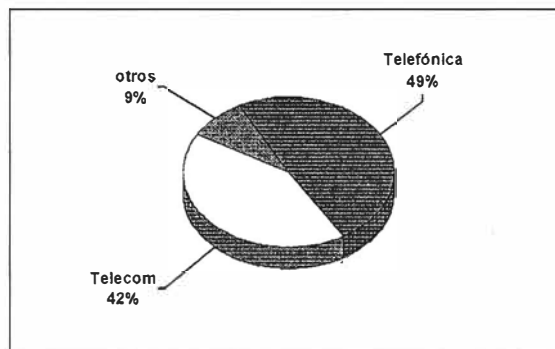


Figura 2.5: Participación de las empresas operadoras en el mercado de telefonía fija.

Fuente: Convergencia Research en base a balances 2007.

c) Situación del mercado brasileiro:

Durante el año 2007 el servicio de telefonía fija registro un total de 39,4 millones de líneas en servicio, lo que representa un aumento del 1.1% comparado con el año 2006. Este crecimiento obedeció fundamentalmente al avance que vienen registrando las pequeñas empresas que brindan servicios locales, pues durante el año 2007 tuvieron un crecimiento del 35,7% alcanzando un total de 4,26 millones de líneas. Como contrapartida de ello, las grandes empresas concesionarias del servicio de telefonía fija, Telefónica, Brasil Telecom y Telemar registraron una caída del 1,9% en la cantidad de líneas en servicio durante 2007, finalizando el año con un total de 35,01 millones de líneas.

En la tabla N° 2.2 se muestra la evolución del servicio de telefonía fija entre los años 2003 al 2007, en donde se puede observar un ligero aumento por año en el número de líneas instaladas y en servicio, el cual se puede comprobar a través de la densidad telefónica del servicio.

TABLA N° 2.2 Distribución de líneas de telefonía fija.

Fuente: Convergencia Research.

Año	Número de Líneas en servicio (millones)	Número de Líneas instaladas (millones)	Penetración por cada 100 hab.
2003	39,2	49,8	22,2
2004	39,6	50,0	22,1
2005	39,8	50,5	21,5
2006	38,8	51,2	20,7
2007	39,4	52,7	20,7

Referente a la participación del mercado por parte de las empresas operadoras se tiene que la empresa Telemar encabeza el mercado con una participación del 40.6% del mercado, seguido de Telefónica con 34.2% de participación, Brasil Telecom que tiene el 22.9%, dejando a las otras empresas con una participación del 2,3%, según se muestra en la figura 2.6.

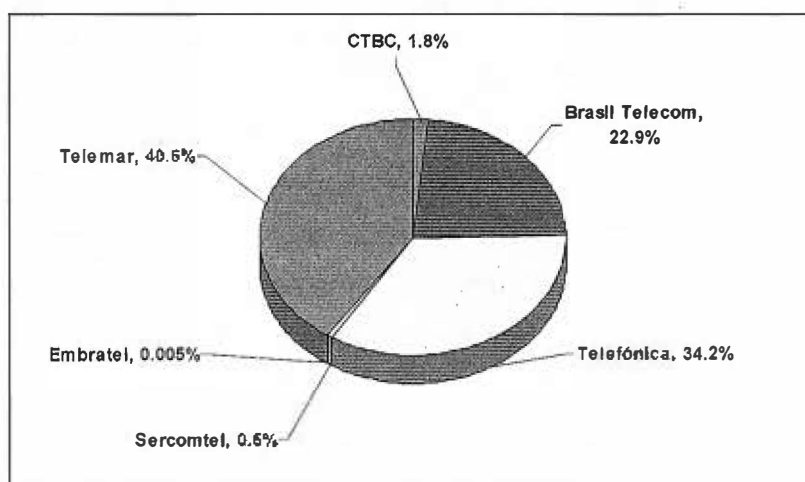


Figura 2.6: Distribución del mercado de telefonía fija por empresa.

Fuente: Convergencia Research.

2.2 Situación general y análisis del servicio de Internet en algunos mercados de Latinoamérica.

a) Situación del mercado chileno:

Como resultado de las políticas dadas por el gobierno como impulso a la banda ancha en ese país, Chile a diciembre de 2007 se ubico como el país con mayor tasa de penetración de acceso a Internet en Latinoamérica, registrando un total de 1,3 millones de accesos de banda ancha a Internet, con un crecimiento anual de 28.6% y una tasa de penetración de 8.8%. Asimismo aspira poder alcanzar los 2,3 millones de accesos a Internet hasta el año 2010. En la tabla N° 2.3 se muestra las cantidades de accesos a Internet según el tipo de conexión empleada entre los años 2004 al 2007:

TABLA N° 2.3 Número de líneas según el tipo de conexión.

Fuente: SUBTEL.

Año	Total de conexiones	Conexiones ADSL	Conexiones por Cablemodem	Conexiones Otras Tecnologías
2004	478,883	239,999	210,250	28,634
2005	708,564	379,918	303,428	25,218
2006	1,019,520	592,016	424,224	3,280
2007	1,310,430	769,070	537,603	3,757

Para el año 2008, el principal desafío para las empresas operadoras radicará en desplegar redes que les permitan brindar los denominados servicios múltiple play, que pasarán en primer lugar por agregar movilidad a la oferta de triple play existente. La empresa Telefónica Chile (también conocida como CTC) cuenta con el 49% del mercado de acceso a Internet, siendo sus productos estrellas en ese país los accesos a Internet de banda ancha, es por ello que para el 2008 espera superar el medio millón de clientes ADSL, previendo también lanzar un servicio denominado "Tetrapack" el cual es un paquete que incluirá el servicio de telefonía móvil, todo ello buscando afrontar el despliegue ya realizado por las otras empresas operadoras.

La empresa VTR controlado por la empresa Liberty Media cuenta con el 40,4% del mercado de acceso a Internet y en la actualidad viene desplegando su propia red WiMAX que le permitirá conservar su participación en el mercado y competir con los paquetes múltiple play.

Otro operador que viene creciendo principalmente en el segmento corporativo es Telmex Chile quien en el año 2007 ya contaba con una red WiMAX fija con una cobertura del 98% de Santiago de Chile y con la primera red WiMAX móvil en Latinoamérica. Por otro lado, dicha empresa también está desarrollando un plan para incorporar la telefonía móvil de la empresa Claro Chile a su actual oferta de telefonía fija, banda ancha y televisión por cable.

En la figura 2.7 se muestra la participación de las empresas prestadoras del servicio de acceso a Internet de banda ancha con mayor presencia en el mercado chileno.

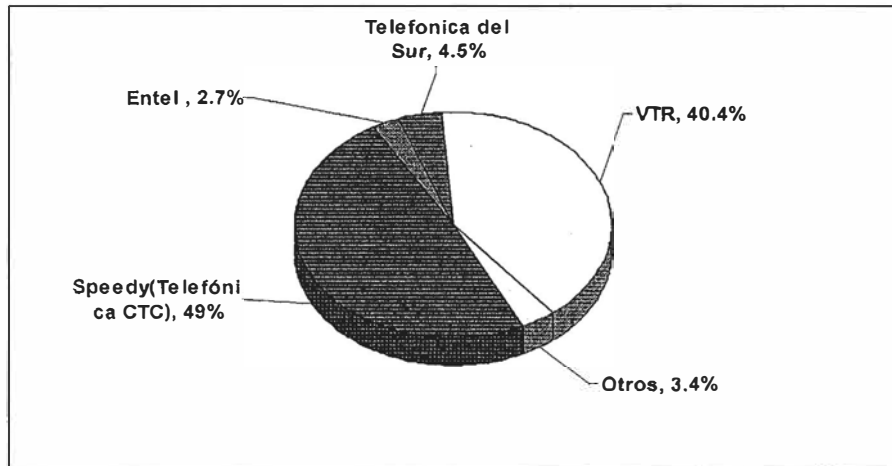


Figura 2.7: Empresas prestadoras de Internet.

Fuente: Convergencia Research.

b) Situación del mercado argentino:

Durante el año 2007 el mercado de acceso a Internet de banda ancha registro un crecimiento del 60,2%, continuando así con su crecimiento general de los últimos años. A fines de 2007 la cantidad de usuarios de servicios de acceso de banda ancha a Internet alcanzaron un total de 2,5 millones de usuarios, lo que representa un aumento del 60,2% comparado con el año anterior. A su vez la penetración pasó del 4% en 2006 al 6,4% a fines de 2007.

A continuación se muestra en la tabla N° 2.4, la teledensidad y el nivel de penetración del servicio de acceso a Internet entre los años 2005 al 2007.

TABLA N° 2.4 Teledensidad y Penetración en el servicio de acceso a Internet

Fuente: Convergencia Research

Año	Accesos Totales	Teledensidad	Penetración en Hogares
2005	934.000	2,4 %	S/D
2006	1.561.000	4,0 %	S/D
2007	2.505.000	6,4 %	21.1 %

En la figura 2.8 se muestra el porcentaje de la cantidad de usuarios del servicio de acceso a Internet de banda ancha entre los años 2005 al 2007.

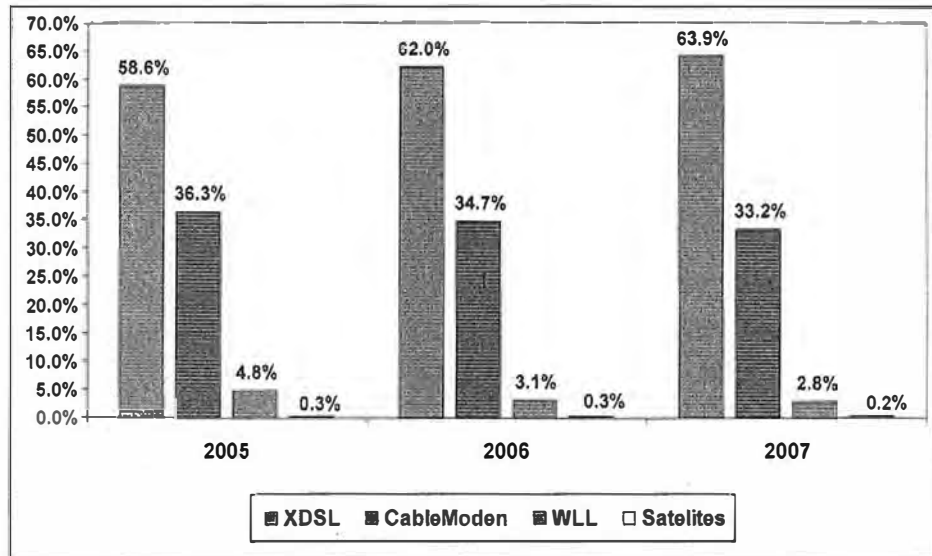


Figura 2.8: Porcentaje de usuarios de Internet según la tecnología de acceso.

Fuente: Convergencia Research.

De la figura anterior se puede observar que el mayor crecimiento se dio en las conexiones a través de ADSL, que de una participación de mercado del 62% en 2006, pasó a una del 63,9% a fines de 2007. Ese aumento de casi 2% se logró a costa de las otras tecnologías, ya que el acceso a Internet a través del sistema cablemodem pasó de una participación del 34,7% en 2006 a una del 33,2% en 2007. En ese lapso la tecnología de acceso Wireless Local Loop (WLL) descendió del 3,1% al 2,8% y los accesos satelitales bajaron su participación de mercado del 0,3% en 2006 al 0,2% en diciembre de 2007.

En lo que respecta a las empresas proveedoras de este servicio, la empresa Telefónica con su servicio Speedy a fines de 2007 continuó liderando el mercado con una participación de mercado del 30,4%, lo que significa un crecimiento de 1,4% respecto de 2006, ello seguido del conglomerado de empresas del grupo Clarín, lideradas por Fibertel, que a diciembre de 2007 registró una participación del 29,4%, lo que significa una disminución de 5,6% en todo el año 2007. Por otra parte, la empresa Arnet perteneciente a la empresa Telecom Argentina fue la de mayor crecimiento, pues pasó de una participación de mercado del 24% a fines del 2006 a una participación de mercado del 27,9% al término del 2007.

En la figura 2.9 se muestra la distribución del mercado argentino de acceso a Internet de banda ancha.

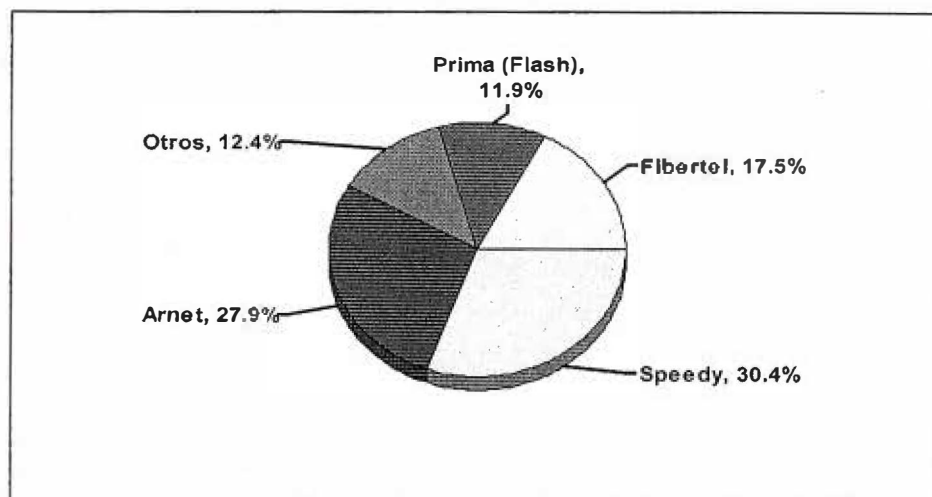


Figura 2.9: Participación de las operadoras en el mercado de acceso a Internet.

Fuente: Convergencia Research.

c) Situación del mercado brasileño:

El mercado brasileño de acceso a Internet continuó con su expansión durante 2007, finalizando el mismo con un total de 44,9 millones de usuarios lo que significa un aumento del 27,2% comparado con los resultados de fines del 2006. En ese contexto, el crecimiento se debió casi exclusivamente al desarrollo de accesos de banda ancha que a fines del 2007 alcanzaron un total de 7,6 millones representando un crecimiento del 36,5% comparado con el año anterior. La penetración del servicio de acceso a Internet de banda ancha se situó en el 3,9%. A continuación, en la tabla N° 2.5 se muestra el índice de penetración del servicio de Internet de banda ancha desde el año 2005 al 2007.

TABLA N° 2.5 Penetración del servicio de acceso a Internet.

Fuente: Convergencia Research.

Año	Accesos totales	Teledensidad	Penetración en Hogares
2005	3.923	2,1%	S/D
2006	5.594	2,9%	S/D
2007	7.603	3,9%	13,4%

A continuación, en la figura 2.10 se muestra la distribución de los usuarios de Internet de banda ancha, según el tipo de tecnología.

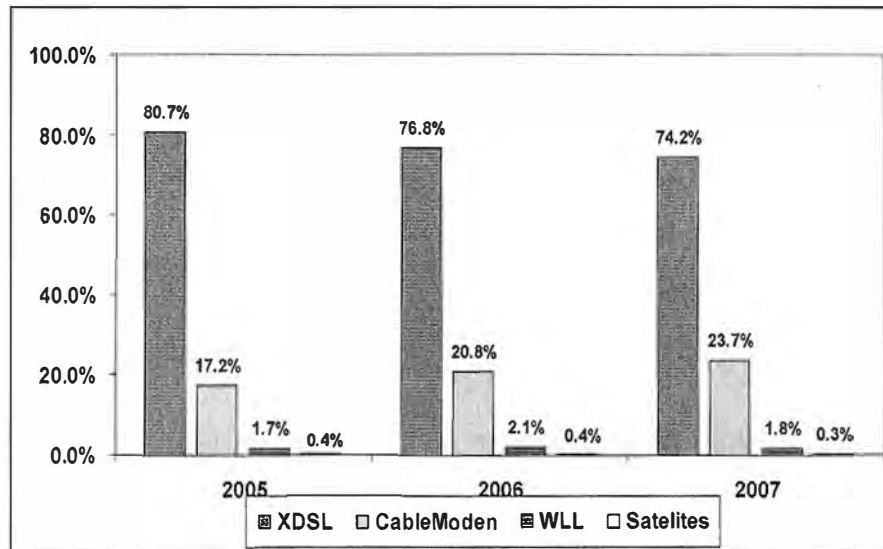


Figura 2.10: Distribución de usuarios según tecnología.
Fuente: Convergencia Research.

De la figura anterior se puede observar que en el 2007 los accesos a Internet de banda ancha vía la tecnología cablemodem tuvieron una participación de 23.7% del mercado, registrando un mayor crecimiento comparado con los accesos a Internet de banda ancha vía la tecnología ADSL que tuvo una participación del 74.2% y que es empleada en su mayoría por las empresas incumbentes.

Finalmente, en la figura 2.11 se muestra la distribución de las empresas prestadoras del servicio de acceso a Internet del mercado brasileño.

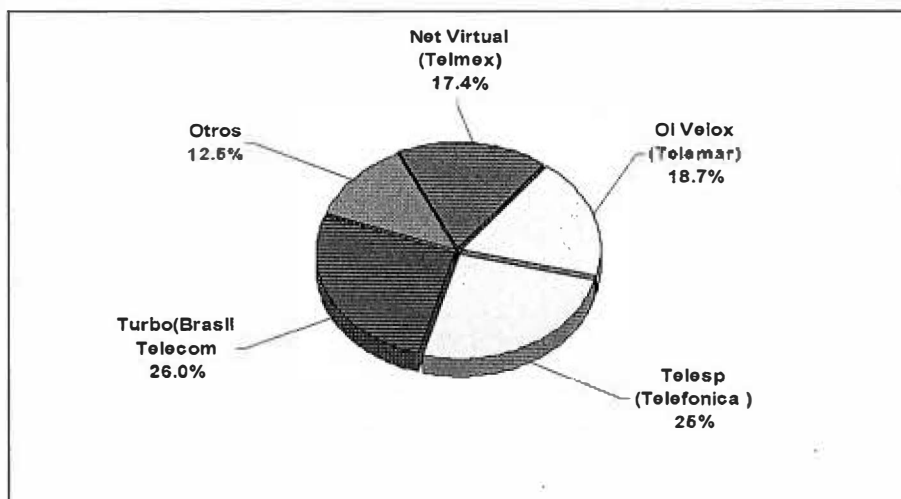


Figura 2.11: Distribución de los proveedores de Internet.
Fuente: Convergencia Research.

2.3 Situación general y análisis de los servicios de telefonía fija e Internet en el mercado peruano.

A fines del año 2004, el servicio de telefonía fija solo era brindado por 5 empresas operadoras: Telefónica del Perú S.A.A., Telmex Perú S.A., Comunicaciones Móviles S.A. (antes BellSouth Perú S.A.), Americatel Perú S.A. e Impsat Perú S.A., de los cuales solamente la primera operaba a nivel nacional, mientras que las otras 4 solamente en Lima.

Al mes de julio del 2008, se tiene que casi se ha duplicado la cantidad de empresas que brindan el servicio de telefonía fija, los cuales son detallados en la tabla N° 2.6.

TABLA N° 2.6 Empresas que brindan el servicio de telefonía fija local.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.

N°	CONCESIONARIO	ÁREA DE CONCESIÓN
01	Telefónica del Perú S.A.A.	A nivel nacional
02	Telmex Perú S.A.	Lima y Callao, Arequipa, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Piura y Cusco
03	Telefónica Móviles S.A.	Dpto. Lima y prov. Callao
04	Millicom Perú S.A.	Lima y Callao, Ancash, Ica, Arequipa, La Libertad, Piura, Lambayeque y Tacna
05	Americatel Perú S.A.	Lima y Callao, Arequipa, Ica, Lambayeque y La Libertad
06	Compañía Telefónica Andina S.A.	Lima y Callao
07	Infoductos y Telecomunicaciones del Perú S.A.	Lima y Callao
08	Impsat Perú S.A.	Lima y Callao
09	Convergencia Telecom S.A.	Lima y Callao, Pasco

Asimismo se tiene que a fines del año 2007 se tenían un total de 2,672,678 líneas en servicio, llegándose a tener hasta ese período una teledensidad de 9,3%.

En la figura 2.12 se muestra la teledensidad de líneas en servicio entre los años 2003 al 2007.

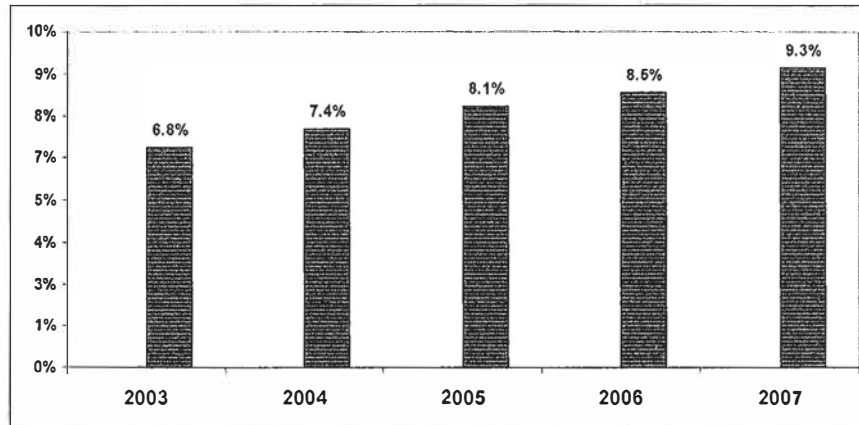


Figura 2.12: Teledensidad de líneas telefónicas fijas en servicio.

Fuente: Convergencia Research en base a OSIPTEL y CEPAL.

En la figura 2.13 se muestra la participación de las empresas operadoras dentro del mercado peruano de telefonía fija.

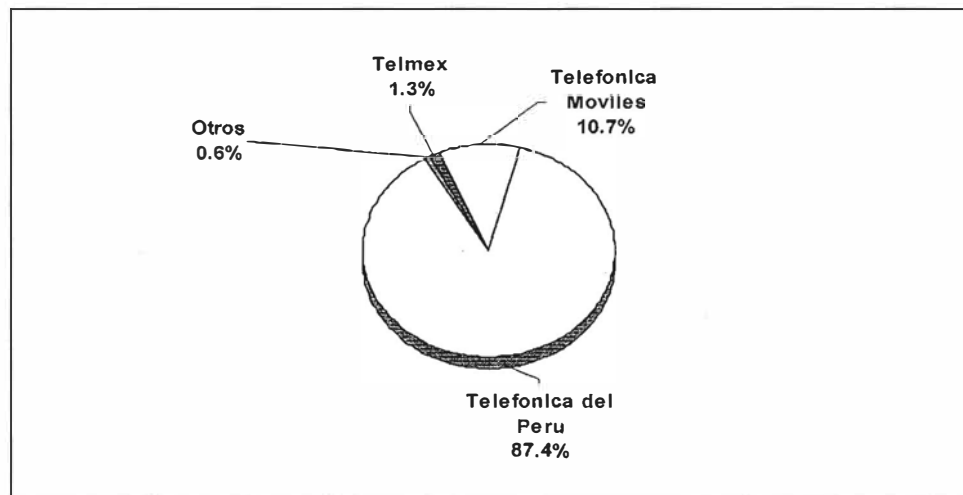


Figura 2.13: Distribución del mercado de telefonía fija por empresas.

Fuente: OSIPTEL.

Respecto al mercado de acceso a Internet, éste es dominado casi en absoluto por la empresa Telefónica del Perú S.A.A. con sus servicios Speedy (que cuenta con el 91,8% del mercado y que es basada en la tecnología de acceso ADSL) y Cable Mágico (que cuenta con el 3,8% del mercado y que es basada en las tecnologías cablemodem y ADSL).

En la figura 2.14 se muestra la distribución por empresas del mercado peruano de acceso a Internet.

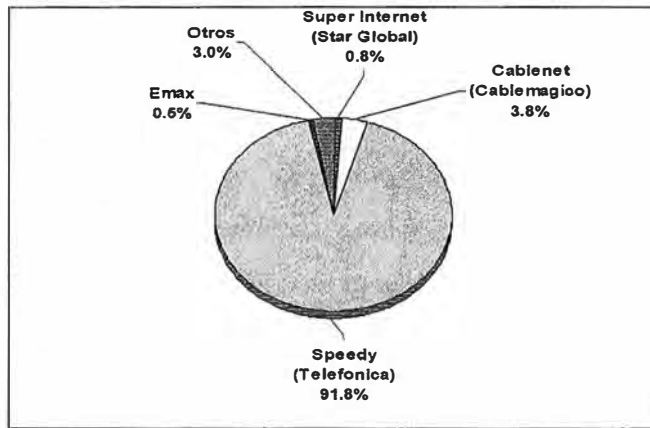


Figura 2.14: Distribución del mercado de acceso a Internet por empresas.

Fuente: Convergía Research.

En la tabla N° 2.7 se muestra el nivel de penetración del servicio de Internet en el Perú hasta el año 2007.

TABLA N° 2.7 Índice de penetración hasta el 2007.

Fuente: Convergía Latina.

Año	Accesos Totales (en miles)	Teledensidad (%)	Penetración en hogares (%)
2005	342	1.3	5.1
2006	480	1.7	7.0
2007	598	2.1	8.6

En la figura 2.15 se muestra la cantidad de usuarios de banda ancha por tecnología en términos porcentuales hasta el año 2007.

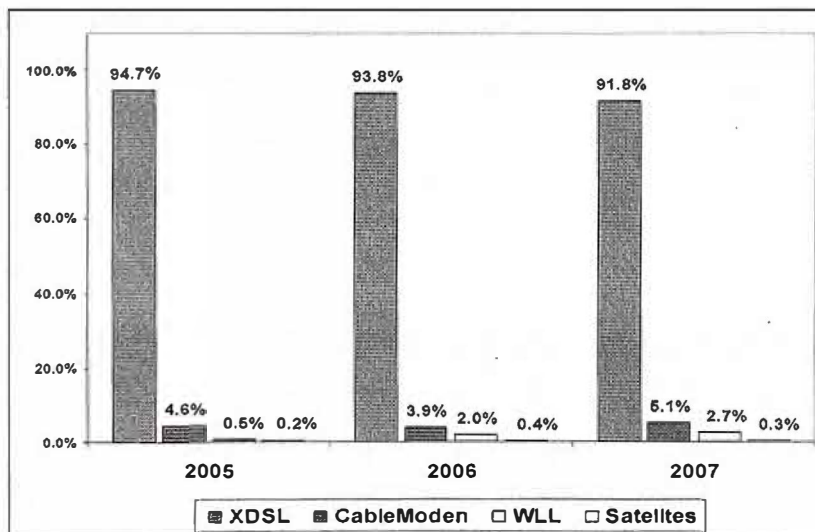


Figura 2.15: Distribución de usuarios según tecnología.

Fuente: Convergía Research.

El crecimiento en la teledensidad de la cantidad de líneas de telefonía fija (instaladas y en servicio) y de los accesos de Internet en su mayoría de banda ancha, se está dando mayormente por la adopción y aplicación de redes basadas en tecnologías de acceso inalámbricas (especialmente WiMAX) y de transporte basados en fibra óptica; ello principalmente por parte de las empresas operadoras Telmex Perú S.A. y Americatel Perú S.A., permitiéndoles a su vez tener una mejor participación del mercado al generar y ofrecer nuevos productos y estructuras de negocios.

Otro factor importante en el aumento de las líneas de telefonía fija y de los acceso a Internet es que las principales empresas operadoras están comercializando productos empaquetados, como es el caso de Telefónica del Perú S.A.A. con sus paquetes denominados "dúos" y "tríos" las cuales ofrecen servicios empaquetados de telefonía, acceso de banda ancha a Internet y televisión por cable, en cuyas propuestas se viene ofreciendo el servicio de tarifa plana.

En el caso de la empresa Telmex Perú S.A., está ofrece productos de servicios individuales y en paquetes con su productos Telmex Negocio y Triple Play que empaquetan los servicios de telefonía, acceso de banda ancha a Internet y televisión por cable dirigidos a los segmentos PYME y MYPE, así como para el segmento residencial; y para poder brindarlos, la empresa operadora ha mejorado su infraestructura principalmente en diferentes distritos de Lima Metropolitana y de la Provincia Constitucional del Callao y en algunas provincias del interior del país; asimismo, viene construyendo una gran red de fibra óptica de alta capacidad por toda la costa del Perú, desde la frontera del Perú con el Ecuador hasta la frontera de Perú con Chile.

Asimismo, la empresa Americatel Perú S.A. la cual usa principalmente la tecnología de acceso WiMAX y que cuenta con una cobertura del 100% en Lima Metropolitana y en la Provincia Constitucional del Callao, viene ofreciendo productos individuales de telefonía fija y de acceso a Internet de banda ancha y en paquetes con su producto denominado comercialmente "NGN" que consiste en empaquetar los servicios de telefonía y acceso a Internet de banda ancha, todos ellos, dirigidos principalmente a los segmentos PYME y MYPE.

2.4 Necesidades y oportunidades del mercado peruano de telefonía e Internet.

Durante los últimos años, el país ha gozado de una estabilidad económica y social que ha traído consigo que muchas empresas nacionales e internacionales inviertan en el país, lo cual trae como consecuencia una mayor generación de empleo y un aumento en los ingresos de las familias. Ello a su vez da pie a que se genere un mercado creciente de

potenciales clientes corporativos y de usuarios con mayores ingresos, todos ellos con necesidades de servicios de telecomunicaciones.

Asimismo, el bajo nivel de teledensidad en la cantidad de líneas de telefonía y de acceso a Internet en el Perú comparado con otros países de Latinoamérica, hace que se tenga un gran mercado insatisfecho de necesidades de servicios de telecomunicaciones, principalmente en las ciudades mas desarrolladas y pobladas como son los casos de Lima Metropolitana, la Provincia Constitucional del Callao y en las principales ciudades del interior del país como Arequipa y Trujillo.

Por otro lado, actualmente los bajos costos de los equipos y de los costos de operación y mantenimiento de los mismos, hacen que las tasas de retorno de inversión y los márgenes de ganancia de los modelos de negocios a adoptar sean atractivos para las empresas operadoras, principalmente para las empresas que deseen implementar nuevas redes con tecnologías emergentes y eficientes.

Todo lo expuesto en los párrafos precedentes representa una gran oportunidad de negocios para las empresas operadoras de telecomunicaciones que aspiren poder brindar servicios de telecomunicaciones usando redes basadas en NGN.

CAPÍTULO III

MARCO TEORICO

3.1 Introducción a la VoIP.

La VoIP consiste en transportar la voz a través de redes basadas en el protocolo IP. Las primeras formas de transportar la voz no fueron del tipo VoIP, sino que primero se implementaron las redes telefónicas analógicas y posteriormente las redes telefónicas digitales basadas en multiplexación TDM, como es el caso de la red PSTN. Hoy la PSTN es mayoritariamente una red de conmutación de circuitos basadas en TDM, donde la voz del usuario ingresa normalmente en forma analógica a la central telefónica, se digitaliza y se pone en un circuito dedicado TDM para ser enviada hacia la central telefónica destino. Con el desarrollo de las redes de datos y especialmente con el Internet, se popularizaron las redes de conmutación de paquetes y en particular las redes basadas en el protocolo IP.

Las comunicaciones se implementan enviando la información en paquetes, los cuáles en general son asíncronos, de manera que se envían los paquetes cuando efectivamente se requiere y por tanto hay un gran ahorro de ancho de banda.

Conjuntamente con ello se comenzó a avizorar las ventajas que implicaría enviar la voz y los datos mediante una misma red, es decir la convergencia de servicios en la red, en donde se obtendría un menor costo de operación y mantenimiento por brindar los servicios sobre una misma red, menor costo de inversión al evitar multiplicar equipos, ahorro de ancho de banda al compartir la misma red de transporte y una mayor flexibilidad para proveer diferentes servicios a un mismo usuario.

Por otro lado, para que una llamada de VoIP se pueda completar al igual que para la telefonía tradicional, se debe de contar por una parte con un medio que transporte los paquetes IP que llevan la voz digitalizada del usuario y por otra parte se debe contar con dispositivos y flujos que controlen el servicio de voz, es decir la señalización que permita poder establecer, administrar y liberar las comunicaciones de voz.

3.1.1 Proceso de digitalización de la voz:

La voz es una señal analógica que necesita previamente ser digitalizada para que pueda ser transmitida a través de redes digitales basadas en el protocolo IP. La figura 3.1 muestra el proceso de conversión analógico a digital y digital a analógico que experimenta la voz en una llamada basada en IP.

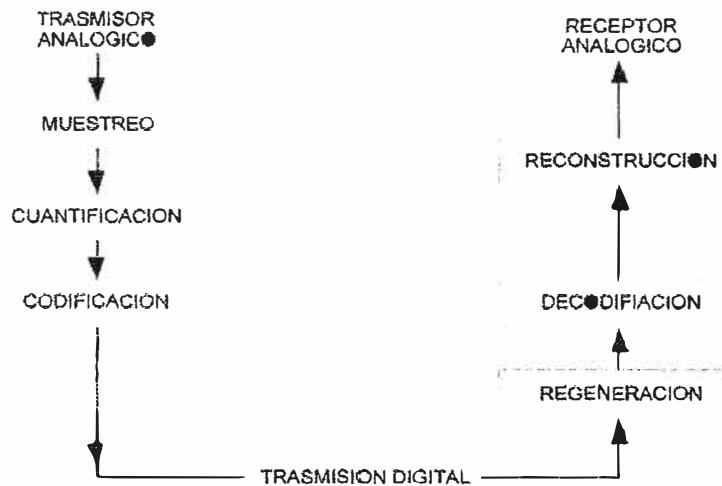


Figura 3.1: Proceso de conversión analógico/digital.

En las redes PSTN se utiliza la codificación G.711 y en las redes VoIP se pueden usar diferentes tipos de codificación (por ejemplo: G.711, G.729, G.723, etc.) que permiten ahorrar ancho de banda, pero teniendo diferentes percepciones de la calidad de la voz.

3.1.2 Proceso de paquetización de la voz:

EL proceso de paquetización consiste en tomar las palabras de bits de la voz codificada y encapsularlas en paquetes IP para poder enviarlas por la red. En realidad las palabras de la voz codificada primero se encapsulan mediante el agregado de un encabezado de protocolo RTP, luego esto a su vez se encapsula mediante el agregado de un encabezado UDP y finalmente esto se encapsula mediante el agregado del encabezado IP, para enviarse por la red. A nivel de la capa 4 del modelo OSI se utiliza el protocolo UDP en vez del protocolo TCP, porque la voz es una comunicación en tiempo real donde es preferible perder un paquete antes que retransmitirlo, ya que esto último desvirtuaría el servicio.

La pila de protocolos utilizada sería la indicada en la figura 3.2.

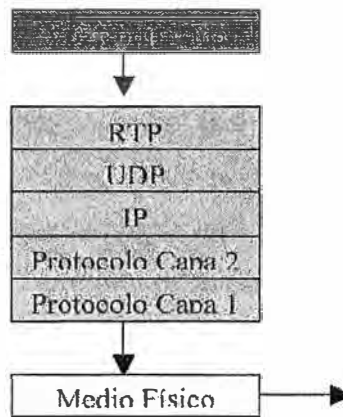


Figura 3.2: Paquetización de la voz.

La paquetización agrega un sobre encabezamiento, debido a los encabezados que hay que agregar a la carga útil, es decir a la voz codificada. Esto produce que se requiera un mayor ancho de banda. Por ejemplo si bien el codec G.711 codifica la voz a 64kbps, al pasar a VoIP se requiere un ancho de banda del orden de los 100 Kbps. De la misma forma, el codec G.729 codifica la voz a 8 Kbps, al pasar a VoIP se requiere un ancho de banda del orden de los 25 Kbps. Esto mismo ocurre con el resto de las codificaciones. Hay mecanismos adicionales como la compresión de encabezados RTP, la detección de silencios (VAD), etc. que permiten reducir el ancho de banda requerido, pero que en su mayoría disminuyen la calidad de la voz.

3.1.3 Protocolos de señalización y control en redes VoIP:

Para poder realizar la comunicación vocal sobre el medio (flujo de paquetes RTP), es necesario inicialmente establecer la comunicación a través de los protocolos de señalización y de control.

La señalización en este caso es el conjunto de protocolos de comunicación que se emplearán para negociar la sesión de medios, incluyendo la negociación entre los extremos sobre la forma en que se codificará la información. La señalización se utiliza para el establecimiento, administración y finalización de las comunicaciones.

En redes VoIP hay varios tipos básicos de protocolos de señalización y control, los cuales tocaremos brevemente a continuación:

a) Protocolo SDP:

El protocolo SDP no es un protocolo de señalización, pero es un protocolo que es transportado dentro de algunos protocolos de señalización tales como SIP, MGCP, H.248 y es utilizado para describir las sesiones a realizarse sobre la red IP y en general en

sesiones multimedia en tiempo real. Su propósito es que brinde información de los flujos de medios en sesiones multimedia, permitiendo anunciar la existencia de sesiones y también informar de las características de las mismas, incluyendo información de descripción básica tales como: nombre de sesión y propósito, el tiempo de la sesión activa, el medio por el cual se implementa la sesión e información para recibir el medio (dirección, puerto, formato, etc.). También incluye información adicional tal como: ancho de banda a utilizar e información de contacto de la persona responsable de la sesión.

b) Protocolo H.323:

Es un conjunto de protocolos del tipo “Cliente/Servidor” que provee las especificaciones para comunicaciones de voz, video y datos sobre redes basadas en conmutación de paquetes. La especificación establece la arquitectura del sistema y los procedimientos, haciendo referencia para eso a una serie de protocolos.

Los dispositivos utilizados en una arquitectura con H.323 son:

- Terminales: dispositivos utilizados por los usuarios finales (teléfonos, video teléfonos, equipos IVR, sistemas de correo de voz, PCs, “softphones”, etc.).
- Pasarela (GW): Provee las interfaces necesarias entre la red H.323 y otras redes.
- Gatekeeper (GK): Es un elemento de red opcional y cuando está presente, los demás elementos que se conecten deben hacer uso del mismo. Realiza la gestión y control de los recursos de la red, proporciona servicios de control de llamada, traducción de direcciones, control de admisión, facilita el control del ancho de banda utilizado y localiza las pasarelas y al MCU cuando se necesite. Es el elemento central de la solución y permite al operador telefónico realizar un control de las comunicaciones.
- Unidad de control multipunto (MCU): Maneja conferencias multipunto entre terminales H.323, controla las sesiones y mezcla los flujos de audio, datos y video.
- Elemento de Borde: Se encuentra junto al GK e intercambia información de direcciones y participa en los procesos de autorización con las administraciones de dominio.

Los protocolos que comprenden un sistema H.323 son:

- H.323 en sí mismo, fija los procedimientos y la arquitectura del sistema.
- RTP para transmisión en tiempo real de audio, video y datos.
- RTCP, protocolo de control para aspectos de calidad de servicio que acompaña a RTP.

- H.225.0, es similar a Q.931 y define la señalización de llamada y la comunicación entre los terminales y los GK, permite a un terminal H.323 localizar otro terminal H.323 a través del GK; además realiza el registro, la admisión y verifica su estado a través del protocolo RAS.
- RAS, sirve para registrar, control de admisión, control del ancho de banda, estado y desconexión de los participantes.
- H.245, maneja los canales, negocia las distintas capacidades y controla conferencias entre dos o más terminales.
- T.120.x, serie de protocolos para conferencia de datos.
- H.235, permite brindar mecanismos de seguridad en los sistemas H.323, acompaña la autorización, el establecimiento, el intercambio, etc. y negocia la autenticación, la encriptación y la integridad.
- H.450.X, serie de protocolos que definen servicios suplementarios.
- G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.728, G.729, para codificación del audio.
- H.261, H.263, para codificación del video, pero pueden usarse otros protocolos.

c) Protocolo H.248/MEGACO:

El protocolo H.248 o MEGACO es un protocolo del tipo "Maestro/Esclavo" que describe el control de las pasarelas de medios. El protocolo define terminaciones y contextos:

- Terminación: Es la entidad lógica de donde salen o llegan las señales de flujos de medios, o las señales de control. Por ejemplo: Un circuito TDM donde va una comunicación vocal o un puerto UDP/IP donde va una comunicación vocal sobre RTP etc.
- Contexto: Es la asociación de dos o más terminaciones y describe las partes que intervienen en una comunicación.

El protocolo tiene instrucciones para añadir o sustraer terminaciones a contextos, también trasladar terminaciones de un contexto a otro, modificar terminaciones, realizar auditoría de terminaciones y contextos, notificar eventos, etc.

El contexto se crea con la primera terminación que se añade y se elimina cuando se sustraen todas las terminaciones del mismo. Los contextos tienen atributos para caracterizarlos.

Las terminaciones tienen propiedades que se agrupan en descriptores, los cuales se indican en las instrucciones.

d) Protocolo MGCP:

El protocolo MGCP es un protocolo del tipo “Maestro/Esclavo”, muy similar al protocolo H.248, aunque anterior en su desarrollo.

Describe el control de las pasarelas de medios, por parte del dispositivo que realiza las funciones de controlador de pasarela de medios. Este protocolo define terminales y conexiones, siendo parecido en este aspecto al protocolo H.248 el cual define terminaciones y contextos.

e) Protocolo SIP:

El protocolo SIP es un protocolo de señalización basado en texto definido por el IETF en su RFC 3435 que permite el establecimiento, liberación y modificación de sesiones multimedia. Este protocolo hereda ciertas funcionalidades de los protocolos HTTP y SMTP, protocolos usados para navegar sobre el la Web y para transmitir mensajes electrónicos respectivamente.

El protocolo SIP se apoya sobre un modelo transaccional “Cliente/Servidor”, el cual utiliza para el direccionamiento al concepto “Uniform Resource Locator SIP” o “URL SIP”, el cual es similar a una dirección de correo electrónico.

Cada participante en una sesión que utiliza al protocolo SIP es entonces alcanzable vía una dirección equivalente a una “URL SIP”. Por otra parte, los requerimientos SIP son satisfechos por respuestas SIP identificadas por un código digital, siendo la mayor parte de estos códigos, similares a las respuestas del protocolo HTTP. Asimismo, un requerimiento SIP esta constituido de encabezados, similares a los utilizados en el protocolo SMTP.

SIP ha sido extendido con el fin de soportar numerosos servicios tales como la presencia, la mensajería instantánea (similar al servicio de mensajes de texto en las redes móviles), la transferencia de llamada, la conferencia, los servicios complementarios de telefonía, etc.

El protocolo SIP es solo un protocolo de señalización y una vez establecida la sesión, los participantes intercambian directamente su tráfico de audio o video a través del protocolo RTP.

e.1 Entidades SIP.

Las entidades definidas por el protocolo SIP son:

- Agente de usuario cliente (UAC): Es una aplicación cliente que inicia y envía los pedidos SIP.

- Agente de usuario servidor (UAS): Es una aplicación servidor que contacta al usuario al recibir una petición SIP y devuelve una respuesta en nombre del usuario. También acepta, redirecciona o rechaza pedidos.
- Terminal SIP: Es una entidad que soporta comunicaciones de dos vías en tiempo real con otra entidad, soporta tanto señalización como el flujo de medios y contiene un agente de usuario cliente o servidor.
- El servidor Proxy: Es una entidad intermedia que actúa tanto como servidor y como cliente. Recibe las solicitudes de los clientes, las trata o envía hacia otros servidores después de haber eventualmente, realizado ciertas modificaciones sobre estas solicitudes.
- El Servidor de redireccionamiento: Es un servidor que acepta solicitudes SIP, traduce la dirección SIP de destino en una o varias direcciones de red y las devuelve al cliente. De manera contraria al servidor proxy, el servidor de redireccionamiento no encamina las solicitudes SIP, no inicia pedidos SIP ni acepta llamadas.
- El servidor de registro: Es un servidor que acepta pedidos de registro de los usuarios a través de mensajes "SIP REGISTER". Los mensajes "SIP REGISTER" son emitidos por los agentes de usuarios y enviados al servidor de registro, especificando la dirección donde es localizable (dirección IP), luego el servidor de registro actualiza una base de dato de localización.

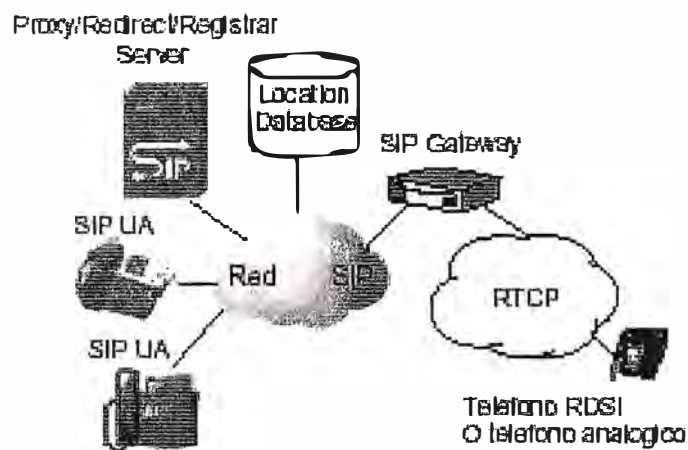


Figura 3.3: Entidades definidas por el protocolo SIP.

e.2 Métodos SIP.

El RFC 3261 define seis métodos de señalización SIP, los cuales se describen brevemente en la tabla N° 3.1 que se muestra a continuación:

Tabla N° 3.1 Mensajes y métodos SIP.

Métodos SIP	
INVITE	Es el primer mensaje enviado por la parte llamante. Indica que el usuario o servicio es invitado a participar en una sesión. Contiene información que identifica entre otras cosas a, la parte llamante, el identificador de llamada, un número de secuencia de llamada. Normalmente contiene una descripción SDP de los parámetros de la llamada, tales como el tipo de medio y las direcciones de transporte.
ACK	El agente llamante responde con un mensaje ACK solamente a pedidos hechos a través de mensajes INVITE que fueron exitosamente aceptados mediante el código 200. Puede contener una descripción SDP de la capacidad de los tipos de medios de la parte llamada.
OPTIONS	Es un mensaje enviado para consultar las capacidades y el estado de un agente de usuario o de un servidor.
BYE	Permite la liberación de una sesión anteriormente establecida y puede ser emitido por el que genera la llamada o el que la recibe.
CANCEL	Este método cancela un pedido en proceso. No tiene efecto en una llamada establecida cuando no hay pedidos en proceso.
REGISTER	Es usado por un agente de usuario (UA) con el fin de indicar al servidor de registro la correspondencia entre su dirección SIP y su dirección de contacto (ejemplo: dirección IP).

e.3 Respuestas SIP.

Después de haber recibido e interpretado un requerimiento SIP, el destinatario de este requerimiento devuelve una respuesta SIP. Existen seis clases de respuestas, los cuales son descritos brevemente en la tabla N° 3.2 que se muestra a continuación:

Tabla N° 3.2 Mensajes y respuestas SIP.

Respuestas SIP	
Informativo	Clase 1xx. Pedido recibido y se continua procesando el pedido.
Éxito	Clase 2xx. La acción ha sido recibida, entendida y aceptada con éxito.
Redirección	Clase 3xx. Se necesita tomar otra acción posterior para completar el pedido.
Error en cliente	Clase 4xx. El requerimiento no puede ser interpretado por el servidor. El requerimiento tiene que ser modificado antes de ser reenviado.
Error en el servidor	Clase 5xx: El servidor no pudo responder a un pedido aparentemente valido
Falla Global	Clase 6xx: El requerimiento no puede ser procesado por ningún servidor

f) Protocolo SIGTRAN.

El Protocolo SIGTRAN es definido por el RFC 2719 como un grupo de protocolos y capas de adaptación que son utilizadas para transportar la información de señalización de redes de conmutación de circuitos nativos sobre las redes basadas en IP. Incluye la definición de los métodos de encapsulamiento, los mecanismos del protocolo de extremo a extremo y el uso de capacidades del protocolo IP existentes para soportar los requerimientos funcionales y de rendimiento para el transporte de la señalización. Su uso esta basado en el transporte de la señalización en redes de conmutación de circuitos entre una pasarela de señalización y una pasarela controladora del medio. El protocolo SIGTRAN tiene la siguiente arquitectura:

- Protocolo de Adaptación: Es una subcapa que soporta funciones de indicación de gestión requerida por un protocolo de aplicación de señalización de las redes de conmutación de circuitos en particular. La IETF creo algunos protocolos para la capa de adaptación, siendo los más usados el M2UA, M3UA y el IUA.
- Transporte de Señalización Común: Es un protocolo que soporta un conjunto de funciones de transporte confiable para el transporte de señalización. Es por ello que en SIGTRAN se recomienda usar un nuevo protocolo de transporte sobre IP llamado SCTP.
- IP estándar: Es el protocolo IP estándar.

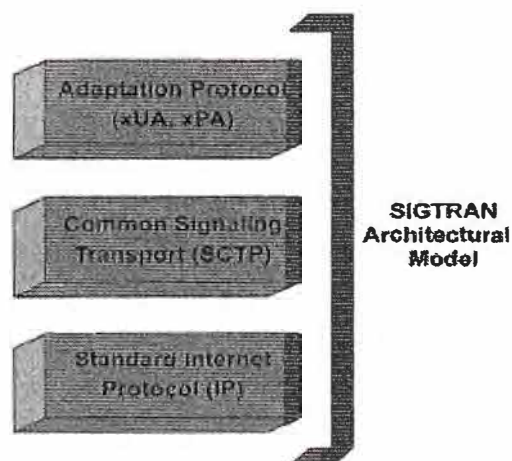


Figura 3.4: Arquitectura del protocolo SIGTRAN.

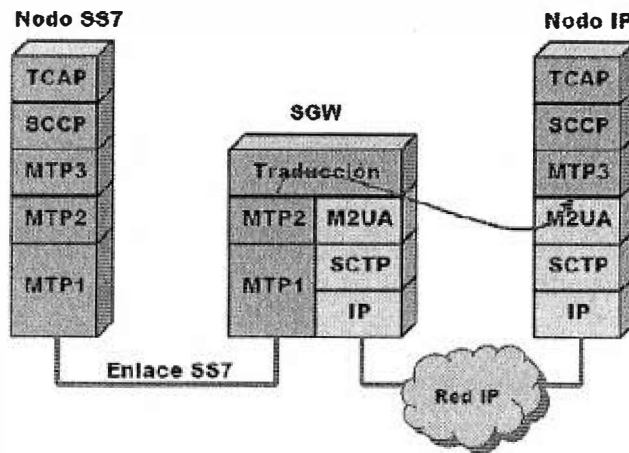


Figura 3.5: Transporte de primitivas MTP3 hacia una capa MTP2 remota mediante M2UA.

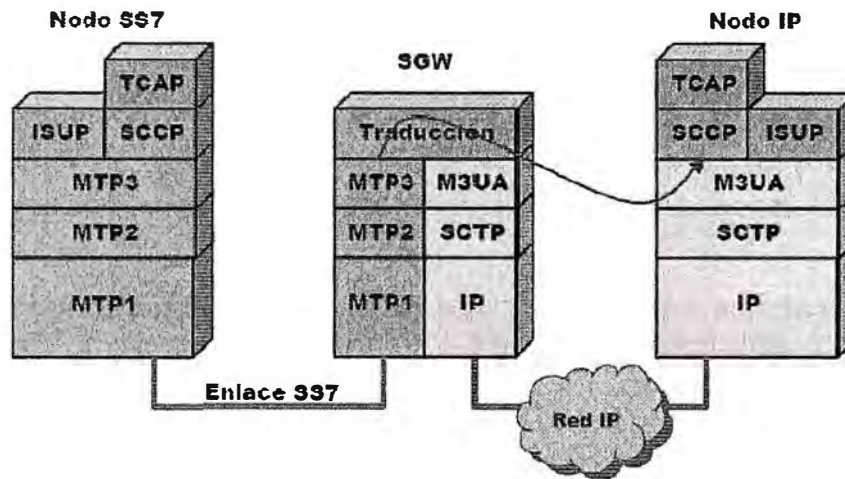


Figura 3.6: Transporte con M3UA de primitivas ISUP o SCCP hacia una capa MTP3 remota.

3.2 Redes de Transporte.

3.2.1 MPLS:

MPLS es una tecnología que trata sobre el encaminamiento, envío y conmutación de los flujos de tráfico a través de la red. Las principales funciones de MPLS son:

- Especificar mecanismos para gestionar flujos de tráfico de diferentes tipos (Ejemplo: flujos entre diferente hardware, diferentes máquinas, etc.).
- Trabajar independiente de los protocolos de la capa de enlace y la capa de red.
- Disponer de medios para traducir las direcciones IP en etiquetas simples de longitud fija utilizadas en diferentes tecnologías de envío y conmutación de paquetes.
- Ofrecer interfaces para diferentes protocolos de encaminamiento y señalización.

En MPLS la transmisión ocurre por conmutación de etiquetas sobre rutas definidas previamente por el protocolo LSP, asimismo las etiquetas se distribuyen utilizando algún protocolo de señalización como el protocolo LDP o el protocolo RSVP, o también, añadidas a los protocolos de encaminamiento BGP u OSPF.

Las etiquetas son insertadas al comienzo del paquete en la entrada de la red MPLS. En cada salto el paquete es encaminado según el valor de la etiqueta y sale por la interfaz correspondiente con otra etiqueta. Se obtiene una gran rapidez en la conmutación gracias a que las etiquetas son insertadas al principio del paquete y son de longitud fija, lo que hace que pueda hacerse una conmutación vía hardware.

a) Arquitectura MPLS.

- LER: Es un enrutador de entrada o salida a la red MPLS y que inicia o termina túneles (pone y quita cabeceras).
- LSR: Es un enrutador de gran velocidad ubicado en el núcleo de la red MPLS cuya función principal es conmutar las etiquetas entre los caminos ya establecidos.
- LSP: Es el nombre genérico de una ruta MPLS que fue establecida previamente por un protocolo de de señalización como LDP, RSVP o CR-LDP (para cierto tráfico o FEC). Hay que tener en cuenta que un LSP es unidireccional.
- LDP: Es un protocolo utilizado para la distribución de etiquetas entre los elementos de la red MPLS.
- FEC: Es el nombre que se le da al tráfico que se encamina bajo una etiqueta. Cada FEC puede representar unos requerimientos de servicio para un conjunto de paquetes o para una dirección fija.

b) Etiqueta.

La etiqueta esta formado por 32 bits siguiendo el siguiente formato:

Etiqueta (20 bits)	CoS (3 bits)	Pila (1 bit)	TTL (8 bits)
--------------------	--------------	--------------	--------------

Donde:

- Etiqueta: Contiene la etiqueta asignada.
- CoS: Indica la clase de servicio que requiere el paquete.
- Pila: Permite apilar etiquetas en un paquete para realizar un encaminamiento jerárquico.

- TTL: Tiene el mismo significado que en IP, se denomina cabecera shim.

La etiqueta es encapsulada en la cabecera de la capa de enlace e identifica el camino que un paquete puede atravesar. Una vez que el paquete ha sido etiquetado viajará a través del núcleo de la red mediante conmutación de etiquetas, es decir, cada enrutador examinará la etiqueta, consultará sus tablas de reenvío para saber con qué etiqueta y por qué interfaz debe salir, intercambiará las etiquetas y lo enviará por el interfaz correspondiente.

3.3 Redes de Acceso.

3.3.1 Tecnología de acceso inalámbrico WiMAX:

WiMAX es una tecnología inalámbrica de banda ancha estandarizada por la norma IEEE 802.16, que soporta acceso fijo, nomádico, portable y móvil (en la versión IEEE 802.16e).

Las principales características de WiMAX son las siguientes:

- Frecuencias portadoras menores a 11 GHz. Por el momento las bandas de frecuencia consideradas son 2.5 GHz, 3.5 GHz y 5.7 GHz, pero en Perú solo se está usando actualmente las bandas 2.5 y 3.5 GHz.
- OFDM. Las especificaciones IEEE 802.16 están básicamente construidas sobre la técnica de transmisión OFDM conocida por su alta eficiencia en el uso de los recursos de radio.
- Velocidades de datos. Permite tener velocidades de banda ancha, llegando incluso hasta los 70 Mbps y 100Mbps en condiciones ideales del canal de radio y para sistemas con muy poca carga.
- Permite alcances de hasta 20 Km. con equipos outdoor y un alcance un poco menor para equipos indoor.

Para alcanzar los requerimientos de los diferentes tipos de acceso se definieron dos versiones de WiMAX, la primera basada en el estándar IEEE 802.16-2004 (versión D) y optimizada para acceso fijo y nomádico y la segunda versión de WiMAX que está diseñada para soportar portabilidad y movilidad, esta basada en el estándar IEEE 802.16e.

En la tabla N° 3.3 se muestra como WiMAX puede soportar diferentes tipos de accesos y cuales son sus requerimientos en cada caso:

Tabla N° 3.3 Tipos de acceso para WiMAX 802.16.

Tipo de Acceso	Dispositivos	Área de servicio/Velocidad	Handoffs	802.16d	802.16e
Acceso Fijo	CPEs outdoor e indoor	Una BSs/ Estacionaria	No	SI	SI
Acceso nomádico	CPEs indoor, tarjetas PCMCIA	Múltiples BSs/ Estacionaria	No	SI	SI
Portabilidad	Laptops PCMCIA o mini tarjetas	Múltiples BSs/ Velocidad pedestre	Hard Handoffs	NO	SI
Movilidad Simple	Laptop PCMCIA o mini tarjetas, PDAs o smartphones	Múltiples BSs/ Velocidad vehicular baja	Hard Handoffs	NO	SI
Movilidad Total	Laptop PCMCIA o mini tarjetas, PDAs o smartphones	Múltiples BSs/ Velocidad vehicular alta	Soft Handoffs	NO	SI

Las dos (2) versiones de WiMAX pueden coexistir aumentando la demanda del acceso de banda ancha inalámbrica tanto fija como móvil. En la fase de diseño de la solución de WiMAX a implementar, además de considerar el tipo de red (fija o móvil), se debe de evaluar factores adicionales como el mercado objetivo, la disponibilidad del espectro radioeléctrico, las restricciones regulatorias y la madurez de la tecnología. Es por ello que en este caso vamos a usar la versión fija de WiMAX basado en el estándar IEEE 802.16-2004.

Los productos WiMAX basados en la estándar IEEE 802.16-2004 son menos complejos que los basados en el estándar IEEE 802.16e, pues son productos ya maduros comparados con los equipos basados en el estándar IEEE 802.16e.

a) Foro WiMAX.

Los estándares IEEE 802 proveen solo la tecnología, por lo que se necesita de otros organismos para la certificación de la conformidad con el estándar y la verificación de la interoperabilidad. Es por ello que en junio del 2001 se creó el "Foro WiMAX" con el objetivo de proveer certificación, verificar la compatibilidad e interoperabilidad de los productos de conformidad a las norma IEEE 802.16. Las empresas Intel y Nokia entre otros, jugaron un rol importante en la creación del Foro, siendo los miembros del Foro WiMAX en general proveedores de sistemas y semiconductores, vendedores de equipamiento, operadores, académicos y otros actores de las telecomunicaciones.

El proceso de certificación comenzó en el verano del año 2005 en Cetecom y el primer equipo certificado fue el 24 de enero del 2006.

b) Modelo de capas IEEE 802.16.

La capa de control de acceso al medio (MAC) esta estructurada para soportar varias capas físicas (PHY) especificadas en el mismo estándar, soporta principalmente una arquitectura punto-multipunto, con la opción de soportan también una topología de malla.

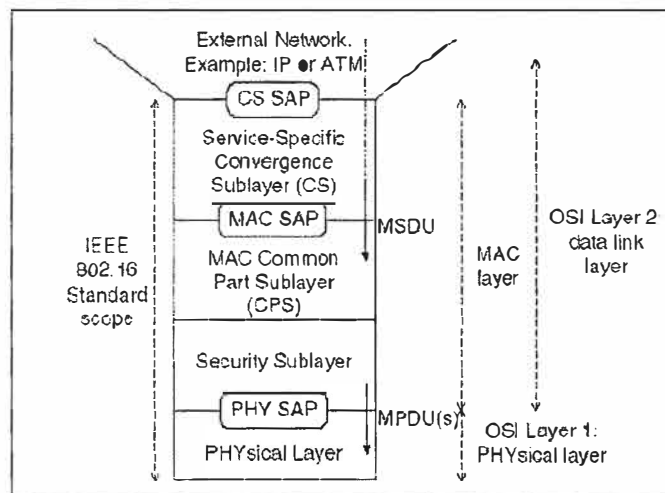


Figura 3.7: Capa de protocolos del estándar IEEE 802.16.

En la figura anterior se muestra la arquitectura de las capas definidas en el estándar IEEE 802.16 y en donde se observa que el estándar solo define las dos capas más bajas del modelo OSI, las cuales describiremos brevemente a continuación:

b.1 Capa MAC.

La capa MAC esta subdivida en tres subcapas:

- Subcapa de convergencia (CS): Especifica el servicio, está sobre la subcapa CPS y usa los servicios que provee la capa CPS, vía el MAC SAP.
- Subcapa de la parte común MAC (MAC CPS): Reside en el medio de la capa MAC. Representa el corazón del protocolo MAC y es responsable por la reserva de ancho de banda, del establecimiento de la conexión y del mantenimiento de la conexión entre los dos (2) extremos de la conexión.
- Subcapa de seguridad: Provee autenticación del dispositivo del usuario usando el protocolo EAP, intercambio de clave segura usando el protocolo KMP, encriptación y control de integridad.

b.2 Capa física.

La capa física es responsable de la conexión física entre extremos en ambos sentidos (subida y bajada) y de la transmisión de la secuencia de bits, define el tipo de señal utilizada, el tipo de modulación y demodulación, la potencia de transmisión entre otras características físicas. En el estándar IEEE 802.16 se definen 5 interfaces físicas. Las cuales se resumen en la tabla N° 3.4.

Tabla N° 3.4 Interfaces físicas especificadas en IEEE 802.16.

Designación	Banda de frecuencia	Sección del estándar	Modo de operación
Wireless MAN-SC	10-66 GHz (LOS)	8.1	TDD y FDD
Wireless MAN-SCa	Menor 11 GHz (NLOS); licenciada	8.2	TDD y FDD
Wireless MAN OFDM	Menor a 11 GHz; licenciada	8.3	TDD y FDD
Wireless MAN OFDMA	Menor a 11 GHz; licenciada	8.4	TDD y FDD
Wireless HUMAN	Menor a 11 GHz; no licenciada	8.5 (además de 8.2, 8.3 o 8.4)	TDD solamente

c) OFDMA.

Es una técnica de acceso de múltiple que permite multiplexar ráfagas de datos de diferentes usuarios en subcanales de bajada y subida. La estructura de símbolos OFDMA consiste en tres tipos de subportadoras:

- Subportadoras de datos para la transmisión de datos.
- Subportadoras piloto para propósitos estimación y sincronización.
- Subportadoras nulas para no transmitir, usadas para bandas de guarda para las portadoras DC.

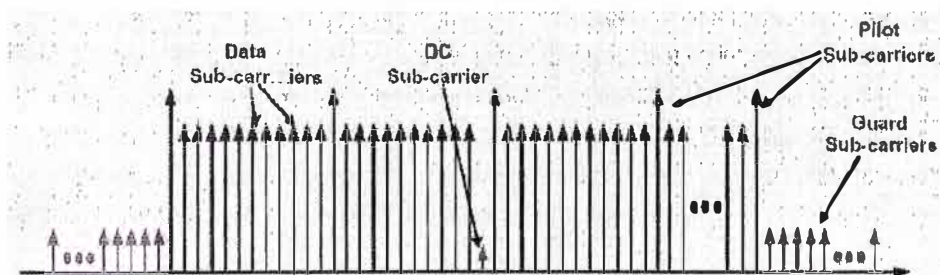


Figura 3.8: Estructura de subportadoras OFDMA.

d) Perfiles del sistema WiMAX

Es un grupo específico de características propuestas en el estándar IEEE 802.16, las cuales son seleccionadas por el foro WiMAX. El perfil del sistema basado en el estándar IEEE 802.16 consiste en cinco componentes: perfil MAC, perfil PHY, perfil de RF, selección de duplexación (TDD o FDD) y clases de potencia.

Las bandas de frecuencias y el ancho del canal se eligen para que cubran lo mejor posible todas las opciones de asignación de frecuencias dadas para WiMAX en el mundo. El equipamiento puede ser certificado por el foro WiMAX acorde al perfil específico del sistema (fijo o móvil).

La tabla N° 3.5 muestra los perfiles WiMAX fijos basados en la capa física OFDM y usando el modo de red "punto multipunto".

Tabla N° 3.5 Perfiles definidos para WiMAX fijo.

Banda de Frecuencia (GHz)	Modo de Duplexación	Ancho de Banda de canal (MHz)	Nombre del perfil
3.5	TDD	3.5	3.5T1
3.5	TDD	7	3.5T2
3.5	FDD	3.5	3.5F1
3.5	TDD	7	3.5F2
5.8	TDD	10	5.8T

e) Topologías de red.

El estándar IEEE 802.16 define dos posibles topologías de red:

- Topología "Punto a Multipunto".
- Topología en "Malla".

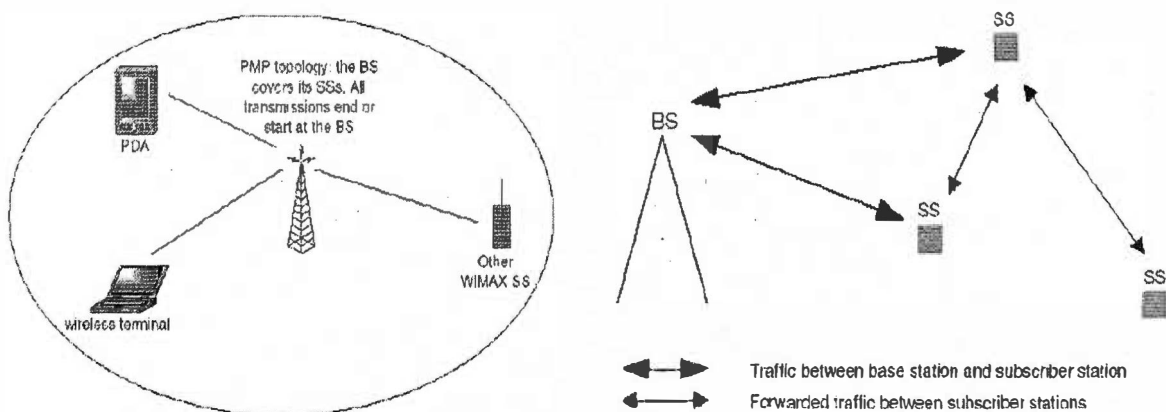


Figura 3.9: Topología Punto multipunto y Malla (derecha).

3.3.2 ADSL.

La tecnología ADSL es utilizada en redes de acceso y es la primera y la más difundida hasta este momento de toda la gama de tecnologías xDSL asimétricas. La estandarización de la tecnología ADSL comienza en 1995, cuando un grupo de trabajo de ANSI realizó en 1995 el estándar ANSI T1.413. Luego la ETSI publicó en 1996 su estándar ETR.328. Posteriormente la UIT publicó en 1999 los estándares para las dos versiones, ADSL G.lite UIT-T G.992.2 donde se utiliza modulación CAP, así como ADSL G.dmt UIT-T 992.1 donde la modulación usada es DMT. A continuación hablaremos brevemente ambas modulaciones:

a) Modulación CAP.

La modulación CAP permite utilizar la misma banda de frecuencia total para ambos sentidos de transmisión, dividiendo la señal modulada en segmentos que después se almacenan en memoria, luego, la señal portadora se suprime, puesto que no aporta ninguna información. La onda transmitida es la generada al pasar cada uno de estos segmentos por dos filtros digitales transversales con igual amplitud, pero con una diferencia de fase de 90° . En recepción se reensamblan los segmentos y la portadora, volviendo a obtener la señal modulada.

b) Modulación DMT.

La modulación DMT divide mediante FDM la banda de frecuencia de operación utilizando la parte inferior de la banda para el sentido de ascendente de la comunicación y una parte superior para el sentido descendente. La modulación DMT es más compleja, pero más robusta y de mejor desempeño que la modulación CAP. Actualmente es la que más se utiliza en todo el mundo. La figura 3.10 esquematiza la modulación DMT:

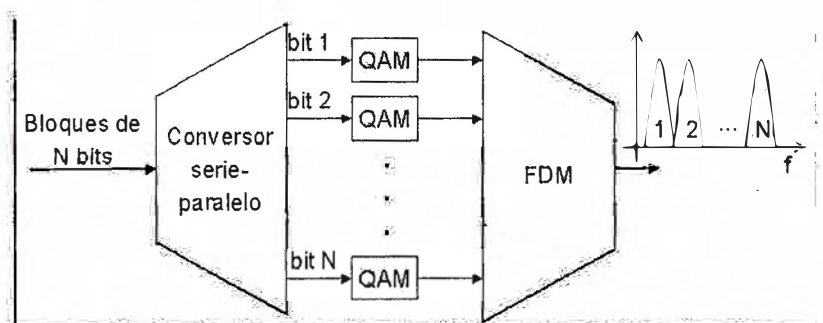


Figura 3.10: Modulación DMT.

El espectro se divide en 256 subcanales de 4.3125Khz cada uno y se realiza una modulación QAM en cada una de ellas, para luego utilizar 32 portadoras para el sentido ascendente.

En cada portadora de cada subcanal se envían de 2 a 15 bits de acuerdo a la relación canal a ruido de cada subcanal aumentando el tamaño de la constelación. Este procedimiento resulta en un espectro donde además se incluye la banda base para ubicar las señales telefónicas. Hasta los 4Khz se tiene la comunicación vocal, fax o módems tipo V.90 que operan en esa banda (diseñados para operar dentro de la banda resultante de los filtros pasa bajos en la placa de abonado de la central telefónica), luego se tiene la señalización en 16Khz y en algunos países también en 12khz básicamente para tele tasación.

Teóricamente ADSL en sus dos versiones tiene un alcance aproximado de 5.0 Km., pero el alcance real esta determinado por el estado de las líneas de cobre y la posible interferencia de los servicios prestados en pares próximos en el cable multitar.

3.3.3 ADSL versión 2 mejorada (ADSL2+).

La tecnología ADSL2+ es una evolución de la familia de ADSL2 y se encuentra estandarizada en la recomendación UIT-T G.992.5. En ella se introdujeron cambios que permitieron aumentar la velocidad alcanzable hasta el doble comparado con el ADSL2.

Esto se logra básicamente duplicando la banda de frecuencia utilizada (pasa de una banda de hasta 1.1Mhz con 256 portadoras a una configuración de 512 portadoras con lo que el espectro se extiende hasta 2.2Mhz). Cabe mencionar que se amplió el espectro utilizado para el canal en el sentido descendente, mientras que el de sentido ascendente se mantuvo.

ADSL2+ permite poder brindar velocidades de 16Mbps/800kbps en sentidos ascendente y descendente respectivamente, pero las implementaciones de la mayoría de los fabricantes ofrecen 24 Mbps/1.2 Mbps respectivamente. Este mejora se da en distancias cortas (menores a los 2.5 km aproximadamente) entre el nodo DSLAM y el usuario, A distancias superiores no se tienen ventajas considerables respecto de ADSL.

En la figura 3.11 se muestra el comportamiento de la performance al aumentar la distancia, en un escenario con interferencia:

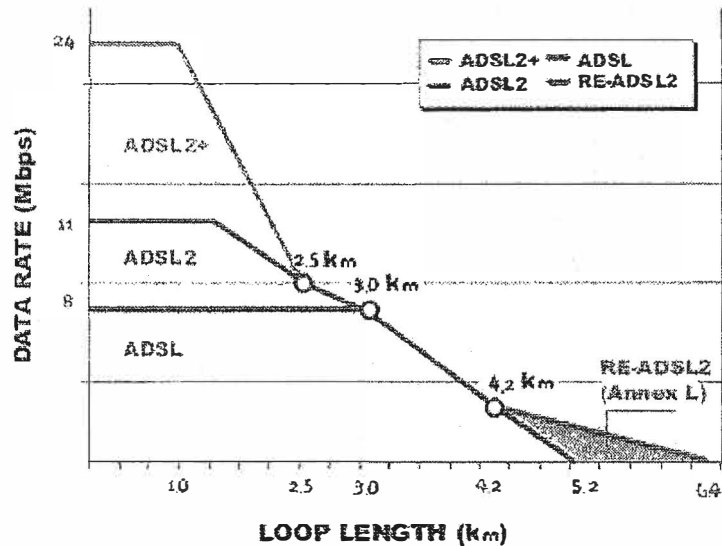


Figura 3.11: Velocidad vs Alcance ADSLx.

Fuente: DSL Forum.

Aquí se puede ver el comportamiento decreciente de la velocidad alcanzable con la distancia, se indican líneas rectas de modo ilustrativo de las tendencias, no se conoce de forma exacta las curvas reales, las cuales están determinadas por el estado de los cables y por las interferencias presentes a lo largo de los mismos.

3.4 Calidad de Servicio (QoS).

La calidad de la voz que es transportada sobre una red basada en IP, es afectada por los siguientes factores:

- Latencia: retardo total de los paquetes en la red
- Jitter: variación del retardo de los paquetes
- Pérdida de paquetes
- No contar con el ancho de banda requerido por el flujo de medios

Adicionalmente, para la calidad de la voz, también es importante el algoritmo de codificación que se utilice y la forma en que se implementa la paquetización.

Para implementar la calidad de servicio (QoS) en redes de paquetes se utilizan algunos mecanismos como:

a) Clasificación y marcado:

En una red multiservicio se debe clasificar el tráfico separando por ejemplo el tráfico en tiempo real como puede ser el de voz, del tráfico de datos que normalmente es basado

en “mayor esfuerzo”. Luego los diferentes tráficos se marcan para darles diferente tratamiento en la red.

b) Encolado y priorización:

Los diferentes tipos de tráficos marcados deben ser priorizados en forma distinta. Por ejemplo al tráfico de voz se le debe dar mayor prioridad que al tráfico de datos. Para ello se usan diferentes colas para los diferentes tráficos.

c) Limitación del ancho de banda y conformación del tráfico:

Es necesario limitar el ancho de banda de los diferentes flujos de tráfico de acuerdo al servicio contratado por cada suscriptor, para que unos flujos no perjudiquen a otros. También se deben conformar los flujos de tráfico a las salidas de las colas de modo que se trate de evitar el jitter en cada flujo.

d) Mecanismos de reserva de recursos:

A nivel de redes IP, mediante la tecnología MPLS se pueden implementar mecanismos de este tipo, pero generalmente se utilizan para conjuntos de flujos por donde pasan muchas comunicaciones y no para comunicaciones individuales.

3.5 Modelo de redes NGN.

3.5.1 Introducción.

Las redes de telecomunicaciones públicas tradicionales fundamentalmente orientadas al servicio de voz y basadas en conmutación de circuitos están evolucionando hacia las llamadas redes NGN.

La introducción de este nuevo concepto de redes se ha dado básicamente con la introducción de softswitches y pasarelas de medios que han ido reemplazando gradualmente a las centrales monolíticas (tanto sean digitales como híbridas).

La generalización del empleo de redes NGN plantea el desafío de contar con un concepto y una arquitectura de referencia común entre las diferentes tecnologías de redes y servicios de telecomunicaciones. Asimismo, un aspecto importante es que las redes NGN permiten poder brindar servicios en forma independiente al tipo de red de acceso y de transporte utilizado, haciendo viable el poder brindar sobre una misma plataforma, servicios de telecomunicaciones que utilicen tanto accesos fijos como accesos móviles. Esto último resulta en lo que hoy se conoce como “Convergencia Fijo-Móvil”.

3.5.2 Definición.

Se hace difícil lograr una definición del concepto de NGN ya que todos los involucrados, sean operadores, proveedores de infraestructura de telecomunicaciones o proveedores de aplicaciones, tienen sus propias ideas y definiciones al respecto aunque mantengan una tendencia.

Es por ello que para definirla utilizaremos el concepto dado por UIT-T, el cual en su recomendación Y.2001 define a la NGN como:

“Una red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicaciones y en la que se puedan utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propicias por la QoS, y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios a su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios.”

3.5.3 Características fundamentales.

Las redes NGN deben de tener las siguientes características fundamentales:

- Transferencia basada en paquetes.
- Separación de las funciones de control en capacidades de portador, llamada / sesión, y aplicación / servicio.
- Separación entre la prestación del servicio y el transporte, y la provisión de interfaces abiertas.
- Soporte de una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos basados en bloques de construcción del servicio (incluidos servicios en tiempo real, no en tiempo real y multimedia).
- Capacidades de banda ancha con QoS extremo a extremo.
- Puente de interconexión con redes tradicionales a través de interfaces abiertas.
- Movilidad total.
- Acceso sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios.
- Variedad de esquemas de identificación.
- Percepción por el usuario de características unificadas para el mismo servicio.
- Convergencia de servicios fijos y móviles.
- Independencia de las funciones relativas al servicio con respecto a las tecnologías de transporte subyacentes.

- Soporte de múltiples tecnologías de la última milla.
- La conformidad con todos los requisitos reglamentarios, por ejemplo en cuanto a comunicaciones de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal, etc.

3.5.4 Arquitectura y Funcionalidades.

a) Según la óptica de los proveedores y de las empresas de telecomunicaciones:

Con algunas variaciones, según el tipo de organización o proveedor a que se haga referencia, las redes NGN se dividen en las siguientes partes:

- Acceso / Borde: Permite el acceso de los usuarios a la red y provee adaptación a diferentes métodos de transporte.
- Transporte / Núcleo conmutado: Realiza el transporte de los paquetes y provee la interconexión entre las demás partes.
- Servicios / Control / Aplicación: Provee control inteligente de la señalización y los medios para proveer los servicios a los usuarios. Incluye una amplia gama de servicios a diferentes niveles.

b) Según la óptica de la UIT:

En la recomendación Y.2011 se indica como elemento fundamental de las redes NGN, a la separación entre los servicios y el transporte, permitiendo que se puedan brindar separadamente y que puedan evolucionar en forma independiente. En tal sentido, la división funcional básica que se propone para la red, es en dos estratos:

- Estrato de Servicio: Es la parte de la red NGN que provee las funciones de usuario que transfieren datos relativos a servicios. Asimismo, controla y mantiene los recursos de red que permiten brindar los servicios a los usuarios. Por ejemplo los servicios podrían ser relativos a aplicaciones de voz, datos o video, separadamente en combinación en el caso de aplicaciones multimedia".
- Estrato de Transporte: Es la parte de la red NGN que provee las funciones de transferencia de datos que permiten controlar y administrar los recursos de transporte para llevar dichos datos entre entidades terminales. Respecto al estrato de transporte, se indica como funciones de transporte, primeramente a aquéllas que tienen que ver con la transmisión de información digital de cualquier tipo entre dos (2) puntos geográficamente separados. Esto involucra en particular a las

funcionalidades brindadas por las capas 1, 2 y 3 del modelo de referencia OSI. El estrato de transporte provee conectividad usuario a usuario, usuario a plataforma de servicio y plataforma de servicio a usuario. Se plantea que en las redes NGN, el protocolo IP sería el protocolo preferido para proveer servicios NGN, así como para los servicios legados.

Un factor diferenciador de la arquitectura NGN es la separación entre los servicios y sus respectivas redes de transporte y de acceso, de modo que los servicios puedan ofrecerse y evolucionar independientemente y por separado de la red de transporte. En la VoIP el flujo de medios (por ejemplo de voz como carga útil de paquetes RTP que viajan sobre los protocolos UDP/IP), fluye entre los terminales origen y destino, sin que sea necesario que pasen a través del elemento que construye el vínculo entre los dos terminales. Asimismo, cada estrato comprende una o más capas, donde cada capa se compone de un plano de datos (o de usuario), un plano de control y un plano de mantenimiento o gestión.

A continuación en la figura 3.12 se muestra la distribución de los estratos (transporte y servicio) y los planos (usuario, control, mantenimiento) según la recomendación Y.2011:

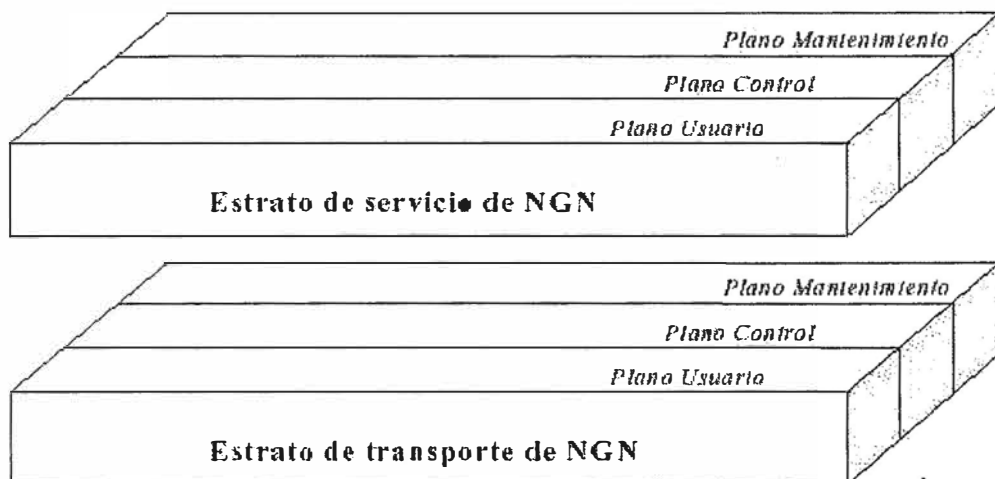


Figura 3.12: Estratos de NGN (Recomendación Y.2001 de la UIT-T)

3.6 TISPAN.

3.6.1 Introducción.

ETSI norma las redes NGN desde 2001 y para ello en el año 2003 creó el comité técnico TISPAN como parte de la fusión de los grupos de trabajo TIPHON y SPAN.

3.6.2 Objetivos y funciones.

El principal objetivo de TISPAN es mostrar la visión europea de las redes NGN centrándose básicamente en la evolución de las redes fijas basadas en conmutación de circuitos a conmutación de paquetes, pero con una arquitectura que pueda ser usada en ambos casos. TISPAN se encarga de todos los aspectos relativos a la estandarización de la convergencia de redes, en el presente y en el futuro, incluyendo las redes VoIP y NGN, considerando aspectos relativos a servicios, arquitectura, protocolos, seguridad y movilidad dentro de las redes fijas. Todo ello, sobre las tecnologías existentes y sobre las nuevas tecnologías que puedan surgir.

El RELEASE-1 de TISPAN fue completado en diciembre de 2005 y fue publicado en el primer semestre de 2006, en donde se ven mejoras en las capacidades de los servicios conversacionales en tiempo real (voz y video telefonía), en los servicios de mensajería instantánea, en la gestión del servicio de presencia, mejoras en la emulación de servicios legados posibilitando la migración de las redes de conmutación de circuitos hacia las redes de nueva generación y con mejoras en la entrega de contenidos tales como video por demanda, flujo de video, distribución de canales de TV (IPTV), etc.

3.6.3 Grupos de trabajo.

TISPAN está estructurado en un comité técnico con competencias centrales bajo las cuales hay 8 grupos de trabajo con responsabilidades centrales y técnicas claramente definidas: WG1 (Servicios y Aplicaciones), WG2 (Arquitectura), WG3 (Protocolo), WG4 (Numeración, Direccionamiento y Encaminamiento), WG5 (Calidad de Servicio), WG6 (Pruebas), WG7 (Seguridad), WG8 (Gestión de Red).

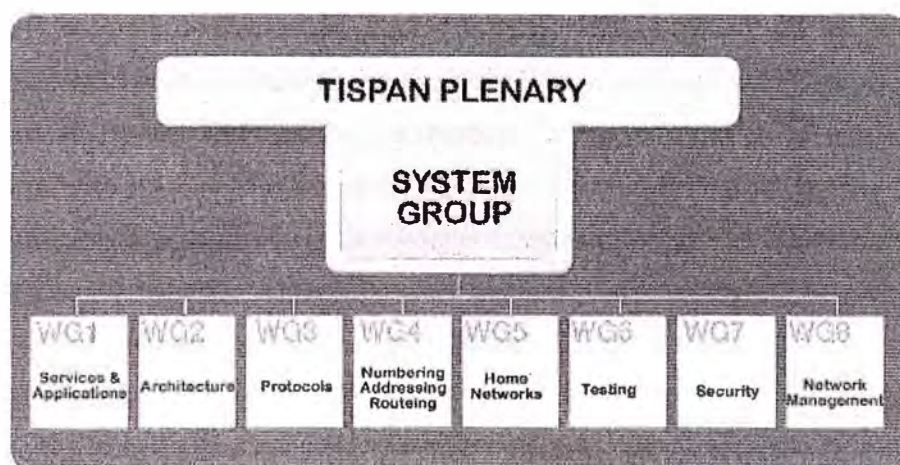


Figura 3.13: Grupo de trabajo TISPAN

Fuente: <http://www.etsi.org/tispan/>

3.6.4 Arquitectura TISPAN (de acuerdo a ETSI ES 282 001).

La arquitectura funcional de las redes de nueva generación de TISPAN esta basada en la norma "ETSI ES 282 001" publicada en agosto del 2005, cumple con el modelo de referencia general de la UIT-T para redes de nueva generación y está estructurado de acuerdo a un estrato de servicios y a un estrato de transporte basado en el protocolo IP.

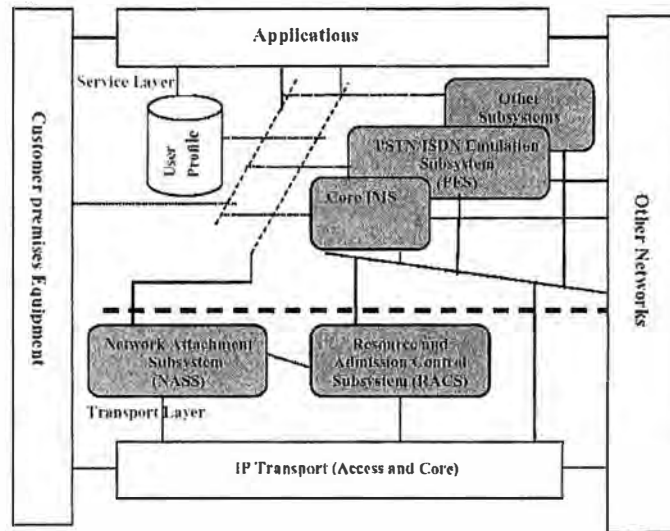


Figura 3.14: Arquitectura IMS-TISPAN RELEASE 1.

Fuente: <http://www.etsi.org/tispan/>.

3.6.5 Capa de servicios en TISPAN.

La capa de servicios esta conformado por los siguientes componentes:

- Núcleo IMS.- Soporta la provisión de los servicios multimedia basados en SIP a los terminales NGN. También proporciona los servicios de simulación PSTN/ISDN. Esto último es diferente para los servicios de "emulación" puesto que se requiere de una entidad que interceda con la MGF, dando soporte a las funcionalidades preexistentes en PSTN/ISDN.
- El subsistema de emulación PSTN/ISDN (PES).- Soporta la emulación de los servicios de la red de telefonía publica conmutada y de la red de servicios integrados, para los terminales legados conectados a la red NGN por medio de las pasarelas de medios residencial y de acceso. Este subsistema carece de sentido en un escenario de plena convergencia fijo-móvil.
- Otros subsistemas multimedia.- Son por ejemplo subsistemas para de flujo de video (soporta la provisión de servicios de flujo de video basado en el protocolo RTSP en los terminales preparados para la NGN), subsistemas para la difusión (soporta la difusión de contenido multimedia a terminales preparados para la NGN), entre otras.

3.6.6 Capa de transporte en TISPAN.

La capa de transporte comprende a la subcapa de control de transporte y a las funciones de transferencia entre redes adyacentes.

a) Subcapa de control de transporte.

La subcapa de control de transporte se divide a su vez en los siguientes subsistemas:

- Network Attachment Subsystem (NASS).- Permite funcionalidades como provisionar la dirección IP y otros parámetros de configuración del terminal, se encarga de la autenticación a nivel de la capa de red (antes o durante el procedimiento de asignación de dirección), autoriza el acceso de red basada en los perfiles del usuario, establece la configuración de la red de acceso y administra la localización de los usuarios mediante la capa IP.
- Resource and Admission Control Subsystem (RACS).- Proporciona funcionalidades como el control de admisión y la autorización basada en los perfiles de usuario almacenados en el subsistema NASS, reserva recursos, control de NAT y marcación de prioridad.

b) Funciones de Transferencia.

El modelado de las funciones de transferencia se limita a aspectos que son visibles a otros componentes de la arquitectura. La siguiente figura se provee una visión general de las funciones de transferencia y sus interacciones con los otros componentes de la arquitectura TISPAN.

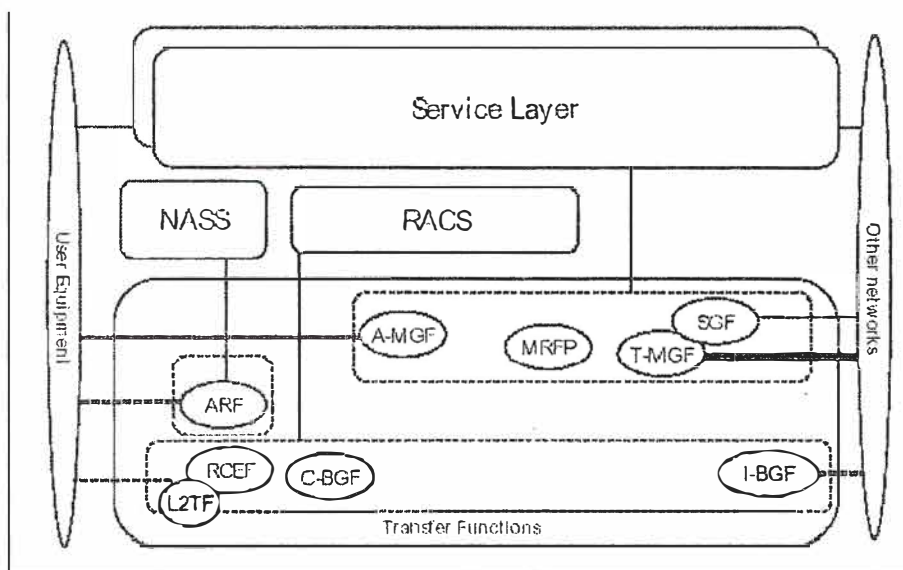


Figura 3.15: Funciones de transferencia y sus relación con los otros componentes de TISPAN.

Fuente: Recomendación ETSI ES 282 001.

Las entidades funcionales son las siguientes:

b.1 Función de Pasarela de Medios (MGF):

Proporciona el mapeo de los medios y/o las funciones de transcodificación entre el dominio de transporte IP y el de la conmutación de circuitos. También puede realizar la conferencia de medios, enviar tonos y anuncios. En redes NGN basada en softswitches, los MGF son controlados por el Softswitch empleando generalmente el protocolo H.248 / MEGACO. La arquitectura de TISPAN identifica tres tipos de MGF:

- **MGF Residencial (R-MGF):** Se instala en las premisas del cliente.
- **MGF de Acceso (A-MGF):** Se ubica en las premisas de red del operador, en la red de acceso o en el núcleo de la red.
- **MGF Troncal (T-MGF):** Se encuentra en el borde entre el núcleo de la red IP y la red PSTN/ISDN.

b.2 Función de Pasarela de Borde (BGF):

Proporciona una interfaz entre dos dominios de transporte IP (por ejemplo: interconexión entre dos (2) redes de núcleo basadas en el protocolo IP). Puede residir en la frontera entre la red de acceso y los equipos instalados en las premisas del cliente, y entre la red de acceso y la red de núcleo. Existen dos (2) tipos principales de BGF:

- **BGF de Núcleo (C-BGF):** Reside en el borde entre una red de acceso y una red de núcleo (desde el lado del núcleo de la red).
- **BGF de Interconexión (I-BGF):** Reside en la borde entre dos redes de núcleo y cumple con la funcionalidad de pasarela prevista en la norma ETSI TS 123 228.

Cabe mencionar que la función BGF es prácticamente la que típicamente realiza un SBC en una arquitectura NGN. De hecho, hay varios proveedores en el mercado que comercializan sus recientemente desarrollados BGF para realizar la función de SBC. La función más importante que diferencia ambos elementos es que el SBC puede realizar transcodificación del flujo de medios (adaptando diferentes codecs en un punto de cruce entre diferentes redes basadas en IP), mientras que en el BGF, la negociación ocurre de extremo a extremo por medio del protocolo SDP.

b.3 Función de Relé de Acceso (ARF):

Actúa como un relé entre el equipo del usuario y el NASS. La ARF recibe de la red de acceso los requerimientos del equipo del usuario y los envía al NASS. Antes de reenviar

el requerimiento, la ARF puede utilizar la información local de configuración y aplicar procedimientos de conversión de protocolos.

b.4 Función de Pasarela de Señalización (SGF):

Realiza la conversión de señalización (en ambos sentidos) en el nivel de transporte entre la señalización cuyo transporte está basado en el protocolo de señalización SS7 y el transporte basado en el protocolo IP.

b.5 Procesador de Funciones de Recursos de Medios (MRFP):

Provee las funciones especializadas de procesamiento más allá de aquellas disponibles en la MGF. Esto incluye recursos para soportar conferencias y anuncios multimedia, implementar capacidad de IVR y análisis de contenido de medios.

b.6 Función de Terminación de Capa 2 (L2TF):

Completa los procedimientos de la capa 2 de la red de acceso.

Según lo visto en los numerales 4.4.2.1 y 4.4.2.2 es muy importante que en el momento de la implementación se pueden escoger cómo combinar las entidades funcionales, de modo que tengan sentido en el contexto del modelo de negocio, los servicios y las capacidades que deben ser soportadas. Algunas entidades funcionales se combinan, por lo que las interfaces entre ellas pasan a ser internas (ocultas y no verificables).

3.6.7 Interconexión con otras redes o dominio.

a) Interconexión en la capa de transporte.

La interconexión en la capa de transporte se da en la subcapa de transferencia y en los subsistemas NASS y RACS.

La interconexión en la subcapa de transferencia tiene lugar tanto en redes basadas en conmutación de circuito a través de las entidades T-MGF y SGF o en las redes basadas en IP en el punto de referencia "Iz" usado la entidad I-BGF.

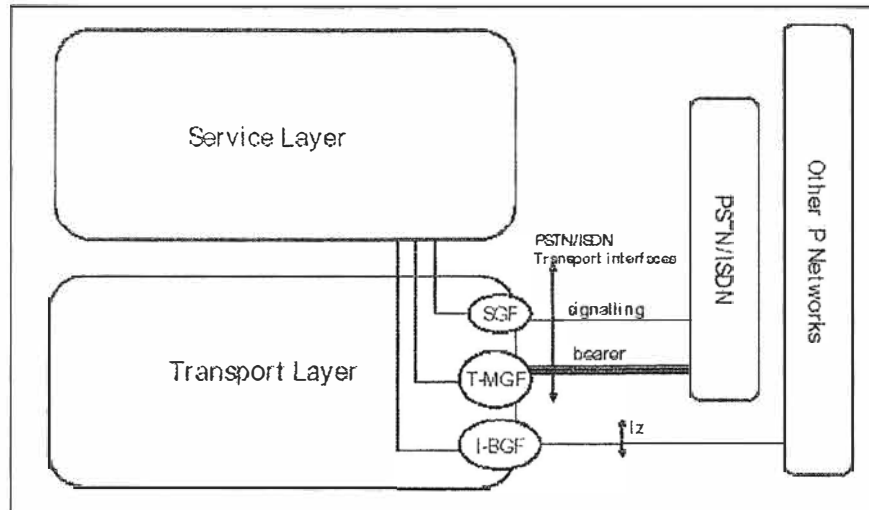


Figura 3.16: Diagrama de interconexión en la capa de transporte.

Fuente: Recomendación ETSI ES 282 001.

La interconexión con redes basadas en SS7 es aplicable al PES y la capa de servicio es la que controla el comportamiento de la entidad T-MGF.

La interconexión con redes basadas en IP depende de los subsistemas involucrados. La I-BGF puede actuar en forma autónoma o bajo el control de la capa de servicio a través del RACS, para los servicios que involucran al PES.

La interconexión a nivel del NASS es requerida para soportar nomadismo y es descrita en más detalle en la especificación del NASS en la norma ETSI ES 282 004.

b) Interconexión en la capa de servicios.

La interconexión con redes basadas en SS7 solo se aplica a los subsistemas IMS y PES contando con funcionalidades apropiadas para interactuar con la T-MGF y con la SGF.

La interconexión con redes basadas en IP depende de los subsistemas involucrados. La interconexión basada en IP hacia y desde los componentes del núcleo IMS o del PES es realizada por la entidad I-BCF y posiblemente por la entidad IWF.

La interconexión directa entre otros tipos de subsistemas o aplicaciones está fuera del alcance del RELEASE 1 de TISPA.

La interconexión basada en IP con redes externas soportando una versión de SIP compatible con TISPA es realizada en el punto de referencia "Ic" por medio del IBCF.

La interconexión con redes externas que soportan H.323 o una versión no compatible de SIP es realizada en el punto de referencia "Iw" por medio de la IWF. La IBCF y la IWF se comunican por medio del punto de referencia "Ib".

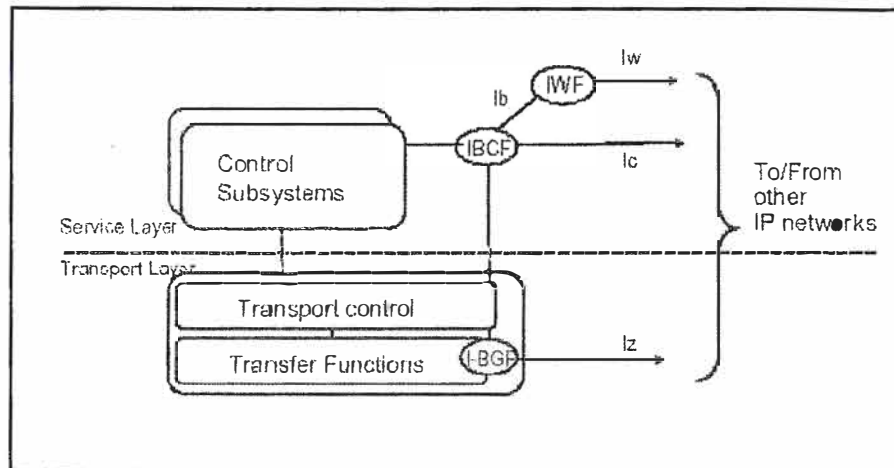


Figura 3.17: Interconexión en la capa de servicios.

Fuente: ETSI ES 282 001.

3.6.8 Interfaces en TISPAN.

a) Interfaces con el núcleo IMS.

El acceso a los servicios es provisto por los terminales basados en SIP.

b) Interfaces con el subsistema PES.

El acceso a los servicios es provisto a los terminales legados por medio de un equipo que realiza la función de traducción o pasarela, la cual puede residir en las premisas del usuario o en un punto de presencia del operador.

c) Interfaces con las aplicaciones.

Las interacciones con los servidores de aplicación tienen lugar a través de la interfaz "Ut". Esta interfaz posibilita al usuario gestionar la información relativa a sus servicios, permite la creación y asignación de identidades de servicios públicos, administrar las políticas de autorización que son usadas en servicios tales como de presencia, políticas de administración de conferencias, etc.

d) Interfaces con el NASS.

Posibilitan al equipo del usuario UE a que pueda registrarse y conectarse con la red y recibir la información de configuración. La señalización entre el UE y el NASS puede ser reenviada por medio de la función ARF en la subcapa de transferencia.

e) Interfaces con el RACS.

Esta interfaz está fuera del alcance del RELEASE 1 de TISPAN.

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACION DE LA RED DE NUEVA GENERACION

4.1 Reconocimiento a la infraestructura actual.

Una vez concluido el estudio de mercado realizado por el área comercial y de marketing, y con ello determinado la ubicación de los lugares donde se concentran sus potenciales clientes y de cuales son sus necesidades de servicio, las áreas de planificación e ingeniería procederá primero a hacer un recuento de la infraestructura actual con que cuenta la empresa operadora, para luego proceder a determinar la ubicación de los nodos o puntos de presencia (PoP) en donde se ubicará todo el nuevo equipamiento necesario para la implementación de la red NGN. En este sentido, se hará un breve análisis respecto al diseño e implementación de la red NGN teniendo como base la infraestructura de red actual, la misma que describiremos brevemente a continuación.

La empresa operadora inicialmente cuenta con 5 nodos distribuidos en Lima Metropolitana, en donde se tiene instalado toda la infraestructura de red necesaria para brindar los servicios de telefonía fija, transmisión de datos y acceso a Internet (todos ellos por separado) y que a su vez permite brindar una cobertura de servicios a algunos distritos de Lima Metropolitana y de la Provincia Constitucional del Callao. Estos nodos son denominados: "PoP Monterrico", "PoP San Isidro Este", "PoP San Isidro Oeste", "PoP Miraflores" y "PoP Lima".

La infraestructura actual de red está conformada por dos (2) redes separadas:

- Una red conformada por una central nodal, una unidad remota y una central TANDEM, todas ellas ubicadas en el nodo "PoP Monterrico" y tres (3) unidades remotas ubicadas en los nodos "PoP San Isidro Este", "PoP San Isidro Oeste" y "PoP Miraflores". Toda esa infraestructura de red permite brindar el servicio de telefonía fija basada en conmutación de circuitos e interconectarse con otros operadores y con la red PSTN a través de una red de transmisión de circuitos a nivel de E1s.
- Una red que es utilizada para brindar los servicios de acceso a Internet y transmisión de datos a través de la tecnología Frame Relay. La red consta de cinco (5) routers Frame Relay instalados cada uno de ellos dentro de los cinco (5)

nodos con que cuenta la empresa operadora, teniéndose a su vez que los dos (2) routers ubicados en el “PoP Monterrico” y en el “PoP San Isidro Este” cumplen funciones como routers del núcleo y como routers de interconexión con los dos (2) proveedores del servicio de Internet (ISPs) con que se cuenta para la salida del trafico hacia Internet.

Ambas redes se muestran en el siguiente gráfico.

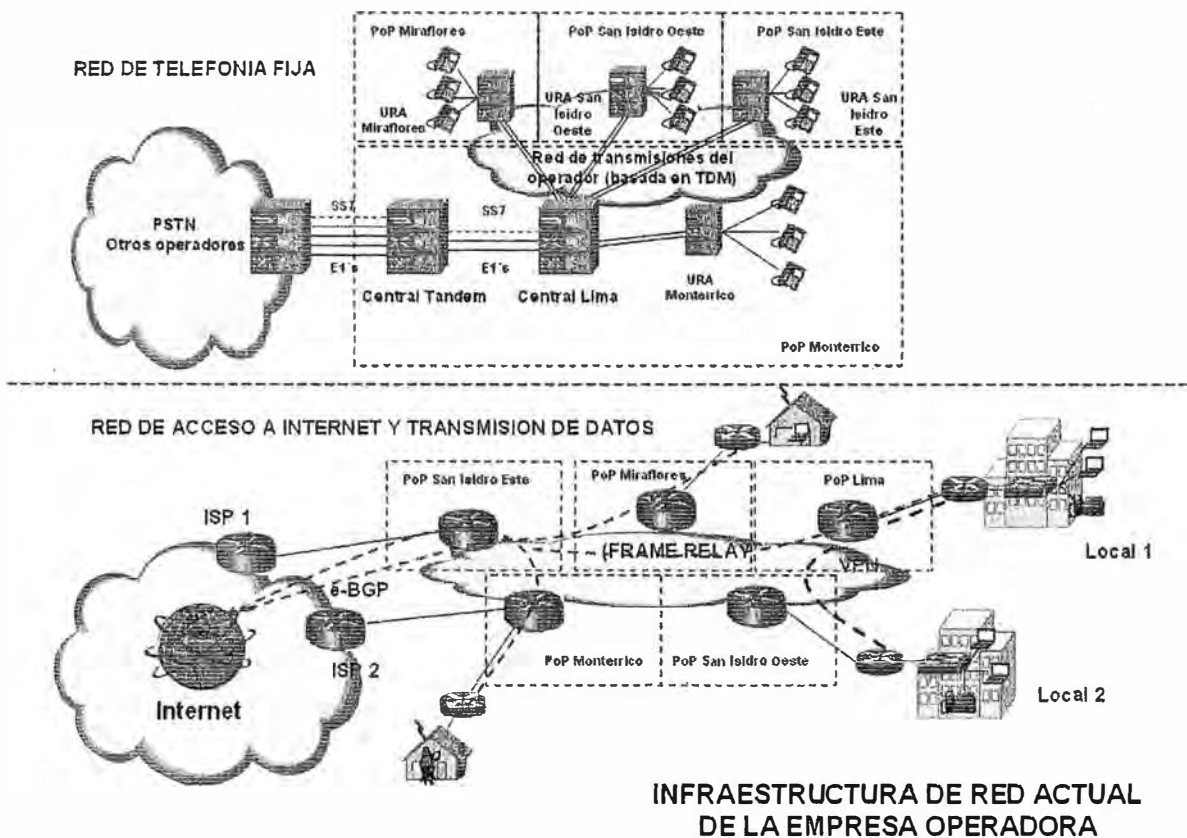


Figura 4.1: Diagrama de las redes legadas de telefonía fija, Internet y transmisión de datos.

4.2 Implementación de la red NGN.

4.2.1 Infraestructura a nivel de redes de transporte y acceso.

Primero es necesario diseñar una nueva red de transporte en paralelo a la red ya existente, tanto para la red de acceso como para el núcleo o backbone de la red, el cual nos permitirá transmitir el flujo de paquetes a una mayor velocidad entre todos los elementos de red, brindando la calidad de servicio debida y permitiendo interconectarse

con otras empresas operadoras a nivel nacional e internacional y con los proveedores del servicio de Internet (ISPs).

Esta nueva red de transporte será basado en la transferencia a nivel de paquetes y tendrá mecanismos que permitan brindar calidad de servicio, cumpliendo así con los requisitos básicos para que la red sea considerada como NGN. Es por ello y ante la necesidad de que se cumplan los requisitos antes mencionados, es que elegiremos a la tecnología de conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS), para que sea usada para el transporte en el núcleo de la red y a las tecnologías WiMAX y ADSL2+ para el transporte en la red de acceso.

a) Diseño e infraestructura de la red de transporte IP MPLS.

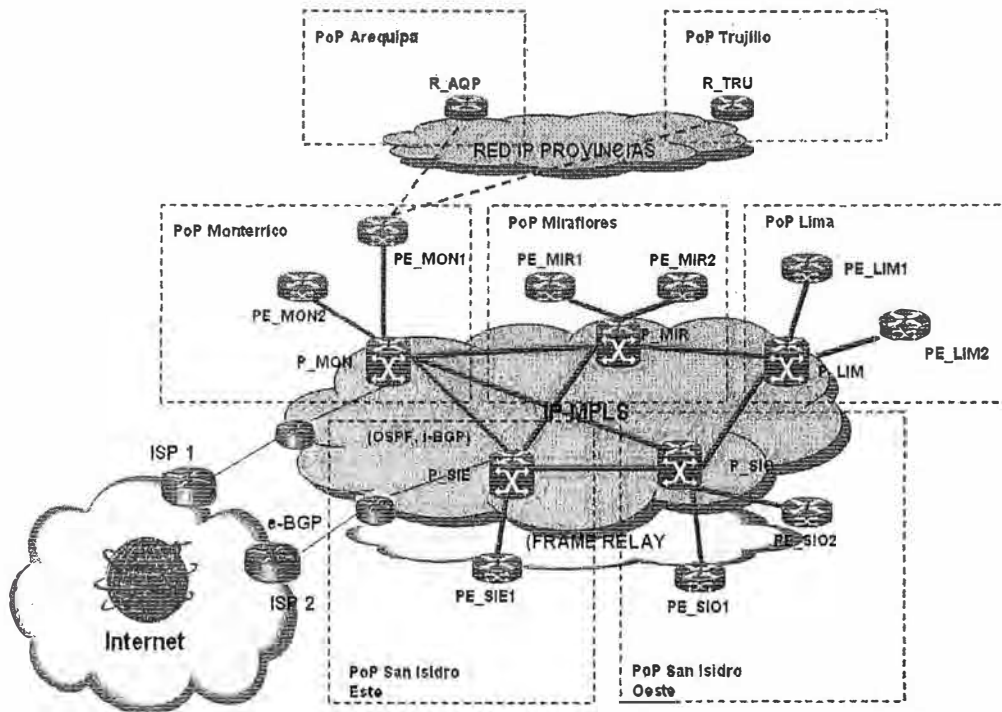
La nueva red IP MPLS es una red en paralelo a la red Frame Relay ya existente, la cual consta de cinco (5) routers Cisco XR 12404 que realizan labores de LSR y que se interconectan físicamente entre ellos a través de un anillo de fibra óptica usando la tecnología CWDM que permite tener un total de 10Gbps de capacidad (es necesario contar con cinco (5) CWDM Metrospan 1692 Alcatel-Lucent, cada uno ubicado será instalado en cada nodo donde hay un router Cisco XR 12404). La ubicación física de cada enrutador será en los nodos "PoP Monterrico", "PoP San Isidro Este", "PoP San Isidro Oeste", "PoP Miraflores" y "PoP Lima".

En el borde de la red IP MPLS están ubicados nueve (9) routers Cisco serie 7606 que realizan labores de LER, los cuales ponen o quitan las etiquetas en el borde de la red IP MPLS.

También se cuenta con dos (2) routers Cisco series 7200 que fueron tomados de la antigua red "Frame Relay" y que fueron reacondicionados para interconectar la nueva red IP MPLS con los dos (2) proveedores del servicio de Internet (ISP's) en los nodos "PoP Monterrico" y "PoP San Isidro Este". Las capacidades de ancho de banda que se tiene con cada proveedor son de 300 Mbps.

Asimismo, para expandirse a los provincias de Arequipa y Trujillo se tiene dos (2) enlaces VPN de 2 Mbps de capacidad cada uno; uno entre el router "PE_MON1" ubicado en el nodo "PoP Monterrico" y el router "R_AQP" ubicado en el nodo "PoP Arequipa" y otro entre el router "PE_MON1" ubicado en el nodo "PoP Monterrico" y el router "R_TRU" ubicado en el nodo "PoP Trujillo". Las ciudades de Arequipa y Trujillo serán los primeros lugares a donde la empresa operadora se expandirá en su primera fase. Los routers ubicados en los nodos de las dos (2) provincias son dos (2) routers Cisco serie 2821 y serán utilizados para brindar solo servicios de VoIP y ToIP.

La distribución exacta de cada enrutador dentro de la red IP MPLS y de la red de datos, así como de su ubicación dentro de cada punto de presencia es tal como se muestra a continuación:



DISTRIBUCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED IP MPLS Y DE DATOS

Figura 4.2: Implementación de la nueva red IP MPLS.

b) Diseño e infraestructura de las redes de acceso ADSL+2.

Los equipos que forman parte de la red de acceso ADSL+2 estarán ubicados en los cinco (5) nodos con que cuenta la empresa operadora en Lima Metropolitana. Dicha infraestructura de red consta de cinco (5) Switches Multicapas Cisco Serie 3550 (cada una cuenta con 24 puertos 10/100/1000 Ethernet) y seis (6) DSLAM IP Huawei serie MA5000 (2 ubicados en el PoP San Isidro Este) que están conectados directamente con los MDF de telefonía ubicados en cada nodo, el cual permite conectarse a la red de planta externa de cobre y poder así llegar físicamente hasta el cliente (en donde se le instalará un dispositivo splitter y un dispositivo IAD que finalmente se conectará a los dispositivos finales del usuario). En la figura 4.3 muestra la infraestructura de red ADSL+2 del nodo PoP Miraflores:

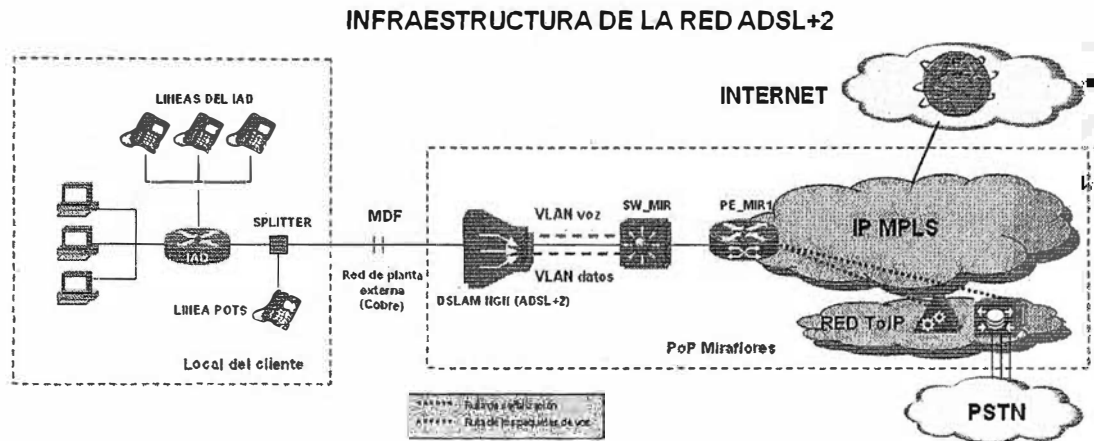


Figura 4.3: Implementación de la nueva red ADSL+2 en el "PoP Miraflores".

c) Diseño e infraestructura de las redes de acceso WiMAX.

Los equipos que forman parte de la red WiMAX están ubicados en los sitios acondicionados en donde se ubicarán las estaciones base y en los siete (7) nodos con que se cuenta en Lima Metropolitana, la Provincia Constitucional del Callao y en las ciudades de Arequipa y Trujillo. La red esta conformada por cuarenta y cuatro (44) Switches Zyxel (cada uno cuenta con 16 puertos Fast Ethernet) y cuarenta y nueve (49) estaciones base Alvarion BreezeMAX Serie 3500 que operan en la banda de 3.5 GHz y que permiten manejar hasta 45 Mbps por cada estación base (la velocidad es variable según el modelo de la estación base). En la tabla N° 4.1 se muestra la distribución de las estaciones base según el nodo por el cual se interconecta con la red de transporte:

Tabla N° 4.1 Distribución de las BS según su PoP de interconexión a la red de transporte

Punto de Presencia	Estaciones base (Sites)
PoP Monterrico	Camacho, Salamanca, Wiracocha, Ate, Parinacochas, San Borja, Primavera y Huancaray.
PoP San Isidro Este	Chocavento, Trigal, Angamos y Chacarilla.
PoP San Isidro Oeste	Camino Real, La Victoria, Canevaro, Catu, Surquillo y Jesús María.
PoP Miraflores	Diez Canseco, Imperial, Micro Imperial, Montage, Atocongo, Chorrillos, Micro Morro, Villa el Salvador, Orue, Dante Jr. y Mariategui.
PoP Lima	Los Olivos, Independencia, Comas, Lima, Infantas, Micro Infantas, San Miguel, Micro San Miguel, Santa Rosa, Canta Callao, Pueblo Libre, Maquinarias, Mirones, Argentina, La Marina, Pershing, Comas y Canepa.
PoP Arequipa	Arequipa
PoP Trujillo	Trujillo

Por cada cliente se le instala en su domicilio un dispositivo “BreezeMAX PRO CPE ODU” que está conformado por una ODU y una IDU que recepciona y envía las señales desde o hacia las estaciones base. Asimismo, dicho dispositivo se conecta finalmente a través de un cable Ethernet a un IAD que conecta los dispositivos finales del usuario. En la figura 4.4 se detalla toda la infraestructura de red de los nodos “PoP Monterrico” y el “PoP Arequipa”:

INFRAESTRUCTURA DE LA RED WiMAX

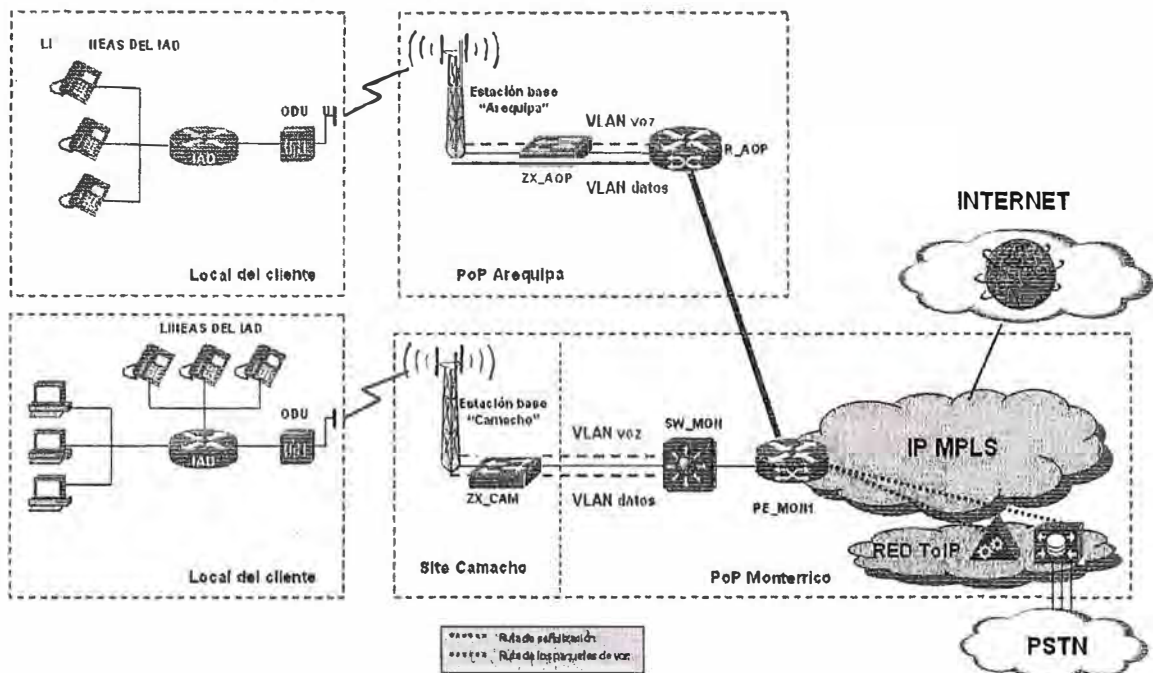


Figura 4.4: Implementación de la nueva red WiMAX en el Site Camacho y en el PoP Arequipa.

4.2.2 Diseño e infraestructura de la plataforma de telefonía IP.

Los equipos que soportan la plataforma de telefonía IP, están ubicados en el nodo “PoP Monterrico” y en los nodos ubicados en las ciudades de Arequipa y Trujillo.

La infraestructura de la red de telefonía IP consta de cuatro (4) pasarelas de medios del modelo Mini UMG8900 Huawei que realizan funciones de MGF-Troncal (une el núcleo de la red de telefonía IP con la red PSTN). Dos (2) de las pasarelas de medios están ubicadas en el nodo “PoP Monterrico” y se interconectan con las centrales “TANDEM” y “Nodal Lima” a través de 24 E1s por cada interconexión, una pasarela de medios está ubicada en el nodo “PoP Arequipa” y se interconecta a través de 2 E1s con la central nodal que tiene la empresa Telefónica del Perú S.A.A. en dicha ciudad y la última pasarela de medios está ubicada en el nodo “PoP Trujillo” que se interconecta a través de 2 E1s con la central nodal que tiene Telefónica del Perú S.A.A. en la ciudad de Trujillo.

Otro elemento importante es el equipo MRS6100 Huawei (ubicado en el nodo "PoP Monterrico"), el cual realiza funciones de pasarela de recursos de medios y que permite brindar funcionalidades para los servicios de valor añadido (conferencia tripartita, IP centrex, llamada en espera, desvíos de llamadas, etc.).

Asimismo, la plataforma de telefonía IP cuenta con el elemento principal del proyecto NGN denominado Softswitch SofX3000 Huawei (ubicado en el nodo "PoP Monterrico"), quien es el que controla a la pasarela de recursos de medios, a las cuatro (4) pasarelas de medios antes mencionadas y a todas las aplicaciones de telefonía que brindan los IADs instalados en todos los locales de los clientes, todo ello a través de los protocolos de control y señalización H.248, MGCP y SIP. Otra de las funciones que realiza el Softswitch Huawei SofX3000 es la del transporte de señalización a través del conjunto de protocolos SIGTRAN.

El Softswitch SofX3000 Huawei se conecta a la red de telefonía IP a través de un enlace Fast Ethernet de 100 Mbps con el Switch Multicapas Cisco Serie 3550 ubicado en el nodo "PoP Monterrico" y no tiene conexión directa a las redes de conmutación de circuitos basados en TDM.

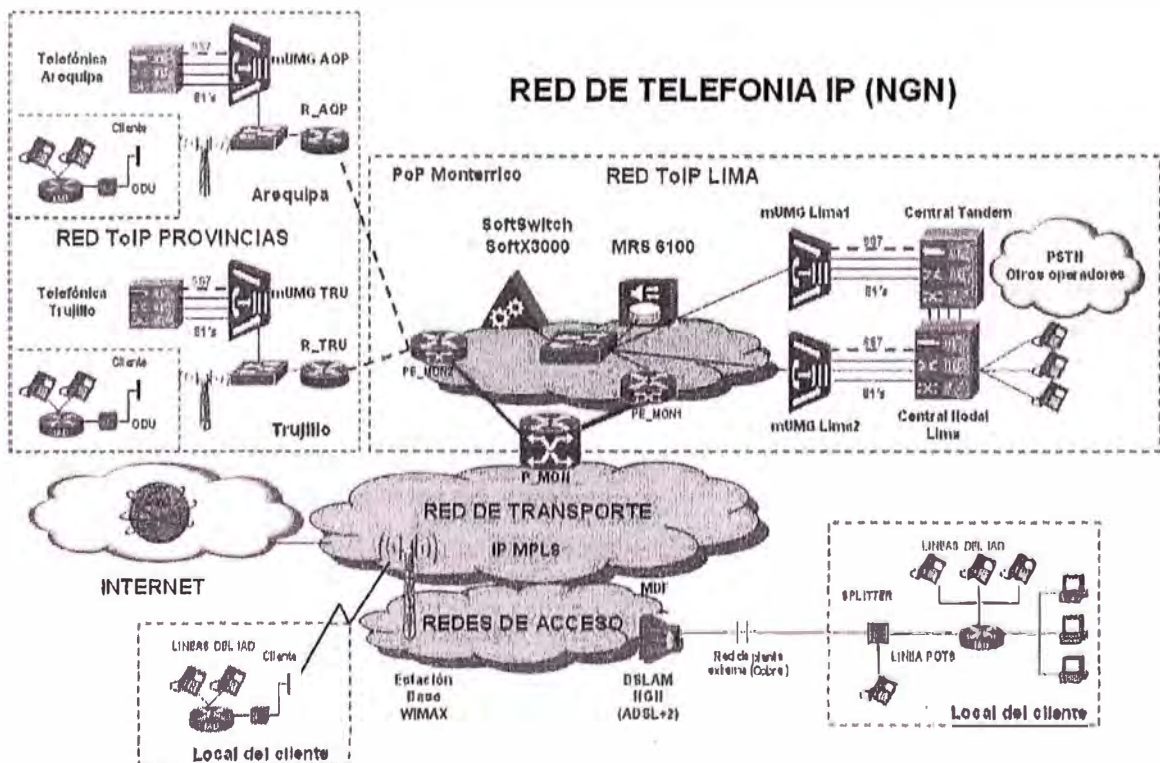


Figura 4.5: Implementación de la red de telefonía IP en Lima y en provincias (Arequipa y Trujillo).

4.2.3 Diseño e infraestructura de la plataforma de gestión NGN.

La gestión de la red NGN es realizada a través de los elementos que forman la plataforma N2000 Huawei y desde las propias interfaces de gestión (por ejemplo: desde un cliente MML para el mini UMG 8900), todas ellas conectadas a una red de gestión.

La plataforma de gestión N2000 Huawei esta compuesto por los terminales cliente de Operación y Mantenimiento (O&M) y por un servidor SNMP denominado iManager N2000 Server que es el encargado de la recolección de información de todos los eventos relacionados a los diferentes elementos de la red de telefonía IP (NGN) definidos en este sistema.

La red de gestión es una red separada en donde los elementos de la plataforma de telefonía IP interactúan con la plataforma de gestión N2000 Huawei. Por esta red se obtienen todos los eventos de alarmas e información que recolecta el iManager N2000 Server que luego es reportada a las aplicaciones cliente de la plataforma que residen en las estaciones de gestión y supervisión, dedicadas exclusivamente para las labores de monitoreo y gestión de alarmas.

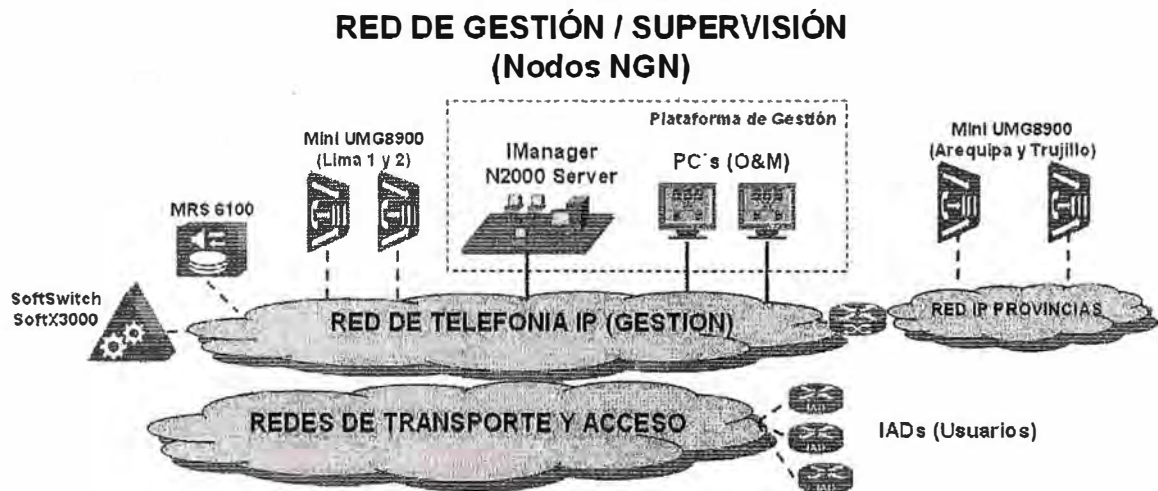


Figura 4.6: Implementación de la red de Gestión y Supervisión de los nodos NGN.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONOMICO Y DE TIEMPOS DE IMPLEMENTACIÓN

5.1 Análisis de costos.

La viabilidad de un proyecto o no están muy relacionados con los costos del mismo, es por ello que es necesario realizar un estudio sobre el análisis de costos. En el presente capitulo haremos un breve análisis de los costos involucrados y relacionados con la implementación de la nueva red NGN.

a) Descripción de equipos y software a adquirir.

Para la implementación de las redes de acceso, transporte y gestión necesarios para la implementación de la red NGN según el capitulo IV se requiere:

- 5 Routers Cisco XR 12404.
- 5 CWDMs Metrospan 1692 Alcatel-Lucent
- 9 Routers Cisco 7606.
- 2 Routers Cisco Serie 7204 (Upgrade de Hardware).
- 2 Routers Cisco serie 2821.
- 5 Switches Multicapas Cisco Serie 3550.
- 6 DSLAM IP Huawei Serie MA5000.
- 44 Switches Zyxel.
- 49 Estaciones base Alvarion BreezeMAX Serie 3500.
- 4 Pasarelas de medios Mini UMG8900 Huawei.
- 1 Plataforma de recursos compartidos MRS6100 Huawei.
- 1 Softswitch SofX3000 Huawei.
- 2 Routers Cisco Serie 7204 (Upgrade de Software).
- 1 Servidor SNMP iManager N2000 Server.
- 10 licencias del software de Operación y Mantenimiento (O&M) de la plataforma N2000.

b) Análisis de los costos relacionados a la implementación física de la red NGN.

Los costos derivados de la instalación de la infraestructura, pruebas de aceptación y de esfuerzo de la fase de implementación física de la red NGN según el capítulo IV son:

- Costos asociados a la búsqueda de los sitios donde estarán ubicados las estaciones base.
- Costos asociados con el alquiler por dos (2) años de los sitios donde se ubicaran las estaciones base.
- Costos de las obras civiles asociados a la construcción de la caseta donde estará ubicado el equipamiento necesario para las estaciones base.
- Costos asociados a la instalación de la estación base (sistema de energía eléctrica, banco de baterías, aire acondicionado, instalación de la torre y de las antenas, instalación de los equipos IDU y ODU).
- Costos de adecuación e instalación en los PoPs del nuevo equipamiento para la red de transporte y de acceso.
- Costos asociados a las obras civiles de asociados a la expansión de la planta externa.
- Costos asociados a la instalación de los enlaces de interconexión entre los nodos y con lugares donde se instalarán las estaciones base.
- Costos asociados al provisionamiento y configuración inicial sobre todo el nuevo equipamiento.
- Costos asociados a las pruebas relacionadas a la puesta en servicio de la nueva red NGN (de campo, de aceptación y de esfuerzo).

c) Análisis de los costos de capacitación.

Los costos derivados de la capacitación del personal que va a planificar, instalar, operar, mantener y gestionar la red NGN y sus nuevas plataformas, están asociados a los cursos y capacitaciones:

- Curso sobre Telefonía IP avanzada.
- Capacitación sobre las labores de O&M de los equipos SoftX3000, UMG8900 y UA5000.
- Capacitación sobre la plataforma de gestión N2000.
- Capacitación sobre labores de instalación, O&M y gestión de los equipos Alvarion (BS, IDU, ODU, etc.)

d) Relación de costos.

En la tabla N° 5.1 se presenta un resumen de precios globales de los equipos y software a adquirir y de los costos derivados de la implementación física (instalación, puesta en servicio, etc.) y de los costos asociados a la capacitación del personal:

Tabla N° 5.1 Resumen de costos globales.

	Precio US\$
Equipamiento y Software	5 000 000
Costos derivados de la implementación física	1 630 000
Costos de capacitación	20 000
TOTAL	6 650 000

5.2 Tiempos de implementación del proyecto.

En la tabla N° 5.2 se presenta un resumen de los tiempos referenciales sobre la implementación de la nueva red NGN, asumiendo que ya se han realizado los estudios económicos técnicos del proyecto, ya se han determinado las ubicaciones de los sitios o nodos donde se instalarán las estaciones base y que además que se cuenta con los recursos logísticos (equipamiento, software, etc.) y técnicos necesarios:

Tabla N° 5.2 Resumen de tiempos globales.

Etapas	Tiempo Referencial
Acondicionamiento de los PoPs y de la planta externa.	2 meses
Instalación del nuevo equipamiento en los PoPs.	2 meses
Instalación del equipamiento en los sites en su primera fase (30% de la cobertura total).	2 meses
Provisionamiento inicial y pruebas para la puesta en servicio (pruebas de campo, de aceptación y de esfuerzo).	3 meses
Instalación del equipamiento en los sites en su final fase (70% de la cobertura total).	5 meses

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez definido la topología física, la implementación de la red de nueva generación y antes de entrar en producción, es preciso indicar las siguientes conclusiones y/o recomendaciones a fin de mejorar los tiempos y dar las mejores prácticas para su implementación:

1. Antes del inicio del proyecto de implementación de la red NGN, se recomienda hacer un buen estudio de mercado e identificar bien las necesidades de sus potenciales clientes.
2. Antes del inicio de la fase de implementación del proyecto, se recomienda designar al personal adecuado y capacitarlo debidamente; ello ayudará grandemente en disminuir el tiempo de implementación y en la resolución de los problemas técnicos que se presenten.
3. Evaluar detalladamente las propuestas enviadas por los suministradores de equipos ante la solicitud de información (RFI) y ante la solicitud de propuestas (RFP) hecha por la empresa operadora, y si es posible, lograr que las empresas suministradoras interesadas realicen una demostración local de todas las funcionalidades que poseen sus equipos a usarse en su solución planteada.
4. Se recomienda elegir plataformas que soporten protocolos o estándares abiertos, que permita garantizar la interoperabilidad de los nuevos equipos a implementar, con los equipos con que ya cuenta la empresa operadora y que formarán parte de la red NGN o con los nuevos equipos que se pudiesen comprar en el futuro.
5. Definida la empresa suministradora de los equipos, se recomienda considerar en el contrato de compra, una cláusula que considere y que penalice los incumplimientos en los tiempos que se pudiesen presentar por problemas logísticos o por temas de responsabilidad de la empresa suministradora, a fin de que la empresa suministradora cumpla con los tiempos de entrega de los equipos y de su implementación.
6. Antes de que la nueva red entre en producción, se debe de proceder a realizar exhaustivamente los protocolos de pruebas definidos por el proveedor del

equipamiento, así como realizar exigentes pruebas de esfuerzo sobre la nueva plataforma; ello ayudará a descartar problemas comunes y defectos de fábrica que los equipos pudiesen presentar o de funcionalidades que los proveedores indicaron que poseían sus equipos, pero que sin embargo no las tienen.

7. Hacer pruebas con escenarios definidos convenientemente a fin de verificar que los servicios que se brinden sobre la nueva red funcionen correctamente y que no se restrinjan o disminuyan las capacidades propias del servicio final.
8. Una vez pasada todas las fases de implementación incluidos las pruebas, se recomienda hacer una informe de entrega de la red NGN, a fin de dar por concluido el proyecto de implementación de la red NGN y derivar al área correspondiente, para que se encarguen de las labores de gestión, operación y mantenimiento (O&M) que sean necesarias.

ANEXO A:
GLOSARIO DE TERMINOS

1. **ADSL:** Línea de Abonado Digital Asimétrico.
2. **ANSI:** American National Standards Institute.
3. **ARF:** Access Relay Function.
4. **BGF:** Border Gateway Function.
5. **BGP:** Border Gateway Protocol.
6. **BS:** Estación Base.
7. **CAP:** Carrierless Amplitude and Phase.
8. **DMT:** Discrete Multitone
9. **CPS:** Common Part Sublayer.
10. **EAP:** Extensible Authentication Protocol.
11. **ETSI:** European Telecommunications Standards Institute.
12. **FDM:** Multiplexación por División de Frecuencia.
13. **FEC:** Clase de Equivalencia de Reenvío.
14. **HTTP:** Protocolo de Transporte de Hipertexto.
15. **IETF:** Internet Engineering Task Force.
16. **IMS:** IP Multimedia Subsystem.
17. **IP:** Protocolo de Internet.
18. **ISDN:** Red Digital de Servicios Integrados.
19. **IUA:** ISDN User Adaption.
20. **IVR:** Respuesta de Voz Interactiva.
21. **IWF:** Interworking Function.
22. **L2TF:** Layer 2 Termination Function.
23. **LDP:** Label Distribution Protocol.
24. **LER:** Label Edge Router.
25. **LSP:** Label Switched Path.
26. **LSR:** Label Switching Router.
27. **M2UA:** MTP2 User Adaption.
28. **M3UA:** MTP3 User Adaption.
29. **MAC:** Control de Acceso al Medio.
30. **MGCP:** Media Gateway Control Protocol.
31. **MGF:** Media Gateway Function.
32. **MPLS:** MultiProtocol Label Switching.
33. **MRFP:** Media Resource Function Processor.
34. **MTP:** Punto de Transferencia de Mensajes.
35. **NAT:** Network Address Translation.
36. **NGN:** Red de Nueva Generación.

37. **OFDMA:** Acceso Multiple por División de Frecuencia Ortogonal.
38. **OSPF:** Open Shortest Path First (protocolo de encaminamiento basado en la ruta mas corta).
39. **PES:** PSTN/ISDN Emulation Subsystem.
40. **PSTN:** Red Telefónica Pública Conmutada.
41. **RSVP:** Resource Reservation Protocol.
42. **RTP:** Protocolo en Transporte en Tiempo Real.
43. **RTSP:** Real Time Streaming Protocol.
44. **SAP:** Service Access Point.
45. **SBC:** Session Border Controller.
46. **SCTP:** Stream Control Transmission Protocol.
47. **SDP:** Protocolo de Descripción de la Sesión.
48. **SGF:** Signalling Gateway Function.
49. **SIGTRAN:** Signaling Transport.
50. **SIP:** Sesión Initiation Protocol (protocolo de señalización).
51. **SMTP:** Protocolo de Transporte de Correos Simple.
52. **SPAN:** Services and Protocols for Advanced.
53. **SS:** Estación de Abonado.
54. **SS7:** Sistema de Señalización N° 7.
55. **TDM:** Multiplexación por División del Tiempo.
56. **TIPHON:** Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks.
57. **TISPAN:** Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks.
58. **UDP:** Protocolo de Datagrama de Usuario.
59. **UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.
60. **VoIP:** Voz sobre el Protocolo de Internet.
61. **WiMAX:** Worldwide Interoperability for Microwave Access.

BIBLIOGRAFIA

1. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, “Recomendación UIT-T G.711 – Codificación PCM”.
2. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, “Recomendación UIT-T G.729 – Codificación CS-ACELP”.
3. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 3550 – A Transport Protocol for Real-Time Applications”.
4. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 2327 – Session Description Protocol”.
5. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 3261 – Session Initiation Protocol”.
6. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, “Recomendación UIT-T H.248 – Protocolo de Control de Pasarelas”.
7. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 3435 – Media Gateway Control Protocol”.
8. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 2719 – Architectural Framework for Signaling Transport”, página web:
<http://tools.ietf.org/html/rfc2719>.
9. Internet Engineering Task Force – IETF, “SIGTRAN”, página web:
<http://tools.ietf.org/wg/sigtran/>.
10. “Informe anual de actividad del sector telecomunicaciones en Chile año 2007”, página web:
http://www.subtel.cl/prontus_subtel/site/artic/20080509/asocfile/20080509130640/informe_anual_2007_160109v1.pdf.
11. “Situación del mercado latinoamericano de telecomunicaciones 2008”, página web:
<http://www.convergencialatina.com>.
12. OSIPTEL, “Indicadores Estadísticos de los Mercados de Servicios Públicos de Telecomunicaciones en el Perú”, página web:
<http://www.osiptel.gob.pe/Index.ASP?T=T&IDBase=2635&P=%2FOsiptelDocs%2FGPR%2FEL%5FSECTOR%2FINFORMACION+ESTADISTICA%2FIndicadoresEstadisticos1%2Ehtm>.

13. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 3031 – Multiprotocol Label Switching Architecture”.
14. Internet Engineering Task Force – IETF, “ETR 328 – Transmission and Multiplexing (TM); Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL); Requirements and performance”.
15. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, “Recomendación UIT-T G.997.1 – Physical layer management for digital subscriber line (DSL) transceivers”, página web:
http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.997.1-200606-!!!PDF-E&type=items.
16. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, “Recomendación UIT-T G.992.5 – Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers - Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2plus).”
17. “Technical Reports del DSL Forum (particularmente TR.101, TR.120 y TR.144)”, página web: www.dslforum.org.
18. Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE, “IEEE 802.16-2004 – Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System”, página web:
<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2004.pdf>.
19. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 2475 – An Architecture for Differentiated Services”.
20. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 1633 – Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview”.
21. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 2212 – Specification of Guaranteed Quality of Service”.
22. Internet Engineering Task Force – IETF, “RFC 2205 – Resource ReSerVation Protocol (RSVP)”.
23. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, “Recomendación UIT-T Y.2001 – Visión general de las NGN”.
24. Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, “Recomendación UIT-T Y.2011 – Principios generales y modelo de referencia general de las NGN”.
25. Neill Wilkinson, 2002, “Next Generation Network Services: Technologies & Strategies; Wiley; ISBN: 9780471486671”.
26. European Telecommunications Standards Institute – ETSI, “TISPAN”, página web:
<http://www.etsi.org/tispan/>.
27. European Telecommunications Standards Institute – ETSI, “ETSI ES 282 007: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Release 1; Core IMS architecture”.

28. European Telecommunications Standards Institute – ETSI, “ES 282 001: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Release 1: Functional architecture for PSTN/ISDN Emulation”.
29. European Telecommunications Standards Institute – ETSI, “ES 282 002: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional architecture Release 1”.
30. European Telecommunications Standards Institute – ETSI, “ES 282 003: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Release 1: Functional Architecture; Resource and Admission Control Sub-system (RACS)”.
31. European Telecommunications Standards Institute – ETSI, “ES 282 004: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture; Network Attachment Sub-System (NASS)”.
32. European Telecommunications Standards Institute – ETSI, “TS 181 006: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Services and Capabilities Requirements for TISPAN NGN Release 1”.
33. Hu Hanrahan, 2007, “Network Convergence: Services, Applications, Transport, and Operations Support; Wiley; ISBN: 9780470024416”.
34. Marlyn Kemper Littman, 2002, “Building Broadband Networks; CRC Press; ISBN: 9780849308895”.
35. “Información sobre equipamiento Cisco”, página web: <http://www.cisco.com/>
36. “Información sobre equipamiento Huawei”, página web: <http://www.huawei.com/>
37. “Información sobre el equipamiento BreezeMAX de Alvarion”, página web: <http://www.alvarion.com/solutions/access/products/breezemax/>
38. Gale Reference Team, 2006, “1st NGN Plugtests: PSTN/ISDN Emulation Services Scenarios (ETSI)”, Telecom Standards Newsletter (Magazine/Journal).