

INFORME FINAL: RECOMENDACIONES PARA UNA TRANSICIÓN HACIA UN NUEVO ESCENARIO DE PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN COLOMBIA

**REVISIÓN DE LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN UN
AMBIENTE DE CONVERGENCIA**

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Página
1 TABLA DE ACRÓNIMOS.....	8
2 INTRODUCCIÓN	12
3 OBJETIVOY ALCANCE	14
3.1 Objetivo	14
3.2 Alcance.....	14
4 METODOLOGÍA	15
5 EL ORIGEN Y LA NECESIDAD DE LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS..	16
6 LA CONVERGENCIA	18
6.1 Evolución del concepto de convergencia y estandarización.....	20
6.2 ETSI - TIPHON.....	23
6.3 3GPP	25
6.4 ETSI - TISPAN	26
6.5 ETSI - OSA.....	27
6.6 UIT NGN.....	28
6.7 Migración de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones hacia las redes de próxima generación.....	31
7 RECOMENDACIONES INTERNACIONALES APLICABLES SOBRE LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS	33
7.1 Plan de Numeración	33
7.2 Plan de Señalización	35
7.2.1 Introducción a los planes de señalización.....	35
7.2.2 Señalización MFC/R2	37
7.2.3 Señalización SS7	37
7.2.4 La suite de protocolos H.323	44

7.2.5	El protocolo BICC.....	46
7.2.6	El protocolo MGCP/Megaco.....	46
7.2.7	La suite de protocolos <i>Internet Multimedia Conferencing Architecture</i> y el protocolo SIP.....	46
7.4	Plan de Tarificación.....	48
7.5	Plan de Encaminamiento	54
7.6	Plan de Transmisión	58
7.7	Plan de Sincronización	70
8	PLANES TÉCNICOS BÁSICOS – BENCHMARK INTERNACIONAL.....	75
8.1	Plan de Numeración	75
8.1.1	Conclusiones.....	76
8.2	Plan de Señalización.....	76
8.2.1	Conclusiones.....	84
8.3	Plan de Tarificación.....	85
8.3.1	Conclusiones.....	90
8.4	Plan de Encaminamiento.....	90
8.4.1	Conclusiones.....	92
8.5	Plan de Transmisión	92
8.5.1	Conclusiones.....	95
8.6	Plan de Sincronización	96
8.6.1	Conclusiones.....	98
9	LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN LA REGULACIÓN COLOMBIANA	99
10	LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN COLOMBIA FRENTE A LA CONVERGENCIA	107
10.1	El plan Nacional de Numeración.....	107
10.2	El plan Nacional de Señalización.....	111
10.3	El Plan Nacional de Tarificación.....	119
10.4	El plan Nacional de Encaminamiento.....	124
10.5	El plan Nacional de Transmisión	128
10.6	El plan Nacional de Sincronización.....	130

11	PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN COLOMBIA: ESCENARIOS DESEABLES Y ALTERNATIVAS DE MIGRACIÓN Y COEXISTENCIA	134
11.1.1	Plan de Numeración.....	134
11.1.2	Plan de Señalización.....	135
11.1.2.1	El Plan de Señalización y la portabilidad numérica	137
11.1.3	Plan de Tarificación.....	142
11.1.4	Plan de Encaminamiento	143
11.1.5	Plan de Transmisión	143
11.1.6	Plan de Sincronización.....	144
12	MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN DEL SECTOR EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS.....	145
12.1	Mecanismos de participación relacionados con el Plan de Tarificación y el Plan de Encaminamiento.	145
12.2	Mecanismos de participación de corto plazo relacionados con el Plan de Numeración, el Plan de Señalización, el Plan de Transmisión y el Plan de Sincronización.....	146
12.3	Mecanismos de participación de mediano plazo relacionados con el Plan de Transmisión y el Plan de Sincronización.....	148
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	150
13.1	Conclusiones.....	150
13.1.1	Generales.....	150
13.1.2	Plan de Numeración.....	151
13.1.3	Plan de Señalización.....	152
13.1.4	Plan de Tarificación.....	154
13.1.5	Plan de Encaminamiento	155
13.1.6	Plan de Transmisión	156
13.1.7	Plan de Sincronización.....	158
13.2	Recomendaciones.....	158
13.2.1	Recomendaciones de carácter general	159
13.2.2	Plan de Numeración.....	159
13.2.3	Plan de Señalización.....	159
13.2.4	Plan de Tarificación.....	160
13.2.5	Plan de Encaminamiento	160
13.2.6	Plan de Transmisión	161
13.2.7	Plan de Sincronización.....	161
14	BIBLIOGRAFÍA.....	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Acrónimos usados en el documento	8
Tabla 2: Observaciones de calidad de servicio en llamadas telefónicas basadas en SS7-ISUP	43
Tabla 3: Categorías de calidad de transmisión vocal con respecto a la gama del factor de determinación de índices de transmisión R.....	61
Tabla 4: Valores de planificación para el retardo de elementos de transmisión	65
Tabla 5: Directriz para las clases QoS de IP.....	68
Tabla 6: Definición de clases de QoS de las redes IP y objetivos de calidad de funcionamiento de la red.....	69
Tabla 7: Características de deslizamientos controlados en una conexión internacional.....	72
Tabla 8: Benchmark internacional – Planes Técnicos Básicos	75
Tabla 9: Tabla de códigos de región para la asignación de códigos de puntos de señalización en Colombia	113
Tabla 10: Uso de los códigos de puntos de señalización por región en Colombia a 18 de Febrero de 2010	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología propuesta para el desarrollo del proyecto.	15
Figura 2: Planes Técnicos Básicos y sus inter - relaciones.	16
Figura 3: Redes Verticales.....	18
Figura 4: Convergencia entre industrias.	19
Figura 5: Fases en el desarrollo de la tecnología.	20
Figura 6: Evolución de las arquitecturas de servicio y cuerpos de estandarización.....	21
Figura 7: Escenarios de red – Proyecto Tiphon.....	24
Figura 8: Algunos estándares ETSI TIPHON.....	25
Figura 9: Algunos estándares relevantes de ETSI-TISPAN.....	27
Figura 10: Arquitectura NGN.....	29
Figura 11: Algunos estándares relevantes de UIT-T NGN.....	30
Figura 12: Modelo de efectos de una transformación NGN sobre los indicadores financieros de un operador.....	31
Figura 13: Estructura del número E.164 Internacional.....	33
Figura 14: Relación entre el modelo OSI y el protocolo SS7.....	38
Figura 15: Estructura de los códigos de punto de señalización internacionales.....	39
Figura 16: Modos de señalización en redes SS7.....	40
Figura 17: Red SS7 con topología tipo <i>QUAD</i>	41
Figura 18: Pila de protocolos SS7 orientados a transacción.....	42
Figura 19: Algunas recomendaciones UIT-T que permiten la medición de calidad de servicio utilizando información del protocolo de las redes SS7.....	42
Figura 20: Modelo de protocolo H.323.....	45
Figura 21: La arquitectura <i>Internet Multimedia Conferencing</i>	47
Figura 22: Acciones vinculadas con tasar una conexión.....	50
Figura 23: Acciones vinculadas con tarificar una conexión.....	53
Figura 24: Principales recomendaciones UIT-T y ETSI relacionadas con el Plan de Encaminamiento.....	55
Figura 25: Ejemplo de configuración de nodos y haces de circuitos en una red conmutada de circuitos.....	56
Figura 26: Lógica de encaminamiento.....	58
Figura 27: Principales recomendaciones UIT-T y ETSI relacionadas con el Plan de Transmisión....	59
Figura 28: Determinación por el modelo E de los efectos del retardo absoluto (T_a).....	62
Figura 29: Contornos de satisfacción del usuario (contornos de calidad de transmisión vocal) para el esquema de codificación G.711 (pérdida de paquetes aleatoria, PLC).....	63
Figura 30: Contornos de satisfacción del usuario (contornos de calidad de transmisión vocal) para el esquema de codificación G.729A + VAD (pérdida de paquetes aleatoria, PLC).....	64
Figura 31: Principales recomendaciones UIT-T y ETSI relacionadas con el Plan de Sincronización	71
Figura 32: Estructura de la etiqueta de encaminamiento para Colombia.....	112
Figura 33: Resumen del régimen de tarifas por servicio de acuerdo con [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] y [CRC – Resolución 2347 - 2010].....	123
Figura 34. Tipos de diseño de Red.....	125

Figura 35: Arquitectura típica de las redes de conmutación de circuitos en Colombia a comienzos de la década de 1990 y ejemplo de un plan de encaminamiento jerárquico.	126
Figura 36: Estructura de las recomendaciones propuestas para la actualización de los Planes Técnicos Básicos en Colombia.	145
Figura 37: Propuesta metodológica para la actualización del Plan de Tarificación.....	146
Figura 38: Propuesta metodológica para la administración del Plan de Numeración.	147
Figura 39: Propuesta metodológica para modificaciones de la Resolución 087 en relación a Señalización, Transmisión y Sincronización.	148
Figura 40: Propuesta metodológica para modificar el Plan de Señalización y crear el Plan de Transmisión.....	149

1 TABLA DE ACRÓNIMOS

En este documento se hace uso de los siguientes acrónimos

Tabla 1: Acrónimos usados en el documento

Acrónimo	Significado
2G	Segunda generación
3G	Tercera generación
3GPP	The 3rd Generation Partnership Project
3GPP2	The 3rd Generation Partnership Project Two
4G	Cuarta generación
ACQ	All Call Query
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Program Interface
ATM	Asynchronous Transfer Mode
B-ISDN	Broadband ISDN
BICC	Bearer Independent Call Control
BITS	Building Integrated Timing Supply
CAMEL	Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic
CAS	Channel Associated Signaling
CAP	CAMEL application part
CAPEX	Capital Expenditures
CATV	Cable Television
CC	Indicativo del país para áreas geográficas
CCITT	Comité Consultivo Internacional Telegráfico y telefónico
CDR	Call Detail Record
CEPT	Europea de Correos y Telecomunicaciones
CMT	Comisión del Mercado de Telecomunicaciones
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
CS	Circuit-Switched
CS-1	Capability set one
CS-2	Capability set two
CS-3	Capability set three
DiffServ	Differentiated Services
DN	Indicativo Red de Destino
DSL	Digital subscriber line
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EER	Empresa de Explotación Reconocida
EMS	Electronic Mail Service
ENUM	tElephone NUMber Mapping
ETD	Equipo Terminal de Datos
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GPRS	General Packet Radio Service

GSM	Global System for Mobile Communications
GTT	Global Title Translation
HLR	Home Location Register
HSPA	High Speed Packet Access
IAM	Initial Address Message
IDD	Identificador de Destino
IDO	Identificador de Origen
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia System
IMT	International Mobile Telecommunications
INAP	Protocolo de Aplicación de Redes Inteligentes
INDOTEL	Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones
IP	Internet Protocol
IS-54	Interim Standard 54
ISDN	Integrated Service Digital Network
ISP	Internet Service Provider
ISUP	Parte del Usuario de Servicios Integrados
IXP	Internet Exchange Point
LAN	Local area network
LRN	Local Routing Number
LTE	Long Term Evolution
MAP	Mobile Application Part
MEGACO	Media Gateway Control
MID	Mensaje Inicial de Dirección
MIMO	Multiple Input - Multiple Output
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MFC	Multi Frequency Code
MGCP	Media Gateway Control Protocol
MMS	Multimedia Messaging Service
MTP	Parte de Transferencia de Mensajes
N-ISDN	Narrowband ISDN
N(S)N	Numero Nacional Significativo
NANP	North American Numbering Plan
NDC	Indicativo Nacional de Destino
NGN	Next Generation Network
NI	Network Indicator
NPA	Numbering Plan Areas
NRN	Network Routing Number
OfCom	The Office of Communications
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
OPEX	Operational Expenditures
OR	Onward Routing
OSA	Open service Access
OSI	Open System Interconnection
PAUSI-MX	Parte de Usuario para Servicios Integrados-México
PC	Package- Switched
PCS	Personal Communication Services

PN	Portabilidad Numérica
PNM	Plan Nacional de Marcación
PNN	Plan Nacional de Numeración
PpL	Probabilidad de Perdidas de Paquetes
PPM	Pulsos por Minuto
PRC	Reloj de Referencia Primario
PRST	Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones.
PTB	Planes Técnicos Básicos
PTS	The Swedish Post and Telecom Agency
PTFS	Plan Técnico Fundamental de Señalización
PTFT	Plan Técnico Fundamental de Transmisión
RAS	Register Admission and Status
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RPDCP	Red Pública de Datos por Conmutación de Paquetes
RSVP	Resource Reservation Protocol
RTP	Real Time Protocol
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada
SAP	Session Announcement Protocol
SCCP	Parte de Control de la Conexión de Señalización
SCN	Red de conmutación de Circuitos
SCP	Puntos de Control de Servicios
SCTP	Stream Control Transport Protocol
SDH	Jerarquía Digital Síncrona
SDP	Session Description Protocol
SENATEL	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SIP	Session Initiation Protocol
SLAs	Service Level Agreements
SMS	Short Message System
SN	Número de Abonado
SP	Puntos de Señalización
SPAN	Service and Protocols for Advanced Networks
SPC	Stored Program Controlled
SS7	Sistema de Señalización 7
SS7 – ISUP	System Signaling 7 – ISDN User Part
STP	Puntos de Transferencia de Señalización
SUPTTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones
Ta	Retardo Absoluto
TCAP	Transaction Capabilities Application Part
TCP	Transmission Control Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
TINA	Arquitectura de la red de información para las telecomunicaciones
TIPHON	Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network
TISPAN	Telecommunications and Internet converged Series and Protocols for Advanced Networking
TMR	Telefonía Móvil Rural
TPBC	Telefonía Pública Básica Conmutada
TPBCL	Telefonía Pública Básica Conmutada Local
TPBCLD	Telefonía Pública Básica Conmutada de Larga Distancia

TPBCLE	Telefonía Pública Básica Conmutada Local Extendida
TSAP	Transport Service Access Point
TUP	Telephone User Part
UDP	User Datagram Protocol
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UPT	Unidad de Procesos Técnicos
URI	Uniform Resource Identifier
URSEC	Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones
VLR	Visitor Location Register
VoIP	Voz sobre Protocolo Internet
XML	Extensible Markup Language
WIN	Red Inalámbrica Inteligente

2 INTRODUCCIÓN

Este documento, es el informe final del proyecto: "Revisión de los Planes Técnicos Básicos en un ambiente de Convergencia". El propósito de este documento es unificar la totalidad del trabajo realizado en el proyecto y establecer las recomendaciones finales del estudio para la Comisión de Regulación de Comunicaciones.

Aunque se sugiere la lectura del documento en el orden propuesto, en general es posible leer cada sección en forma independiente de las demás. Por esa razón, a continuación se presenta un breve resumen del contenido de cada sección, de manera que se facilite la lectura del documento.

La sección 3 presenta los objetivos y el alcance del proyecto "Revisión de los Planes Técnicos Básicos en un ambiente de Convergencia".

La sección 4 explica la metodología utilizada para cumplir con los objetivos y el alcance planteado.

La sección 5 sirve como introducción al tema de los Planes Técnicos Básicos (PTB), estableciendo su origen, sus inter-relaciones básicas y delimitando el alcance de este trabajo sobre seis PTB, a saber: Plan de Numeración, Plan de Señalización, Plan de Tarificación, Plan de Encaminamiento, Plan de Transmisión y Plan de Sincronización.

La sección 6 estudia el fenómeno de la convergencia y analiza las principales implicaciones en términos del surgimiento de nuevos estándares, los cuales han sido impulsados principalmente por la UIT, la ETSI, 3GPP y la IETF.

La sección 7 analiza en detalle las principales recomendaciones internacionales aplicables (UIT, 3GPP, ETSI) sobre la evolución de los Planes Técnicos Básicos frente a la convergencia.

La sección 8 identifica, estudia y analiza las experiencias de países que han adoptado en su normativa o regulación, normas tendientes a modificar sus Planes Técnicos Básicos teniendo en cuenta la convergencia tecnológica de redes y servicios.

La sección 9 analiza el tratamiento que la regulación colombiana le da a los Planes Técnicos Básicos.

La sección 10 revisa cada uno de los Planes Técnicos Básicos de Colombia, compilando la información existente en la regulación colombiana sobre los mismos, analizando sus debilidades y estableciendo puntos de partida para estos planes de frente a la convergencia.

La sección 11 identifica los elementos clave que deben ser considerados en la construcción de cada uno de los planes técnicos básicos; y propone un escenario deseable, con alternativas de migración y coexistencia.

La sección 12 Identifica y analiza los mecanismos de participación más convenientes para que el regulador, los operadores y la industria trabajen mancomunadamente en la construcción de los nuevos planes técnicos básicos y en la definición de los esquemas de transición.

La sección 13 sintetiza las principales conclusiones y recomendaciones que surgen de la elaboración del proyecto.

La sección 14 presenta la bibliografía consultada para la elaboración de este documento.

3 OBJETIVO Y ALCANCE

3.1 Objetivo

Identificar el impacto de la convergencia tecnológica de redes y de servicios sobre los Planes Técnicos Básicos, estableciendo la evolución esperada de los mismos, para que la Comisión de Regulación de las Comunicaciones (CRC), cuente con elementos de juicio y criterios técnicos para la expedición de la normatividad que regula el mercado de las telecomunicaciones en Colombia.

3.2 Alcance

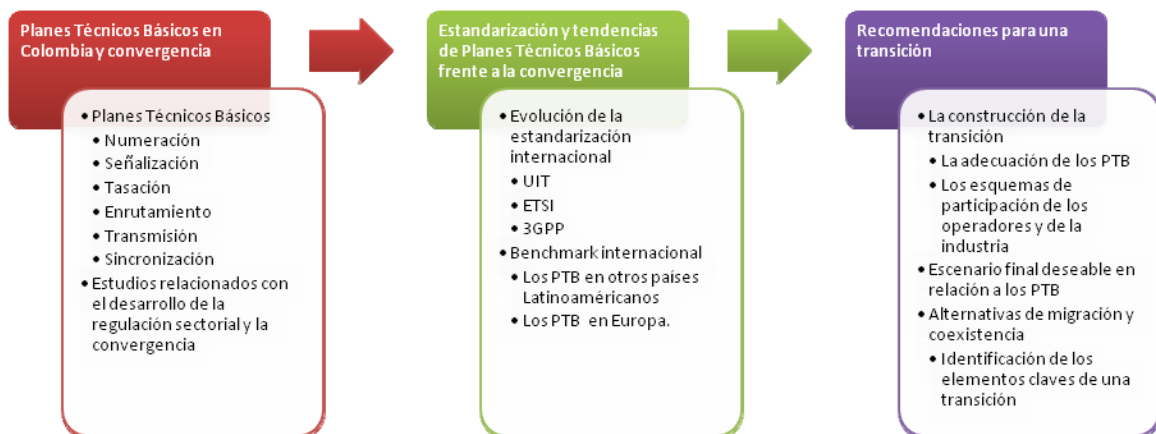
El estudio incluye los siguientes temas:

1. Describir el estado actual de los Planes Técnicos Básicos, identificando las ventajas, los alcances y las limitaciones que estos tengan frente a la convergencia tecnológica de redes y de servicios.
2. Identificar cómo han evolucionado los Planes Técnicos Básicos frente a la convergencia tecnológica de redes y de servicios.
3. Presentar una recomendación en la que se expongan los aspectos que deben ser considerados dentro de la transición hacia los nuevos Planes Técnicos Básicos, de tal forma que en una etapa intermedia puedan coexistir con los Planes que actualmente están vigentes y posteriormente, los nuevos sean adoptados en su totalidad por los proveedores.

4 METODOLOGÍA

La metodología que se siguió para el desarrollo de este proyecto, se presenta en forma resumida, en la figura siguiente.

Figura 1: Metodología propuesta para el desarrollo del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Como puede verse, a nivel metodológico se proponen tres procesos básicos.

El primer proceso, denominado Planes Técnicos Básicos en Colombia y convergencia analiza los planes técnicos básicos existentes, así como otros estudios que se hayan realizado previamente.

El segundo es un proceso de revisión de la estandarización y tendencias de planes técnicos básicos frente a la convergencia.

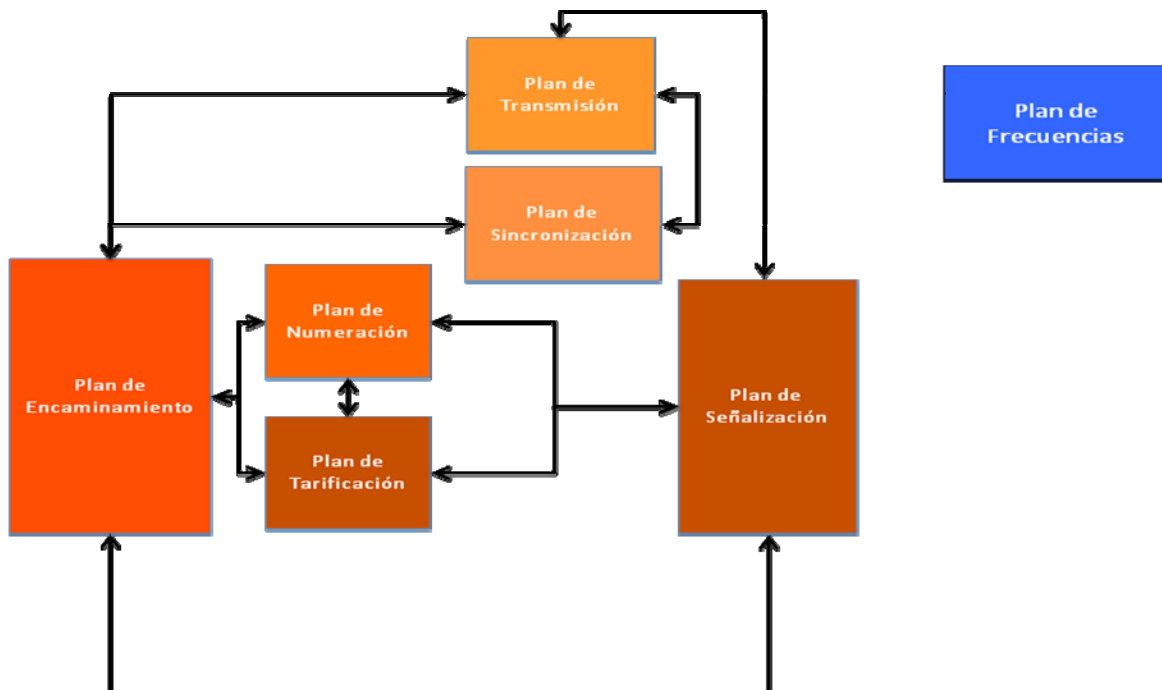
Finalmente, se propone un proceso que permite generar recomendaciones para una transición.

5 EL ORIGEN Y LA NECESIDAD DE LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS

En sus orígenes, los PTB surgieron como una necesidad motivada por el desarrollo de la tecnología de las telecomunicaciones, la variedad en la oferta de servicios y la existencia de múltiples arquitecturas y fabricantes de infraestructura de redes públicas. Esto hizo necesario establecer un marco normativo común que permitiera el funcionamiento del sector de telecomunicaciones ante la presencia de redes interconectadas de manera que se garantizara la calidad de los servicios ofrecidos [Olsson - 1997].

En una aproximación estándar al problema, los Planes Técnicos Básicos y sus inter - relaciones principales se presentan en la siguiente figura.

Figura 2: Planes Técnicos Básicos y sus inter - relaciones.



Fuente: Adaptado de [Olsson - 1997]

Como puede verse, en la figura precedente, se hace mención a siete Planes Técnicos Básicos, a saber¹:

¹ En ocasiones, la literatura menciona también Planes de Calidad del Servicio. Ver por ejemplo, [Olsson - 1997]. Sin embargo, la tradición regulatoria Colombiana no hace mención de Planes de Calidad del Servicio [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la Resolución CRC 2209 de 2009], [MinCom Decreto 25 - 2002] entre los PTB. Por otra parte, algunos de los requerimientos específicos de Calidad del Servicio están implícitos en los otros Planes Técnicos Básicos.

1. Plan de Numeración²
2. Plan de Señalización
3. Plan de Tarificación³
4. Plan de Encaminamiento⁴
5. Plan de Transmisión
6. Plan de Sincronización⁵
7. Plan de Frecuencias (en azul)

En el numeral siete precedente se menciona también el Plan Nacional de Frecuencias⁶, el cual en rigor suele considerarse un plan técnico básico.

Sin embargo, de conformidad con el numeral 6 del artículo 18 de la Ley 1341 de 2009 [Congreso Ley 1341 - 2009], entre las funciones del Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones se encuentran “Planear, asignar, gestionar y controlar el espectro radioeléctrico con excepción de la intervención en el servicio que trata el artículo 76 de La Constitución Política”. En el numeral 7 del mismo artículo 18 de la ley [Congreso Ley 1341 - 2009] también se especifican como funciones del Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones: “Establecer y mantener actualizado el Cuadro Nacional de Atribución de todas las Frecuencias de Colombia con base en las necesidades del país, del interés público y en las nuevas atribuciones que se acuerden en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de La Unión Internacional de Telecomunicaciones, así como los planes técnicos de radiodifusión sonora”. Por tanto, el Plan Nacional de Frecuencias está por fuera de las funciones de La Comisión de Regulación de Comunicaciones y como tal, se excluye del alcance de éste trabajo.

Los PTB son impactados en forma permanente por los cambios tecnológicos y las innovaciones de productos y servicios realizados por los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST); por lo que requieren de un constante proceso de actualización.

Adicionalmente, los PTB deben adecuarse a los fenómenos de convergencia los cuales se explican brevemente en la sección 6.

² En un sentido amplio, incluye los Planes Nacionales de Marcación.

³ En ocasiones se habla de Plan de Tasación y no de Plan de Tarificación. Aquí utilizaremos el nombre Plan de Tarificación, que es el que se referencia en los precedentes regulatorios en Colombia (por ejemplo en [Resolución CRT 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la Resolución CRC 2209 de 2009]).

⁴ Denominado también como Plan de Enrutamiento.

⁵ Denominado también como Plan de Sincronismo.

⁶ El principal objetivo del plan de frecuencias es establecer las bandas de frecuencia que se utilizaran para los medios, sistemas y servicios de radiodifusión y televisión. El plan de frecuencias hace referencia básicamente a tres conceptos: la atribución (la inscripción de una banda de frecuencias determinada en el plan nacional de atribución de frecuencias, para que sea utilizada por uno o varios servicios de telecomunicación), la asignación (el otorgamiento del permiso de uso del espectro radioeléctrico para un determinado servicio) y el uso (la forma específica como los diferentes sistemas, equipos o dispositivos emiten ondas radioeléctricas) del espectro radio eléctrico.

6 LA CONVERGENCIA

Históricamente, las redes fueron construidas como “redes verticales”, las cuales eran especializadas y exitosas para sus propios ámbitos de aplicación. Por ejemplo: redes específicas de telefonía fija, telefonía móvil, servicios de difusión por suscripción (como la televisión por cable) o de servicios de radiodifusión. Sin embargo, estas redes daban pocas oportunidades para la evolución o la entrega de nuevos servicios, situación que empezó a ser modificada por los diferentes actores del sector y llevó al surgimiento de la “convergencia”.

Figura 3: Redes Verticales.



Fuente: Adaptado de [Olsson – 2003]

La convergencia es un concepto que viene estudiándose sistemáticamente en la industria de las telecomunicaciones desde hace más de una década [Libro verde]. Se trata de una tendencia de la industria mediante la cual una misma red puede soportar múltiples servicios; un mismo terminal puede dar acceso a diferentes redes y servicios; un servicio puede ser prestado por múltiples redes y terminales; un contenido puede ser usado por diferentes servicios y transmitido a través de múltiples redes. En la práctica se están rompiendo los dominios que separaban las industrias de telecomunicaciones, computación y medios.

Figura 4: Convergencia entre industrias.



Fuente: Elaboración propia

El resultado es que convergen usos y aplicaciones en una misma red y tipo de terminal que se utilizan para diferentes contenidos y servicios. El impacto práctico de la convergencia es múltiple y en esencia está transformando la industria, no sólo desde el punto de vista tecnológico, sino en términos del propio modelo de negocios. De paso, la convergencia también está cambiando la forma como los seres humanos intercambian información y se comunican. La convergencia, sin embargo es un proceso de largo plazo que no tiene un punto final previamente establecido⁷.

La convergencia tiene implícita una serie de atributos sobre las redes, los cuales se mencionan a continuación⁸:

1. Son multiservicios: Un solo conjunto de facilidades soporta múltiples servicios.
2. Son multifuncionales: Múltiples servicios se pueden prestar con un solo terminal.
3. Tienen puntos de integración: Existen puntos de interface estándar que permiten que diversos tipos de equipos y software puedan trabajar en forma conjunta.
4. Son interoperables: Permiten que dos o más sistemas o aplicaciones intercambien información y utilicen mutuamente la información intercambiada.
5. Son multimedia: Diferentes clases de contenidos pueden ser codificados, transmitidos, procesados y almacenados.
6. Son versátiles: El mismo servicio o contenido puede ser entregado por diferentes tipos de infraestructura.
7. Son tecnológicamente neutras: los servicios son prestados indiferentemente de las redes.

⁷ Las iniciativas de normalización actualmente en curso como ETSI TISPAN, UIT NGN y 4G indican con claridad que es un proceso no concluido.

⁸ Para una ampliación del tema, ver por ejemplo [Hanrahan], sección 1.3.2.

En términos de redes, la convergencia está presentando un patrón en el desarrollo de la tecnología, que parece seguir el que [Fergusson] identificó en su momento en el contexto del desarrollo de los sistemas de transmisión.

Figura 5: Fases en el desarrollo de la tecnología.

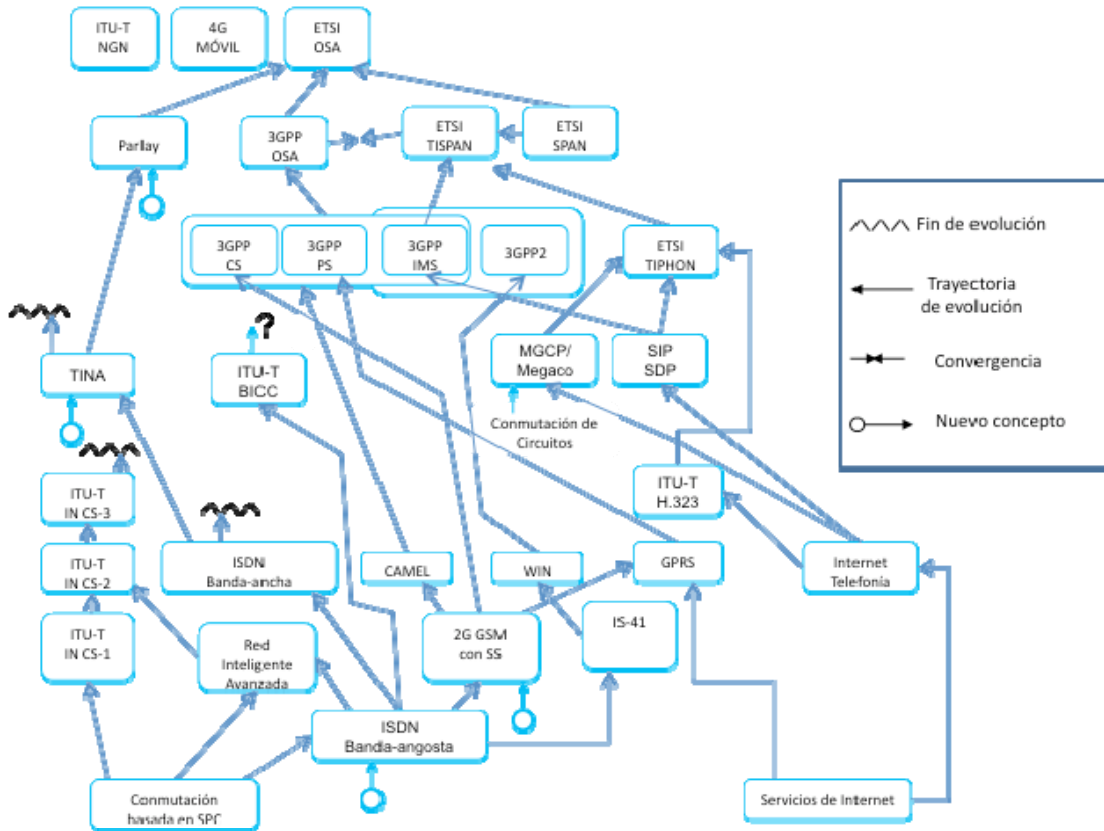


Fuente: Adaptado de [Fergusson]

6.1 Evolución del concepto de convergencia y estandarización

Para entender la evolución de los diferentes conceptos que generan influencia sobre la convergencia, es necesario adentrarse en la proliferación de aproximaciones de arquitecturas de servicio que han generado importantes cambios conceptuales. Para eso utilizaremos la figura siguiente.

Figura 6: Evolución de las arquitecturas de servicio y cuerpos de estandarización



Fuente: Adaptado de [Hanrahan]

Tenemos dos puntos de arranque: los servicios de las redes públicas telefónicas conmutadas que nacen con la digitalización de las redes y la introducción de programas de control almacenados (SCP) en las centrales telefónicas y los servicios de Internet. En la figura previa se visualiza la evolución de las arquitecturas de servicio a partir de estos dos puntos de arranque.

Las redes digitales de servicios integrados de banda angosta⁹ (ISDN Banda-angosta en el dibujo) nacen a partir de las redes telefónicas digitales y son la piedra angular sobre la cual se construyen los protocolos de señalización siete (SS7¹⁰). ISDN de banda angosta (N-ISDN) da lugar a las redes móviles de segunda generación (GSM e IS-54).

Las redes inteligentes clásicas evolucionan para solucionar la inflexibilidad de N-ISDN, de forma que se permitiera la construcción de lógicas de servicio sobre un SCP. Los estándares de red inteligente se desarrollan a través de dos conjuntos de capacidades CS-1 y CS-2 en los ambientes de redes conmutadas de circuitos. Sin embargo, las redes móviles requerían de estándares de red inteligente

⁹ Se entiende aquí por banda angosta un acceso básico ISDN conformado por dos canales B, cada uno de 64 Kbps y un canal de control D de 16 Kbps.

¹⁰ Ver una descripción de este protocolo de señalización en la sección 7.2.3.

especializados, lo cual da origen a los estándares CAMEL y WIN.

El concepto de N-ISDN se extiende a lo que se denominó ISDN de banda ancha¹¹ (B-ISDN), la cual es una red multiservicios con capacidad de gestión de calidad de servicio mediante el uso de ATM. Por su parte las redes inteligentes para aplicaciones fijas continuaron su evolución hasta CS-3. Sin embargo, ni B-ISDN ni las redes inteligentes tuvieron desarrollos posteriores, por lo que llegaron al final de su trayectoria de evolución tecnológica.

Las redes móviles GSM evolucionaron hacia GPRS, lo cual les permitía proveer servicios de conmutación de paquetes a los usuarios móviles. De esa forma, los teléfonos móviles por primera vez se convierten en terminales que también permiten acceder a servicios de Internet, es decir, se convierten en terminales convergentes.

La telefonía sobre Internet surgió como consecuencia de tres desarrollos tecnológicos: la capacidad de codificar voz en redes de paquetes con bajas tasas de muestreo, los protocolos de control de sesión de llamadas y el protocolo de transporte en tiempo real (RTP)¹².

A partir de la telefonía sobre Internet surge la suite de protocolos H.323, la cual se desarrolló como un estándar general que incluye entre sus formas de uso la telefonía sobre redes de paquetes (ver sección 7.2.4). Por su parte, el Session Initiation Protocol (SIP) con su compañero Session Description Protocol (SDP) es un protocolo de control de sesiones multimedia (ver sección 7.2.7). Con el surgimiento de los estándares de telefonía por paquetes, la necesidad de interconectarse con redes de conmutación de circuitos se realizó por intermedio de pasarelas de medios (media gateways), para las cuales se desarrollaron los protocolos de control MGCP y Megaco (ver sección 7.2.6).

Con el surgimiento de las redes conmutadas de paquetes como redes portadoras para los servicios telefónicos, la UIT expandió el uso de protocolos de señalización ISUP a BICC (ver sección 7.2.5).

Durante la década de 1990 la iniciativa TINA definió una arquitectura neutralmente tecnológica para el control y gestión de servicios y conexión de redes, utilizando conceptos de computación distribuida de objetos. Sin embargo TINA no obtuvo suficiente aceptación entre el sector.

Las redes de telecomunicaciones que soportan la convergencia, se encuentran en la tercera fase del proceso¹³, principalmente bajo el impulso de dos cuerpos de estandarización: la UIT y la ETSI; las cuales han encapsulado el concepto bajo el nombre de redes de próxima generación o NGN.

¹¹ Se entiende aquí por banda ancha un acceso primario ISDN conformado por 30 canales B, cada uno de 64 Kbps; un canal D de 64 Kbps y siendo su velocidad final de 2048Kbits/s (incluyendo un intervalo para alineación de trama)

¹² Este protocolo monitorea y provee información para controlar flujos de datos en tiempo real en redes de conmutación de paquetes.

¹³ Si consideramos como una primera fase los esfuerzos de UIT (BICC, MGCP/Megaco) y de IETF (SIP/SDP) y como una segunda fase la estandarización ETSI TIPPHON y 3GPP.

En las siguientes secciones, se describen con más detalle las iniciativas: ETSI TIPHON (ver sección 6.2), 3GPP (ver sección 6.3), ETSI TISPAN (ver sección 6.4), ETSI OSA (ver sección 6.5) y UIT NGN (ver sección 6.6).

Sin embargo, estos y otros esfuerzos de estandarización (como la iniciativa 4G¹⁴) están en plena evolución y al día de hoy no se pueden considerar suficientemente consolidados.

6.2 ETSI - TIPHON

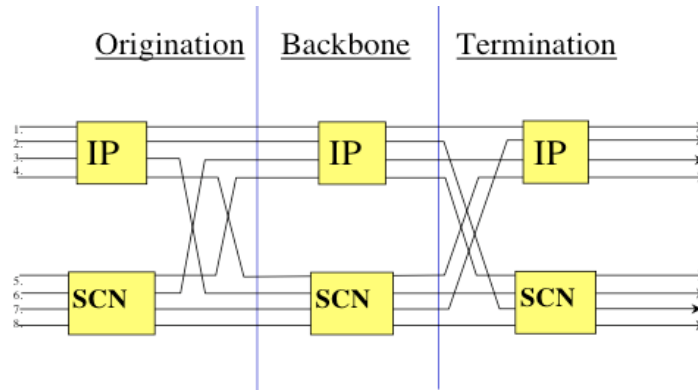
Como ya vimos, la evolución tecnológica asociada con la convergencia ha permitido el surgimiento de técnicas para la transmisión de voz en redes de conmutación de paquetes, así como el surgimiento de protocolos que permiten el establecimiento de comunicaciones de voz entre redes de conmutación de paquetes que pertenecen a diferentes operadores o incluso entre redes de conmutación de circuitos y redes de conmutación de paquetes de diferentes operadores.

Estos escenarios han sido ampliamente estudiados en los cuerpos de estandarización de la ETSI[ETSI TR 101 300] inicialmente por medio del proyecto TIPHON.

El proyecto TIPHON establece diversos escenarios (correspondientes a los números 1 al 8 en el dibujo que se presenta abajo) los cuales corresponden a casos donde la comunicación se origina o bien en redes de conmutación de circuitos (SCN) o en redes conmutación de paquetes de tipo IP (IP). El backbone utilizado puede ser un backbone SCN tradicional o un backbone IP y el destino puede ser una red IP ó SCN. A manera de ejemplo, el caso 8 corresponde al caso tradicional, donde las redes de origen, backbone y destino son redes SCN y el caso 1 corresponde a uno en el que tanto el origen como el backbone y el destino son redes IP. Los casos 2 al 7 corresponden a combinaciones de redes SCN e IP.

¹⁴ 4G se entiende como IMT Avanzado (International Mobile Telecommunications Advanced) como está definido por la UIT-R. Al momento actual, 4G es más una visión que un conjunto definitivo de estándares. Los elementos centrales de esta visión incluyen el uso de nuevas redes de acceso (basadas en OFDMA y el uso de antenas MIMO), un núcleo de red basado completamente en IP (de conformidad con los objetivos trazados por 3GPP2), calidad de servicio orientado a las aplicaciones y nuevos mecanismos de handover. Hay dos tecnologías de acceso que pretenden ser 4G: LTE Avanzado (Long Term Evolution Advanced) y WiMAX móvil el cual está basado sobre el estándar IEEE 802.16e-2005.

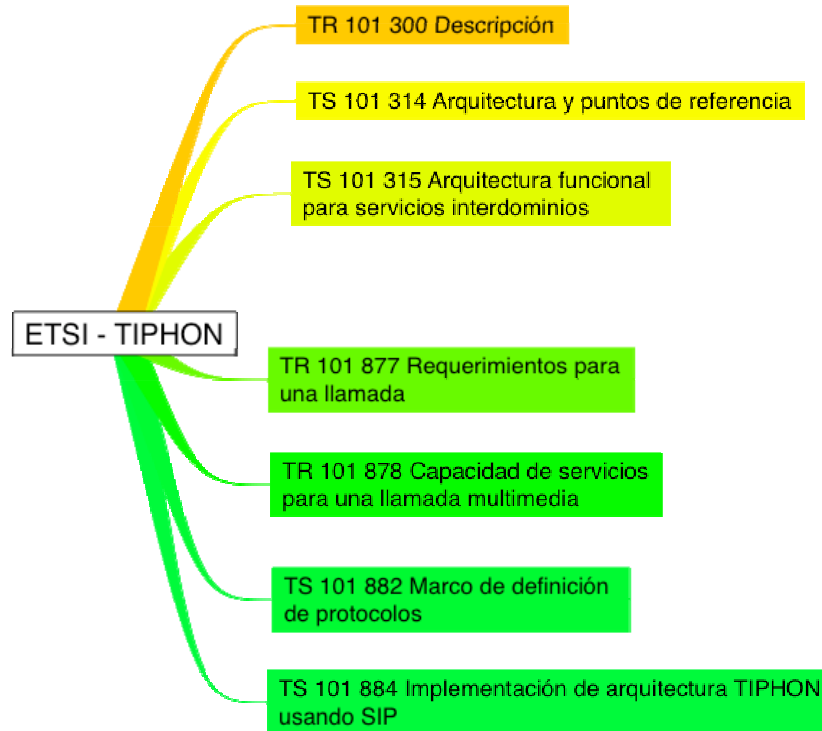
Figura 7: Escenarios de red – Proyecto Tiphon.



Fuente: Figura 2 [ETSI TR 101 300]

Los estándares ETSI TIPHON definieron una aproximación genérica para la telefonía de paquetes, permitiendo que protocolos individuales tales como los que forman parte de la suite H.323, SIP, RTP y Megaco tuvieran un rol definido en una arquitectura unificada. La descripción básica se encuentra en [ETSI TR 101 300]. Existen 225 normas desarrolladas por ETSI para TIPHON. En la figura siguiente se destacan algunas de esas normas, que se consideran relevantes para este trabajo. Sin embargo, TIPHON está subsumido en TISPAN, como se verá más adelante, por lo que la descripción de los estándares de TISPAN (ver sección 6.4) se hará con más detalle.

Figura 8: Algunos estándares ETSI TIPHON



Fuente: Elaboración propia.

6.3 3GPP

El concepto de las redes móviles de segunda generación que incluían GPRS, evolucionó hacia redes de tercera generación. Se estandarizó un modo de conmutación de circuitos (CS) para permitir el acceso de estaciones base de segunda generación pero la red de transporte es basada en conmutación de paquetes (PS). Los servicios de valor agregado basados en CAMEL se incluyen en los estándares 3G por compatibilidad. Los sistemas multimedia IP (IMS) que permiten a los usuarios utilizar aplicaciones utilizando señalización SIP también forman parte de los estándares 3G.

Los estándares 3GPP evolucionaron a partir de los estándares GSM 2G. La iniciativa 3GPP2 busca tener un conjunto de estándares totalmente basada en protocolo IP mediante el uso de estándares de IETF.

El núcleo de los estándares 3GPP está incluido en el cuerpo de estandarización de ETSI – TISPAN, como puede verse en detalle en la sección 6.4

6.4 ETSI - TISPAN

Las iniciativas de TIPHON fueron subsumidas por el proyecto TISPAN [ETSI ES 282001], el cual extiende su ámbito de aplicación a redes fijas y móviles y hace referencia a conceptos y estándares 3GPP.

Adicionalmente, la iniciativa ETSI TISPAN busca armonizar TIPHON con OSA/Parlay. ETSI TISPAN es un concepto de red de próxima generación (NGN), el cual busca [Salina]:

1. Proveer servicios NGN:
 - a. Conversación (llamadas de voz, llamadas de video, *chat*, sesiones multimedia)
 - b. Mensajería (correo electrónico, SMS, EMS, MMS mensajería instantánea)
 - c. Contenido por demanda (navegación, *streaming*, *broadcast*)

2. Soportando tecnologías de acceso:
 - a. 3GPP (GSM/GPRS/EDGE/UMTS/HSPA/LTE)
 - b. DSL fijo
 - c. LAN alámbrico
 - d. LAN inalámbrico
 - e. Cable

En términos de estándares, la estructura de ETSI TISPAN está compuesta por los siguientes grupos de recomendaciones: descripción de NGN, recomendaciones relacionadas con los servicios, adaptaciones de TISPAN a 3GPP IMS, emulación de RTPC y RDSI, subsistema de recursos y admisión de control, subsistema de red adjunta, red de acceso, seguridad, sobrecarga y control de congestión, calidad de servicio y gestión de red. Los grupos de recomendaciones que se encuentran subrayados se consideran relevantes para el objeto de este trabajo y se agrupan conceptualmente a continuación.

Figura 9: Algunos estándares relevantes de ETSI-TISPAN



Fuente: Elaboración propia.

6.5 ETSI - OSA

TINA había introducido un concepto muy importante: el *3rd party service provider*, el cual podía, mediante interfaces estándar, ofrecer servicios. La iniciativa Parlay simplificó los conceptos de TINA para definir un API abierto que se pudiera usar para dar a un proveedor de aplicaciones la posibilidad de hacer uso de conexiones de la red, mensajería y datos de una red móvil. El estándar 3G desarrolló un concepto similar denominado Open Service Access (OSA). Hoy en día, Parlay, OSA y ETSI SPAN¹⁵ han sido armonizados y están publicados como estándares ETSI. No se incluyen en detalle los aspectos de estandarización de ETSI-OSA porque no se consideran

¹⁵ ETSI SPAN es un antecesor de ETSI TISPAN.

relevantes para este trabajo. Esto en razón a que los estándares ETSI-OSA están enfocados en “abrir” la red¹⁶ es decir, en permitir aplicaciones, por ejemplo en un dominio empresarial, que invoquen capacidades¹⁷ de aplicación en la red pública. Un ejemplo, puede ser el uso de servicios financieros móviles.

6.6 UIT NGN

Desde la perspectiva de la UIT, una red NGN se define como [UIT-T Y.2001]: “Red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas 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 de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios”.

En estas redes el factor diferenciador es la separación entre servicios y transporte, la cual se representa mediante dos bloques o extractos de funcionalidad distintos. Las funcionalidades de transporte residen en el *estrato de transporte*¹⁸ y las funciones de servicio relacionadas con las aplicaciones residen en el *estrato de servicio*¹⁹.

¹⁶ Una interfaz abierta se define por medio de un estándar generalmente aceptado.

¹⁷ Estas capacidades pueden ser llamadas de voz y multimedia, mensajería, acceso a contenidos, uso de correo electrónico, etcétera.

¹⁸ El estrato de transporte es la parte de la NGN que proporciona las funciones de usuario que transfieren datos y las funciones que controlan y gestionan los recursos de transporte que transportan dichos datos entre entidades terminales. Puede estar formado por un conjunto complejo de redes de capa, que constituyen las capas 1 a 3 en el modelo de referencia básico OSI de 7 capas. Las funciones de transporte proporcionan la conectividad. Ver: Recomendación [UIT-T Y.2011].

¹⁹ El estrato de servicios es la parte de la NGN que proporciona las funciones de usuario que transfieren datos relacionados con el servicio y las funciones que controlan y gestionan los recursos de servicio y los servicios de red para facilitar servicios de usuario y aplicaciones. Ver: Recomendación [UIT-T Y.2011].

Figura 10: Arquitectura NGN

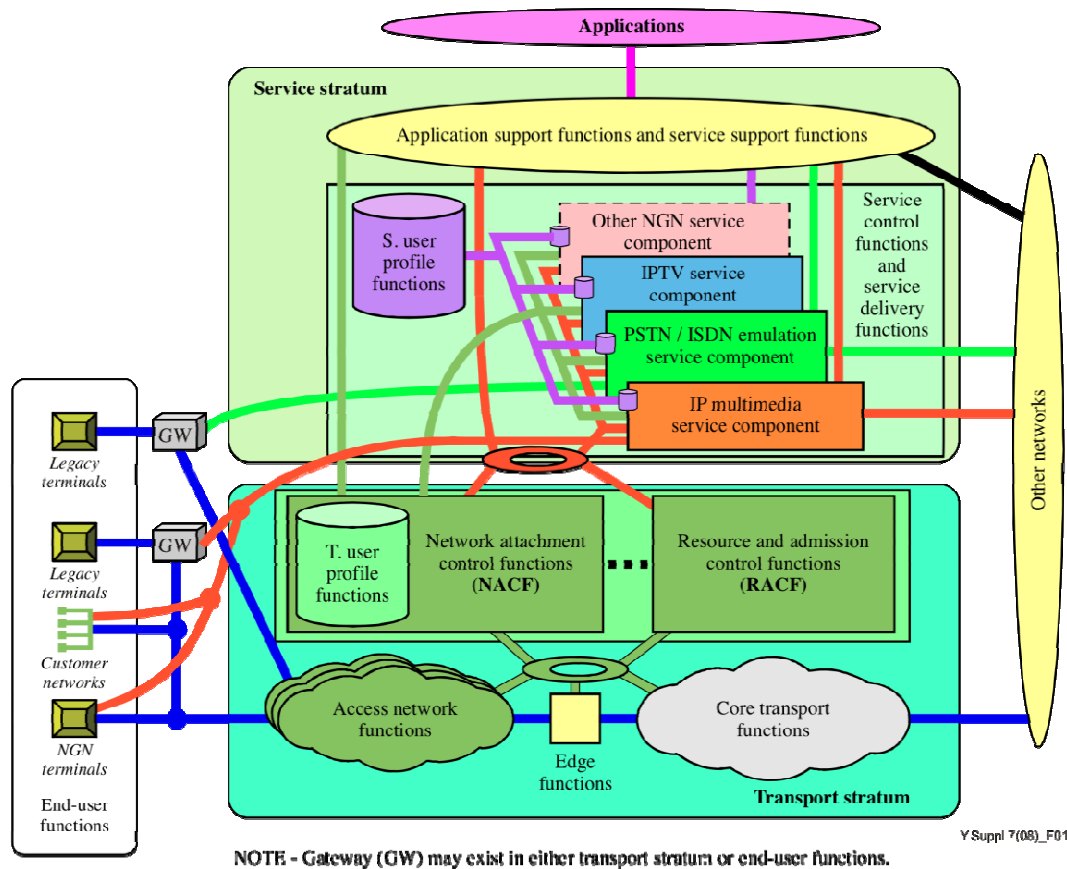


Figure 1 – Transport and service configuration of the NGN

Fuente: Figura 1 [UIT-T Y.Sup 7] NGN Release 2

La capa de servicios incluye un componente denominado "IP multimedia service control" el cual gestiona servicios controlados por SIP, incluyendo el control y entrega de servicios conversacionales en tiempo real. La componente de emulación RTPC/ISDN provee las funcionalidades de red asociadas con el soporte de interfaces y equipos existentes. El release 2 incluye componentes de servicios IPTV y funciones de soporte de movilidad²⁰.

Puede apreciarse en la figura previa, que la capa de transporte incluye tanto funciones de control, como funciones de conectividad. Las funciones de la capa de transporte incluyen tanto las redes de

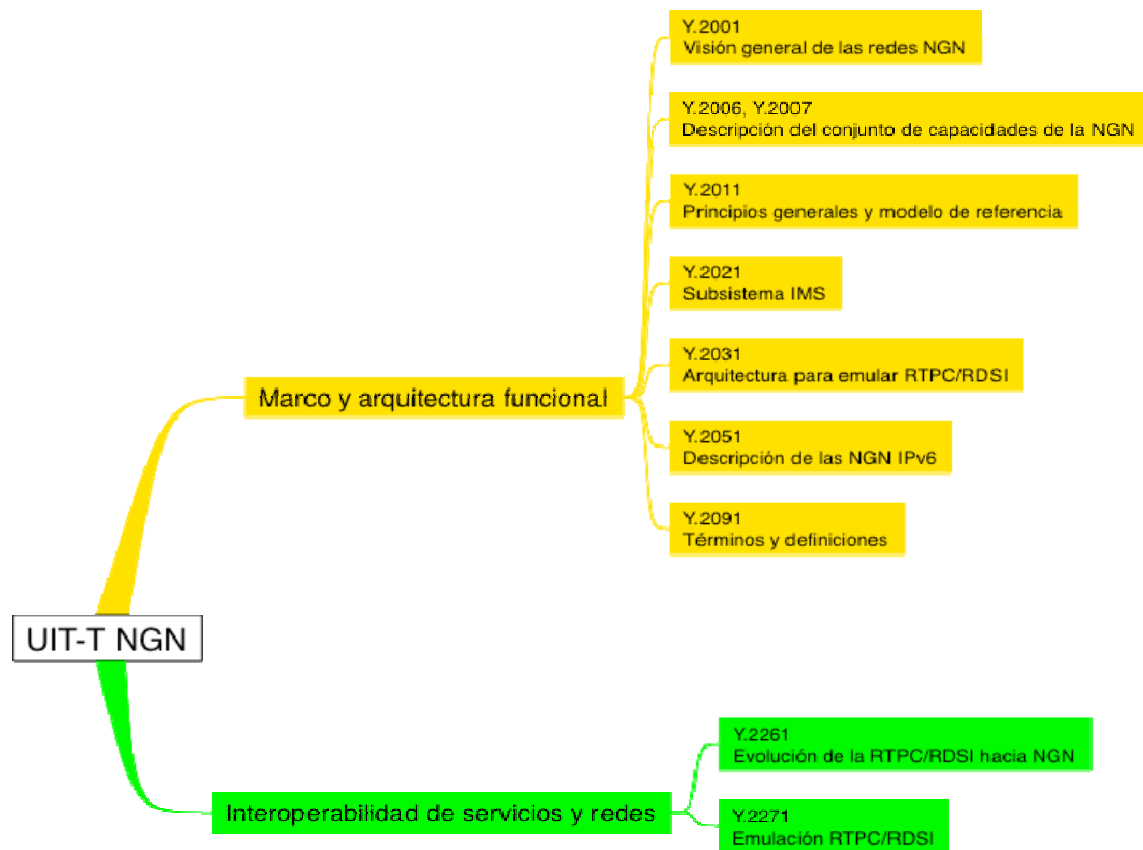
²⁰ Ver [UIT-T Y.Sup 7] : "(...) NGN release 2 is expected to support the following functions:

- all the functionalities of NGN release 1;
- delivery functions for streaming content including multicasting, such as IPTV services;
- mobility support functions, e.g., fixed-mobile convergence (FMC) and seamless handover."

acceso²¹ como el núcleo de las redes de transporte. IMS es utilizado en NGN para soportar tipos de redes de acceso como xDSL y WLAN. En cuanto a los equipos terminales de usuario, se soportan todas las categorías de los mismos²².

Los estándares de la UIT están compuestos de los siguientes grupos de recomendaciones, algunas de las cuales están en desarrollo: Marco y arquitectura funcional del modelo, Calidad del servicio y desempeño, Aspectos de servicio: capacidad de servicios y arquitectura de servicios, aspectos de servicio: interoperabilidad de servicios y redes en NGN, numeración y direccionamiento²³, gestión de red, arquitecturas de control de red y protocolos, seguridad y movilidad generalizada.

Figura 11: Algunos estándares relevantes de UIT-T NGN



Fuente: Elaboración propia

²¹ En cuanto a las redes de acceso, NGN Release 1 establece como uno de sus objetivos admitir servicios y aplicaciones independientemente de la tecnología de acceso de red. Ver recomendación [UIT Y.2201] sección 6.5.

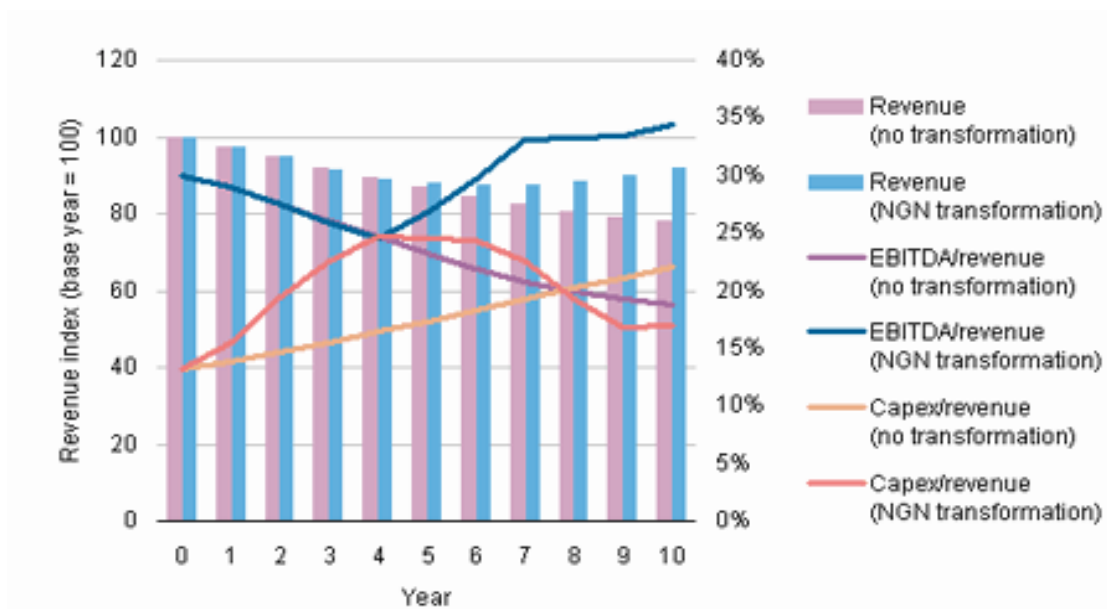
²² Ver [UIT-T Y.Sup 7]: “(...) *All categories of customer equipment are supported in the NGN, from single-line legacy telephones to complex corporate networks. Customer equipment may be either mobile or fixed.*”

²³ Aunque esta parte es relevante para el presente trabajo, la UIT todavía no produce recomendaciones al respecto.

6.7 Migración de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones hacia las redes de próxima generación

Los operadores migran de las redes tradicionales hacia las redes de próxima generación básicamente por dos razones: esperan una reducción del OPEX²⁴ y buscan generar nuevos ingresos²⁵.

Figura 12: Modelo de efectos de una transformación NGN sobre los indicadores financieros de un operador²⁶



Fuente: Analysys Research, 2008 (referenciado por Analysys Mason [Wood])

Estos ingresos nuevos que esperan los operadores, surgen especialmente a partir de inversiones que soportan nuevos servicios. Por ejemplo, en los operadores fijos el acceso a Internet de banda

²⁴ : "...the new architecture [es decir las redes NGN] and the old one has approximately the same CAPEX, whereas OPEX differs significantly (...) the large impact of the next generation on OPEX is clear. In addition the operator need for agility and flexibility is strongly supported". Ver: [Olsson – 2003] pp.140.

²⁵ Ver: [Wood].

²⁶ La figura presenta los ingresos (revenues) de un operador de telecomunicaciones en un escenario en el que no realiza una transformación hacia redes NGN versus el mismo operador considerando que se hace una migración hacia NGN que produzca nuevos ingresos. La figura también representa un cociente entre los costos de capital (CAPEX) y los ingresos asociados a una transformación NGN versus no hacerla. Dicho cociente es mayor en los primeros años en el escenario de transformación NGN, pero es menor en los años siguientes, indicando un uso más eficiente del capital frente a los ingresos cuando se hace una transformación NGN. La figura también muestra la razón entre el EBITDA y los ingresos para los dos escenarios. Se concluye de la figura, que los operadores que hagan transformación hacia NGN deberían ver crecimientos en la razón de EBITDA/ingresos, mientras que los operadores que no lo hagan, enfrentarán un desmejoramiento de su posición financiera.

ancha sobre xDSL o FTTH; o servicios interactivos como IPTV. En los operadores móviles las iniciativas de redes de tercera y cuarta generación que soportan servicios de acceso a Internet.

Como ya vimos, los siguientes desarrollos que ya se encuentran desplegados en redes de PRST en diferentes partes del mundo, se pueden considerar candidatos a redes de próxima generación:

- La telefonía IP, incluyendo H.323 y SIP.
- Las redes de paquetes basadas en protocolos de la UIT-T: ATM y BICC.
- La iniciativa TIPHON de la ETSI.
- La iniciativa TISPAN de ETSI.
- Las redes móviles de tercera generación 3GPP.
- Las redes móviles de tercera generación todo IP 3GPP2.
- Las redes UIT-T NGN.
- Las redes de cuarta generación 4G.

Esto a su vez, ha llevado a la aparición de nuevas formas de interconexión entre diferentes tipos de redes, las cuales ya están en uso en operadores de todo el mundo y corresponde a un caso clásico en el que la tecnología ha evolucionado con mucha más rapidez que la regulación.

7 RECOMENDACIONES INTERNACIONALES APLICABLES SOBRE LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS

En esta sección se identifican, estudian y analizan las recomendaciones internacionales aplicables (UIT, 3GPP, ETSI, IETF) sobre la evolución de los Planes Técnicos Básicos frente a la convergencia, describiendo los temas que se consideren relevantes.

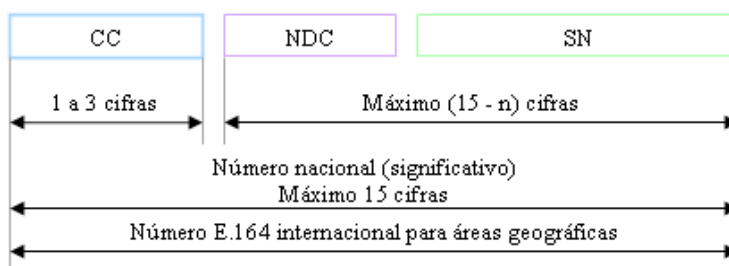
7.1 Plan de Numeración

La recomendación [UIT-T E.164] define un plan de numeración como: *"Un plan de numeración especifica el formato y la estructura de los números utilizados en ese plan. Típicamente consta de cifras decimales, separadas en grupos a fin de identificar elementos específicos utilizados para capacidades de identificación, encaminamiento y tarificación, por ejemplo, a fin de identificar países, destinos nacionales y abonados. Un plan de numeración no incluye prefijos ni sufijos ni información adicional necesaria para completar una llamada. Un plan de numeración nacional es la implementación nacional del plan de numeración E.164 internacional."*

Los planes de numeración a nivel internacional, se basan principalmente en la recomendación [UIT-T E.164]²⁷, la cual proporciona la estructura del número y la funcionalidad de las cuatro categorías de números utilizadas para las telecomunicaciones públicas internacionales: Zonas geográficas, servicios mundiales²⁸, redes y la de grupo de países. Para cada una de esas categorías la recomendación detalla los componentes de la estructura de la numeración y el análisis de cifras requerido para encaminar de manera satisfactoria las llamadas.

La estructura del número E.164 internacional para áreas geográficas, es la siguiente:

Figura 13: Estructura del número E.164 Internacional.



Fuente: Figura 1 [UIT-T E.164]

²⁷ Algunas aplicaciones específicas que están basadas en el plan E.164, pero que difieren en cuanto a su utilización, se definen en Recomendaciones aparte, por ejemplo en la [UIT-T E.168].

²⁸ Por ejemplo los servicios de cobro revertido automático internacional que se detallan en la recomendación [UIT-T E.169].

Donde CC es el indicativo de país para áreas geográficas²⁹, NDC es el indicativo nacional de destino³⁰, SN es el número de abonado³¹, y n es la cantidad de cifras del indicativo de país.

El número nacional significativo (abreviado: N(S)N) se utiliza para seleccionar el abonado de destino³². El campo de código N(S)N contiene un indicativo nacional de destino (NDC) el cual sirve para seleccionar una red de destino³³, seguido por el número de abonado (SN). En algunas aplicaciones nacionales el NDC y el SN pueden estar unidos formando una secuencia de marcación compuesta.

La recomendación [UIT-T E.164] también permite el uso de prefijos los cuales son indicadores que constan de una o más cifras y permiten la selección de diferentes tipos de formato de números, redes y/o servicios. Sin embargo, los prefijos no forman parte del número E.164 internacional y no son señalizados a través de las fronteras internacionales. Por lo tanto, la decisión de señalar o no prefijos entre redes nacionales es un asunto de carácter nacional. En el caso del uso de prefijos nacionales (interurbanos), la recomendación es utilizar el número cero.

La recomendación [UIT-T E.164] también establece un conjunto de prácticas que deben seguir los administradores del plan de numeración³⁴ nacional al momento de hacer un plan nacional de numeración:

“Este plan debe establecerse:

- a) Previendo un gran crecimiento futuro del número de abonados y servicios del sistema nacional;*
- b) Teniendo en cuenta que, finalmente, los abonados de otros países tendrán acceso a la red nacional por medio de procedimientos de marcación internacional;*

²⁹ La combinación de una, dos o tres cifras que identifica a un país determinado, a países de un plan de numeración integrado o a una determinada área geográfica.

³⁰ Un campo de código facultativo a nivel nacional, dentro del plan de telecomunicaciones públicas internacionales, que combinado con el número del abonado (SN), constituirá el número nacional (significativo) del número E.164 internacional para áreas geográficas. El NDC tendrá una función de selección de indicativo de red y/o interurbano.

El NDC puede ser una cifra decimal o una combinación de cifras decimales (sin incluir ningún prefijo) que identifica una zona de numeración dentro de un país (o de un grupo de países incluidos en un plan de numeración integrado o en un área geográfica determinada) y/o red/servicios.

³¹ La porción del número E.164 internacional que identifica a un abonado en una red o zona de numeración.

³² Una persona abonada a un servicio o un punto en que se presta un servicio.

³³ Cada NDC puede tener una de las siguientes estructuras:

- a) un indicativo de red de destino (DN), que puede utilizarse para seleccionar una red de destino que presta servicios a los abonados del destino;
- b) un indicativo interurbano (TC);
- c) cualquier combinación de indicativo de red de destino (DN) e indicativo interurbano (TC).

³⁴ De acuerdo con el suplemento 3 a la serie de recomendaciones Q de la UIT-T, la Administración del Plan de Numeración es la: “Entidad responsable de la administración y asignación de números o bloques de números, en el marco de un plan de numeración nacional.”

c) De tal modo que se llame siempre a los abonados por el mismo N(S)N o SN, asunto éste de la incumbencia de cada país independientemente del lugar de origen de la llamada en el marco del plan de numeración nacional.

El plan de numeración se basará en los planes de numeración existentes aplicables a las redes telefónicas públicas nacionales e internacionales, y evolucionará a partir de ellos.

Cuando múltiples destinos (por ejemplo, EER u operadores de redes) den servicio al área geográfica de la parte llamada, el plan de numeración nacional del país de destino permitirá distinguir entre dichas EER u operadores de redes.

En el formato del plan de numeración se utiliza el conjunto de caracteres decimales de diez cifras, de 0 a 9, que comprende el número del abonado, el número nacional (significativo) y el indicativo de país.

Los prefijos y las demás informaciones relacionadas con la identificación de los procedimientos de selección o de los parámetros de servicio de red (tales como la calidad de servicio o el retardo de tránsito) no forman parte del número.

Un plan de numeración integrado deberá incluir la identificación inequívoca de un país determinado. Además, el número identificará las redes dentro de esos países, si es necesario."

Los cambios significativos en los planes nacionales de numeración deben ser informados con bastante antelación a su realización (la recomendación [UIT-T E.164] sugiere dos años). La Recomendación [UIT-T E.129] proporciona un método normalizado para presentar los planes nacionales de numeración de todos los países.

No se identifican normas ETSI relevantes.

7.2 Plan de Señalización

7.2.1 Introducción a los planes de señalización

La UIT-T no tiene una definición formal para los planes de señalización y tampoco establece una definición [MinCom Decreto 25 - 2002]³⁵. Para aproximarnos al problema, vamos entonces a revisar un conjunto de definiciones base.

Para empezar, es necesario reconocer que la existencia de diferentes sistemas y terminales, así como la interconexión entre las redes de los diferentes proveedores, exige que los requerimientos

³⁵ Sin ser una definición formal el Plan de Señalización de 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] establece en la sección 2.1. que: "(...) El plan prevé la posibilidad de satisfacer las necesidades presentes y futuras del intercambio de señales y otro tipo de información ente diferentes operadores, así como el interfuncionamiento durante el período de transición con redes convencionales que usan sistema de señalización por canal asociado."

técnicos de las señales sean idénticos o, en otras palabras, que se utilicen esquemas de señalización de acceso estandarizados. Pero: ¿Qué es señalización?

La señalización se define como [UIT-T I.112] el *"intercambio de información que concierne específicamente al establecimiento y control de las conexiones y a la gestión en una red de telecomunicaciones."*³⁶

A su vez, un sistema de señalización [UIT-T Q.9] se define como: *"procedimientos para la interpretación y utilización de un repertorio de señales junto con los soportes físico y/o lógico necesarios para generar, transmitir y recibir estas señales."*

Los sistemas de señalización por lo tanto manejan repertorios de señales que no son otra cosa que *protocolos de señalización* [UIT-T Q.9] los cuales se definen como: *"protocolo utilizado para efectuar el intercambio de información de señalización entre usuarios del servicio de la red, o entre centrales y otras entidades de la red";* entendiéndose como *protocolo*³⁷ [UIT-T I.112] el *"enunciado formal de los procedimientos que se han adoptado para asegurar la comunicación entre dos o más funciones dentro de una misma capa de una jerarquía de funciones"*.

Cuando se intercambia información dentro de una red por medio de un protocolo de señalización, es además necesario identificar los usuarios de una forma unívoca. Se requiere por tanto de un *plan de numeración de puntos de señalización* [UIT-T Q.9] definido como una: *"Descripción formal del método para traducir la información de dirección suministrada por el usuario de extremo a extremo en una dirección comprensible por la red de señalización."*

La principal complejidad asociada con los sistemas de señalización es que existe un número creciente de protocolos los cuales son producidos por entidades de estandarización diversas, razón por la cual se requiere garantizar el *interfuncionamiento de la señalización* [UIT-T Q.300], definido como *"La transferencia controlada de la información de señalización a través del interfaz entre sistemas de señalización, siendo idéntico el significado de la información transferida o traduciéndose este significado de una manera determinada"*, resulta ser un asunto crítico para asegurar la interoperabilidad de las redes, entendiéndose *interoperabilidad* como [UIT-T Y.101] la *"Aptitud de dos o más sistemas o aplicaciones para intercambiar información y utilizar mutuamente la información intercambiada"*.

Un plan nacional de señalización, bajo un ambiente de neutralidad tecnológica y convergencia, consiste por tanto en el establecimiento de sistemas de señalización de ámbito nacional, que permitan el interfuncionamiento de la señalización de redes interconectadas, garantizando su interoperabilidad, y que definan la administración del plan de numeración de señalización en un ambiente con múltiples protocolos de señalización.

³⁶ Las Funciones de gestión de la red de señalización [UIT-T Q.9] se definen como: *"Funciones que, a base de datos e información predeterminados sobre el estado de la red de señalización, controlan el encaminamiento del mensaje que se transmite y la configuración de las facilidades de la red de señalización."*

³⁷ Una definición equivalente es dada por la recomendación [UIT-T Q.9]. *"Conjunto de reglas y formatos que rigen el intercambio de información (de señalización o datos) entre dos entidades pares"*.

7.2.2 Señalización MFC/R2

Históricamente, la señalización ha estado íntimamente ligada con la evolución de las redes telefónicas y posteriormente con las redes de telecomunicaciones. En los comienzos de la digitalización de las redes telefónicas, en la década de 1980, los sistemas de señalización utilizaban mayoritariamente el protocolo de señalización Multi-Frequency Compelled R2, el cual era una combinación de señalización de registro (MFC) y de línea (R2). El método de señalización MFC consistía en el uso de señales codificadas mediante la presencia de dos tonos específicos espaciados en intervalos de 120 Hz; utilizados para señales hacia delante y hacia atrás. Existían seis tonos diferentes que componían el código, por lo que había 15 combinaciones conformadas por dos tonos, uno para cada sentido de transmisión (A a B y B a A); lo que permitía el uso de 10 señales para los dígitos 0 a 9 y 5 señales adicionales para propósitos de supervisión. Las señales de registro estaban definidas en la recomendación [UIT-T Q.400-Q.490] pero tenían adaptaciones nacionales. Las señales de línea eran bits ABCD de la señalización asociada al canal (CAS) en el intervalo de tiempo 16 de un E1. Las combinaciones de los bits ABCD representaban los estados de la línea, en forma similar a los estados de una línea análoga y estaban definidas en la recomendación [UIT-T Q.400-Q.490].

7.2.3 Señalización SS7

A finales de la década de 1980 se hizo uno de los más importantes esfuerzos de estandarización realizados por la UIT: el sistema de señalización No. 7, muchas veces denominado simplemente SS7 [UIT-T Q.700 a Q.788], [Modarresi & Skoog]. El SS7 permitió la creación de redes de conmutación de circuitos robustas y de alta disponibilidad, mediante el uso de un *sistema de señalización por canal común*³⁸ que permitía que tanto nodos de conmutación de circuitos como nodos orientados a transacciones tales como los puntos de control de servicios (SCP) intercambiaran información de servicio y control [Hanrahan].

Conceptualmente, la estructura en capas del protocolo SS7 fue influenciada por el modelo de referencia OSI, para el intercambio de información entre usuarios en un sistema de comunicación. El modelo OSI divide el protocolo en siete bloques funcionales, agrupados a su vez en dos conjuntos: La *parte de transferencia de mensajes o MTP*³⁹ y la *parte de usuarios*⁴⁰.

³⁸ La señalización por canal común [UIT-T U.140] se define como: “*Método de señalización en el que la información de señalización relativa a una multiplicidad de circuitos se transmite por un solo canal mediante mensajes etiquetados.*”

³⁹ La MTP está compuesta por los tres niveles más bajos del modelo OSI, conocidos como, capa física, capa de enlace y capa de red. La MTP se encarga de transferir de manera confiable la información de señalización a través de la red SS7 y tiene la habilidad de reaccionar ante fallas de la red para asegurar dicha transferencia.

- Funciones del enlace de datos de señalización. (Capa 1. Física): Define las características físicas, eléctricas y funcionales del enlace digital de señalización.
- Funciones del enlace de señalización. (Capa 2. Enlace): Asegura la correcta transmisión extremo a extremo de un mensaje a través del enlace de señalización. El nivel 2 también implementa el control de flujo, validación de la secuencia de mensajes y chequeo de errores. Cuando un error ocurre sobre un enlace, el mensaje es retransmitido.
- Funciones de red de señalización. (Capa 3. Red): Provee el enrutamiento del mensaje entre Puntos de Señalización de la red SS7. El nivel 3 de la MTP re-enruta el tráfico cuando ocurren fallas sobre los enlaces o PS, además controla el tráfico cuando ocurre congestión.

⁴⁰ Los usuarios de la MTP son la Parte de Usuario Telefónico (TUP), Parte de Usuario ISDN (ISUP), Parte de

Figura 14: Relación entre el modelo OSI y el protocolo SS7

Fuente: Adaptado de [Modarressi & Skoog]

Debido al éxito del protocolo SS7, los planes nacionales de señalización, se convirtieron en adaptaciones nacionales del estándar SS7, las cuales introducían "sabores" locales del protocolo y garantizaban el interfuncionamiento de la señalización con redes heredadas⁴¹.

En el contexto de las redes SS7, una *red de señalización* [UIT-T Q.9] es la "Red utilizada para transferir mensajes de señalización y constituida por puntos de señalización y conectados entre sí por enlaces de señalización". Si estableciéramos una analogía con un ser vivo, las redes de señalización equivaldrían a su sistema nervioso.

Una arquitectura de red SS7, al ser un sistema de señalización por canal común, tiene una red de señalización, independiente de la red de voz, compuesta por dos tipos de nodos: *Puntos de señalización*⁴² (SP) y *puntos de transferencia de señalización*⁴³ (STP). Los nodos son conectados por enlaces de señalización que son canales de señalización bidireccional que permiten

Control de la Conexión de Señalización SCCP y Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción (TCAP). La Parte de Usuario más utilizada es la ISUP ya que provee las funcionalidades de TUP y DUP, además de soportar servicios ISDN.

- Parte de Usuario Telefónico. (TUP): La TUP soporta el establecimiento y liberación de llamada, pero solo puede manejar circuitos análogos. En muchas partes TUP fue rápidamente remplazado por ISUP para el manejo de llamadas.
- Parte de Control de Conexión de Señalización. (SCCP): La SCCP proporciona servicios de red orientados a la conexión y no orientados a la conexión, así como capacidades de Traducción de Título Global (GTT). Un título global es una dirección (ej. número 9800, número de tarjeta llamante, número de identificación de suscriptor móvil) el cual es traducido por la SCCP en un Código de Punto y número de subsistema. El número de subsistema identifica una aplicación en el SP de destino. SCCP es usado como capa de transporte para los servicios basados en TCAP.
- Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción. (TCAP): TCAP soporta el intercambio de información no relacionada con circuitos entre aplicaciones de la red SS7 usando el servicio no orientado a la conexión de la SCCP. La TCAP puede ser usada por una aplicación en un nodo para invocar la ejecución de un procedimiento en otro nodo e intercambiar los resultados de dicha invocación.
- Parte de Usuario ISDN. (ISUP): La ISUP define el protocolo usado para establecer, manejar y liberar los circuitos de voz y datos usados en llamadas RDSI y no-RDSI. Sin embargo, las llamadas que se originan y terminan en la misma central no utilizan señalización de ISUP.

⁴¹ Se entiende en este contexto una red heredada, como una red que había sido diseñada e implementada con anterioridad a la introducción a las centrales digitales y a las redes SS7.

⁴² Punto de señalización [UIT-T Q.708] "Nodo de una red de señalización que origina y recibe mensajes de señalización, transfiere mensajes de señalización de un enlace de señalización a otro, o efectúa ambas operaciones."

⁴³ Punto de transferencia de señalización [UIT-T J.177] "Nodo de una red SS7 que encamina mensajes de señalización dependiendo de su dirección de destino. Es, básicamente, la conmutación de paquetes en SS7. También puede prestar servicios de encaminamiento adicionales como traducción del título global (GTT, global title translation)."

mecanismos de comparación de carga⁴⁴. Por razones de redundancia suele haber entre dos nodos más de un enlace de señalización. Un grupo de enlaces entre dos nodos específicos, constituye un conjunto de enlaces que puede contener hasta un máximo de 16 enlaces. Una central puede cumplir funciones tanto de SP como de STP. Los SP y STP se identifican mediante un *código de punto de señalización*⁴⁵.

A nivel internacional los códigos de punto de señalización tienen un formato de código binario de 14 bits, el cual tiene la siguiente distribución:

Figura 15: Estructura de los códigos de punto de señalización internacionales



Fuente. Figura 1 [UIT-T Q.708]

Las redes SS7 manejan dos *modos de señalización*⁴⁶. En el modo asociado de señalización, los mensajes referentes a una determinada *relación de señalización*⁴⁷ entre dos puntos de señalización adyacentes son transferidos por un conjunto de enlaces que interconecta directamente esos puntos de señalización. El modo cuasiasociado es un caso limitado del modo no asociado en el cual el trayecto seguido por un mensaje a través de la red de señalización está predeterminado y, en un instante de tiempo dado, es fijo.

Estas diferentes relaciones de señalización se ilustran en la figura siguiente.

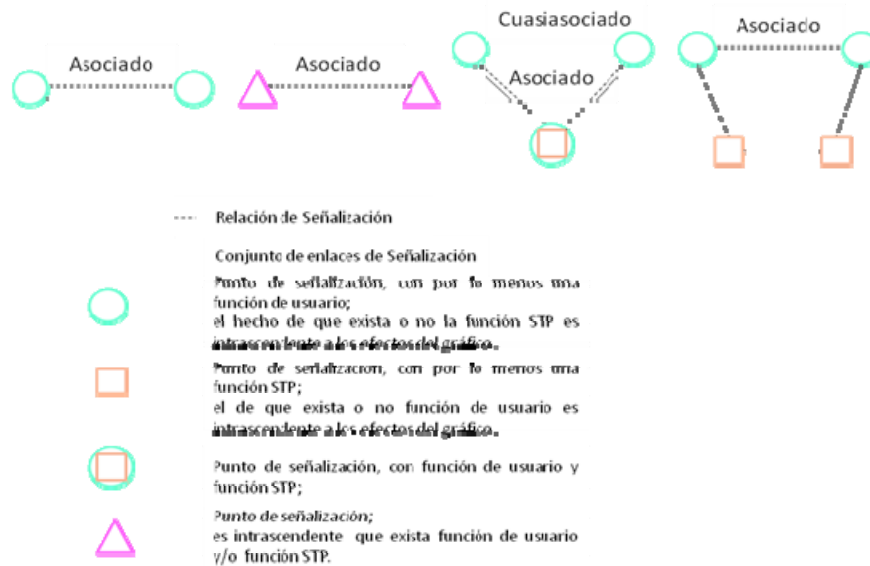
⁴⁴ Comparación de carga [UIT-T Q.9]: “Proceso por el cual el tráfico de señalización se distribuye entre dos o más rutas de señalización o de mensajes para que la carga se distribuya por igual o por razones de seguridad.”

⁴⁵ Código de Punto de señalización [UIT-T Q.708] “Código utilizado para identificar un punto de señalización y procesado en la parte transferencia de mensaje (MTP) de cada punto de señalización y entre los usuarios de la MTP.”

⁴⁶ El término “modo de señalización” [UIT-T Q.700] hace referencia a la asociación entre el trayecto seguido por un mensaje de señalización y la relación de señalización a la que se refiere el mensaje.

⁴⁷ Relación de señalización [UIT-T Q.9]: “Relación formada por dos puntos de señalización que comprende la posibilidad de intercambiar información entre funciones de partes de usuario correspondientes.”

Figura 16: Modos de señalización en redes SS7



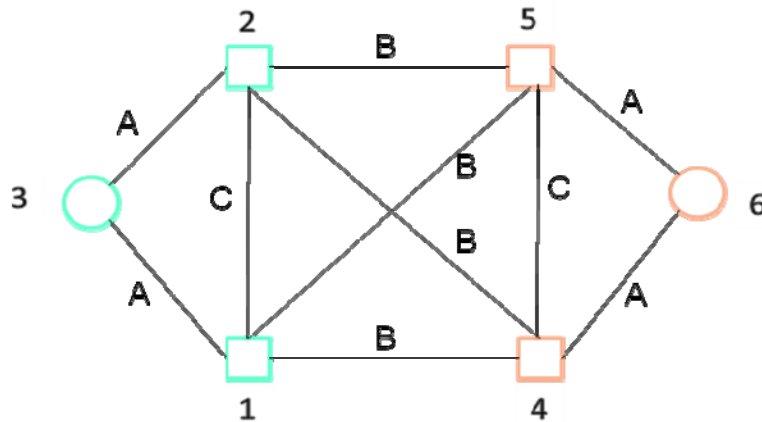
Fuente: Figura 1 [UIT-T Q.700]

De esa manera se conforman *rutas de señalización*, definidas [UIT-T Q.9] como: "Trayecto predeterminado descrito por una sucesión de puntos de señalización que pueden ser atravesados por mensajes de señalización enviados por un punto de señalización hacia un punto de destino específico."

Las redes de señalización son sistemas de misión crítica. Una falla en la red de señalización puede causar una interrupción total de las comunicaciones entre los nodos de red involucrados. La topología de las redes de señalización en las interconexiones, en general es definida mediante la libre negociación de las partes, sin embargo, uno de los patrones de red más utilizados por su habilidad para lidiar con fallas en los enlaces de señalización o en los nodos sin que se degrade el desempeño de toda la red es la denominada: *QUAD* [Hanrahan]. La topología en forma de QUAD consiste de dos pares de PTS conectados por cuatro enlaces (denominados B en la figura de abajo). Cada PS está conectado a un par de PTS por medio de dos enlaces (denominados A en la figura de abajo). Adicionalmente cada par de PTS están conectados por medio de un enlace (denominados C en la figura de abajo), formando un *mated pair*⁴⁸. Por facilidad conceptual, supongamos que los nodos 1, 2 y 3 son de un operador X y los nodos 4, 5 y 6 son de un operador Y. Los enlaces B son los enlaces de interconexión de señalización entre los operadores X y Y.

⁴⁸ Un *mated pair*, es la expresión usada en inglés para indicar un par acoplado.

Figura 17: Red SS7 con topología tipo *QUAD*.



Fuente: Adaptado de [Hanrahan]

Por supuesto que en el mundo real, típicamente hay más de dos operadores interconectados, más de 4 PTS en una relación de interconexión y además cada PTS puede soportar decenas o centenares de PS. Esto constituye una *red de señalización nacional*⁴⁹.

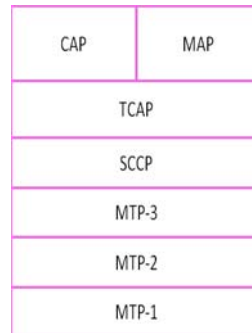
Ya se mencionó que SS7 permite capas de aplicación del protocolo que están *orientadas a conexión*⁵⁰ como la que soporta ISUP, y *no orientadas a conexión*⁵¹. Dentro de los servicios no orientados a conexión están los servicios orientados a transacción, los cuales permiten soportar grandes volúmenes de *queries* a bases de datos o invocaciones de operación remota. Ejemplos de protocolos orientados a las aplicaciones transaccionales son INAP utilizado para aplicaciones de red inteligente, CAP (la versión para redes móviles de INAP) y MAP utilizado en las redes móviles para hacer *queries* al HLR y al VLR. Estas operaciones son soportadas sobre TCAP y MAP como puede verse en el dibujo siguiente [Hanrahan].

⁴⁹ Definida por la UIT como: “Red utilizada para la señalización que consiste en puntos de señalización nacional y los enlaces de señalización por canal común que los conectan incluido el punto de señalización nacional de la central de cabecera conectada a la red de señalización internacional.” Fuente: UIT-T Glos. VI.7 VI.8, VI.9 (88).

⁵⁰ Orientado a conexión [UIT-T Q.2391] se define como: “Modo de transferencia de información en el que se establece una conexión entre los usuarios de extremo antes de transferir la información. Compárese con el modo sin conexión.”

⁵¹ No orientado a conexión [UIT-T Q.2391] se define como: “Modo de transferencia de información en el que se transfieren bloques de datos que son individualmente direccionados y encaminados a su destino. Compárese con orientado a conexión.”

Figura 18: Pila de protocolos SS7 orientados a transacción

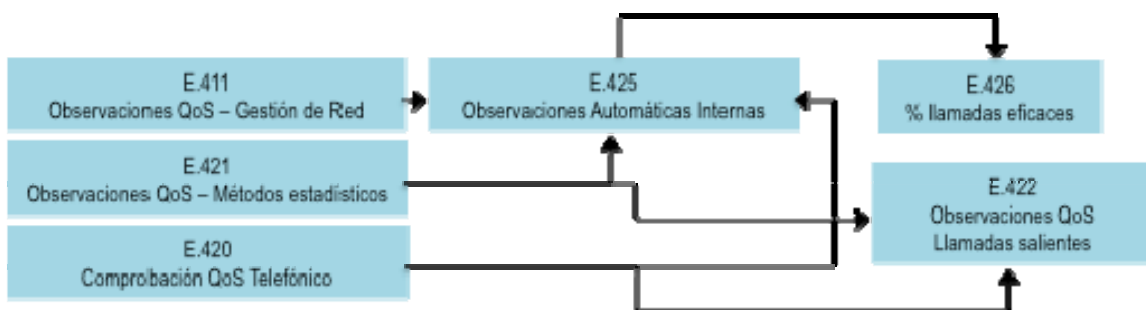


Fuente: Adaptado de [Hanrahan]

Las redes SS7 se convirtieron en un estándar de factor de la industria; facilitaron la liberalización de los mercados de telecomunicaciones gracias a que proporcionaban los elementos que permitían una interconexión confiable entre los operadores y permitían una medición estandarizada de la calidad del servicio de las redes interconectadas.

Efectivamente, la UIT desarrolló un conjunto de recomendaciones (de las cuales destacamos: [UIT-T E.411], [UIT-T E.420], [UIT-T E.421], [UIT-T E.422], [UIT-T E.425], [UIT-T E.425] y [UIT-T E.426]) encaminadas a la medición de la calidad del servicio internacional, pero con plena aplicación en redes nacionales, y que permiten medir la calidad de servicio de una red interconectada utilizando la información implícita en el protocolo de las redes SS7.

Figura 19: Algunas recomendaciones UIT-T que permiten la medición de calidad de servicio utilizando información del protocolo de las redes SS7.



Fuente: Elaboración propia

A manera de ejemplo, utilizando los valores de causa de liberación de llamada presentes en los mensajes de liberación de una red SS7, es posible establecer con precisión las causas de falla de una llamada en una red interconectada, como puede verse en la tabla siguiente (adaptada del cuadro 4 de [UIT-T E.422]).

Tabla 2: Observaciones de calidad de servicio en llamadas telefónicas basadas en SS7-ISUP

Observaciones de la Calidad de Servicio en Llamadas Telefónicas (Sistema de señalización N.º 7 – ISUP)					
Central Origen _____		Central Destino _____			
Haz de Circuitos _____		Circuitos de Enlace _____			
Periodo del _____ al _____		Horas de las Observaciones _____			
Categoría	Número			Porcentaje	
	CV	Subtotal	Total	Subtotal	Total
D1. LLAMADAS FRUCTUOSAS					
D2. LLAMADAS INFRUCTUOSAS: CLASE NORMAL (CV 1 a 15, 17 a 31)					
<i>D.2.1 Debido al Cliente</i>					
2.1.1 Usuario ocupado	17				
2.1.2 No contesta ningún usuario	18				
2.1.3 No hay respuesta del usuario	19				
2.1.4. En esta categoría también se deben incluir, el número total de llamadas que terminaron por valor de causa "16" (Normal call clearing) pero que tuvieron un tiempo de conversación igual a cero.					
<i>D.2.2 Debido al cliente y/o a la red</i>					
2.2.1 Número no atribuido	1				
2.2.2 Ninguna ruta hacia el destino	3				
2.2.3. Envío de tono de información especial	4				
2.2.4 Llamada rechazada	21				
2.2.5 Número cambiado	22				
2.2.6 Destino fuera de servicio	27				
2.2.7 Dirección incompleta	28				
2.2.8 Facilidad rechazada	29				
2.2.9 Normal no especificado	31				
D.3 LLAMADAS INFRUCTUOSAS: CLASE DE RECURSO NO DISPONIBLE (CV 34 a 47)					
3.1 Ningún circuito disponible	34				
3.2 Red fuera de servicio	38				
3.4 Fallo Temporal	41				
3.4 Congestión del equipo de conmutación	42				
D.4 LLAMADAS INFRUCTUOSAS: CLASE DE SERVICIO U OPCIÓN NO DISPONIBLE (CV 50 a 63)					
D.5 LLAMADAS INFRUCTUOSAS: CLASE DE SERVICIO U OPCIÓN NO APLICADO (CV 65 a 79)					
D.6 LLAMADAS INFRUCTUOSAS: CLASE DE MENSAJE NO VÁLIDO (CV 87 a 95)					
D.7 LLAMADAS INFRUCTUOSAS: CLASE DE ERROR DE PROTOCOLO (CV 102 a 111)					
D.8 LLAMADAS INFRUCTUOSAS: CLASE DE INTERFUNCIONAMIENTO	127				
D.9 NÚMERO TOTAL DE LLAMADAS SUPERVISADAS (Categorías 1 a 8)					
D.10 NÚMERO TOTAL DE MENSAJES ACM					

Fuente: Adaptado de Cuadro 4 [E.422]

El procedimiento anterior funciona siempre y cuando los valores de causa de liberación de llamada hayan sido estandarizados entre los elementos de red interconectada, lo cual en general requiere una revisión nacional de la norma [UIT-T Q.850].

7.2.4 La suite de protocolos H.323

Los protocolos H.323, conforman una suite⁵². En esencia H.323 es tanto un número de una recomendación de la UIT-T [UIT-T H.323] como el nombre común que se usa para designar una arquitectura de telefonía y comunicaciones multimedia basada en redes de paquetes. El estándar nació como una aplicación específica para redes de área local (LAN) interfaccionando con terminales RTPC y evolucionó hasta soportar conmutación de llamadas entre redes de conmutación de circuitos y redes de conmutación de paquetes, por lo que es un verdadero estándar multimedia que soporta conferencias con comunicaciones de voz, datos y video. Es además un protocolo perfectamente adaptado para uso en redes IP.

El direccionamiento en los sistemas de comunicaciones H.323 reconoce tres tipos de direcciones:

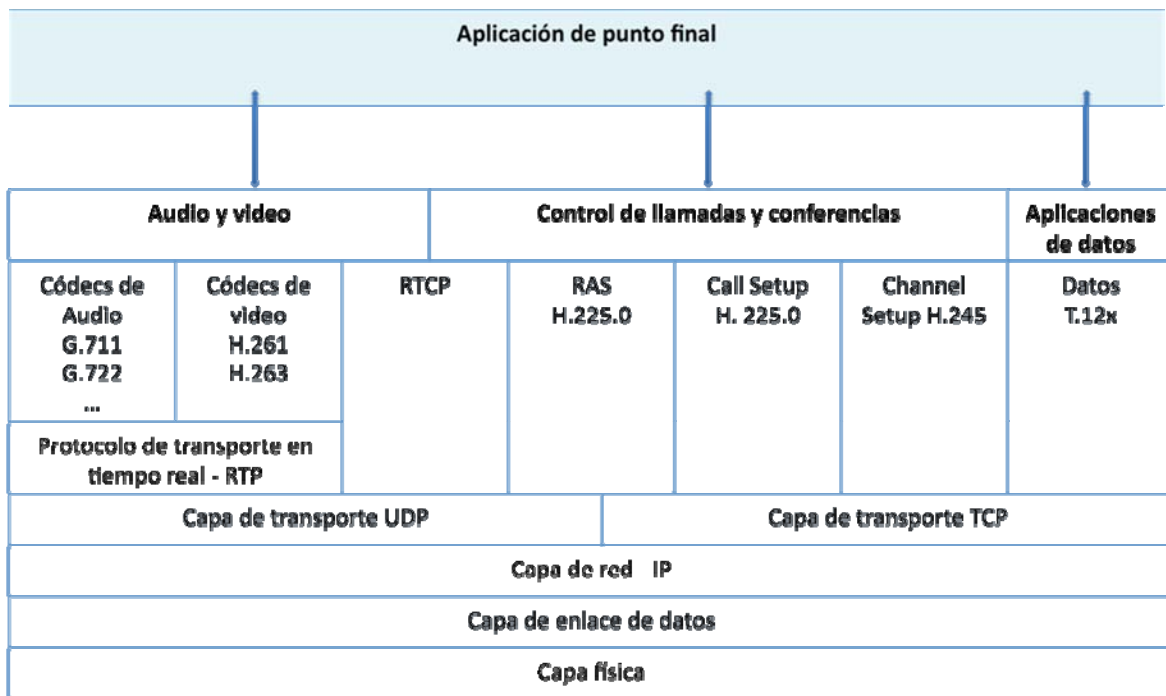
- ✓ Un alias. En telefonía VoIP se debe tener un número E.164 [UIT-T E.164] que pueda ser accesado desde cualquier teléfono. Una llamada originada desde una RTPC y que finalice en un terminal H.323 lleva un número de la parte llamada en formato E.164. Dentro de la red de paquetes, el número no tiene significado y es por tanto un alias.
- ✓ Una dirección de red. La dirección de un punto final o un controlador de acceso⁵³ (gate keeper) dentro de la red de paquetes.
- ✓ Una dirección de transporte. La combinación de la dirección de red y el identificador del destino en las capas superiores, llamado el punto de acceso a servicios de transporte (TSAP). En una red IP este número correspondería a la dirección IP más el número del puerto.

La pila de protocolos de H.323 se presenta en la figura siguiente.

⁵² Se denomina una suite, porque su estudio abarca numerosas recomendaciones de la UIT-T. Las principales: H.323, H.225.0, H.245 y H.248.1.

⁵³ Los controladores de acceso traducen por tanto el alias en una dirección de red.

Figura 20: Modelo de protocolo H.323.



Fuente: Adaptado de [Hanrahan]

En el dibujo de arriba el protocolo de capa de red IP está soportado por los protocolos de capa baja (capa física y enlace de datos). Algunos protocolos de las capas superiores requieren de transporte confiable, por lo que usan TCP o SCTP en la capa de transporte, para otros como *streaming* de audio y video que utilizan RTP es suficiente con UDP. La entidad de capa superior debe estar identificada por un número de puerto.

Las aplicaciones de punto final utilizan tres tipos de interfaces: control de llamada y conferencia, *stream* de medios y, aplicaciones de datos.

La parte de control de llamada y conferencia utiliza tres protocolos, primero la parte de registro admisión y estatus (RAS) de [UIT-T H.225-0] es utilizada por los terminales para registrarse con el controlador de acceso y ser admitidos en una llamada. Luego la señalización de establecimiento de llamada utiliza la parte de [UIT-T H.225-0] que está basada en [UIT-T Q.931] aunque algunos mensajes de [UIT-T Q.931] no se utilizan. Finalmente un protocolo de canal lógico definido en [UIT-T H.245] se utiliza para negociar el uso y las capacidades del canal. Los canales lógicos se identifican con enteros del 0 al 65535, son unidireccionales y no están asignados (excepto el canal cero que se utiliza como canal de control).

Las interfaces para *streaming* de audio y video son las conexiones de señal con los códecs. Estos códecs siguen estándares UIT como el códec [UIT-T G.711] de 64 Kbps o el códec [UIT-T G.729] de 8 Kbps. Los códecs de video, cuando se usan, siguen estándares UIT como el códec [UIT-T H.261] y

[UIT-T H.263]. El protocolo RTP soporta la reconstrucción de las señales en tiempo real dentro de restricciones que se monitorean en tiempo real para el retardo y la variación en el retardo.

Las interfaces para aplicaciones de datos, soportan el intercambio de datos en ambientes de conferencia, es decir, una vez que el establecimiento de la llamada ha sido completado, es posible abrir canales de datos entre los puntos finales.

El protocolo H.323 tiene, por tanto, capacidades plenas de control de llamadas y puede ser utilizado en una interconexión. Adicionalmente y como ya vimos, H.323 fue recogido en los estándares ETSI de TIPHON y posteriormente de TISPAN.

7.2.5 El protocolo BICC

La UIT desarrolló el protocolo BICC, especificado en la recomendación [UIT-T Q.1901] y su objetivo básico es la adaptación de la parte usuario de la RDSI (PU-RDSI) de banda angosta necesaria para soportar los servicios de la RDSI de banda angosta con independencia de las tecnologías de portador y de transporte del mensaje de señalización utilizados. Existe una fuerte similitud entre los mensajes de ISUP y BICC, lo cual fue intencional para hacer más simple la transferencia de señales entre redes de circuitos y redes de paquetes.

BICC es un protocolo que posee capacidades plenas de control de llamadas y puede ser utilizado en una interconexión. Sin embargo, contrariamente a SIP y H.323, BICC no forma parte de los estándares ETSI TIPHON ni TISPAN y en general su trayectoria de evolución tecnológica no es clara (ver figura 6).

7.2.6 El protocolo MGCP/Megaco

Existe también el protocolo denominado MEGACO o H.248 [UIT-T H.248], el cual soporta el control de un Media Gateway (traducido en español como pasarela de medios) por parte de un Media Gateway Controller. Como ya se vio, este protocolo es importante en el desarrollo conceptual de las arquitecturas ETSI TIPHON, ETSI TISPAN y 3GPP. Sin embargo, MEGACO es un protocolo que se maneja a lo interno de las redes de los operadores y no forma parte de la interconexión. Por tal razón no será descrito en detalle.

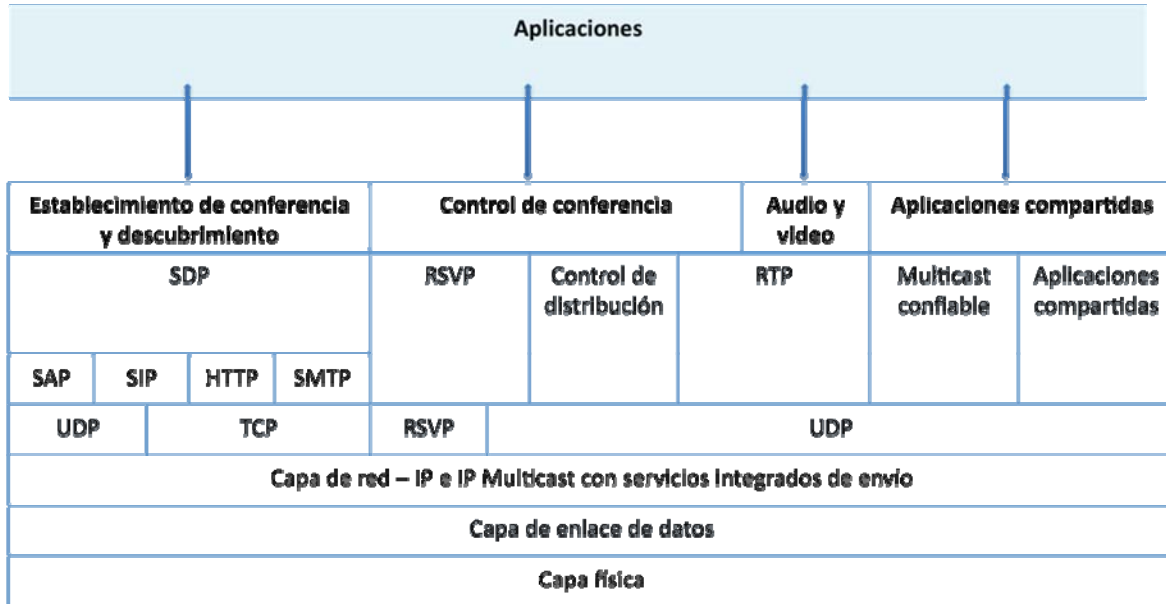
7.2.7 La suite de protocolos *Internet Multimedia Conferencing Architecture* y el protocolo SIP

Otra "suite" de protocolos para voz sobre redes IP y comunicaciones multimedia son denominados *Internet Multimedia Conferencing Architecture* [Handley et Al – 1999]. La arquitectura que soporta estos protocolos se basó en la premisa de que aun cuando el Internet no fue diseñado para transporte de señales en tiempo real, había una expectativa de mejoras que permitirían el transporte de audio y video de calidad aceptable, para audiencias que podían ser pequeñas o muy grandes, por medio de un mecanismo denominado IP-Multicast.

Dicha arquitectura, como suite de protocolos, está pensada para sobreponerse a las limitaciones de las redes de mejor esfuerzo para el establecimiento y control de conferencias multimedia y el control

del flujo de *streaming* de audio y video. La siguiente figura muestra los protocolos constitutivos y sus relaciones.

Figura 21: La arquitectura *Internet Multimedia Conferencing*



Fuente: Adaptado de [Hanrahan]

La capa de red es una red IP con capacidad de *multicast*. La red IP está soportada con capacidades para manejo de calidad de servicio como RSVP o DiffServ. De igual manera que en el caso de H.323, los protocolos que requieren transporte confiable utilizan TCP en la capa de red y los que no, utilizan UDP.

Los flujos de audio y video son transportados utilizando RTP y RTCP. El multicast confiable intenta proveer una entrega de paquetes ordenada y libre de duplicados.

El grupo de establecimiento de conferencias y descubrimiento consiste de un conjunto de protocolos. El protocolo de descripción de sesión (SDP) provee una convención para describir los detalles de una conferencia⁵⁴. El protocolo de anuncio de sesión (SAP) informa a los participantes potenciales que la conferencia va a llevarse a cabo. El protocolo de Iniciación de sesión (SIP), el cual es actualmente la base para el control de llamadas de VoIP y llamadas multimedia en las redes 3G, soporta la creación, modificación y terminación de sesiones multimedia y multiparte. Como tal SIP no provee servicios sino que habilita la transferencia de información de control de servicios.

Los estándares de *Multicast* asociados con *Internet Multimedia Conferencing Architecture* continúan en desarrollo, pero los protocolos de transporte (RTP/RTCP) y de control de sesión asociados (SIP y SDP) se convirtieron en una aproximación importante para telefonía y conferencias multimedia en redes IP.

⁵⁴ SDP permite que un usuario defina los detalles de una sesión multimedia: por ejemplo el creador de la sesión, información acerca de la sesión y su hora de programación, así como los códecs a utilizar; de manera que las partes involucradas puedan lograr acuerdos sobre esos detalles.

El protocolo SIP está especificado por la IETF [IETF – RFC3621] y ha tenido gran aceptación. Existen dos tipos de mensajes en SIP: solicitudes y respuestas. Todos los mensajes de SIP se componen de tres partes: una línea de comienzo, un encabezado del mensaje y un cuerpo de mensaje que es opcional. Las líneas de comienzo, en el caso de los mensajes de solicitud están compuestos por el método a ser invocado⁵⁵; el usuario o servicio al cual se dirige el mensaje, denominado URI⁵⁶; y la versión del protocolo. El formato de respuesta contiene a su vez la versión del protocolo y un código de estatus. Los encabezados se codifican de conformidad con [IETF RFC822]⁵⁷. El cuerpo del mensaje es transparente para cualquier nodo intermedio, los cuales no lo procesan. Se permiten numerosos tipos de información que puede transportarse en el cuerpo del mensaje como por ejemplo un documento codificado usando XML.

El protocolo SIP es independiente de la red subyacente en las capas más bajas o del tipo de transporte de las redes. Eso significa que una sesión puede iniciarse, por ejemplo, a través de una red IP o de una red ATM y puede usar diferentes capas de transporte tales como UDP o TCP.

Como vimos previamente, SIP/SDP fue recogido en los estándares ETSI de TIPHON y posteriormente de TISPAN; y es un protocolo que tiene plenas capacidades para establecer el control de una llamada por lo que puede ser utilizado en una interconexión. Sin embargo, aún considerando su gran aceptación, el hecho es que SIP tiene “sabores” y para 2007 [Hanrahan], pp 178: “(...) *Over 30 companion specification to SIP have been published(...)*”. Eso genera dificultades prácticas para el uso de SIP en las interconexiones, a menos que se establezca con claridad el estándar. En tal sentido se sugiere el uso de la norma [ETSI ES 283 003], la cual especifica el protocolo [ETSI TS 124 403] y unifica con [3GPP TS 24.229 (Release 7)] adaptándolo para los requerimientos de TISPAN NGN; o el uso de [IETF – RFC3621] y sus normas complementarias ya citadas. La UIT no tiene todavía una norma de especificación equivalente.

Por último, existen pocos trabajos en relación a mediciones del desempeño del protocolo en el establecimiento de llamadas, pero ya hay una primera iniciativa de la UIT [UIT-T Y.1531].

7.4 Plan de Tarificación

Es importante comenzar estableciendo diferencias entre tasación y tarificación. De acuerdo con la UIT la *tasación* es la “*Función por la cual la información relacionada con un evento tasable es*

⁵⁵ Los métodos están especificados en [IETF – RFC3621] y corresponden a: INVITE, ACK, OPTIONS, BYE, CANCEL y REGISTER. Posteriormente se definieron un conjunto de extensiones SIP: INFO en [IETF RFC2976], [IETF RFC2976], PRACK en [IETF RFC3262], PUBLISH en [IETF RFC3903], refer en [IETF RFC3515], SUSCRIBE y NOTIFY en [IETF RFC3265], UPDATE en [IETF RFC3311] y MESSAGE en [IETF RFC3428].

⁵⁶ Un URI es un Identificador de recursos uniforme para usuarios y servicios; compuesto por un conjunto de caracteres con una sintaxis definida que identifica un recurso, como un documento, un servicio o una persona. En SIP existen tres tipos diferentes de URI: los SIP URI normales, como pueden ser un usuario agente, un servidor *proxy* o un *gateway* de red; los SIP URI seguros, que son similares a los SIP URI normales, pero en los que se requiere de transferencia segura de las solicitudes y las respuestas; y un URI telefónico, el cual permite el uso de números telefónicos locales o globales basados en [UIT-T E.164].

⁵⁷ Entre los headers más comunes definidos, se encuentran: Call-ID, Contact, Content-Type, Content-Length, Cseq, From, Proxy-Authenticate, Proxy-Authentication, Route, To, Via.

transferida con un formato para poder determinar el uso por el cual se puede facturar a la parte tasada⁵⁸, mientras que la *tarificación* es definida por la UIT como: *"Conjunto de funciones necesarias para determinar el precio de la utilización del servicio.⁵⁹"*. En inglés se utiliza el mismo término: *"charging"* para tasación y tarificación y en general se habla de *"charging plan"*.

Cuando hagamos referencia al *"Plan de Tarificación Nacional"*, implícitamente estaremos hablando tanto de tasación, como de tarificación conforme a las definiciones UIT presentadas previamente.

Los planes de tarificación en su esencia estipulan reglas para determinar por qué servicios deben pagar los clientes, como debe medirse el uso que hagan de estos servicios y cuánto deben pagar por unidad tasada [Olsson - 1997].

En general, las formas como se establecen los planes de tarificación dependen por completo de la situación regulatoria de cada país y por ende de sus propios modelos económicos y políticos: desde aquellos donde los planes de tarificación pueden ser definidos libremente por los operadores hasta aquellos donde éstos son estrictamente regulados por el Estado.

Por tanto, para hacer más comprensiva esta discusión, se propone entender el planteamiento del "Plan de tarificación" en dos: la acción de tasar (entendida como medir el uso)⁶⁰ y la acción de tarificar (entendida como determinar el precio)⁶¹. La discusión que se presenta se va a dar de manera genérica, independiente del servicio que sea tasado o tarificado.

La acción de tasar una conexión está ligada a cinco hechos básicos: establecer si se realizó la conexión, medir la duración de la comunicación, medir el uso de la comunicación, medir el ancho de banda de la comunicación y medir la calidad del servicio de la conexión. Establecer si se realizó la conexión implica asegurar que existió un evento tasable (por ejemplo una llamada fructuosa⁶² en un servicio de voz), así como determinar el origen y el destino de la conexión. Medir la duración tiene relación con establecer la hora de inicio y finalización de la conexión con base en una cierta unidad de medida (por ejemplo segundos). Medir el uso de la comunicación se refiere a medir la cantidad de datos cursados (por ejemplo en número de bits). Medir el ancho de banda de la comunicación consiste en establecer la capacidad de la conexión (por ejemplo en Kb/s). Medir la calidad del servicio de la conexión hace referencia a establecer un conjunto de parámetros de calidad (por ejemplo midiendo la disponibilidad del servicio).

⁵⁸ Ver [UIT-T Q.1741.1].

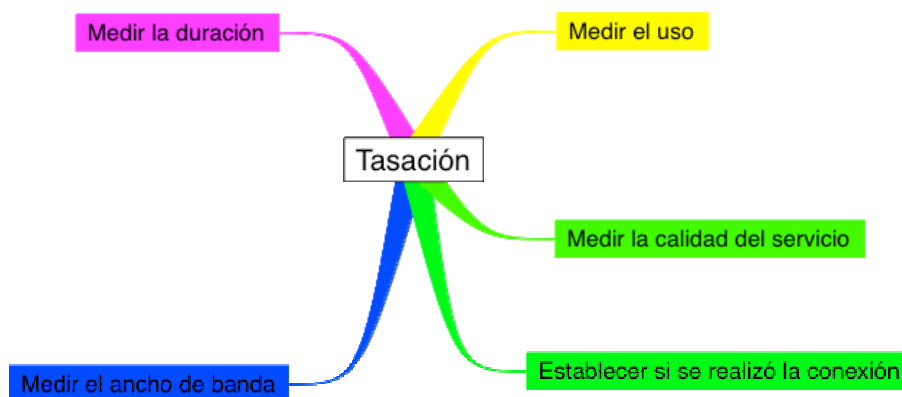
⁵⁹ Ver [UIT-T Q.825].

⁶⁰ Al respecto, la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] establece que: "Proceso de Tasación: Es la etapa en la que se realiza el conjunto de actividades mediante la cual se mide el consumo de los usuarios o suscriptores de los servicios Públicos de Telecomunicaciones (...)"

⁶¹ Al respecto, la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] establece que: "Proceso de Tarificación: Es la etapa en la que se realiza el conjunto de actividades mediante la cual se le aplica un valor monetario a los consumos medidos en el proceso de tasación.

⁶² Llamada Fructuosa se define como [UIT-T E.600]: "Llamada que alcanza el número deseado y permite la conversación".

Figura 22: Acciones vinculadas con tasar una conexión



Fuente: elaboración propia

En relación con medir la duración para el caso específico de las llamadas telefónicas, la UIT [UIT-D D.SUP3]⁶³, menciona dos alternativas: el *cómputo por impulsos periódicos* (PPM)⁶⁴ y la *tasación múltiple de repetición*⁶⁵. Sin embargo, muchos servicios también se tasan mediante el uso de registros detallados de llamada (CDR), en los cuales se registran (dependiendo de la implementación específica), entre otros, los números de origen y destino, las horas de inicio y finalización de la comunicación, y la causa de terminación de la comunicación.

La acción de tarificar consiste en establecer un precio para una o varias de las cinco mediciones que se mencionaron en la tasación y puede incluir una multitud de variables que hacen el análisis sumamente complejo. Para decirlo en términos sencillos, cualquier evento tasable es en principio un evento tarificable, pero la tarificación puede establecerse de múltiples formas.

Lo primero que hay que determinar en la acción de tarificar, es quién paga por establecer la comunicación (si el origen⁶⁶, el destino⁶⁷ o ambos⁶⁸ o incluso un tercero⁶⁹).

⁶³ En términos de estandarización internacional, la serie de recomendaciones D de la UIT contiene unos principios generales de tarificación, pero sólo hay un suplemento para la metodología para la determinación de costes y el establecimiento de tarifas nacionales: [UIT-T D.SUP3].

⁶⁴ Se trata del método más corriente de medición de las llamadas de los abonados, según el cual el contador registra un impulso inicial tan pronto como el abonado llamado descuelga el teléfono, y luego un impulso a intervalos fijos. El impulso inicial tasable representa el pago del coste de "establecimiento" y los siguientes impulsos el pago de la ocupación del circuito y de la central [UIT-T D.SUP3].

⁶⁵ Este método está definido por [UIT-D D.SUP3] como: "Se trata de un método idéntico al del PPM, salvo que se aplica el principio de los impulsos múltiples desde el momento de la respuesta y en adelante, a cada intervalo determinado. Por ejemplo, dos impulsos al responder y otros dos por cada periodo sucesivo de tres minutos."

⁶⁶ Como en el caso de Calling Party Pays. También conocido como CPP, que es la fórmula tarifaria por la cual la parte que origina la llamada paga todo el coste de la comunicación, extremo a extremo. Es de uso extendido en Europa y América Latina.

⁶⁷ Como en el caso de Receiving Party Pays. También conocido como RPP, en el cual la parte que recibe la comunicación paga todo el coste de la comunicación extremo a extremo.

⁶⁸ Como puede ocurrir por ejemplo en una comunicación de Roaming celular.

Luego hay que determinar si procede el cobro por establecer la conexión, denominado genéricamente como el costo de establecimiento (como en los casos de los métodos PPM, de tasación múltiple por repetición, de tasación por impulsos "Karlsson modificado"⁷⁰ o de flagfall⁷¹).

Debe establecerse también si se cobra por tiempo o no⁷². En los casos en los que se cobra por tiempo, un primer elemento importante es la unidad de tiempo utilizada⁷³ y los esquemas de redondeo que se asocian con dicha unidad de tiempo. Luego pueden surgir elementos adicionales, como la hora en la cual se hizo la comunicación⁷⁴, la distancia entre el origen y el destino⁷⁵, el área geográfica de origen y destino⁷⁶, el tipo de servicio desde el cual se originó la comunicación y el tipo de servicio al cual se tuvo acceso⁷⁷, si la comunicación se originó y terminó dentro del mismo operador (on-net) o no (off net) o la categoría de usuario obligado a pagar la comunicación⁷⁸. En estos casos, puede resumirse la situación diciendo que es de la mayor importancia la unidad de medida de tiempo y la red de origen y destino.

La tarificación por uso puede darse por ejemplo para el tráfico de datos en redes móviles, pero en general no aplica en el tráfico de datos de redes fijas⁷⁹, donde se permite un uso ilimitado; pero en cambio se cobra en función del ancho de banda contratado. Esto obedece principalmente a que los costos de la red de transporte de los PRST para el tráfico de datos son fijos en función del ancho de banda e independientes del tráfico cursado⁸⁰. En los operadores móviles los costos de transporte también son dependientes del ancho de banda y no del tráfico; pero en cambio de las redes de los operadores fijos, los costos de la red de acceso son mayores. Esto en razón al uso de espectro en la red de acceso de los operadores móviles (un recurso escaso), por lo que el costo marginal del tráfico de datos en la red de acceso de los operadores móviles es mayor (porque compite con los servicios de voz pero es más intensivo en ancho de banda) que en una red fija. Existe por tanto un incentivo para que se cobre por tráfico o se limite el ancho de banda en una red móvil.

⁶⁹ Por ejemplo si los costos de las comunicaciones fueran asumidas por algún fondo de telecomunicaciones como una forma de subsidio a la demanda en programas de telecomunicaciones sociales.

⁷⁰ En el cual se aplicaba un impulso de arranque a un usuario de telefonía local al momento de establecer una conexión. En tal sentido es un subconjunto de los métodos de tasación múltiple por repetición.

⁷¹ El documento [CRT Esquemas de Tasación - 2008] menciona el método Flagfall, en el cual la llamada tiene un costo por conexión y un costo adicional por segundo que dure la llamada.

⁷² Puede cobrarse una tarifa plana, o puede incluirse un cierto número de llamadas o una bolsa de tiempo en una oferta comercial.

⁷³ Pueden ser segundos o minutos o fracciones de minutos.

⁷⁴ Algunos operadores pueden incentivar el uso de su red en horas de bajo tráfico mediante tarifas diferenciadas.

⁷⁵ Como cuando se establecen bandas para las llamadas de larga distancia nacional. Una banda A puede ser definida (por ejemplo) como la que está compuesta por todas aquellas poblaciones que se encuentren a menos de 200 Kilómetros del origen de la comunicación para la cual aplica la tarifa A y una banda B puede ser definida (por ejemplo) como la que está compuesta por todas aquellas poblaciones que se encuentren a más de 200 Kilómetros del origen de la comunicación para la cual aplica la tarifa B.

⁷⁶ Como en los casos de comunicaciones de larga distancia nacional o internacional.

⁷⁷ Si por ejemplo es un servicio móvil o un servicio de cobro revertido, o una línea con tarifa Premium.

⁷⁸ Si por ejemplo es comercial o residencial, o si tiene derecho a algún tipo de subsidio o está obligado a realizar algún tipo de contribución.

⁷⁹ Aún cuando puede mantenerse un cobro por uso cuando se produce acceso por demanda en redes fijas.

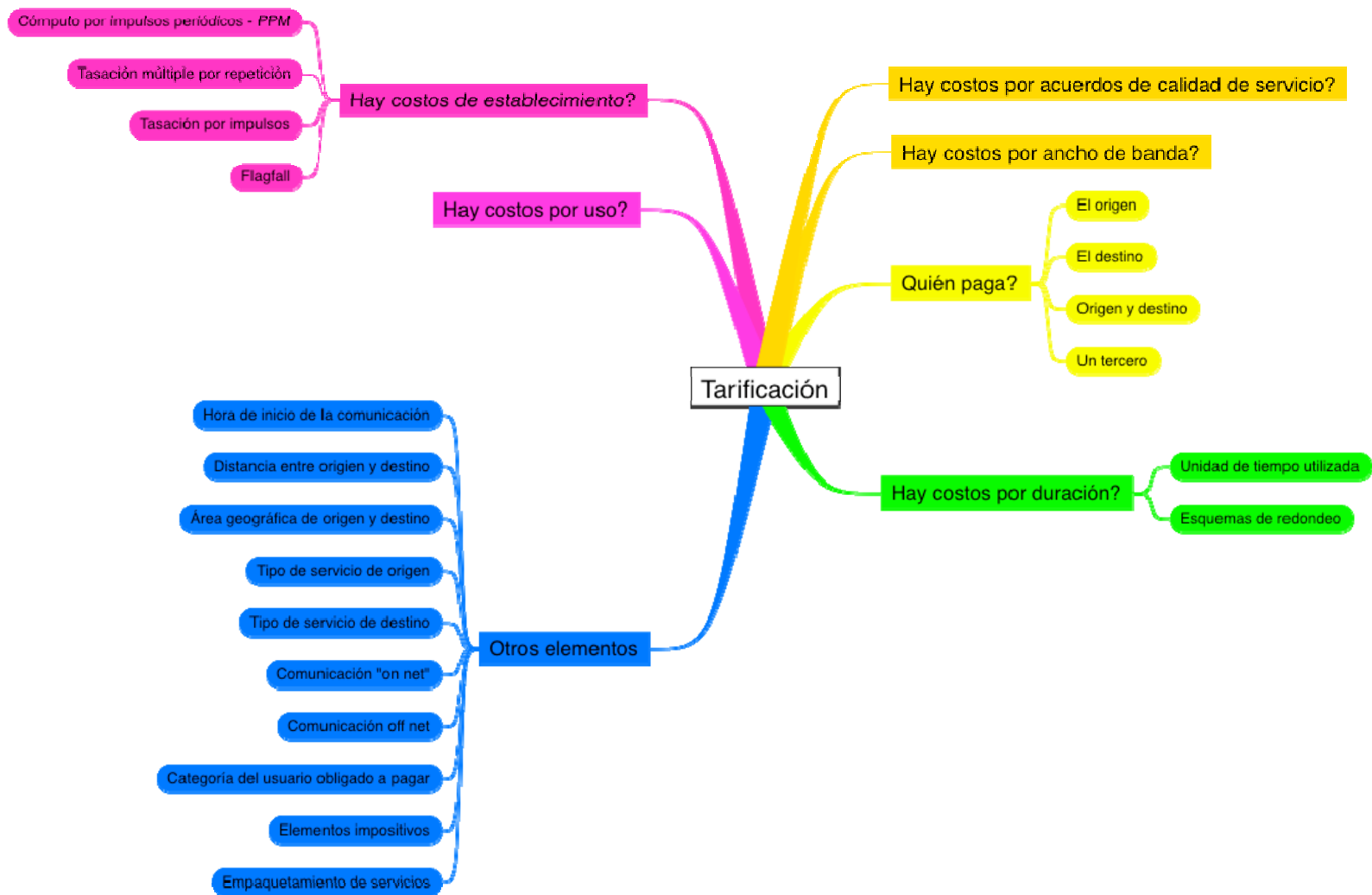
⁸⁰ Estos costos dependientes sólo del ancho de banda están vinculados a la red de transporte: conexión internacional a internet y el tráfico de IXP local.

La tarificación también puede estar influenciada por el establecimiento de acuerdos de nivel de servicio (SLAs) que hayan surgido por libre negociación entre los operadores y sus clientes, o por la existencia de medidas regulatorias que obliguen a los operadores a no cobrar a sus clientes cuando existan deficiencias en los servicios.

Por supuesto, al final hay que determinar cuánto se cobra por cada uno de los casos mencionados y la carga impositiva a la que esté sometido cada caso⁸¹.

⁸¹ Porque las cargas impositivas podrías ser asimétricas entre servicios. Por ejemplo, si se establece un estímulo tributario a un cierto tipo de servicio, por ejemplo, internet o telecomunicaciones sociales.

Figura 23: Acciones vinculadas con tarificar una conexión



Fuente: Elaboración propia

Hay una tendencia de mercado a que los operadores hagan paquetes entre diferentes servicios⁸² que mezclen diversos esquemas de tasación y tarificación; lo cual vuelve muy difícil en la práctica el establecimiento de precios unitarios o la comparación de ofertas entre diferentes operadores. Este hecho debe considerarse con cuidado, porque se convierte en un desafío importante al momento en que un regulador decida hacer una intervención en un mercado.

La UIT-D ha trabajado el tema de las características del establecimiento de tarifas del servicio telefónico nacional[UIT-D D.SUP3], estableciendo en el numeral 5.1.1.1 que: *“En principio, el principal objetivo al establecer las tarifas del sistema telefónico nacional es recuperar el coste del servicio prestado, incluidos los costes de explotación, la depreciación y el rendimiento adecuado del capital invertido. El rendimiento del capital suele ser convenido o aprobado por una entidad que establece la reglamentación, normalmente, el gobierno. Este principio básico puede aplicarse por igual a cada uno de los componentes de la tarifa telefónica nacional, aunque en la práctica, las estructuras económicas y políticas suelen descartar este método absoluto y aplicar casi siempre subvenciones cruzadas entre los componentes de las tarifas.”*

El mismo documento [UIT-D D.SUP3], establece una clasificación en cuatro sistemas distintos de tarificación: las *tarifas a tanto alzado*⁸³, las *tarifas a tanto alzado parcial*⁸⁴, la *tasa por mensajes*⁸⁵ y la *tarificación por medición*⁸⁶. Esta clasificación resulta extremadamente útil por su simplicidad conceptual y en general es posible incluir cualquiera de las combinaciones mencionadas previamente y clasificarlas en una o varias de las cuatro categorías mencionadas.

7.5 Plan de Encaminamiento⁸⁷

Las recomendaciones claves UIT y ETSI relacionadas con los planes de encaminamiento, se presentan en la figura siguiente.

⁸² Por ejemplo ofertas triple play o quad play.

⁸³ La tarifa incluye todas las llamadas dentro de una zona geográfica especificada, que puede abarcar todo el sistema nacional.

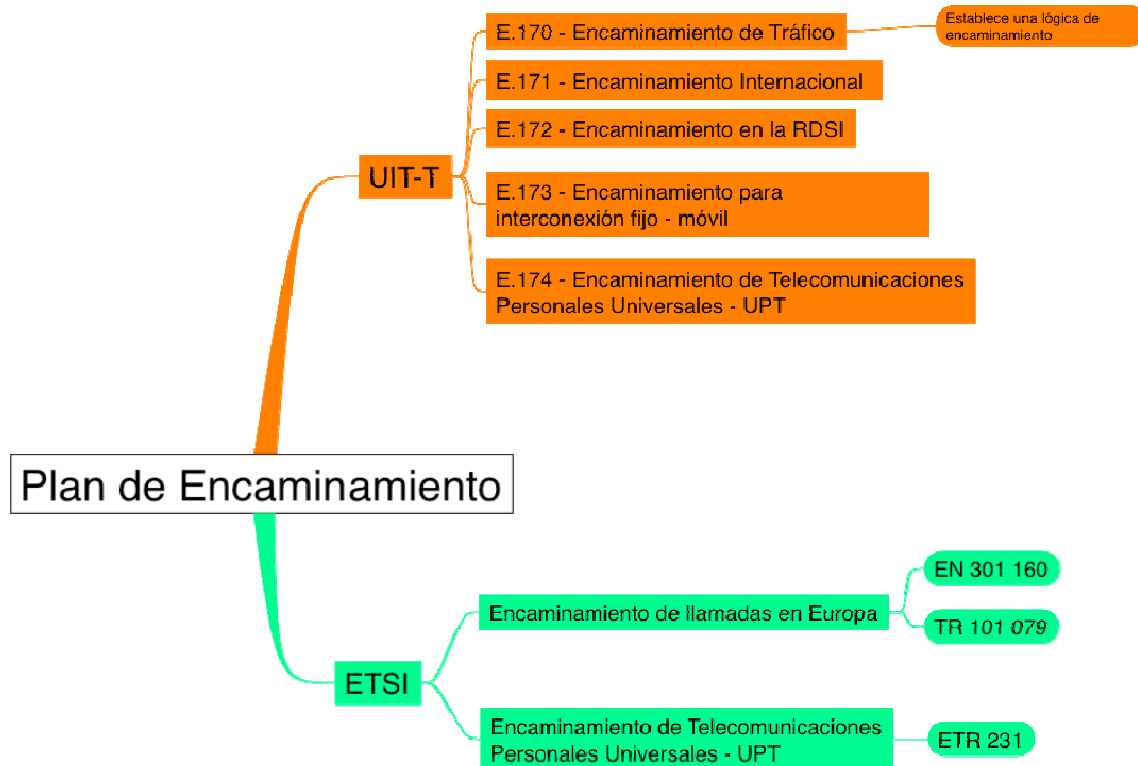
⁸⁴ La tarifa incluye un número especificado de llamadas o de unidades de llamada.

⁸⁵ Se aplica una tasa fija a las llamadas efectuadas hacia o dentro de una región geográfica determinada independientemente de su duración.

⁸⁶ Las llamadas se tasan en función de la distancia, la duración y quizás la hora del día.

⁸⁷ Se tomó la decisión de utilizar el término encaminamiento en lugar de enrutamiento a partir de este entregable por considerar de mayor aceptación internacional el uso de dicho término.

Figura 24: Principales recomendaciones UIT-T y ETSI relacionadas con el Plan de Encaminamiento



Fuente: Elaboración propia

Como puede verse de la figura anterior las normas y reporte técnicos europeos se refieren a algunas aplicaciones específicas de encaminamiento en Europa o a encaminamiento de UPT, la cual tiene su equivalencia con la norma [UIT-T E.174].

En cuanto a las normas UIT mencionadas, la que es relevante para la construcción de un plan de encaminamiento nacional es la [UIT-T E.170]., por cuanto la [UIT-T E.171] a [UIT-T E.174] tratan aspectos específicos del encaminamiento internacional, encaminamiento en ISDN, encaminamiento para interconexión fijo móvil y encaminamiento para servicios UPT.

De acuerdo con [UIT-T E.170], el principal objetivo del plan de encaminamiento⁸⁸es “Establecer una conexión entre dos centrales cualesquiera de la red. La función de encaminamiento del tráfico es la selección de un haz de circuitos determinado, para una tentativa de llamada o flujo de tráfico dados, en una central de la red”.

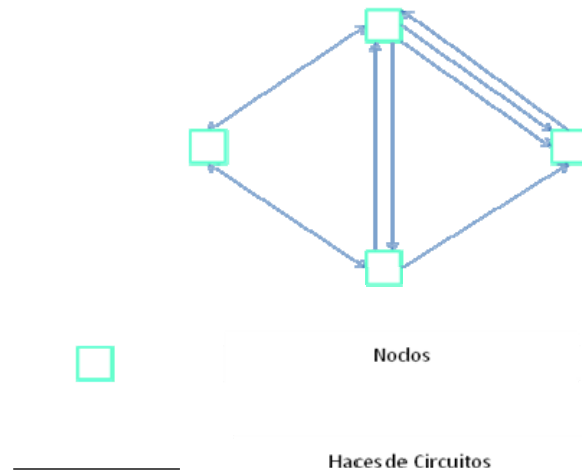
El sentido técnico y económico de un plan de encaminamiento es maximizar la completación de comunicaciones al menor costo posible y con una calidad de servicio predefinida.

Las recomendaciones de la UIT-T en relación con el enrutamiento surgieron a finales de la década

⁸⁸ Se utilizarán los términos “Plan de encaminamiento” y “Plan de enrutamiento” como sinónimos.

de 1980 y principios de la década de 1990, como resultado de las nuevas técnicas de encaminamiento y control de tráfico que permitían dos innovaciones tecnológicas del momento: las centrales con control por programa almacenado (SPC) y los sistemas de señalización por canal común⁸⁹. Por tanto los planes de enrutamiento fueron concebidos en un escenario típico de redes de conmutación de circuitos, en los cuales las redes comprendían varios nodos (centros de conmutación) interconectados por haces de circuitos (rutas dimensionadas), los cuales pueden ser unidireccionales o bidireccionales como se ve en el dibujo siguiente.

Figura 25: Ejemplo de configuración de nodos y haces de circuitos en una red conmutada de circuitos.



Fuente: Adaptado de la Figura 1 [UIT-T E.170]

De acuerdo con [UIT-T E.170], la lógica de los encaminamientos depende de cuatro aspectos: la estructura del encaminamiento⁹⁰, el patrón de encaminamiento⁹¹, la selección de las rutas⁹² y el procedimiento de control de las llamadas⁹³.

Existen dos tipos de estructuras de encaminamiento: jerárquica⁹⁴ y no jerárquica⁹⁵. A su vez, los patrones de encaminamiento pueden ser fijos⁹⁶ o dinámicos⁹⁷. Los patrones de enrutamiento

⁸⁹ Ver [UIT-T E.170], sección 1.2.

⁹⁰ No está definida en forma explícita por [UIT-T E.170] pero hace referencia a los esquemas de desbordes entre rutas.

⁹¹ [UIT-T E.170] sección 2.2. “El patrón de encaminamiento define el procedimiento de puesta a disposición de un conjunto de rutas para llamadas entre un par de nodos.”

⁹² [UIT-T E.170] sección 2.2. “La selección de rutas consiste en seleccionar realmente una ruta definida para una llamada determinada.”

⁹³ [UIT-T E.170] sección 3. “Los procedimientos de control de la llamada definen el conjunto completo de señales interactivas necesarias para establecer, mantener y liberar una conexión entre centrales.”

⁹⁴ [UIT-T E.170] sección 2.1. “Una estructura de encaminamiento es jerárquica si, para todos los flujos, todas las llamadas ofrecidas a una ruta dada, en un nodo específico, desbordan al mismo conjunto de rutas independientemente de las rutas ya probadas.

Las rutas del conjunto se probarán siempre según la misma secuencia aunque algunas rutas pueden no estar disponibles para ciertos tipos de llamadas. La ruta de última elección es final en el sentido de que ningún flujo de tráfico que utilice esta ruta puede desbordar más allá de ella.”

⁹⁵ [UIT-T E.170] sección 2.1. “Una estructura de encaminamiento no es jerárquica si viola la definición

dinámicos a su vez pueden ser dependientes del tiempo⁹⁸, dependientes del estado⁹⁹ o dependientes del evento¹⁰⁰. La selección de rutas puede ser secuencial¹⁰¹ o no secuencial¹⁰² y el procedimiento de control de llamada puede ser control de llamada progresivo¹⁰³ o control de llamada en origen¹⁰⁴.

Una figura, ayuda a entender las anteriores relaciones, que son las piezas clave de un plan de encaminamiento.

mencionada anteriormente (por ejemplo, si hay desbordamiento mutuo entre haces de circuitos con origen en la misma central).” (ver nota previa).

⁹⁶ [UIT-T E.170] sección 2.2. “El conjunto de rutas en el patrón de encaminamiento es siempre el mismo.”

⁹⁷ [UIT-T E.170] sección 2.2. “El conjunto de rutas en el patrón de encaminamiento varía.”

⁹⁸ [UIT-T E.170] sección 2.2.2.1. “Los esquemas de encaminamiento se modificarán a horas fijas durante el día o la semana para poder satisfacer las demandas cambiantes del tráfico.”

⁹⁹ [UIT-T E.170] sección 2.2.2.2. “Los patrones de encaminamiento variarán automáticamente según el estado de la red. Se dice en tal caso que los patrones de encaminamiento son adaptativos.

Para soportar este tipo de patrón de encaminamiento, es necesario recoger información sobre el estado de la red. Por ejemplo, cada central puede mantener registros de llamadas completadas o de la ocupación de haces de circuitos interurbanos de salida. Esta información puede distribuirse a través de la red a otras centrales o introducirse en una base de datos centralizada.

Sobre la base de esta información del estado de la red se adoptarán decisiones de encaminamiento en cada central o en un procesador central que sirva a todas las centrales.”

¹⁰⁰ [UIT-T E.170] sección 2.2.2.3. “Los patrones de encaminamiento se actualizarán localmente teniendo en cuenta si se completan o no las llamadas para una determinada opción. Cada central tendrá una lista de opciones y la actualización favorecerá a las que se completen y disuadirá las que experimenten congestión.”

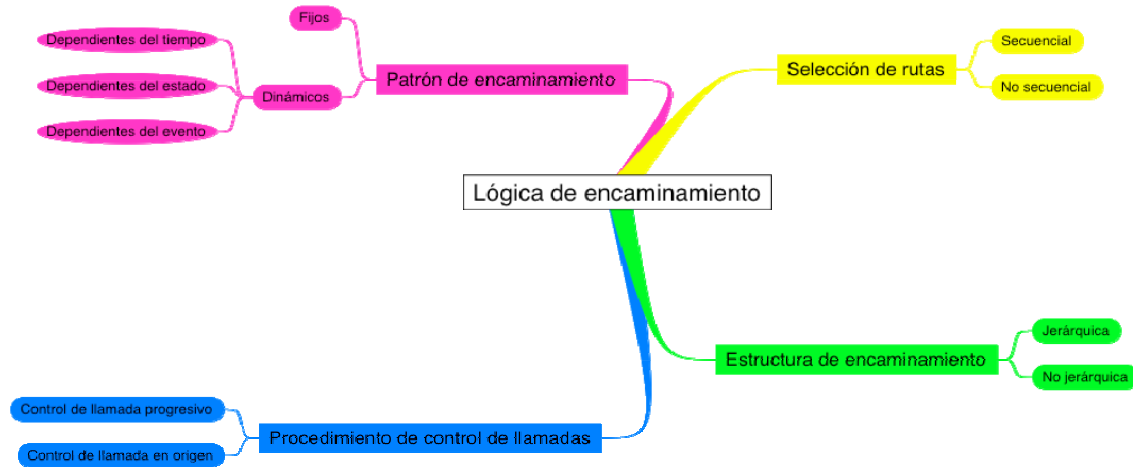
¹⁰¹ [UIT-T E.170] sección 2.3. “las rutas de un conjunto se prueban siempre según una secuencia y se elige la primera disponible.”

¹⁰² [UIT-T E.170] sección 2.3. “las rutas de un conjunto se prueban en un orden no determinado.”

¹⁰³ [UIT-T E.170] sección 3.1. “El control de llamada progresivo utiliza la señalización enlace por enlace para transmitir controles de supervisión secuencialmente de una central a la central siguiente.”

¹⁰⁴ [UIT-T E.170] sección 3.1. “El control de llamada en origen requiere que la central de origen mantenga el control de la llamada completada hasta que se haya completado una conexión entre las centrales de origen y de destino.”

Figura 26: Lógica de encaminamiento.



Fuente: Elaboración propia

Los planes de encaminamiento tienen una fuerte dependencia con la forma como se hayan establecido las arquitecturas en las redes nacionales de conmutación de circuitos. En estas redes era común que se adoptara una jerarquía de unidades de conmutación (por ejemplo, local, de área, interurbana, regional, internacional); en la cual, cada nivel de la jerarquía realizaba funciones diferentes.

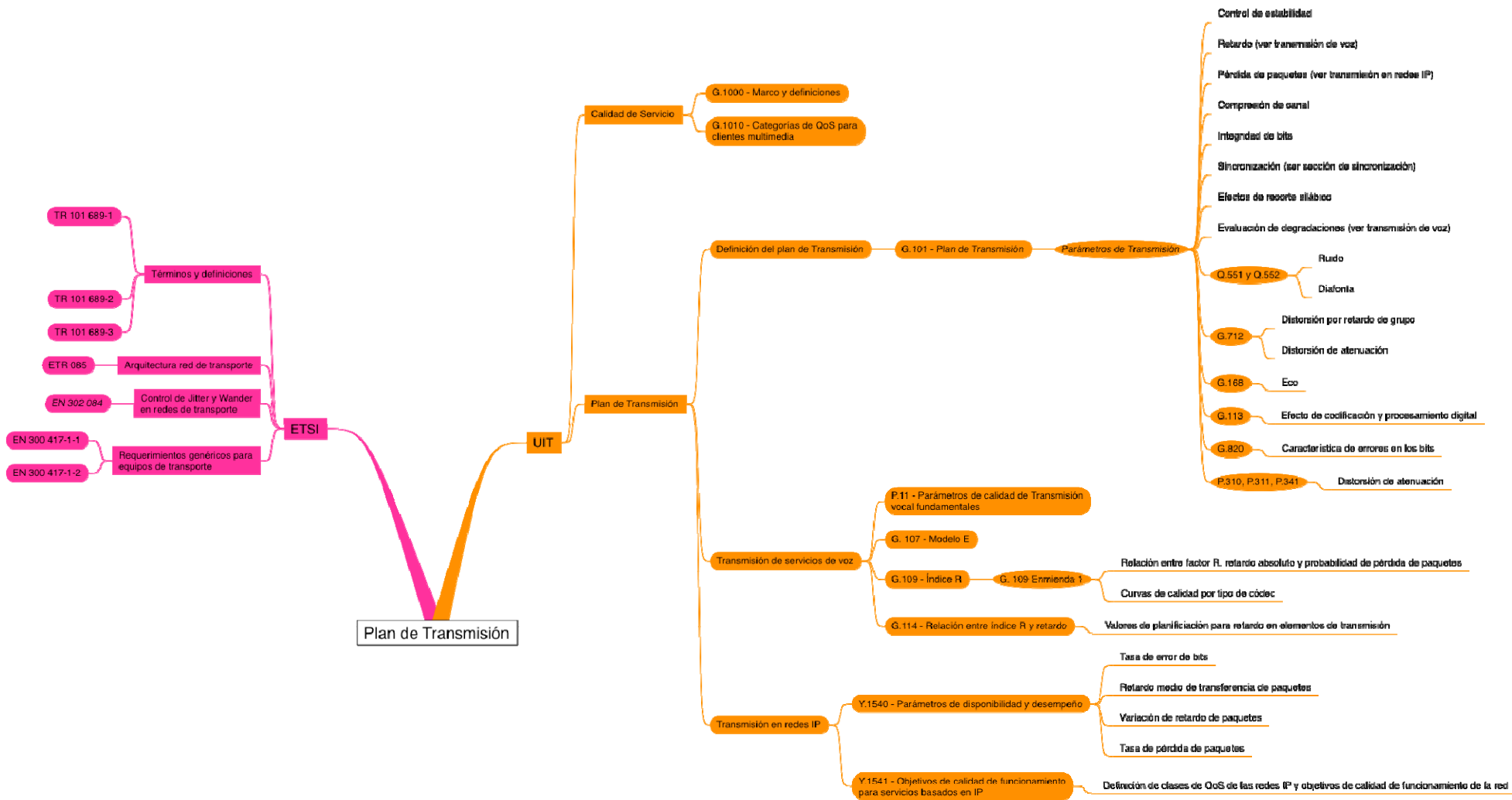
Los efectos de la convergencia sobre los Planes de Encaminamiento se discuten en la sección 10.4.

7.6 Plan de Transmisión¹⁰⁵

Las recomendaciones claves UIT y ETSI relacionadas con los planes de transmisión, se presentan en la figura siguiente.

¹⁰⁵ En esta sección, la aproximación que se presenta al plan de transmisión se basa en la recomendación [UIT-T G.101] la cual es de elaboración relativamente reciente, por lo que incluye varios de los elementos de discusión esenciales de un plan de transmisión en una red convergente.

Figura 27: Principales recomendaciones UIT-T y ETSI relacionadas con el Plan de Transmisión



Fuente: Elaboración propia

Como puede verse en la figura anterior, la normatividad ETSI está más enfocada en términos y definiciones, así como en el establecimiento de requerimientos técnicos para equipos de transmisión. Por esa razón, el enfoque de esta sección estará sobre normatividad UIT.

El plan de transmisión está especificado por la recomendación [UIT-T G.101] y de acuerdo con la misma: *“El objetivo del plan de transmisión es facilitar la interconexión de todos los dispositivos relacionados con las comunicaciones (terminales, elementos de red, redes públicas, redes privadas, etc.), independientemente de la tecnología utilizada, de manera que las aplicaciones de los usuarios finales se lleven a cabo satisfactoriamente y no experimenten problemas molestos. En el caso de las aplicaciones vocales esto se traduce en la transmisión de señales de voz muy inteligibles, cuyo sonido resulte natural a un nivel acústico casi óptimo, sin que la distorsión, el eco o el retardo afecten a la comunicación. Para las aplicaciones no vocales, significa que las transacciones (por ejemplo, facsímil, datos interactivos, correo electrónico, navegación en la Web, difusión de vídeo) puedan realizarse satisfactoriamente.”*¹⁰⁶

Los planes de transmisión tienen un efecto inmediato sobre la interconexión, por cuanto: *“si un usuario final o un operador de red eligen elementos de red que no pueden soportar estos criterios [los del plan de transmisión], lo hacen a sabiendas de que no todas las aplicaciones podrán funcionar satisfactoriamente, por lo que puede no resultar deseable para otros operadores la interconexión con su red”*¹⁰⁷. En efecto, cuando diferentes operadores se interconectan, cada uno de ellos tiene responsabilidad en la preservación de la calidad de servicio y “aporta” retardos, o pérdidas de paquetes a la comunicación extremo a extremo.

Dice también la recomendación [UIT-T G.101] que: *“El plan de transmisión permite realizar ajustes, dentro de los límites aceptables, de los más importantes parámetros de transmisión, y la aplicación de configuraciones y componentes de red para garantizar una calidad de funcionamiento de la transmisión de extremo a extremo adecuada en cualquier momento y bajo cualquier condición operacional de la red. El objetivo es permitir un control flexible de los parámetros de transmisión en vez de establecer límites definidos. No se consideran individualmente los distintos parámetros de transmisión, sino que se evalúa el efecto de la combinación de distintos parámetros”*¹⁰⁸.

La calidad de transmisión vocal es un aspecto importante de la calidad de servicio para muchas aplicaciones de usuario de servicios de telecomunicaciones. La Recomendación [UIT-T P.11] identifica los parámetros de calidad de transmisión vocal fundamentales, e indica los efectos subjetivos de las variaciones de los parámetros. Ejemplos de parámetros de calidad vocal son el nivel vocal, la atenuación de distorsión, el retardo de transmisión, la pérdida y el retardo por trayecto de eco, el ruido de circuito, el ruido de fondo, la dispersión no lineal (como son los efectos de los códecs vocales a baja velocidad binaria, pérdida de paquetes, etc.) y las características del terminal.

Aunque los parámetros antes mencionados describen los distintos factores que afectan la calidad de transmisión vocal; es el efecto combinado de todos los parámetros el que conduce al nivel global de calidad de transmisión vocal percibido por el usuario. Como ya se vio, existe total correlación entre

¹⁰⁶ [UIT-T G.101] Introducción.

¹⁰⁷ Ídem

¹⁰⁸ Ídem.

los planes de transmisión, la preservación de la calidad del servicio en general y de la calidad de la transmisión vocal en particular; por lo que este aspecto se profundiza a continuación.

La recomendación [UIT-T G.101] recomienda utilizar el modelo E¹⁰⁹ (Rec. UIT-T G.107) para confirmar que la calidad general es la esperada tanto en redes de banda estrecha, Transporte en redes conmutadas de paquetes como en redes móviles¹¹⁰.

Para fines de planificación de la transmisión, el modelo E (que se introduce en la recomendación [UIT-T G.107]) es una herramienta de utilidad para evaluar el efecto combinado de todos los parámetros, y por ende diferenciar entre las categorías de calidad de transmisión vocal.

El resultado fundamental del modelo E es la determinación de un índice de transmisión, denominado índice R. La tabla siguiente contiene las definiciones de las categorías de calidad de transmisión vocal con respecto a la gama del factor de determinación de índices de transmisión R, proporcionada por la recomendación [UIT-T G.107]. También se incluyen descripciones de la "satisfacción del usuario" para cada categoría.

Tabla 3: Categorías de calidad de transmisión vocal con respecto a la gama del factor de determinación de índices de transmisión R

Gama de valores R	Categoría de calidad de transmisión vocal	Satisfacción del usuario
$90 \leq R < 100$	La mejor	Muy satisfecho
$80 \leq R < 90$	Alta	Satisfecho
$70 \leq R < 80$	Media	Algunos usuarios insatisfechos
$60 \leq R < 70$	Baja	Muchos usuarios insatisfechos
$50 \leq R < 60$	Mediocre	Casi todos los usuarios insatisfechos
NOTA 1 – No se recomiendan conexiones con valores R por debajo de 50. NOTA 2 – Aunque la tendencia en la planificación de la transmisión es a utilizar valores R, las ecuaciones para convertir los valores R en otras medidas, por ejemplo, MOS, %GoB, %PoW, pueden verse en el anexo B/G.107.		

Fuente: Cuadro 1 de la Recomendación [G.109]

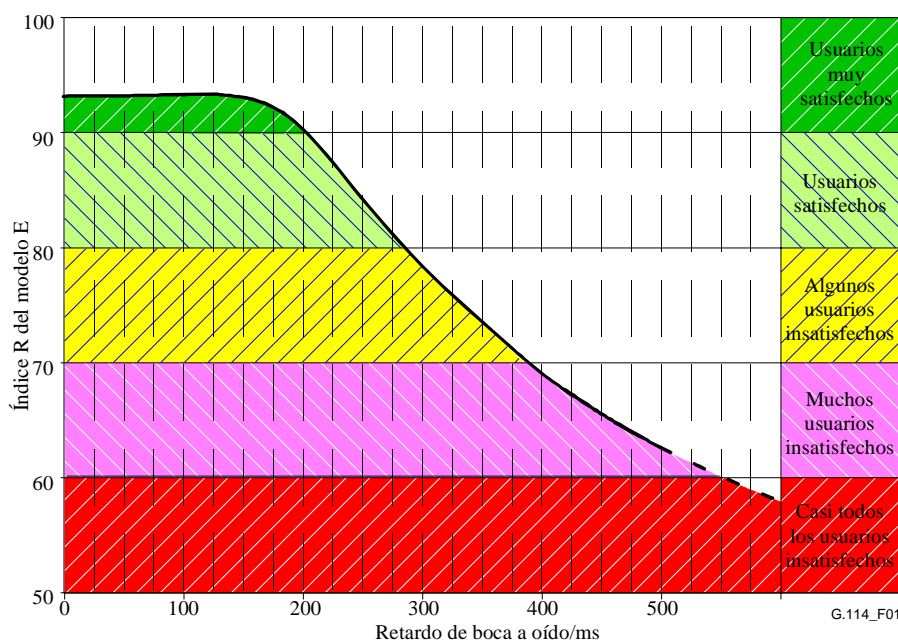
¹⁰⁹ [UIT-T G.101] Sección 5 “NOTA 3 – El modelo E es un modelo de cálculo para evaluar los efectos combinados de la variación de diversos parámetros de transmisión que afectan a la calidad conversacional de los aparatos telefónicos a 3,1 KHz. El resultado del modelo puede transformarse en una estimación de la percepción de los usuarios de las categorías de calidad de habla de extremo a extremo, permitiendo una comparación relativa de las condiciones de transmisión según las distintas posibilidades de conexión. “Los efectos subjetivos combinados de las degradaciones debidas a la comprensión del habla, el retardo, la pérdida de paquetes, etc., sólo pueden obtenerse gracias al modelo E.” (subrayado no incluido en el texto).

¹¹⁰ [UIT-T G.101] Sección 5 “*Para las redes que utilizan una tecnología de acceso móvil, codificación a baja velocidad binaria y/o transporte paquetizado, es necesario disponer de orientaciones adicionales. Los efectos de las degradaciones asociadas con estas tecnologías tan sólo pueden conocerse utilizando el modelo E, por lo que se recomienda como principal herramienta de planificación de la transmisión.*”.

El factor R es una medida de la percepción de la calidad que debe esperar el usuario medio¹¹¹ cuando se comunique usando la conexión considerada y tiene una característica muy importante y es que es independiente de la tecnología¹¹².

Existe una relación entre el factor R y el retardo. La recomendación [UIT-T G.114] establece el efecto del retardo sobre los índices de transmisión R.

Figura 28: Determinación por el modelo E de los efectos del retardo absoluto (Ta)¹¹³.



Fuente: Figura 1 de la Recomendación [G.114]

¹¹¹ El término usuario medio, es tomado de [UIT-T G.109]: “(...) El valor R es una medida de la percepción de la calidad que debe esperar el usuario medio cuando comunique por medio de la conexión considerada: la calidad es un juicio subjetivo tal que no pueden efectuarse asignaciones hasta un límite exacto entre las diferentes gamas de la escala de calidad completa.”

¹¹² [UIT-T G.109] Sección 1: “(...) Las definiciones aquí proporcionadas son independientes de la tecnología específica que se utilice en los diferentes tipos de escenarios de red considerados”.

¹¹³ La recomendación [UIT-T G.114] incluye las siguientes notas para explicar la figura:

“NOTA 1 – La curva de la figura 1 se basa únicamente en el efecto del retardo, es decir, en total ausencia de cualquier eco. Se calcula fijando el parámetro Ta del modelo E [UIT-T G.107] igual al valor del retardo total en un sentido desde el origen al oído, estando los restantes valores de los parámetros de entrada del modelo E fijados a sus valores por defecto. El efecto del eco, que se produciría si no se controlara perfectamente el eco, dará lugar a una calidad vocal inferior para un determinado valor del retardo en un sentido.

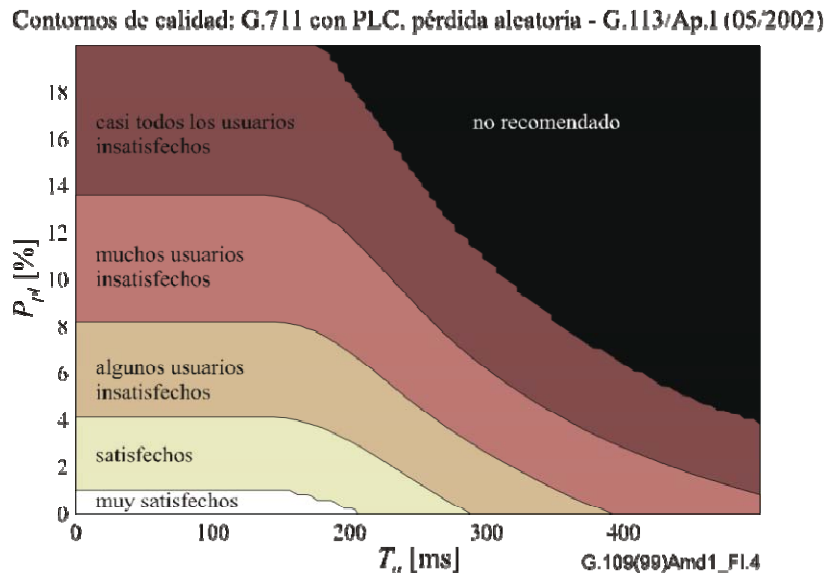
NOTA 2 – El cálculo también considera un factor de degradación del equipo (Ie, equipment impairment factor) igual a cero. Los valores distintos de cero, que se producirían en la codificación/tratamiento de la voz, darán lugar a una calidad vocal inferior para un determinado valor del retardo en un sentido.

NOTA 3 – Para valores del retardo en un sentido que superen los 500 ms, el gráfico muestra una línea de puntos para indicar que estos resultados no están totalmente comprobados, sino que son la mejor estimación de los valores esperados y que, por lo tanto, proporcionan una orientación útil.

La enmienda 1 de la recomendación [UIT-T G.109 Enmienda 1] hace operativo el concepto del factor R para la capa de transmisión como una función de dos variables: el retardo absoluto T_a y la probabilidad de pérdida de paquetes P_{pl} . Situando T_a en el eje X y P_{pl} en el eje Y, es posible dibujar los valores de R para todas las combinaciones posibles de pérdida y retardo. En [UIT-T G.109 Enmienda 1] es posible encontrar curvas de calidad para modelos específicos de pérdidas de paquetes (pérdida de paquetes en ráfagas, pérdida de paquetes aleatoria) y diferentes tipos de códecs (por ejemplo: G.711, G.723.1, G.729A, G.729E).

A manera de ejemplo, la Figura 29 muestra los contornos del factor de determinación de índice R, calculados para el esquema de codificación G.711, considerando pérdida de paquetes aleatoria y uso de la técnica de ocultación de pérdida de paquetes (PLC, packet loss concealment).

Figura 29: Contornos de satisfacción del usuario (contornos de calidad de transmisión vocal) para el esquema de codificación G.711 (pérdida de paquetes aleatoria, PLC)

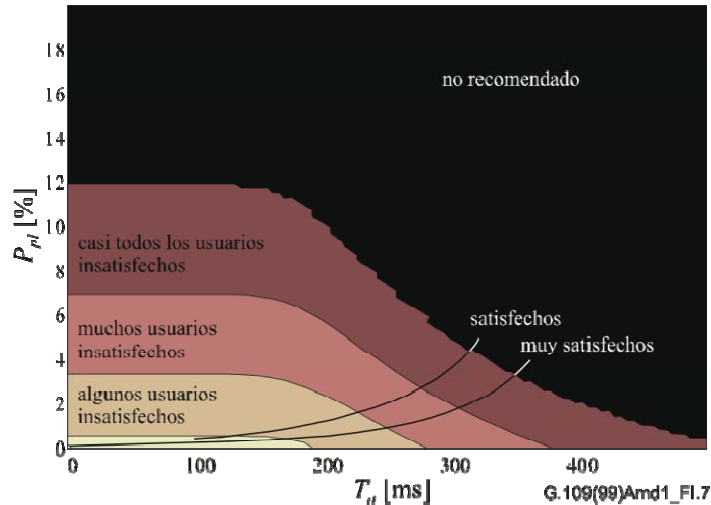


Fuente: Figura I.4 de la Recomendación G.109 Enmienda 1 [G.109 Enmienda 1]

Así como se construyó la figura anterior, es posible encontrar figuras equivalentes para otros tipos de códecs. En la figura siguiente se presenta la relación para el códec G.729A + VAD con PLC.

Figura 30: Contornos de satisfacción del usuario (contornos de calidad de transmisión vocal) para el esquema de codificación G.729A + VAD (pérdida de paquetes aleatoria, PLC)

Contornos de calidad: G.729A + VAD con PLC, pérdida aleatoria - G.113/Ap.1 (05/2002)



Fuente: Figura I.7 de la Recomendación G.109 Enmienda 1 [G.109 Enmienda 1]

Como es de suponer (y puede verse al contrastar las dos figuras previas) entre más agresivo es el códec, más sensible resulta el factor R a la probabilidad de pérdida de paquetes y a los retardos.

En [G.109 Enmienda 1] es posible encontrar otros casos de curvas de calidad para otros modelos de pérdidas de paquetes (pérdida de paquetes en ráfagas en vez de pérdida de paquetes aleatoria).

El factor R ha adquirido una importancia creciente y ha sido adoptado en Estados Unidos y Japón como el índice de la clase de calidad para la telefonía IP¹¹⁴.

La recomendación [UIT-T G.101] establece un conjunto de configuraciones de red típicas que sirven como ejemplos de referencia¹¹⁵. En efecto, los diferentes elementos que componen una red generan retardos en las comunicaciones y el retardo total depende de la configuración específica de la red.

¹¹⁴ Ver [UIT-T TRQ 2840] sección 7.3: “(...) la Asociación de Industrias de Telecomunicación (TIA, Telecommunication Industry Association) de EE.UU., así como el Ministerio de Administraciones Públicas, Interior, Correos y Telecomunicaciones de Japón han adoptado el valor R como índice de la clase de calidad (categoría de la QoS) para la telefonía IP.”

¹¹⁵ Ver: Figura 3/G.101 – Configuración típica de una conexión completamente analógica, Figura 4/G.101 – Configuración de una conexión completamente digital, incluido el ATM, entre un equipo telefónico digital y un equipo telefónico, Figura 5/G.101 – Configuración de un teléfono móvil conectado a la RTPC, incluido un enlace por satélite y Figura 6/G.101 – Conexión de un teléfono sin hilos, con DCME en los enlaces de transmisión.

El Anexo A de la recomendación [UIT-T G.114] presenta un conjunto de valores de planificación para el retardo de elementos de transmisión, que se reproduce a continuación.

Tabla 4: Valores de planificación para el retardo de elementos de transmisión

Sistema de transmisión o de procesamiento	Contribución al tiempo de transmisión en un sentido	Observaciones
Sistema de cable coaxial terrenal o radioenlace; transmisión FDM y digital	4 μ s/km	Se tiene en cuenta el retardo en repetidores y regeneradores
Sistema de cable de fibra óptica; transmisión digital	5 μ s/km (nota 1)	
Sistema de cable coaxial submarino	6 μ s/km	
Sistema de fibra óptica submarino: – terminal transmisor – terminal receptor	13 ms 10 ms	Caso más desfavorable
Sistema por satélite: – 400 km altitud – 14 000 km altitud – 36 000 km altitud	12 ms 110 ms 260 ms	Propagación en el espacio exclusivamente (entre estaciones terrenas)
Equipo de modulación o demodulación de canal FDM	0,75 ms (nota 2)	
Sistema móvil terrestre público (PLMS, <i>public land mobile system</i>) – objetivo 40 ms	80-110 ms	
Codificadores y decodificadores de vídeo de la serie H.260	En estudio (nota 3)	
DCME (Rec. UIT-T G.763 [8]) por par: para señales vocales, datos en la banda vocal y facsímil sin remodulación	30 ms	Semisuma de los tiempos de transmisión en ambos sentidos de transmisión
DCME (Rec. UIT-T G.767 [11]) por par: para señales vocales, datos en la banda vocal y facsímil sin remodulación	30 ms	
DCME (Rec. UIT-T G.766 [10] en unión de Rec. UIT-T G.763 [8] o Rec. UIT-T G.767 [11]), por par: para facsímil con remodulación	200 ms	
Equipo PCME (Rec. UIT-T G.764 [9]), por par: – con señales vocales y datos en la banda vocal sin remodulación – con datos en la banda vocal con remodulación	35 ms 70 ms	
Transmultiplexor	1,5 ms (nota 4)	Semisuma de los tiempos de transmisión en

Sistema de transmisión o de procesamiento	Contribución al tiempo de transmisión en un sentido	Observaciones
Central de tránsito digital, digital-digital	0,45 ms (nota 5)	
Central local digital, analógico-analógico	1,5 ms (nota 5)	
Central local digital, línea de abonado analógica-enlace digital	0,975 ms (nota 5)	
Central local digital, línea de abonado digital-enlace digital	0,825 ms (nota 5)	
Compensadores de eco	0,5 ms (nota 6)	
Modo de transferencia asíncrono ATM (CBR utilizando AAL 1)	6,0 ms (nota 7)	
<p>NOTA 1 – Este valor es provisional y queda en estudio.</p> <p>NOTA 2 – Estos valores tienen en cuenta la distorsión por retardo de grupo en frecuencias próximas a la de máxima potencia de las señales vocales, y también el retardo introducido por los equipos multiplex y de transferencia intermedios de orden superior.</p> <p>NOTA 3 – Queda en estudio. El retardo de estos dispositivos no es normalmente constante, y su magnitud varía con la implementación. Las implementaciones actuales están en el orden de varios cientos de milisegundos por lo que se suma un considerable retardo a los canales de audio a fin de conseguir la sincronización con los labios. Se alienta a los fabricantes a reducir su contribución al tiempo de transmisión, de acuerdo con esta Recomendación.</p> <p>NOTA 4 – Para comunicaciones digitales por satélite en las que el transmultiplexor está instalado en la estación terrena, este valor puede aumentarse a 3,3 ms.</p> <p>NOTA 5 – Estos son valores medios; según la carga de tráfico pueden encontrarse valores mayores, por ejemplo, 0,75 ms (1,950 ms, 1,350 ms o 1,250 ms, respectivamente) con una probabilidad de no ser rebasado del 0,95. (Véanse los detalles en la Rec. UIT-T Q.551 [12].)</p> <p>NOTA 6 – Equivale al promedio de ambos sentidos de transmisión.</p> <p>NOTA 7 – Este valor corresponde al retardo de formación de la célula de flujo 64 kbit/s cuando se rellena completamente la célula [un canal vocal por canal virtual (VC, <i>virtual channel</i>)]. En las aplicaciones prácticas aparecerá un retardo adicional, por ejemplo por la detección de pérdida de células y almacenamiento en memoria. Otros retardos pueden ser aplicables a otras capas de adaptación ATM (AAL, ATM <i>adaptation layer</i>) y a otras disposiciones de correspondencia de célula, y las cuales quedan en estudio.</p>		

Fuente: Cuadro A1. Recomendación [UIT-T G.114]

La recomendación [UIT-T G.101] enumera los parámetros de transmisión específicos más importantes, los cuales son: Ruido, diafonía y distorsión por retardo de grupo¹¹⁶, Control de la estabilidad mediante atribución de atenuaciones a los circuitos¹¹⁷, retardo/eco¹¹⁸, pérdida de

¹¹⁶ [UIT-T G.101] sección 8.2: “*Los bucles de acceso local analógicos y los sistemas de conversión analógico/digital y digital/analógico deben diseñarse para conseguir que la calidad de funcionamiento, con respecto al ruido, la diafonía y la distorsión por retardo de grupo, cumpla los niveles recomendados en las Recomendaciones UIT-T Q.551 y Q.552.*”

La distorsión por retardo de grupo resultante en una conexión es una función del número de conversiones a la banda vocal que ocurren dentro de la red. A este respecto puede encontrarse más información en la Rec. UIT-T G.712.”

¹¹⁷ Que tiene aplicación cuando se hacen mezclas entre canales de transmisión analógicos y digitales.

¹¹⁸ [UIT-T G.101] sección 8.4: “*Independientemente del efecto que tenga el retardo sobre el eco, el retardo absoluto es una degradación que ha de controlarse. El retardo absoluto no afecta la inteligibilidad del*

paquetes¹¹⁹, efecto de codificación y del procesamiento de la señal en el trayecto digital¹²⁰, compresión del canal, integridad de los bits¹²¹, característica de errores en los bits¹²², sincronización¹²³, distorsión de la atenuación¹²⁴, efectos del recorte silábico¹²⁵, y evaluación de las

discurso, pero si el retardo total supera los 100 ms desde la boca hasta el oído, empieza a afectar la interactividad de las conversaciones. Por consiguiente, deberán evitarse los grandes retardos siempre que sea posible.”

(...)

“El control del eco se realizará más frecuentemente utilizando compensadores de eco que supresores de eco.”

(...)

“Los compensadores de eco deben cumplir los requisitos de la Rec. UIT-T G.168.”

¹¹⁹ [UIT-T G.101] sección 8.5: *“La calidad de funcionamiento de la transmisión se ve afectada por los paquetes perdidos o descartados. Un paquete puede perderse debido a congestión en la red, pero también descartarse en el destino, lo que ocurrirá, por ejemplo, cuando un paquete llega con suficiente retraso para que el destino declare el paquete perdido.”*

(...)

“Los sistemas de paquetes construyen normalmente paquetes de 6 ms (por ejemplo, ATM) o 20 ms (por ejemplo, VoIP) de contenido de habla, de manera que cualquier paquete perdido puede causar una degradación grave.”

(...)

“En la Rec. UIT-T Y.1541 se establecen las clases de QoS de la red [para redes IP] de acuerdo con la pérdida de paquetes, el retardo y la variación del retardo.”

(...)

“El modelo E tiene en cuenta el efecto de la pérdida de paquetes en la calidad de la transmisión. Pueden calcularse las degradaciones resultantes de códecs específicos y tenerse en cuenta además las condiciones de pérdida de paquetes aleatorias y a ráfagas.”

¹²⁰ [UIT-T G.101] sección 8.6. *“Las degradaciones en forma de distorsiones, causadas por la codificación y la descodificación a baja velocidad binaria u otras formas de procesamiento de la señal en el trayecto digital se describen y cuantifican en la Rec. UIT-T G.113. Cabe indicar que, por regla general, el procesamiento digital y la codificación a baja velocidad binaria aumentan el tiempo de transmisión.”*

(...)

“Puede utilizarse el modelo E para evaluar los efectos de los códecs a baja velocidad binaria con miras a elegir el codificador adecuado para las configuraciones y aplicaciones específicas.”

¹²¹ [UIT-T G.101] sección 8.8. *“Es posible asegurar la integridad de los bits a lo largo de una red únicamente cuando el trayecto es plenamente digital. Esto puede ser necesario para servicios como 64 kbit/s sin restricciones, pero no se requiere para los servicios vocales. Los dispositivos de procesamiento de la señal, como los compensadores de eco, los codificadores a baja velocidad binaria, la atenuación digital y los rellenos de ganancia pueden corromper la integridad de los bits. Para garantizar la integridad de los bits, debe ser posible desactivar estos dispositivos.”*

¹²² [UIT-T G.101] sección 8.9. *“El equipo de transmisión digital que se va a utilizar para garantizar que se supera en un margen sustancial la característica de error especificada en la serie de Recomendaciones UIT-T G.820 en condiciones operativas normales.”*

¹²³ Ver sección 7.7

¹²⁴ [UIT-T G.101] sección 8.11. *“La distorsión de la atenuación de una conexión de extremo a extremo depende del filtrado aplicado en la conversión de analógico y digital, y viceversa, así como de las propiedades electroacústicas del terminal. Todas las conexiones plenamente digitales con interfaces de acceso analógicas deben cumplir los requisitos de distorsión de la atenuación que se establecen en la Rec. UIT-T G.712 y en la serie de Rec. UIT-T Q.550, respectivamente.*

En las conexiones plenamente digitales que utilizan aparatos telefónicos digitales e instalaciones completamente digitales, la respuesta de atenuación debe cumplir los requisitos de distorsión de la atenuación de la Rec. UIT-T P.310 para aparatos telefónicos de banda estrecha, o los de la Rec. UIT-T P.311 para aparatos telefónicos de banda ancha, o los de la Rec. UIT-T P.341 para los teléfonos manos libres de banda ancha.”

¹²⁵ Son causados por equipos de multiplicación de circuitos digitales y equipos de multiplicación de circuitos por paquetes.

degradaciones, individuales y combinadas¹²⁶.

Por último, para las redes IP, la recomendación [UIT-T Y.1540] define ocho grupos de indicadores de parámetros de desempeño, de los cuales cuatro son los relevantes para la discusión que sigue¹²⁷: *tasa de error de bits*¹²⁸ *el retardo medio de transferencia de paquetes*¹²⁹ *la variación de retardos de paquetes*, y *la tasa de pérdida de paquetes*¹³⁰.

En la Recomendación [UIT-T Y.1541] se especifican los valores de calidad de funcionamiento IP de la red para cada uno de los parámetros de calidad de funcionamiento definidos en la Recomendación [Y.1540]. Los valores de calidad de funcionamiento específicos varían en función de la clase de QoS de la red. La recomendación [Y.1541] establece ocho clases de calidad de servicio de las cuales, la descripción para seis de ellas puede verse a continuación¹³¹.

Tabla 5: Directriz para las clases QoS de IP

Clase de QoS	Aplicaciones (ejemplos)	Mecanismos de nodo	Técnicas de red
0	Tiempo real, sensibles a la fluctuación de fase, alta interacción (VoIP, VTC)	Cola separada con servicio preferencial, preparación del tráfico	Encaminamiento y distancia limitados
1	Tiempo real, sensibles a la fluctuación de fase, interactivas (VoIP, VTC).		Encaminamiento y distancia menos limitados
2	Datos transaccionales, altamente interactivas (señalización)	Cola separada, prioridad por supresión	Encaminamiento y distancia limitados
3	Datos transaccionales, interactivas		Encaminamiento y distancia menos limitados

¹²⁶ [UIT-T G.101] sección 8.13. Son causadas por los sistemas de procesamiento de la voz digital y deben medirse con base en el factor E.

¹²⁷ Se excluyen de la discusión la tasa de paquetes IP espurios, la tasa de paquetes IP reordenados, la tasa de pérdida de bloques de paquetes IP con pérdidas severas, la tasa de paquetes IP duplicados y la tasa de paquetes IP replicados.

¹²⁸ La tasa de error se define en [UIT-T G.701] como: “Razón del número de dígitos erróneos recibidos en un periodo especificado al número total de dígitos recibidos en el mismo periodo.

NOTAS.

1 El valor numérico de la tasa de errores se expresará como sigue: $n \cdot 10^{-p}$ donde p es un número entero positivo.

2 La tasa de errores puede calificarse, por ejemplo, tasa de errores en los bits, tasa de errores en los bloques.”

¹²⁹ El retardo medio de transferencia de paquete se define [Y.1561] como: “(...) la media aritmética de los retardos de transferencia de paquete para una población de interés.”

¹³⁰ La tasa de pérdida de paquetes IP se define [UIT-T Y.1540] como: “La tasa de pérdida de paquetes IP es la razón entre el total de paquetes IP perdidos y el total de paquetes IP transmitidos en una población de interés.”

¹³¹ En el cuadro no se incluyen las clases 6 y 7 que corresponden a clases de servicio provisionales con las cuales se pretende soportar las necesidades de calidad de funcionamiento de las aplicaciones de usuarios de velocidad binaria elevada, que tienen requisitos de pérdidas/errores más rigurosos que los soportados por las clases 0 a 4.

Clase de QoS	Aplicaciones (ejemplos)	Mecanismos de nodo	Técnicas de red
4	Sólo pérdida baja (transacciones cortas, datos en grandes cantidades, flujo continuo de vídeo)	Cola larga, prioridad por supresión	Cualquier ruta/trayecto
5	Aplicaciones tradicionales de redes IP por defecto	Cola separada (prioridad inferior)	Cualquier ruta/trayecto

NOTA – Cualquier ejemplo de aplicación enumerado en el cuadro 2 podría utilizarse asimismo en la clase 5 con objetivos de calidad de funcionamiento no especificados, en la medida en que los usuarios deseen aceptar el nivel de calidad de funcionamiento vigente durante su sesión.

Fuente: Cuadro 2 [UIT-T Y.1541]

[UIT-T Y.1541] es coherente con el marco de trabajo general para la definición de la calidad de los servicios de comunicaciones de la Recomendación [UIT-T G.1000], y con las categorías QoS multimedia de usuario necesarias para soportar las aplicaciones de usuario dadas en la recomendación [UIT-T G.1010]

La recomendación [UIT-T Y.1541] establece objetivos de calidad de funcionamiento de la red para los cuatro parámetros ya reseñados de la recomendación [UIT-T Y.1540] y para las clases de servicio 0 a 5 como puede verse a continuación.

Tabla 6: Definición de clases de QoS de las redes IP y objetivos de calidad de funcionamiento de la red

Parámetro de calidad de funcionamiento de la red	Tipo de objetivo de calidad de funcionamiento de la red	Clases de QoS					
		Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5 sin especificar
IPTD	Límite superior sobre el IPTD medio (Nota 1)	100 ms	400 ms	100 ms	400 ms	1 s	U
IPDV	Límite superior sobre el cuantil $1 - 10^{-3}$ de IPTD menos el IPTD mínimo (Nota 2)	50 ms (Nota 3)	50 ms (Nota 3)	U	U	U	U
IPLR	Límite superior sobre la probabilidad de pérdida de paquetes	1×10^{-3} (Nota 4)	1×10^{-3} (Nota 4)	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	U
IPER	Límite superior	1×10^{-4} (nota 5)					U

Notas generales:

Los objetivos se aplican a las redes IP públicas. Se considera que los objetivos son alcanzables en las implementaciones de red IP comunes. El compromiso del proveedor de servicios de red ante el usuario es tratar de entregar los paquetes de modo que se alcancen cada uno de los objetivos aplicables. La gran mayoría de los trayectos IP que ofrecen conformidad con la Rec. UIT-T Y.1541 deberían satisfacer estos objetivos. Para algunos parámetros, la calidad de funcionamiento en trayectos más cortos y/o menos complejos puede ser significativamente mejor.

Se sugiere un intervalo de evaluación de un minuto para IPTD, IPDV e IPLR, y en todos los casos se debe registrar el intervalo con el valor observado. Cualquier minuto observado debe cumplir esos objetivos.

Los proveedores de servicios de red pueden decidir ofrecer compromisos de calidad de funcionamiento mejores que los de estos objetivos.

"U" significa "no especificado" o "sin límites". Cuando la calidad de funcionamiento relativa a un parámetro particular se identifica como "U", el UIT-T no establece objetivo para este parámetro y se puede ignorar cualquier objetivo Y.1541 por defecto. Cuando se establece el objetivo para un parámetro como "U", la calidad de funcionamiento con respecto a ese parámetro puede, a veces, ser arbitrariamente deficiente.

NOTA 1 – Cuando los tiempos de propagación sean muy largos no se cumplirán objetivos de bajo retardo extremo a extremo. En éstas y algunas otras circunstancias, que todo proveedor experimentará, tarde o temprano, no siempre se podrán cumplir los objetivos de IPTD en las clases 0 y 2 y, en su lugar, se podrán utilizar los objetivos para el IPTD del cuadro 1 que representan clases de QoS factibles. Los objetivos de retardo de una clase no impiden que un proveedor de servicios de red ofrezca servicios con compromisos de retardo más cortos. De acuerdo con la definición de IPTD en la Rec. UIT-T Y.1540, se incluye el tiempo de inserción del paquete en el objetivo IPTD. En esta Recomendación se sugiere un campo de información de paquetes máximo de 1500 octetos para la evaluación de estos objetivos.

NOTA 2 – La definición del objetivo de IPDV (definido en la Rec. UIT-T Y.1540) es la variación del retardo de paquetes IP entre dos puntos. Véanse la Rec. UIT-T Y.1540 y el apéndice II para obtener información adicional detallada sobre la naturaleza de este objetivo. A efectos de planificación, el límite sobre el IPTD medio puede tomarse como límite superior del IPTD mínimo y, por consiguiente, el límite sobre el cuantil $1 - 10^{-3}$ se puede obtener sumando el IPTD medio y el valor de la IPDV (por ejemplo, 150 ms en la clase 0).

NOTA 3 – Este valor depende de la capacidad de los enlaces interredes. Son posibles variaciones más pequeñas cuando todas las capacidades son mayores que la velocidad primaria (T1 o E1), o cuando los campos de información de paquetes en competencia son menores que 1500 octetos (véase el apéndice IV).

NOTA 4 – Los objetivos de clase 0 y 1 para IPLR están basados parcialmente en estudios que muestran que las aplicaciones y los códecs voz de alta calidad no se verán afectados esencialmente por un IPLR de 10^{-3} .

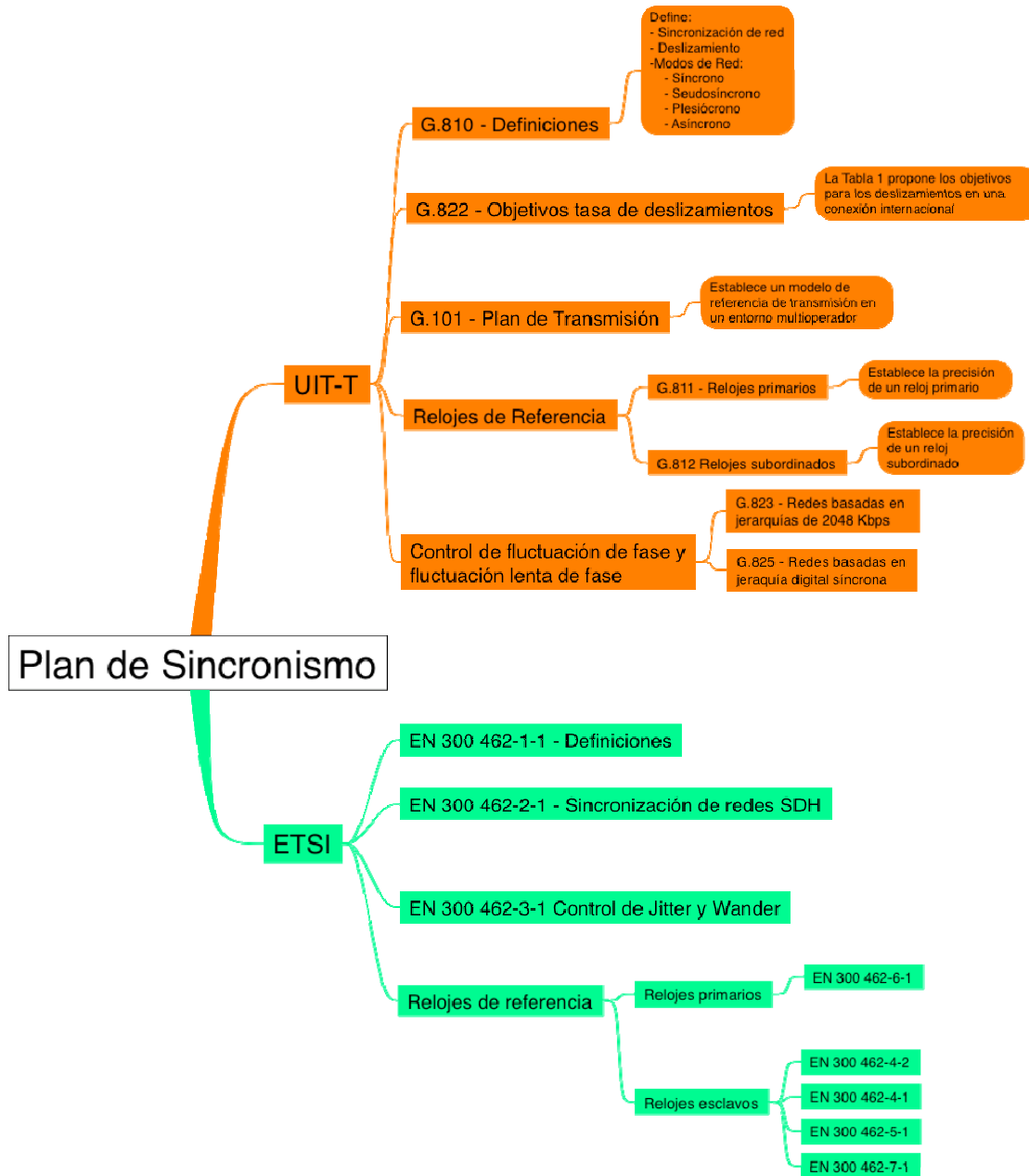
NOTA 5 – Este valor asegura que la pérdida de paquetes es la fuente dominante de los defectos presentados a las capas superiores, y es factible con un transporte IP sobre ATM.

Fuente: Cuadro 1 [UIT-T Y.1541]

7.7 Plan de Sincronización

Las recomendaciones claves UIT y ETSI relacionadas con los planes de sincronización, se presentan en la figura siguiente.

Figura 31: Principales recomendaciones UIT-T y ETSI relacionadas con el Plan de Sincronización



Fuente: Elaboración propia

Las recomendaciones ETSI relacionadas con el tema, guardan una cercana relación con las recomendaciones UIT-T. En la figura previa se incluyen todas las recomendaciones UIT y ETSI relacionadas con la sincronización de redes. Para propósitos de comparación de las normas UIT con las normas ETSI es importante mencionar que la fluctuación de fase corresponde al *Jitter* y las fluctuaciones lentas de fase al *Wander*.

Este documento se concentra en el análisis de las recomendaciones UIT y cuando resulta oportuno, establece relaciones con las recomendaciones ETSI.

La sincronización de la red es [UIT-T G.810]: "*Concepto genérico que describe la manera de distribuir un tiempo y/o frecuencia común a todos los elementos de una red.*"

La necesidad de sincronización surgió con la introducción de las técnicas digitales y su objetivo básico puede resumirse en tres palabras: evitar los deslizamientos¹³².

La recomendación [UIT-T G.822] trata de los objetivos de tasa de deslizamientos controlados de octetos de extremo a extremo en conexiones digitales internacionales a 64 Kbit/s y establece las características de deslizamientos controlados en una conexión internacional o canal portador a 64 Kbit/s en el cuadro que se reproduce a continuación.

Tabla 7: Características de deslizamientos controlados en una conexión internacional.

Categoría de calidad	Tasa media de deslizamientos	Proporción de tiempo (Tiempo total \geq 1 año)
(a)	\leq 5 deslizamientos en 24 horas	$>98,9\%$
(b)	$>$ 5 deslizamientos en 24 horas y \leq 30 deslizamientos en 1 hora	$<$ 1%
(c)	$>$ 30 deslizamientos en 1 hora	$<$ 0,1%

Fuente: Tabla 1 [UIT-T G.822]

Para alcanzar esos objetivos de deslizamientos, deben utilizarse relojes sumamente precisos. La recomendación [UIT-T G.822] menciona en la sección 2 que: "*(...) los centros de conmutación internacional (CCI) están interconectados por enlaces internacionales que funcionan plesiócronamente, utilizando relojes con las exactitudes especificadas en la Recomendación G.811.*"

Efectivamente, [UIT-T G.811] establece en cuanto a la precisión de la frecuencia de un reloj PRC que: "*La desviación de frecuencia máxima permitida en periodos de observación superiores a una semana es de 1 parte en 10^{11} cualesquiera que sean las condiciones operativas aplicables.*"

La recomendación [UIT-T G.812] por su parte, describe los requisitos mínimos para dispositivos de temporización utilizados como relojes de nodo en redes de sincronización.

La sincronización, entendida como la manera de distribuir un tiempo y/o frecuencia común a todos los elementos de una red, tiene cuatro modos básicos: *síncrono*¹³³, *seudosíncrono*¹³⁴, *plesiócrono*¹³⁵ y *asíncrono*¹³⁶.

¹³² Se define un deslizamiento [UIT-T G.810] como: "*Repetición o supresión de un bloque de bits en un tren de bits síncrono o plesiócrono debido a una discrepancia en las velocidades de lectura y de escritura en una memoria intermedia.*"

¹³³ Se define modo red síncrona [UIT-T G.810] como: "*Red en la que todos los relojes tienen la misma exactitud a largo plazo en condiciones normales de funcionamiento.*"

¹³⁴ Se define modo pseudosíncrono [UIT-T G.810] como: "*Modo en el que todos los relojes tienen una exactitud de frecuencia a largo plazo conforme a un reloj de referencia primario especificado en la*

Un plan de sincronización hace referencia al establecimiento de una red de sincronización, entendida esta como [UIT-T G.810]: “Red que proporciona señales de temporización de referencia. En general, la estructura de una red de sincronización comprende nodos de red de sincronización conectados mediante enlaces de sincronización” y a su vez, estos enlaces de sincronización se definen como [UIT-T G.810]: “Enlace entre dos nodos de sincronización por el que se transmite la sincronización.”

Existen dos métodos fundamentales de sincronización de relojes nodales: *modo maestro subordinado*¹³⁷ y *modo mutuamente sincronizado*¹³⁸.

En el modo maestro subordinado, los relojes de alta precisión, que como ya se vio, están típicamente ubicados en las centrales internacionales, sirven como referencia primaria a otros elementos de la red. Los nodos de jerarquía inferior recibirán las señales de sincronización de los nodos de jerarquía inmediatamente superior. De esta manera todos los nodos de la red estarán sincronizados al “*reloj de referencia de red*” y por consiguiente también lo estarán entre sí.

En estos casos, la topología típica de una red de sincronización es en árbol de manera que los relojes de nivel jerárquico inferior acepten solamente la temporización procedente de un nivel jerárquico igual o superior y se eviten los bucles de temporización. Es preferible que los elementos de red sean capaces de recuperar la temporización a partir de por lo menos dos enlaces de sincronización distintos. El reloj subordinado debe reconfigurarse para que recupere la temporización a partir de un camino alternativo, si falla el camino original y siempre que sea posible, es buena práctica que se proporcionen caminos de sincronización a través de trayectos diferentes.

La arquitectura de las redes de sincronización SDH está descrita en la sección 8 de [UIT-T G 803]. Para las redes de jerarquía digital sincrónica SDH evitar los deslizamientos es particularmente crítico¹³⁹, por lo que se hace hincapié en la necesidad de que los relojes de SDH se ajusten a un reloj de referencia primario (PRC) y posean una buena característica de estabilidad a corto plazo, a fin de ajustarse a los objetivos de tasa genérica de deslizamientos de la Recomendación [UIT-T G.822].

En cuanto a las adecuaciones de la sincronización a la evolución de las redes, el camino a seguir está trazado en la recomendación [UIT-T G.101]: “Una adecuada sincronización forma parte de la

Recomendación G.811 en condiciones normales de funcionamiento. No todos los relojes en la red tendrán temporización atribuible al mismo PRC.”

¹³⁵ Se define modo plesiócrono [UIT-T G.810] como: “Modo en el que la característica esencial de escalas o señales de tiempo es tal que sus instantes significativos correspondientes se producen con la misma cadencia nominal, y cualquier variación de esta cadencia está restringida dentro de límites especificados.”

¹³⁶ Se define modo asíncrono [UIT-T G.810] como: “Modo en que los relojes están previstos para funcionar en modo libre.”

¹³⁷ Se define la sincronización principal subordinada [UIT-T G.810] como: “Modo en el que un reloj maestro designado se utiliza como patrón de frecuencia que se distribuye a otros relojes subordinados al reloj maestro.”

¹³⁸ Se define la sincronización mutua [UIT-T G.810] como: “Modo en que todos los relojes ejercen un grado de control entre sí.”

¹³⁹ Ver sección 8.1 de [UIT-T G.803].

estrategia de planificación de la red, dado que las degradaciones de sincronización afectan a la calidad de las llamadas. Las redes deben estar sincronizadas según se define en la serie de documentos ETSI EN 300 462-1-1/6-1 e ISO/CEI 11573 para alcanzar los objetivos de deslizamiento que se definen en la Rec. UIT-T G.822. En la Rec. UIT-T G.810 pueden encontrarse definiciones y abreviaturas utilizadas en las Recomendaciones sobre temporización y sincronización. Puede encontrarse información sobre el control de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase en las redes digitales en las Recomendaciones UIT-T G.823, G.824 y G.825."

Efectivamente [UIT-T G.823]: "(...)especifica los límites de red de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase máximas que no deberán ser superados y la tolerancia mínima de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase de los equipos, presente en cualquiera interfaz pertinente de transporte o sincronización basada en la jerarquía de 2048 Kbit/s" y [UIT-T G.825]: "(...)especifica los límites de red máximos de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase que no deberán ser rebasados y la tolerancia mínima de equipo a la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase que deberá proporcionarse en toda interfaz apropiada de transporte o sincronización basada en la jerarquía digital síncrona"

Por su parte la recomendación [ETSI EN 300 462-6-1] establece las características de los relojes primarios; y las recomendaciones [ETSI EN 300 462-4-1], [ETSI EN 300 462-4-2], [ETSI EN 300 462-5-1] y [ETSI EN 300 462-7-1] establecen las características de los relojes subordinados para diversas aplicaciones como redes SDH, PDH y equipos en aplicación de nodo local.

8 PLANES TÉCNICOS BÁSICOS – BENCHMARK INTERNACIONAL

Dentro de los objetivos planteados para este documento entregable se encuentra el de identificar, estudiar y analizar las experiencias de países que han adoptado en su normativa o regulación, normas tendientes a modificar sus Planes Técnicos Básicos teniendo en cuenta la convergencia tecnológica de redes y servicios.

Para la realización de esta tarea, se realizó un Benchmark que incluyó los países y normas que se presentan a continuación.

Tabla 8: Benchmark internacional – Planes Técnicos Básicos

País	Plan de Numeración	Plan de Señalización	Plan de Tarificación	Plan de Encaminamiento	Plan de Transmisión	Plan de Sincronización
Argentina	X	X				
Bolivia	X	X	X			X
Canadá	X					
Chile	X	X	X	X	X	
Ecuador	X	X	X		X	X
España	X	X	X			
Inglaterra		X				
México	X	X	X			
Perú		X				
República Dominicana		X	X	X	X	X
Suecia	X	X				
Uruguay		X				

Fuente: Elaboración propia

En las secciones siguientes, se analizan las principales experiencias internacionales (de conformidad con el cuadro previo) en relación con Planes Técnicos Básicos.

8.1 Plan de Numeración

Se revisaron los planes de numeración de ocho países y se encontró que todos establecen la estructura del número nacional con base en la recomendación [UIT-T E.164]: Argentina [Argentina – Secretaría de Comunicaciones SC - 046, 1997]¹⁴⁰, Bolivia [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]¹⁴¹, Canadá [Canadá – Plan de numeración y marcación, 2010]¹⁴²,

¹⁴⁰ [Argentina – Secretaría de Comunicaciones SC - 046, 1997]: Establece la estructura de los números geográficos, no geográficos, los códigos de servicios especiales, los códigos de identificación de operador de larga distancia, los procedimientos de marcación, la numeración en reserva y las pautas de asignación de la numeración.

¹⁴¹ [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]: Establece la estructura de los números nacionales geográficos, no geográficos, los códigos de identificación de operador de larga distancia,

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 747, 1999]¹⁴³ y sus modificaciones¹⁴⁴, Ecuador [Ecuador Resolución 349-17- Conatel -2007]¹⁴⁵, España [España, Real Decreto 2296/2004]¹⁴⁶, México [México – Plan técnico de numeración, 1994]¹⁴⁷ y Suecia [Suecia – PTS – Numbering Plan, 2009]¹⁴⁸.

8.1.1 Conclusiones

1. La totalidad de los ocho países revisados, estructuran su plan de numeración con base en [UIT-T E.164].
2. La mayoría de los planes de numeración tienen estructuras similares y presentan temas como la estructura de los números geográficos, no geográficos, los códigos de servicios especiales, el uso de numeración abreviada, los códigos de identificación de operador de larga distancia, el plan de marcación, la numeración en reserva y los criterios de administración del plan, incluyendo pautas de asignación de la numeración.

8.2 Plan de Señalización

Se analizaron los planes de señalización de once países: Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, España, Inglaterra, México, Perú, República Dominicana, Suecia y Uruguay.

los códigos de servicios especiales, el plan de marcación, la asignación de la numeración, las zonas de numeración y la reserva de numeración.

¹⁴² Canadá forma parte del NANP (North American Numbering Plan). Dice [Canadá – Plan de numeración y marcación, 2010: “*Currently Canada participates in the North American Numbering Plan (NANP) which is the numbering plan used by the 20 nations sharing Country Code 1 under the International Telecommunication Union ITU-T Recommendation E.164, "The international public telecommunication numbering plan" (ITU-T Rec. E.164).*” El Plan de Canadá utiliza los NPA asignados por NANP y realiza únicamente precisiones de uso de numeración de carácter nacional.

¹⁴³ [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 747, 1999] y sus modificaciones: define la estructura de numeración de la red local, móvil y servicios suplementarios, el uso de numeración abreviada, los procedimientos de marcación, información de la guía telefónica, portabilidad de numeración de suscriptor y portabilidad de servicios suplementarios.

¹⁴⁴ [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 599, 2001], [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 421, 2003], [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 590, 2004], [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 400, 2005] [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 1, 2009].

¹⁴⁵ [Ecuador Resolución 349-17- Conatel -2007] define la estructura de numeración geográfica, no geográfica y para servicios especiales, los tipos de portabilidad numérica, el plan de marcación, y los criterios de administración del plan.

¹⁴⁶ [España, Real Decreto 2296/2004]: Está basado en [UIT-T E.164] pero acoge otras recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT) y el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI). Establece el número nacional, el plan de marcación, el rango de numeración geográfica, el rango de numeración para servicios de comunicaciones móviles, el rango de numeración para servicios de numeración personal, el rango de numeración para servicios de tarifas especiales y el uso de números cortos.

¹⁴⁷ [México – Plan técnico de numeración, 1994]: Establece la administración del plan, la numeración nacional, los procedimientos de marcación, los procedimientos para la asignación de números y el establecimiento de un comité consultivo del plan de numeración.

¹⁴⁸ [Suecia – PTS – Numbering Plan, 2009] El plan está totalmente basado en [UIT-T E.164] y establece los NDC o los primeros dígitos del N(S)N junto con su uso.

Dentro de los países analizados, los siguientes tienen normas enfocadas a Planes de Señalización que están contruidos utilizando como base exclusiva el protocolo SS7: Argentina [Argentina – Secretaría de Comunicaciones SC - 047, 1997]¹⁴⁹, México [México – Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1996]¹⁵⁰ y Uruguay [Uruguay – URSEC - Plan Nacional de Señalización]¹⁵¹.

Los países Europeos analizados España¹⁵², Inglaterra¹⁵³ y Suecia [Suecia – PTS - ISPC, 2010], [Suecia – PTS - NSPC, 2010]; no poseen planes técnicos de señalización, sino que únicamente realizan la administración de los códigos de punto de señalización asociados a SS7 por medio de sus entidades reguladoras.

Dentro de los países que han considerado elementos asociados a convergencia de redes y servicios, destacamos los siguientes:

¹⁴⁹ Dice la citada norma [Argentina SC - 047, 1997]:

“(...) A partir del 1 de enero de 1999 el protocolo de señalización sugerido para la interconexión entre prestadores de servicios de telecomunicaciones es PU-RDSI-SSCC#7, sin perjuicio que para los enlaces de interconexión que se encuentren operando es ese momento se sugiere que se mantengan con la misma señalización hasta el 31 de diciembre de 2001.”

La norma establece además la longitud y estructura de los códigos de punto de señalización nacionales, el procedimiento para la asignación de dichos códigos, el establecimiento de un comité consultivo del plan de señalización y el intercambio de información, el cual debe contener [Argentina – Secretaría de Comunicaciones SC - 047, 1997]: “Además de la información necesaria para establecer y liberar la llamada, la información mínima sugerida que se intercambiará en tiempo real en la señalización para la interconexión entre redes será:

- El número de “A” con formato sugerido de número nacional.
- La categoría de “A” conteniendo al menos: operadora, teléfono público o abonado normal.
- El número de “B” con formato sugerido de: número nacional o número internacional según corresponda.
- El estado de “B” conteniendo al menos: abonado libre, abonado ocupado y contestación (conexión).

Por otra parte, la información para el establecimiento de la llamada en el protocolo PURDSI se enviará en bloque (toda la información en el mensaje MID).

¹⁵⁰ La norma [México – Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1996] establece la estructura de los códigos de punto de señalización y los procedimientos de asignación. La norma también indica el intercambio de información que debe darse en la interconexión de las redes (número de A, categoría de A, número de B, el estado de B, el tipo de servicio, el tipo de selección de red y la necesaria para su tarificación). Adicionalmente se estableció una norma nacional: *“(...) la industria de telecomunicaciones hizo entrega a la Secretaría de una propuesta unánime de norma oficial mexicana de Parte de Usuario para Servicios Integrados-México (PAUSI-MX).”* También se estableció un comité consultivo del plan técnico fundamental de señalización.

¹⁵¹ La norma [Uruguay – URSEC - Plan Nacional de Señalización] establece la estructura de los códigos de puntos de señalización nacionales, los criterios de administración del plan, los procedimientos de asignación de códigos de puntos de señalización. La norma dice que: *“(...) Para la interconexión entre prestadores de servicios de telecomunicaciones, la URSEC sugiere que sea utilizado el Sistema de Señalización N° 7, y laudará en ese sentido en los casos en que sea llamada a arbitrar en el tema.”*

¹⁵² CMT en España administra los códigos de puntos de señalización nacional e internacional así como los códigos de operadores de portabilidad.

¹⁵³ OfCom en Inglaterra no hace públicos los códigos de señalización de los operadores por razones de seguridad: “Details of Targeted Transit Codes (“TTC”), National and International Signaling Point Codes (“NSPC”) and (“ISPC”) respectively, are not shown because of potential security issues. However, details of your own codes may be obtained by contacting Ofcom's Numbering Unit.”

Bolivia [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000] aún cuando adopta el sistema de señalización SS7 ISUP para el intercambio de mensajes en los puntos de interconexión¹⁵⁴, incluye una sección en relación a señalización no telefónica. En tal sentido, establece el interfuncionamiento de redes de transmisión de datos con base en la recomendación [UIT-T X.300] y el uso de señalización interredes con base en las recomendaciones [UIT-T X.70], [UIT-T X.71], [UIT-T X.75] y [UIT-T X.330]¹⁵⁵. También establecen esquemas de numeración internacional para redes públicas de datos, de conformidad con la norma [UIT-T X.121]¹⁵⁶. La norma considera además el uso de otros esquemas de señalización que se tomarían en cuenta, incluyendo recomendaciones UIT relacionadas con la conmutación de datos por circuitos, servicios telemáticos, videotex y videotelefonía¹⁵⁷.

¹⁵⁴ Dice la citada norma [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]: “(...)El Plan Nacional de Señalización utilizará para el intercambio de mensajes en los puntos de interconexión de los diferentes operadores, el Sistema de Señalización por Canal Común # 7 “SSCC # 7”, y con especificaciones técnicas producto de la Norma Nacional de Bolivia, del Sistema de Señalización por Canal Común # 7.”, define la estructura de los códigos de los puntos de señalización nacional, los mecanismos de asignación.

¹⁵⁵ Dice la norma [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]: “Habida cuenta de la presencia de diferentes tipos de redes de telecomunicaciones, también hay diversos esquemas de señalización, interfaces y protocolos para servicios especializados no telefónicos, y por lo tanto se estipula el interfuncionamiento entre ellos.

La Recomendación X.300 de la UIT-T define los principios y disposiciones para el interfuncionamiento de diferentes redes para la prestación de un servicio de transmisión de datos y la interacción necesaria entre elementos de interfaces de usuario, sistemas de señalización entre centrales y otras funciones de red para la sustentación de servicios de transmisión de datos, servicios telemáticos y el servicio de red con conexión OSI, según sea el caso.

Los diferentes tipos de redes públicas, tales como las redes públicas de datos y las RDSI, pueden proporcionar servicios de transmisión de datos y facilidades de usuario. Por lo tanto se podrá solicitar la interconexión de estas redes de modo que un Equipo Terminal de Datos “ETD” de una red, pueda comunicarse enteramente con un ETD de la misma red, o con un ETD de otra red del mismo tipo, o con un ETD de una red de otro tipo.

La señalización interredes entre los diversos tipos de redes será el definido por las Recomendaciones X.70, X.71 y X.75. Recomendación X.320 (10/96).

Las disposiciones generales para el interfuncionamiento entre redes digitales de servicios integrados para la prestación de servicios de transmisión de datos se adoptan de la Recomendación X.320 de la UIT-T; esta recomendación sólo estipula lo concerniente a capacidades de transmisión para el interfuncionamiento y la Recomendación X.300 para el interfuncionamiento que implica capacidades de comunicación.

Cuando se opta por el interfuncionamiento entre la Red Pública de Datos por Conmutación de Paquetes “RPDCP” y la RDSI para la prestación de servicios de transmisión de datos se adoptará lo especificado en la Recomendación X.325.

Se promoverá la intercomunicación de usuarios diferentes que tengan equipos terminales con diseños compatibles a los modelos de referencia de interconexión de sistemas abiertos (X.200).

Por tanto, las disposiciones y procedimientos para señalización interredes entre la Red Pública de Datos “RPD” y otras redes públicas deberán proporcionar a los usuarios la capacidad de operar servicios de transmisión de datos, servicios telemáticos y el servicio de capa de red con conexión OSI a través de conexiones obtenidas por conducto de una red o redes concatenadas.”

¹⁵⁶ [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]: “Información constituida por 4 cifras en el contexto de numeración internacional para redes públicas de datos. Las tres primeras cifras se consideran el indicativo de país para datos, y la cuarta cifra identifica una red de dicho país, estructurado de la forma que indica la Recomendación X.121.

El código asignado a Bolivia es el 736X, pudiendo asignar hasta 10 RTDCP (X= 0 – 9). Códigos que serán administrados por la Dirección de Operaciones.”

¹⁵⁷ [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]: “(...)Otros servicios, esquemas de señalización, interfaces y sus protocolos que se tomarán en cuenta son las siguientes:

Chile adoptó su plan de señalización en 1988 [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 50, 1988]¹⁵⁸, el cual actualizó en 1994 [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 17, 1994]¹⁵⁹ y en el año 2002 [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 527, 2002]. En éste último decreto se permitió el uso de otros sistemas de señalización aprobados por la UIT, para las concesionarias que provean servicio público telefónico, previa autorización de la subsecretaría de telecomunicaciones¹⁶⁰.

Ecuador [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007] estableció directrices para uso de protocolos de señalización únicamente en la interconexión y dejó en libertad a los prestadores de servicios de

-
- *Conmutación de Datos por Circuitos. Recomendaciones X.80 y X.81 UIT-T.*
 - *Servicios de Telemática General. Recomendaciones T.70, T.90 y T.300 UIT-T.*
 - *Videotex. Recomendación T.100 UIT-T*
 - *Videotelefonía. Recomendación H.320 UIT-T. Revisada por la Comisión de Estudio 15 del UIT-T (1993-1996)."*

Las normas previamente citadas hacen referencia a servicios, terminales e interfuncionamiento.

Servicios: La recomendación referenciada para VideoTex T.100 es aplicable al servicio de videotex interactivo internacional. En cuanto a los servicios de telemática general la T.70 es para servicios de transporte básico independiente de la red.

Terminales: La recomendación T.90 establece características y protocolos de equipos terminales de servicios de telemática en la RDSI. La recomendación referenciada para videotelefonía es la H.320 que hace referencia a sistemas y equipos terminales videotelefónicos de banda estrecha (videoconferencia y videotelefonía).

Interfuncionamiento: La T.300 establece principios generales de interfuncionamiento telemático. La X.80 y X.81 hacen referencia a interfuncionamiento de señalización.

¹⁵⁸ El plan inicial [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 50, 1988] contenía una aproximación tradicional, establecía la señalización en el sistema local de abonado, la señalización entre centros de conmutación incluyendo el uso de señalización por canal común basado en SS7. El plan se había concebido como parte de un esfuerzo de modernización de los sistemas de señalización y establecía que:

“Artículo 47

(...)

a.- *Cuando la digitalización comprenda tanto los centros locales, centro primario como los correspondientes circuitos locales de la misma zona primaria los concesionarios deberán tener incorporado en su centro de conmutación digital el sistema de señalización R 2 Digital o por canal común N° 7, dentro de dicha zona.*

b.- *En caso de conectarse dos centros interurbanos digitales mediante circuitos interurbanos digitales, la señalización entre ambos deberá ser R2 digital o canal común N° 7.*

c.- *Cuando la digitalización se extienda al sistema local en la totalidad de los abonados, sea dentro de una zona primaria, secundaria o terciaria, se deberá operar con señalización de canal común N° 7 en todos los niveles jerárquicos de la red, en la zona considerada.”*

¹⁵⁹ El propósito de esta actualización fue establecer que: “(...) *La señalización por canal común debe ceñirse a lo dispuesto en la Especificación Nacional del Sistema de Señalización N°7 del CCITT (SS7)*” y adicionalmente mencionar en el “Artículo 44° *Se prohíbe bloquear el envío de la identificación del abonado que llama entre centros de conmutación ante un requerimiento en tal sentido de cualesquiera de los centros de conmutación que intervienen en una comunicación, siempre y cuando la tecnología del centro local de origen así lo permita.*”

¹⁶⁰ “Artículo 49°.- Sin perjuicio de lo anterior, las concesionarias que provean servicio público telefónico podrán utilizar en sus redes otros sistemas de señalización, aprobados por Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT, previa autorización de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Para tal efecto, las empresas interesadas deberán suministrar, en el respectivo proyecto técnico que acompañe a la solicitud de concesión o de modificación de concesión, los antecedentes técnicos y las características de operación de los sistemas de señalización que deseen utilizar.

En el caso de interconexiones, deberá aplicarse lo dispuesto en las normas técnicas, procedimientos y plazos que establezca la Subsecretaría de Telecomunicaciones.”

telecomunicaciones para que utilicen los protocolos que mejor se adecúen a sus necesidades, siempre y cuando no se afecte la calidad del servicio y se garantice la interoperatividad¹⁶¹. El plan de señalización de Ecuador reconoce la tendencia general a transportar el tráfico de voz sobre redes de conmutación de paquetes y sugiere el uso de protocolos como SS7¹⁶², H.323, SIP, MGCP y H.248/MEGACO¹⁶³; sin embargo, se deja abierta la posibilidad para que los prestadores de servicios de comunicaciones negocien protocolos diferentes en la interconexión y simplemente informen a SENATEL sobre tales acuerdos¹⁶⁴. El plan prevé además un periodo de coexistencia de los sistemas de señalización mientras se produce una paulatina migración hacia redes de conmutación de paquetes¹⁶⁵. Se establece además el tipo de información que debe intercambiarse en la señalización¹⁶⁶.

¹⁶¹ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“5 *PRINCIPIOS DEL PTFS*

5.1 *El PTFS proporciona las directrices básicas en cuanto a los protocolos de señalización a utilizarse, solamente en la interconexión entre redes de diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones, tanto para la aplicación nacional como inter nacional.*

5.2 *Con respecto a los protocolos de señalización utilizados al interior de las redes, tanto para interconectar nodos como para el acceso usuario red, el PTFS deja en libertad a los prestadores de los servicios de telecomunicaciones para que utilicen aquellos que mejor se ajusten a sus necesidades, siempre y cuando no se afecte la calidad de servicio de las redes de telecomunicaciones, se garantice la interoperatividad de servicios y cumplan con la reglamentación vigente.”*

¹⁶² Respecto del protocolo SS7, la norma hace un recorrido por la normatividad UIT asociada y establece la estructura de los códigos de puntos de señalización nacionales. SENATEL administra los recursos de códigos nacionales de puntos de señalización y el plan indica el procedimiento para signación y recuperación de los códigos. La elaboración de una norma nacional se dejó para evaluación posterior entre SENATEL y los prestadores de servicios de comunicaciones.

¹⁶³ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“6.1 *Sobre los protocolos de señalización en la interconexión:*

A fin de que las redes de diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones se interconecten sin problemas, se recomienda adoptar arquitecturas abiertas en la interconexión. El SSSC7 de la UIT-T está siendo utilizado en el Ecuador, tanto para el funcionamiento de las RCC como para interoperar con nuevas RCP (redes IP). Por ejemplo, en estos casos se requerirá una conversión de señalización ISUP a H.323 (ITU-T) / SIP (IETF) o ISUP sobre MTP a ISUP sobre IP. Otras partes de usuario podrían requerirse como TCAP, INAP, MAP, para lo cual se tendría que hacer las conversiones necesarias para un adecuado interfuncionamiento.

Entre redes IP de diferente prestador de servicio de telecomunicaciones se sugiere utilizar cualquiera de los siguientes protocolos: H.323, SIP, MGCP, H248/MEGACO.”

¹⁶⁴ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“En los acuerdos de interconexión se deberá especificar los servicios que ofrecerán los prestadores de los servicios de telecomunicaciones y los requerimientos generales de señalización para garantizar la interoperatividad de ellos. Los requerimientos de señalización en la interconexión seguirán las directrices indicadas en el presente PTFS y en caso de incorporarse otros servicios con nuevos requerimientos de señalización no especificado en el PTFS, los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán remitir a la SENATEL la descripción de los protocolos de señalización a utilizar, especificando la respectiva recomendación, versión o referencia de la norma y el organismo internacional que las origina.”

¹⁶⁵ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“6.5 *Sobre la coexistencia de sistemas de señalización:*

A medida que los prestadores de los servicios de telecomunicaciones acudan a la tecnología IP para proporcionar diferentes servicios, tendrán la necesidad de interconectarse con las redes existentes como RTPC /ISDN/RTM a través de los protocolos de SCC7. Además empezarán a presentarse interconexiones entre redes IP utilizando otros protocolos diferentes a la SCC7 como el H.323/SIP. Estos protocolos coexistirán hasta que la conmutación de circuitos sea remplazada por la conmutación de paquetes.”

¹⁶⁶ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

En cuanto a los requerimientos de señalización para soportar telefonía IP, se adoptan las recomendaciones [UIT-T TRO 2840]. La norma describe cuatro tipos de configuración de red: Interconexión RTPC-Red IP – RTPC con configuración teléfono a teléfono¹⁶⁷, Interconexión Red IP – RTPC con configuración teléfono IP a teléfono¹⁶⁸, Interconexión Red IP – RTPC con configuración teléfono a teléfono IP¹⁶⁹ e Interconexión Red IP – Red IP con configuración teléfono IP a teléfono IP¹⁷⁰.

Posteriormente, la norma de señalización de Ecuador establece una explicación acerca de los protocolos de señalización en H.323¹⁷¹, SIP¹⁷², H.248¹⁷³, MGCP¹⁷⁴ y MEGACO¹⁷⁵ y en cuanto a la

“Intercambio de información

El PTFIS contempla además de la información que se transfiere normalmente dentro de un sistema de señalización para el establecimiento y liberación de las llamadas, información complementaria referente a los siguientes temas:

- *Estructura del número de abonado A en una llamada dentro del territorio nacional*
- *Estructura del número que identifica a cada llamada internacional entrante y en tránsito”*

¹⁶⁷ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“Interconexión RTPC- Red IP- RTPC con configuración teléfono a teléfono:

En esta configuración se usa la RTPC como origen y terminación de la llamada y una red IP de tránsito que convierte la voz en paquetes. En este caso se requerirá la conversión de protocolos de señalización (de ISUP a H.323/SIP o viceversa) entre las redes de origen o terminación RTPC y la red IP. También se requerirá la conversión de la información de señalización TDM (64 Kb/s) a paquetes IP. En la red IP, una llamada es controlada por el protocolo H.323/SIP.”

¹⁶⁸ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“Interconexión Red IP-RTPC con configuración teléfono IP a teléfono:

En esta configuración la red de origen es una red IP y la red de terminación es una RTPC. En este caso se requerirá la conversión de protocolos de señalización (H.323/SIP – ISUP) y la conversión de la información de señalización de paquetes IP a información a 64 Kb/s. En la red IP, una llamada es controlada por el protocolo H.323/SIP.”

¹⁶⁹ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“Interconexión RTPC – Red IP con configuración teléfono a teléfono IP:

En esta configuración la red de origen es una RTPC y la red de terminación es una red IP. En este caso se requerirá la conversión de protocolos de señalización (ISUP – H.323/SIP) y la conversión de la información de señalización TDM (64 Kb/s) a paquetes IP. En la red IP, una llamada es controlada por el protocolo H.323/SIP.”

¹⁷⁰ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“Interconexión Red IP-Red IP con configuración teléfono IP a teléfono IP:

En esta configuración de la red de origen y la red de terminación es una red IP. En la red IP, una llamada es controlada por el protocolo de señalización H.323/SIP.”

¹⁷¹ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“El protocolo H.323 consta en la recomendación paraguas de la UIT-T H.323 que establece estándares para comunicaciones multimedia basado en paquetes sobre redes de datos, que no proporciona una calidad de servicio garantizada.

La serie de protocolos para sistemas multimedios basados en conmutación de paquetes consta en la recomendación H.323 de la UIT-T. Los protocolos de señalización que se transportan sobre protocolos TCP/IP o UDP/IP referidos en H.323 son los siguientes:

H.225	<i>Son los mensajes de control de señalización de llamada que permiten establecer la conexión y desconexión. Este protocolo describe cómo funciona el protocolo RAS y Q.931. El H.225 define como identificar cada tipo de codificador y discute algunos conflictos y redundancias entre RTPBC y H245.</i>
-------	--

señalización para QoS en redes IP sugiere los protocolos RTP, RSVP, MPLS, DiffServ-WG e Int-Serv¹⁷⁶. El plan también establece el uso de la recomendación [UIT-T X.300] para el

H.235	<i>Provee una mejora sobre H.323 mediante el agregado de servicios de seguridad como autenticación y privacidad. El H.235 trabaja soportado en H.245 como capa de transporte.</i>
H.245	<i>Este protocolo de señalización transporta la información no- telefónica durante la conexión. Es utilizado para comandos generales, indicadores, control de flujo, gestión de canales lógicos, etc.</i>
RAS	<i>Utiliza mensajes H.225 para la comunicación. Sirve para registro, control de admisión, control de ancho de banda, estado y desconexión.</i>
Q.931	<i>Este protocolo es definido originalmente para señalización en accesos ISDN básico. Es equivalente a la ISUP utilizada desde el GW hacia la RTPC.</i>
H.450	<i>Define servicios suplementarios para el protocolo H.323. La serie de protocolos H.450.1 a H.450.12 describen los procedimientos y los protocolos de señalización para el control de servicios suplementarios.”</i>

¹⁷² [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“7.3 *Protocolos SIP:*

El IETF ha publicado una serie de protocolos que simplifican las funciones de H.323, el SIP es un protocolo básico de texto cliente servidor y proporciona los mecanismos para que los sistemas usuario final y los servidores proxy puedan proporcionar diferentes servicios. Es un protocolo de señalización y control de sesiones multimedia establecido en las RFC 2543 Y RFC 3261.”

¹⁷³ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“7.5 *Protocolo MGCP:*

Este protocolo publicado en RFC: 2705 del IETF se utiliza para controlar pasarelas de telefonía desde elementos de control de llamada externos denominados controladores de pasarela de acceso al medio físico o CA.”

¹⁷⁴ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“7.4 *Protocolo H.248:*

La recomendación de la UIT-T H.248 define los protocolos de control de pasarela que se utilizan entre los elementos de una MG físicamente desglosada, y que se emplea de acuerdo con la arquitectura especificada en la recomendación de UIT-T H.323.”

¹⁷⁵ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“7.6 *Protocolo Megaco:*

Este protocolo publicado en RFC 3015 del IETF es un resultado de los esfuerzos conjuntos de IETF y del Grupo de Estudio 16 de la UIT-T. La definición de este protocolo es igual a las de la recomendación H.248 de UIT-T. Se utiliza entre elementos de una MG físicamente desglosada.”

¹⁷⁶ [Ecuador – Resolución 351-18-conatel-2007]:

“7.7 *Protocolos y requerimientos de señalización para QoS*

En cuanto la señalización para QoS en redes IP se sugiere los siguientes protocolos:

<i>RTP (IETF) REC 1889</i>	<i>Es usado con UDP/IP para identificación de carga útil, numeración secuencial, monitoreo, etc. Trabaja con RTCP para entregar una realimentación sobre la calidad de transmisión de datos.</i>
<i>RSVP (IETF) RFC 1633</i>	<i>Es un protocolo de señalización (de QoS) que reserva un ancho de banda dentro de una red IP.</i>
<i>MPLS (IETF) RFC 3031</i>	<i>Proporciona mecanismos para la designación, encaminamiento, reenvío y conmutación de flujos de tráfico a través de la red. Es una solución versátil para resolver los problemas a los que se enfrentan las redes actuales incluyendo QoS e ingeniería de tráfico.</i>
<i>Diffserv-WG (IETF) RFC 2474</i>	<i>Se basa en marcar los paquetes IP, y la red los trata en base a esa marca desarrollando un tratamiento diferenciado de los paquetes IP en la red.</i>

interfuncionamiento entre redes públicas y entre redes públicas con otras redes para el servicio de transmisión de datos.

Perú adoptó su plan de señalización en el año 2003 [Perú – Resolución suprema No 011-2003-MTC] y estableció SS7 norma nacional para la interconexión de redes de servicios públicos de telecomunicaciones excepto en el caso de redes rurales¹⁷⁷. La misma norma describe la normatividad internacional asociada a SS7 y establece la estructura de los códigos de puntos de señalización, establece el intercambio de información en la interconexión¹⁷⁸. Para servicios de telecomunicaciones diferentes a voz en tiempo real, el plan acoge los principios y disposiciones de la recomendación [UIT-T X.300]. Además el plan especifica la señalización interredes de acuerdo con las recomendaciones [UIT-T X.60], [UIT-T X.70], [UIT-T X.71], [UIT-T X.80] y [UIT-T X.326]. En cuanto a interfuncionamiento de redes públicas de datos con otros tipos de redes, la norma peruana hace referencia a las normas [UIT-T X.77], [UIT-T X.80], [UIT-T X.81], [UIT-T X.200], [UIT-T X.300], [UIT-T X.320], [UIT-T X.321], [UIT-T X.322], [UIT-T X.324], [UIT-T X.325], [UIT-T X.326] y [UIT-T X.327]. Se estableció además el código de identificación de redes públicas de datos¹⁷⁹ y se definieron otros servicios de telemática general, videotex y videotelefonía; para los cuales se definieron esquemas de señalización, interfaces y sus protocolos¹⁸⁰.

<i>Int-Serv Basado en RSVP</i>	<i>Los recursos de la red son reservados en base a los requerimientos de calidad de servicio de servicio de las aplicaciones.”</i>
------------------------------------	--

¹⁷⁷ [Perú – Resolución suprema No 011-2003-MTC]: “El sistema de señalización adoptado para la interconexión entre las redes de servicios públicos de telecomunicaciones, salvo en el caso de una red rural (conforme se menciona en el numeral 5), es el sistema de señalización por canal común N° 7 norma nacional, el cual contiene las especificaciones técnicas descritas en el presente Plan.”

¹⁷⁸ [Perú – Resolución suprema No 011-2003-MTC]: “Al establecerse la llamada en el sistema de señalización por canal común, un bloque completo del primer mensaje deberá contener la siguiente información:

- a). El número de identificación del punto de origen de la llamada.
- b). La categoría que indica el tipo del terminal llamante. El envío de esta información por parte de los concesionarios nacionales es obligatorio. Las llamadas originadas en redes internacionales no tienen esta obligación.
- c). El número de identificación del punto llamado indicando el número nacional, cuando la red de destino es nacional, en caso contrario el número internacional.
- d). El estado del destino de la llamada informando si la llamada ha sido contestada o la línea está libre, ocupada, ó congestionada.
- e). Los datos suficientes para la tarificación, selección de red y tipo de servicio.”

¹⁷⁹ [Perú – Resolución suprema No 011-2003-MTC]: “(...) Es la información constituida por cuatro (4) cifras en el contexto de numeración internacional para redes públicas de datos. Las tres primeras cifras se consideran el indicativo de país, y la cuarta cifra identifica una red en particular de dicho país, estructurado en la forma que se indica en la Recomendación X.121 UIT-T.

El código asignado al Perú es el 716X, pudiendo asignarse la identificación de hasta diez (10) redes públicas de transmisión de datos (X varía de 0 a 9).

La administración de los códigos de identificación de redes públicas de datos es realizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.”

¹⁸⁰ [Perú – Resolución suprema No 011-2003-MTC]: “Otros servicios, esquemas de señalización, interfaces y sus protocolos que se tomarán en cuenta son las siguientes:

- Servicios de Telemática General. Recomendaciones T.70, T.90 y T.300 UIT-T.
- Videotex. Recomendación T.100, T.101, T.102, T.103, T.104, T.105 y T.106 UIT-T
- Videotelefonía. Recomendación H.100, H.130 y H.320 UIT-T.”

República Dominicana es un caso especial en América Latina por cuanto su plan de señalización [República Dominicana – Instituto Dominicano de la Telecomunicaciones Resolución No 107-06, 2006] está basado en estándares ANSI y TELCORDIA¹⁸¹. El plan está basado en el uso de SS7. Sin embargo, República Dominicana tiene actualmente en consulta pública una propuesta para la modificación del reglamento de interconexión [República Dominicana – Instituto Dominicano de la Telecomunicaciones Resolución No 018-10, 2010], el cual permite libre negociación del protocolo de señalización entre las partes, siempre y cuando se signa estándares ANSI¹⁸².

8.2.1 Conclusiones

1. Entre los países analizados, Argentina, México y Uruguay poseen planes de señalización que consideran únicamente el protocolo SS7. Estos planes fueron realizados en la segunda mitad de la década de 1990.
2. Los tres países Europeos analizados, España, Inglaterra y Suecia; no poseen planes de señalización. El regulador se encarga de administrar únicamente los puntos de señalización nacionales, los puntos de señalización internacionales y los códigos de operadores de portabilidad numérica.
3. Bolivia y Perú que establecieron sus planes a comienzos de la década del 2000 adoptaron el sistema de señalización SS7 para el intercambio de mensajes en los puntos de interconexión; pero establecieron el interfuncionamiento de redes de transmisión de datos con base en la recomendación [UIT-T X.300] y otras recomendaciones de la serie X; así como otros servicios de telemática general, videotex y videotelefonía; pero sin incluir la suite de protocolos H.323. En el caso de Perú se exceptuó del uso de SS7 a las redes rurales.
4. El plan de señalización de Chile es de 1988 y está construido sobre SS7. Sin embargo, en el año 2002 fue modificado, permitiendo el uso de otros sistemas de señalización aprobados por la UIT, para las concesionarias que provean servicio público telefónico, previa autorización de la subsecretaría de telecomunicaciones.
5. República Dominicana estableció su plan de señalización en 2006 con base en SS7 bajo estándares ANSI y TELCORDIA. Sin embargo, en la propuesta de reglamento de

¹⁸¹ [República Dominicana – Instituto Dominicano de la Telecomunicaciones Resolución No 107-06, 2006]

“Artículo 28. Plano Nacional

La señalización por canal común para la Red Nacional estará en conformidad con los estándares del ANSI y TELCORDIA (Bellcore) en base a las siguientes referencias:

(a) “Specification of Signaling System # 7”, TR-NWT-00024.

(b) “Common Channel Signaling Network Interface Specification” - TR-TSV-000905

(c) “STP Generic Requirements”, TR-NWT-000082

(d) “Bell Communications Research Specification of Signaling System Number 7” - TR-NPL-000246”

¹⁸² [República Dominicana – Instituto Dominicano de la Telecomunicaciones Resolución No 018-10, 2010]

“Artículo 16 – Señalización y Códec

(...)

2. *El protocolo de señalización para Interconexión así como el códec, podrá ser negociado entre las partes, sujeto a disponibilidad técnica y siempre y cuando siga estándares ANSI.*

3. *Sin perjuicio de la libre negociación entre las partes, la información mínima que el INDOTEL requerirá en relación a la señalización utilizada para la prestación del servicio telefónico será: el número del Usuario B incluyendo su prefijo de encaminamiento de portabilidad (LRN); los prefijos en otros casos necesarios; y el número del Usuario A, incluyendo la identificación automática del número llamante (Número que Llama) en los casos en que ella fuera necesaria para la tasación o para otra finalidad relacionada con la modalidad de servicio prestado, tomando las medidas necesarias para que no se afecte la confidencialidad de información de clientes, de consumos y de tráfico.”*

- interconexión que se encuentra actualmente bajo consulta pública, permite libre negociación del protocolo de señalización entre las partes, siempre y cuando se signa estándares ANSI.
6. Ecuador estableció su plan de señalización en el 2007, estableciendo directrices sólo respecto a la interconexión. El plan de señalización de Ecuador reconoce la tendencia general a transportar el tráfico de voz sobre redes de conmutación de paquetes y sugiere el uso de protocolos como SS7, H.323, SIP, MGCP y H.248/MEGACO; sin embargo, se deja abierta la posibilidad para que los prestadores de servicios de comunicaciones negocien protocolos diferentes en la interconexión y simplemente informen a SENATEL sobre tales acuerdos.
 7. Se destaca en el caso de Ecuador la referencia al documento [UIT-T TRQ 2840], el cual establece entre otros temas importantes, las Capacidades de red para soportar el interfuncionamiento de la telefonía IP entre la RTPC y la red IP.
 8. En general todos los planes establecen el tipo de información mínima que debe intercambiarse en la interconexión.
 9. Ninguno de los planes de señalización revisados hace referencia a normas ETSI
 10. Únicamente el plan de señalización de Ecuador hace referencia a normas IETF.
 11. En cuanto a Portabilidad Numérica, varios países de América Latina la han adoptado y la tienen en funcionamiento (Ecuador, México, Perú, República Dominicana). En general, estos países introdujeron normas específicas en relación a la Portabilidad Numérica y los planes de señalización recibieron en algunos casos ajustes puntuales. El tema de Portabilidad Numérica y sus implicaciones sobre el Plan de Señalización es analizado en detalle en la sección 11.1.2.1 donde además se estudiaron los casos de Ecuador, España y Suecia.

8.3 Plan de Tarificación

El Benchmark del plan de tarificación se realizó con información de Bolivia, Chile, Ecuador, España, México y República Dominicana.

Bolivia modificó su Reglamento de Telecomunicaciones en 2007 [Bolivia – Decreto supremo 28994 - 2007] y actualmente las tarifas de los servicios básicos de telecomunicaciones se encuentran reguladas por El Organismo de Supervisión de Inversión privada en Telecomunicaciones. La tarificación y facturación se realiza por el tiempo efectivo de la comunicación y con fraccionamiento al segundo, no estando permitido ningún tipo de redondeo, salvo la técnica verificada por la Superintendencia de Telecomunicaciones¹⁸³. No se permite discriminación en las tarifas a los usuarios¹⁸⁴.

¹⁸³ [Bolivia – Decreto supremo 28994 - 2007]: “ARTICULO 140.

I. Los precios de los Servicios al Público deberán ser equitativos y justos para cada categoría de abonado.

II. En los servicios básicos de telecomunicaciones, en los que los proveedores realizan la facturación por tiempo de consumo o por pulso de duración limitada, la tasación, tarificación y facturación se realizará por el tiempo efectivo de la comunicación y con fraccionamiento al segundo, no estando permitido ningún tipo de redondeo, salvo imposibilidad técnica verificada por la Superintendencia de Telecomunicaciones.”

¹⁸⁴ [Bolivia – Decreto supremo 28994 - 2007] “ARTICULO 141.

I. En la provisión de un mismo tipo de servicio, un proveedor no podrá discriminar ni dar ninguna preferencia en la aplicación de tarifas o condiciones a abonados de una misma categoría tarifaria o que se encuentren en circunstancias similares.

Chile estableció en su Ley General de Telecomunicaciones [Chile – Congreso Ley 8.168, 1982] que mientras no hallan imperfecciones en el mercado, se permite que los operadores establezcan libremente las tarifas de los servicios básicos de telecomunicaciones¹⁸⁵. Cuando el mercado es intervenido por el estado, las tarifas son fijadas cada cinco años sobre la base de los costos incrementales del servicio respectivo¹⁸⁶ utilizando un modelo de empresa eficiente¹⁸⁷. El marco de regulación tarifaria del sector se encuentra controlado por la Subsecretaría de telecomunicaciones.

II. Dentro de un área de servicio, las tarifas de un mismo servicio al público no podrán ser diferentes por razones geográficas, por tipo de vivienda del abonado, ni por el proveedor al que se encuentre suscrito el abonado destinatario de la comunicación.”

¹⁸⁵ [Chile – Congreso Ley 8.168, 1982] “Artículo 29º: Los precios o tarifas de los servicios públicos de telecomunicaciones y de los servicios intermedios que contraten entre sí las distintas empresas, entidades o personas que intervengan en su prestación, serán libremente establecidos por los proveedores del servicio respectivo sin perjuicio de los acuerdos que puedan convenirse entre éstos y los usuarios.

No obstante, si en el caso de servicios públicos telefónico local y de larga distancia nacional e internacional, excluida la telefonía móvil y en el de servicios de conmutación y/o transmisión de señales provistas como servicio intermedio o bien como circuitos privados, existiere una calificación expresa por parte de la Comisión Resolutiva, creada por el Decreto ley N° 211 de 1973, en cuanto a que las condiciones existentes en el mercado no son suficientes para garantizar un régimen de libertad tarifaria, los precios o tarifas del servicio calificado serán fijados de acuerdo a las bases y procedimientos que se indican en este Título. En todo caso, si las condiciones se modificaren y existiere un pronunciamiento en tal sentido por parte de dicha Comisión Resolutiva, el servicio dejará de estar afecto a la fijación de tarifas.”

¹⁸⁶ [Chile – Congreso Ley 8.168, 1982] “Artículo 30º: La estructura, nivel y mecanismo de indexación de las tarifas de los servicios afectos serán fijados por los Ministerios de Transportes y Telecomunicaciones y de Economía, Fomento y Reconstrucción cada cinco años sobre la base de los costos incrementales de desarrollo del servicio respectivo, considerando los planes de expansión de las empresas a implementarse en un período no inferior a los siguientes cinco años de acuerdo a la demanda prevista. Para estos efectos, el costo incremental de desarrollo se definirá como aquel monto equivalente a la recaudación promedio anual que, de acuerdo a los costos de inversión y de explotación, y en consideración a la vida útil de los activos asociados a la expansión, las tasas de tributación y de costo de capital, sea consistente con un valor actualizado neto del proyecto de expansión igual a cero.

Sin perjuicio de lo anterior, en ausencia de planes de expansión, la estructura y nivel de las tarifas se fijarán sobre la base de los costos marginales de largo plazo, previa autorización de la Subsecretaría de Telecomunicaciones. Se entenderá por costo marginal de largo plazo de un servicio el incremento en el costo total de largo plazo de proveerlo, considerando un aumento de una unidad en la cantidad provista.

La recaudación promedio anual compatible con un valor actualizado neto igual a cero del proyecto correspondiente a un servicio dado equivale al costo medio de largo plazo de este servicio. Este procedimiento se utilizará para distintos volúmenes de prestación de servicios generándose una curva de costos medios de largo plazo. A partir de dicha curva, se calcularán los costos marginales de largo plazo.

En todos los casos, los costos incrementales de desarrollo o los costos marginales de largo plazo, según corresponda, se calcularán por área tarifaria. Para cada servicio, un área tarifaria se entenderá como una zona geográfica donde el servicio es provisto por un concesionario dado. Dicha área deberá cubrir a la totalidad de los usuarios que sean objeto de una tarifa común.

Cuando un mismo servicio sea objeto de más de un sistema de tasación, para efectos de este Título, podrá entenderse como servicios distintos y a cada uno se le asignará su propia área tarifaria. En el caso que una empresa entregue más de un servicio con equipos comunes a estos servicios, se podrá incluir en un área tarifaria el conjunto de dichos servicios. Tratándose de servicios de transmisión y/o conmutación provistos mediante redes de larga distancia, el concepto de área tarifaria podrá aplicarse a tramos o a agrupaciones de tramos que integren la respectiva red.”

¹⁸⁷ [Chile – Congreso Ley 8.168, 1982] “Artículo 30º A: Para efectos de las determinaciones de costos indicados en este Título, se considerará en cada caso una empresa eficiente que ofrezca sólo los servicios sujetos a fijación tarifaria, y se determinarán los costos de inversión y explotación incluyendo los de capital, de cada servicio en dicha empresa eficiente. Los costos a considerar se limitarán a aquellos indispensables

Ecuador estableció en su Ley de telecomunicaciones [Ecuador – Ley de telecomunicaciones y sus reformas, 1992] que el pago de tarifas por parte de los usuarios está regulado en los contratos de concesión¹⁸⁸, con tarifas especiales para usuarios de bajos ingresos o zonas alejadas¹⁸⁹ y con criterios de fijación de tarifas que incluyen la tasa interna de retorno pero que están en función del cumplimiento del plan de expansión y de criterios de calidad específicos¹⁹⁰. Por otra parte, Ecuador

para que la correspondiente empresa eficiente pueda proveer los servicios de telecomunicaciones sujetos a regulación tarifaria, de acuerdo a la tecnología disponible y manteniendo la calidad establecida para dichos servicios.”

¹⁸⁸ [Ecuador – Ley de telecomunicaciones y sus reformas, 1992] “Art. 19.- *Retribución de Servicios.- (Sustituido por el Art. 3 de la Ley 94, R.O. 770, 30-VIII-95).- La prestación de cualquier servicio de telecomunicaciones por medio de empresas legalmente autorizadas, está sujeta al pago de tarifas que serán reguladas en los respectivos contratos de concesión, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 22 de esta Ley.”*

(...)

“Art. 22.- *Aprobación y vigencia de las tarifas.- (Sustituido por el Art. 6 de la Ley 94, R.O. 770, 30-VIII-95).- Los pliegos tarifarios entrarán en vigencia una vez que hayan sido aprobados por el ente regulador de las telecomunicaciones.*

El ente de regulación de las telecomunicaciones aprobará los pliegos tarifarios siempre y cuando el o los operadores justifiquen satisfactoriamente que han dado cumplimiento a las obligaciones establecidas en los correspondientes contratos de concesión.”

¹⁸⁹ [Ecuador – Ley de telecomunicaciones y sus reformas, 1992] “Art. 20.- *Tarifas populares.- (Sustituido por el Art. 4 de la Ley 94, R.O. 770, 30-VIII-95).- En los pliegos tarifarios correspondientes se establecerán tarifas especiales o diferenciadas para el servicio residencial popular, marginal y rural, orientales, de Galápagos y fronterizas, en función de escalas de bajo consumo (...)*”

¹⁹⁰ [Ecuador – Ley de telecomunicaciones y sus reformas, 1992] “Art. 21.- *Criterios para la fijación de tarifas.- (Sustituido por el Art. 5 de la Ley 94, R.O. 770, 30-VIII-95).- Los pliegos tarifarios de cada uno de los servicios de telecomunicaciones serán establecidos por el ente regulador.*

Los criterios para la fijación de los pliegos tarifarios podrán determinarse sobre las bases de las fórmulas de tasa interna de retorno y tope de precio aplicadas en la industria telefónica, por los diferentes servicios efectuados por las operadoras. El ente regulador podrá, así mismo, utilizar combinaciones de estas fórmulas en salvaguarda de la eficiencia y del interés de los usuarios, con el objeto de promover la competencia leal entre los operadores.

En los contratos de concesión se establecerán los pliegos tarifarios iniciales y el régimen para su modificación. El CONATEL aprobará el respectivo pliego tarifario en función del cumplimiento por parte del operador u operadores de las siguientes condiciones:

a) La ejecución del Plan de Expansión del servicio de telecomunicaciones acordado en los contratos de concesión a que se hace referencia en esta Ley;

b) Que en la ejecución del referido plan se hayan respetado las exigencias de calidad determinadas en los contratos de concesión, y de venta de acciones. Dentro de las exigencias de calidad se verificará obligatoriamente las siguientes:

- 1. Porcentaje de digitalización de la red;*
- 2. Tasa de llamadas completadas a niveles local, nacional e internacional;*
- 3. Tiempo en el tono de discar;*
- 4. Tiempo de atención promedio de los servicios con operadores;*
- 5. Porcentaje de averías reportadas por 100 líneas en servicio por mes;*
- 6. Porcentaje de averías reparadas en 24 horas;*
- 7. Porcentaje de averías reparadas en 48 horas;*
- 8. Porcentaje de cumplimiento de visitas de reparación;*
- 9. Peticiones de servicio satisfechas en cinco días;*
- 10. Reclamos por facturación por cada 100 facturas;*
- 11. Satisfacción de los usuarios; y,*
- 12. Otras que sean utilizadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para la medición*

estableció en el año 2000 una Ley orgánica de defensa del consumidor [Ecuador – Ley orgánica defensa del consumidor, 2000] la cual dice que las empresas de telecomunicaciones deben hacer su facturación en tiempo real y no pueden aplicar mecanismos de redondeo de tarifas¹⁹¹.

España estableció en su Ley general de telecomunicaciones [España - Ley 32/2003] la existencia de Obligaciones aplicables a los operadores con poder significativo en mercados de referencia, incluyendo la facultad de la Comisión del mercado de Telecomunicaciones (CMT) para realizar control de precios en función de costos¹⁹². Adicionalmente, España en su Ley de mejora de la protección de los consumidores [España – Ley 44/2006] ha establecido que no se permite el redondeo al alza en el tiempo, sino que se cobra por el tiempo efectivo de uso del servicio, pero se permite el cobro por el inicio del servicio¹⁹³.

México en su Ley federal de telecomunicaciones [México – Ley de Telecomunicaciones y sus reformas, 1995] mantiene libertad tarifaria, pero con registro previo, y en condiciones no discriminatorias. No se permite otorgar subsidios cruzados y se pueden establecer obligaciones específicas en relación con tarifas para los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que tengan poder sustancial en el mercado relevante¹⁹⁴. No se encontraron disposiciones especiales

de la calidad de servicio.

(...)"

¹⁹¹ [Ecuador – Ley orgánica defensa del consumidor, 2000] “Art. 91.- *SERVICIO DE TELEFONIA.- Las empresas públicas o privadas que presten servicios de telefonía fija o móvil celular, bajo ningún concepto podrán aplicar mecanismos de redondeo de tarifas; la facturación se hará por el tiempo real de uso, expresado en minutos y segundos, según corresponda.*”

¹⁹² [España - Ley 32/2003] “Artículo 13. *Obligaciones aplicables a los operadores con poder significativo en mercados de referencia.*

1. La Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, en la forma y en las condiciones que se determinen en desarrollo del apartado 6 del artículo 10, podrá imponer a los operadores que, de conformidad con dicho artículo, hayan sido declarados con poder significativo en el mercado obligaciones en materia de:

(...)

e) Control de precios, tales como la orientación de los precios en función de los costes, y contabilidad de costes, para evitar precios excesivos o la compresión de los precios en detrimento de los usuarios finales.”

¹⁹³ [España – Ley 44/2006] “7 bis. *Las estipulaciones que prevean el redondeo al alza en el tiempo consumido o en el precio de los productos o servicios o cualquier otra estipulación que prevea el cobro por productos o servicios no efectivamente usados o consumidos de manera efectiva.*

En aquellos sectores en los que el inicio del servicio conlleve indisolublemente un coste para las empresas o los profesionales no repercutido en el precio, no se considerará abusiva la facturación por separado de tales costes, cuando se adecuen al servicio efectivamente prestado”.

¹⁹⁴ [México – Ley de Telecomunicaciones y sus reformas, 1995] “Capítulo V *De las tarifas.*

Artículo 60. *Los concesionarios y permisionarios fijarán libremente las tarifas de los servicios de telecomunicaciones en términos que permitan la prestación de dichos servicios en condiciones satisfactorias de calidad, competitividad, seguridad y permanencia.”*

Artículo 61. *Las tarifas deberán registrarse ante la Secretaría previamente a su puesta en vigor. Los operadores no podrán adoptar prácticas discriminatorias en la aplicación de las tarifas autorizadas.*

Artículo 62. *Los concesionarios no podrán otorgar subsidios cruzados a los servicios que proporcionan en competencia, por sí o a través de sus empresas subsidiarias o filiales.*

Artículo 63. *La Secretaría estará facultada para establecer al concesionario de redes públicas de telecomunicaciones, que tenga poder sustancial en el mercado relevante de acuerdo a la Ley Federal de Competencia Económica, obligaciones específicas relacionadas con tarifas, calidad de servicio e información.*

en la Ley federal de protección al consumidor [México – Ley de protección al consumidor y sus reformas, 1992]

República Dominicana en su Ley general de telecomunicaciones [República Dominicana – Ley 153-98] establece libertad tarifaria excepto cuando no existan en el mercado condiciones suficientes para asegurar una competencia efectiva y sostenible. En esos casos el órgano regulador las fijará tomando como parámetro los costos, incluyendo una remuneración razonable de la inversión¹⁹⁵.

El plan técnico fundamental de tasación [República Dominicana - Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución No. 196-05, 2005], establece una definición de tiempo tasable el cual está medido en segundos¹⁹⁶. Dentro de la resolución se establecen tres métodos de tasación: Tasación detallada¹⁹⁷, Multimedición¹⁹⁸ y Volumen de información¹⁹⁹

La regulación tarifaria que se aplique buscará que las tarifas de cada servicio, capacidad o función, incluyendo las de interconexión, permitan recuperar, al menos, el costo incremental promedio de largo plazo.”

¹⁹⁵ [República Dominicana – Ley 153-98] “CAPITULO VI Tarifas y Costos de Servicios.

Art. 39. Libertad tarifaria.

Los precios al público o tarifas de los servicios públicos de telecomunicaciones serán fijados libremente por las empresas prestadoras, a menos que el órgano regulador, mediante resolución motivada, determine que, en un caso concreto, no existen en el mercado de servicios las condiciones suficientes para asegurar una competencia efectiva y sostenible por existir prácticas restrictivas a la competencia. Sólo en esas circunstancias el órgano regulador procederá a fijarlos.

Art. 40. Mecanismo de fijación tarifaria

40.1. En los casos en que el órgano regulador deba intervenir en la fijación de tarifas por las causas previstas en el Artículo anterior, dichas tarifas se fijarán tomando como parámetro los costos, incluyendo una remuneración razonable de la inversión, calculada de acuerdo a lo que establezca el "Reglamento de tarifas y costos de servicios".

40.2. A los efectos de garantizar la existencia de una competencia efectiva y sostenible, no se podrá cobrar al público por un servicio menos que el costo que el mismo tenga para la prestadora. (...)"

¹⁹⁶ [República Dominicana - Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución No. 196-05, 2005] “Tiempo tasable de una comunicación: Es el tiempo medido en segundos, comprendido entre el instante que el usuario llamado contesta o se recibe una señal de supervisión de respuesta proveniente de una plataforma de servicios, hasta el instante en que el usuario llamante cuelga o se cumple la temporización de “demora en colgar del usuario que llama”.

¹⁹⁷ [República Dominicana - Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución No. 196-05, 2005] “Las comunicaciones son identificadas en forma individual, indicándose para cada una de ellas el número asociado al terminal en el que se origina la comunicación y el número asociado al terminal de destino, así como la fecha y la hora de ejecución de la comunicación y su duración”.

¹⁹⁸ [República Dominicana - Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución No. 196-05, 2005] “Se basa en la existencia de niveles de tasación en función a diversos criterios como pueden ser distancia, tiempo, tipo de comunicación, entre otros”.

¹⁹⁹ [República Dominicana - Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución No. 196-05, 2005] “Se basa en la medición de la cantidad de segmentos de información que transmite y/o recibe un usuario de un servicio de datos.”

8.3.1 Conclusiones

1. En cinco de los casos analizados, los elementos fundamentales en relación a los planes tarifarios son tratados en forma específica por la Ley General de Telecomunicaciones (Chile, Ecuador, España, México y República Dominicana)
2. Hay libertad tarifaria en Chile, España, México y República Dominicana. En los tres primeros países el regulador puede intervenir las tarifas cuando un concesionario tenga poder significativo en un mercado relevante. República Dominicana permite la intervención por parte del regulador cuando no existan en el mercado condiciones suficientes para asegurar una competencia efectiva y sostenible.
3. Sobresale el papel de las leyes de protección al consumidor de Ecuador y España las cuales establecer el cobro por uso de tiempo efectivo del servicio (en España) y de facturación en tiempo real (en Ecuador) y no permiten el redondeo.
4. El uso de tasación en segundos también es contemplado por el Reglamento de Telecomunicaciones de Bolivia y el Reglamento de Tasación de República Dominicana.
5. No se permite la discriminación tarifaria a los usuarios en el Reglamento de Telecomunicaciones de Bolivia.
6. Se establecen tarifas especiales para usuarios de bajos ingresos en la ley de telecomunicaciones de Ecuador.

8.4 Plan de Encaminamiento

Se encontraron únicamente dos planes técnicos básicos de encaminamiento en América Latina: Chile y República Dominicana.

Chile estableció su Plan técnico fundamental de encaminamiento telefónico en el año 1999 [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 746, 1999]. El Plan tiene como objetivo regular el encaminamiento de las comunicaciones que se cursen tanto a través de las redes de las concesionarias como en las interconexiones²⁰⁰. El decreto establece la estructura de la red telefónica como constituida por 24 redes telefónicas locales, una red móvil y una red de larga distancia. El Plan está estructurado más como un soporte de las reglas de interconexión²⁰¹, aunque también establece

²⁰⁰ [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 746, 1999]: “Artículo 1°. *El presente plan tiene por objeto regular el encaminamiento de las comunicaciones que se cursen o intenten cursar a través de las redes de las distintas concesionarias y a través de las interconexiones entre las redes de las diferentes compañías telefónicas, portadores, concesionarias de servicios públicos del mismo tipo cuyas redes se interconecten con la red pública telefónica, en adelante concesionarias de servicio público del mismo tipo, y suministradores de servicios complementarios al servicio público telefónico, en adelante suministradores de servicios complementarios.*”

²⁰¹ [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 746, 1999]:

“Artículo 12°. *Todas las comunicaciones que se cursen a través de la red pública telefónica deben tener un tratamiento similar y no discriminatorio, cualquiera sea la red en la cual se hayan generado. Por tanto, las funciones de conmutación, transmisión, y en general cualquier otra función involucrada en la gestión del encaminamiento de las comunicaciones deberán ser realizadas en condiciones no discriminatorias, independiente de su origen.*” (...)

“Artículo 20°. *Será obligación de las compañías telefónicas, portadores y concesionarias de servicio público*

un conjunto de criterios de calidad del servicio, incluyendo el establecimiento de rutas alternas²⁰² y un tope máximo de pérdida en hora cargada de 1%²⁰³.

República Dominicana estableció un plan técnico fundamental de encaminamiento en 2004 [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 039 -04] el cual tuvo un ajuste: [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 122 -04]. El plan define la red pública nacional como constituida por la red local, la red móvil, la red portadora y la red agregada. La norma indica los diferentes tipos de encaminamiento, siguiendo la terminología de la recomendación [UIT-T E.170], establece criterios de medición y registro de tráfico y establece diferentes objetivos para la probabilidad de bloqueo.

del mismo tipo establecer y aceptar interconexiones con objeto que los suscriptores y usuarios del servicio público telefónico puedan comunicarse entre sí dentro y fuera del territorio nacional, según las normas técnicas, procedimientos y plazos que establezca la Subsecretaría.

Artículo 21°. Las compañías telefónicas deben encaminar todas las comunicaciones que se cursen a través de las interconexiones con destino a sus redes, a las redes de terceras compañías telefónicas, de concesionarias de servicio público del mismo tipo o a las redes de portadores, independiente del origen de las mismas.

Artículo 22°. Las compañías telefónicas deben encaminar las comunicaciones destinadas a suministradores de servicios complementarios, cualquiera sea el origen de aquellas e independientemente de la red a la que el suministrador de servicios complementarios se encuentre conectado.

Artículo 23°. Las redes de concesionarias de servicio público del mismo tipo y los suministradores de servicios complementarios, pueden interconectarse o conectarse, según corresponda, con las redes de las compañías telefónicas en uno o más de los puntos de terminación de red y en tal caso, será de su responsabilidad acceder a dichos puntos.

Los puntos de terminación de red son fijados por la Subsecretaría. La conexión de suministradores de servicios complementarios y de concesionarias de servicio público del mismo tipo a nivel de puntos de terminación de red, será tratada en forma no discriminatoria respecto del resto de las comunicaciones que utilizan el punto de terminación de red.

Artículo 24°. Las compañías telefónicas requeridas de interconexión están obligadas a aceptarlas según las normas técnicas, procedimientos y plazos establecidos por la Subsecretaría.

Artículo 25°. Es obligación de la nueva compañía telefónica local, en una misma zona primaria, para cursar comunicaciones locales, acceder a la red pública telefónica preexistente en el o los puntos de terminación de red. Para intercambiar comunicaciones con las redes móviles se interconectará en el nodo de la red móvil y en

la zona primaria donde no lo haya, según las normas técnicas específicas que dicte la Subsecretaría para esos efectos.

Artículo 26°. Es de exclusiva responsabilidad de los portadores acceder a la red telefónica local de cada zona primaria establecida en su respectivo decreto de concesión y sus modificaciones en uno o más puntos de terminación de red y también acceder a la red telefónica móvil. Asimismo, corresponderá a las compañías telefónicas móviles acceder a la red pública telefónica interconectando su red a todas las zonas primarias.

Artículo 27°. Las comunicaciones telefónicas que se cursen a través de una interconexión y que contengan ANI erróneo, en ningún caso se podrán bloquear por este motivo. Dichas situaciones serán informadas a la Subsecretaría.”

²⁰² [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 746, 1999]:

“Artículo 14°. Las redes de las compañías telefónicas deben disponer de facilidades de desborde de las comunicaciones, para lo cual deberán disponer de rutas alternativas, las que se emplearán en términos no discriminatorios.”

²⁰³ [Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 746, 1999]:

“Artículo 15°. Las compañías telefónicas locales deben cursar las comunicaciones en la hora cargada con una pérdida máxima de 1%, sin discriminación alguna entre ellas. Lo anterior, sin perjuicio de lo dispuesto en otras disposiciones de este plan.”

8.4.1 Conclusiones

1. Se encontraron sólo dos planes de encaminamiento: Chile (1999) y República Dominicana (2004 con actualización en 2007).
2. Ninguno de los dos planes se circunscribe al concepto de plan de encaminamiento de la recomendación [UIT-T E.170]. El plan de República Dominicana es el único en emplear la terminología usada para los diferentes tipos de encaminamiento por la recomendación [UIT-T E.170].
3. El plan de Chile parece más orientado a dar soporte a las reglas de interconexión, asegurando que se dé un trato no discriminatorio a las telecomunicaciones en los encaminamientos y estableciendo obligaciones de interconexión y encaminamiento entre redes.
4. Los dos planes tienen en común que establecen objetivos de calidad de servicio relacionados con la probabilidad de bloqueo. Sin embargo, las normas de Chile son uniformes para cualquier tipo de tráfico y establecen una probabilidad de bloqueo máxima de 1%; mientras que las de República Dominicana tienen metas diferentes dependiendo del tipo de tráfico.
5. Los dos planes también tienen en común el establecimiento de una estructura de la red telefónica apropiada a las condiciones específicas de cada mercado.
6. El plan de Chile incluye la obligación de uso de rutas alternas.
7. El plan de República Dominicana establece el uso de parámetros de medición y registro de tráfico.

8.5 Plan de Transmisión

Se identificaron tres países en América Latina con planes de transmisión vigentes: Chile, Ecuador y República Dominicana.

Chile estableció su plan de transmisión en 1989 [Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 45, 1988] y lo modificó en el año 2002 [Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 528, 2002] y en el año 2007 [Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 814, 2007]. El plan de transmisión todavía conserva muchos elementos de regulación aplicados a redes analógicas²⁰⁴. En cuanto a redes digitales, los

²⁰⁴ [Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 45, 1988 y sus modificaciones]:

“Artículo 9º.- *Los parámetros que se regularán en el presente Plan Técnico Fundamental para la transmisión en las redes analógicas y digitales, son los siguientes:*

Red Analógica

- a) *Pérdida de transmisión.*
- b) *Ganancia de transmisión.*
- c) *Distorsión de atenuación/frecuencia.*
- d) *Distorsión no lineal.*
- e) *Retardo de transmisión.*
- f) *Retardo de grupo de transmisión.*
- g) *Distorsión por retardo de grupo.*
- h) *Ruido (originado dentro del canal de transmisión) ruido blanco, eco, oscilación parásita y tendencia al canto (ruido introducido en el canal de transmisión).*
- i) *Interferencia (la diafonía inteligible, la diafonía no inteligible, el ruido impulsivo, la interferencia de*

principales parámetros bajo revisión son retardo de transmisión, degradación de dígitos, pérdida o repetición de señal y distorsión de cuantificación.²⁰⁵ En su modificación del año 2002, el plan dejó en libertad a las concesionarias del servicio público telefónico para usar en sus redes, medios de transmisión y parámetros diferentes a los establecidos en el plan, previa autorización de la subsecretaría de telecomunicaciones²⁰⁶.

Ecuador estableció su plan técnico fundamental de transmisión en 2007 [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]. El plan de transmisión está constituido sobre un indicador clave que es el retardo de transmisión, para el cual se establece un circuito modelo de referencia de transmisión digital basados en los estándares [UIT-T G.101] y [UIT-T G.801]²⁰⁷ y utilizando los objetivos de retardo de transmisión en un sentido detallados en la recomendación [UIT-T G.114]²⁰⁸. El propósito de dicha

portadora, la interferencia de la señal piloto).

j) Banda de frecuencia vocal transmitida (entre 300 Hz y 3.400 Hz).

k) Variación de la calidad de transmisión en función del tiempo o temperatura.”

²⁰⁵ [Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 45, 1988 y sus modificaciones]:

“Red Digital. Los parámetros especiales de la red digital, serán los siguientes:

a) Retardo de transmisión (factor más grave de degradación de la señal digital de la red digital)

b) Degradación de dígitos.

c) Pérdida o repetición de señal de caracteres.

d) Distorsión de cuantificación. (En el caso de conversión de señales analógicas a digitales o viceversa, la amplitud de la señal entrante se limita y se aproxima según el nivel de referencia).”

²⁰⁶ [Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 45, 1988 y sus modificaciones]:

“CAPITULO XVII:

De las Disposiciones Finales

Artículo 65° Sin perjuicio de lo establecido DTO 528, en los capítulos anteriores, las concesionarias que TRANSPORTES provean servicio público telefónico podrán utilizar Art. único en sus redes medios de transmisión y parámetros D.O. 04.01.2002 diferentes a los detallados en el presente plan, previa autorización de la Subsecretaría de Telecomunicaciones. Para tal efecto, las empresas interesadas deberán suministrar, en el respectivo proyecto técnico que acompañe a la solicitud de concesión o de modificación de concesión, los antecedentes técnicos y las características de operación de los sistemas que deseen utilizar.

En el caso de interconexiones, deberá aplicarse lo dispuesto en las normas técnicas, procedimientos y plazos que establezca la Subsecretaría de Telecomunicaciones.”

²⁰⁷ [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]:

“Dado el avance tecnológico con los equipos de transmisión y conmutación digitales, el índice de digitalización alcanzado en el país y la aparición de nuevos servicios, la SENATEL ha creído conveniente seleccionar solamente los parámetros más relevantes, que tengan un impacto mayor en la calidad de los actuales y nuevos servicios y que puedan ser medidos fácilmente. Dentro de los parámetros elegidos están el retardo de la transmisión que constituirá el piso mínimo de PTFT y la tasa de deslizamientos que es tratada en el PTFSI.”

(...)

“5 PRINCIPIOS DEL PTFT

5.1 El PTFT proporciona un requisito mínimo de calidad en cuanto el objetivo del retardo de la transmisión a alcanzar en una conexión extremo a extremo y la correspondiente distribución para cada uno de los prestadores de servicios de telecomunicaciones que intervienen en la conexión.

5.2 El PTFT toma como base los objetos de retardo de transmisión establecidos por la UIT-T para la conexión extremo a extremo.

5.3 La distribución del retardo de transmisión se hará utilizando un circuito modelo de referencia de transmisión digital aplicado al Ecuador, el mismo que se basará en los modelos generales descritos en las Recomendaciones UIT-T G.801 y G.101.”

²⁰⁸ [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]:

“6.2 Objetivos de retardo de transmisión

Se acogen los objetivos de retardo de transmisión en un sentido, detallados en la Recomendación UIT-T

estrategia es preservar la calidad de servicio extremo a extremo, aún en casos donde varios operadores estén interconectados²⁰⁹. El plan deja en libertad a los prestadores de servicios para la planificación de los sistemas de transmisión pero sugiere el uso del modelo E [UIT-T G.107] y su aplicación [UIT-T G.108]²¹⁰. En cuanto a otros parámetros de calidad de transmisión, los prestadores de servicios de telecomunicaciones deben tomar en cuenta los objetivos de calidad de las recomendaciones de la serie [UIT-T G.1XX]²¹¹. En cuanto al retardo de transmisión para VoIP sugiere el uso del apéndice II de la recomendación [UIT-T G.114] y los objetivos de retardo de redes IP de la recomendación [UIT-T Y.1541]²¹². En cuanto a servicios multimedia, se utilizan los valores de retardo de transmisión de la recomendación [UIT-T G.1010]²¹³. La administración del plan de transmisión se establece a cargo de SENATEL, pero el control del mismo queda en manos de la Superintendencia de Telecomunicaciones – SUPTTEL.

República Dominicana [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 205-05] considera doce factores que determinan la calidad de transmisión²¹⁴, cada uno

G.114 para una conexión digital internacional extremo a extremo.”

²⁰⁹ [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]:

“5.5 En caso de conflicto entre prestadores de servicios de telecomunicaciones sobre la distribución de retardo de transmisión, la SENATEL distribuirá el objetivo según lo indicado en el presente Plan y tomando en cuenta las Recomendaciones publicadas por la UIT-T sobre el tema y de ser necesario los estudios y normas de otros organismos internacionales.”

²¹⁰ [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]:

“6.3 Sobre la planificación de la transmisión en la red de cada prestador de servicios de telecomunicaciones. La planificación de la transmisión es una actividad del prestador de servicios de telecomunicaciones por lo tanto se deja en libertad para que cada prestador utilice la metodología que crea más conveniente, sin embargo se sugiere la utilización del modelo E el cual es descrito en la Recomendación UIT-T G.107 y su aplicación en G.108.”

²¹¹ [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]:

“9 PLANIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN EN LA RED DE CADA PRESTADOR DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Con respecto a otros parámetros de calidad de transmisión como el BER, LR, distorsión, estabilidad, pérdida de paquete etc., los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán tomar en cuenta los objetivos de calidad especificados en las Recomendaciones de la UIT-T de la serie G.IXX.

Se sugiere utilizar como herramienta de planificación de la calidad de transmisión de voz, en un circuito de extremo a extremo el modelo E descrito en la Recomendación UIT-T G.107 y su aplicación detallada en la Recomendación UIT-T G108. Según la UIT-T este modelo ha demostrado ser útil para evaluar los efectos combinados de las variaciones de diversos parámetros de transmisión que afectan a la calidad de la conversación telefónica.”

²¹² [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]:

“11 DIRECTRICES RELATIVAS AL RETARDO DE TRANSMISIÓN EN UN SENTIDO PARA VoIP

Para alcanzar un retardo satisfactorio para VoIP, se sugiere acoger las directrices de planificación de redes de VoIP de extremo a extremo proporcionadas por la UIT-T en el apéndice II de la Recomendación de UIT-T G.114. Además de que esta Recomendación brinda información práctica para la planificación de redes VoIP de extremo a extremo también establece una relación con los objetivos de retardo de redes IP definidos en la Recomendación de UIT-T Y.1541”

²¹³ [Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007]:

“12 DIRECTRICES RELATIVAS AL RETARDO DE TRANSMISIÓN EN UN SENTIDO PARA SERVICIOS MULTIMEDIOS.

Los valores límites de retardo de transmisión están especificados en el Apéndice I de la Recomendación de UIT-T G.1010, la cual define un modelo de categorías de calidad de servicio (QoS) para servicios multimedios desde el punto de vista del usuario extremo.”

²¹⁴ [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 205 -05, 2005]:

de los cuales es analizado en detalle, fijándosele una meta específica. El plan establece una red ficticia de referencia con base en la recomendación [UIT-T G.801].

8.5.1 Conclusiones

1. Existen algunas similitudes entre los planes de transmisión de Chile y República Dominicana. En líneas generales, los dos planes, pueden en cierta medida considerarse como "clásicos".
2. El plan de República Dominicana considera doce factores que afectan la calidad de la transmisión: Atenuación, Ganancia de transmisión, Ruido, Diafonía, Estabilidad del equivalente, Eco, Retardo de transmisión, Distorsión por retardo de grupo, Banda de frecuencia de voz transmitida (300 Hz y 3,400 Hz), Tasa de bits con error, Pérdida o repetición de señales de caracteres, Distorsión de cuantificación (los parámetros que se encuentran subrayados coinciden con parámetros de transmisión mencionados en la recomendación [UIT-T G.101]).
3. El plan de Chile considera quince factores que afectan la transmisión: Pérdida de transmisión, Ganancia de transmisión, Distorsión de atenuación/frecuencia, Distorsión no lineal, Retardo de transmisión analógico, Retardo de grupo de transmisión, Distorsión por retardo de grupo, Ruido (originado dentro del canal de transmisión) ruido blanco, eco, oscilación parásita y tendencia al canto (ruido introducido en el canal de transmisión), Interferencia (la diafonía inteligible, la diafonía no inteligible, el ruido impulsivo, la interferencia de portadora, la interferencia de la señal piloto), Banda de frecuencia vocal transmitida (entre 300 Hz y 3.400 Hz), Variación de la calidad de transmisión en función del tiempo o temperatura, retardo de transmisión digital, degradación de dígitos, pérdida o repetición de señal y distorsión de cuantificación (los parámetros que se encuentran subrayados coinciden con parámetros de transmisión mencionados en la recomendación [UIT-T G.101])
4. El plan de transmisión de Ecuador regula un solo parámetro de transmisión: el retardo y para ello utiliza los objetivos de retardo para redes de voz de la recomendación [UIT-T G.114]; los objetivos de retardo de redes IP de la recomendación [UIT-T Y.1541] y los valores de retardo de transmisión de la recomendación [UIT-T G.1010]. En tal sentido, el plan de

“Artículo 7. Factores de Calidad de Transmisión:

Los factores que determinan la calidad de la transmisión de las comunicaciones y, por lo tanto, afectan a las regulaciones del presente Plan Técnico Fundamental, para las redes analógicas y/o digitales, son los siguientes:

- *Atenuación.*
- *Ganancia de transmisión.*
- *Ruido.*
- *Diafonía.*
- *Estabilidad del equivalente.*
- *Eco.*
- *Retardo de transmisión.*
- *Distorsión por retardo de grupo.*
- *Banda de frecuencia de voz transmitida (300 Hz y 3,400 Hz).*
- *Tasa de bits con error.*
- *Pérdida o repetición de señales de caracteres.*
- *Distorsión de cuantificación.”*

Ecuador, sigue de cerca las recomendaciones más recientes de la UIT-T. En cuanto a otros parámetros de calidad de transmisión, el plan de Ecuador establece que los prestadores de servicios de telecomunicaciones deben tomar en cuenta los objetivos de calidad de las recomendaciones de la serie [UIT-T G.1XX], pero no los regula directamente.

5. En el caso de Chile, el Plan dejó en libertad a las concesionarias del servicio público telefónico para usar en sus redes medias de transmisión y parámetros diferentes a los establecidos en el plan, previa autorización de la subsecretaría de telecomunicaciones. En el caso de Ecuador (que como vimos sólo hace referencia al retardo), el plan deja en libertad a los prestadores de servicios para la planificación de los sistemas de transmisión pero sugiere el uso del modelo E [UIT-T G.107] y su aplicación [UIT-T G.108]

8.6 Plan de Sincronización

De los países analizados en el Benchmark, se encontraron planes de sincronización únicamente en tres casos: Bolivia, Ecuador y República Dominicana.

Bolivia [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000] estableció como el objeto de su plan técnico fundamental de sincronización: “(...) establecer y normalizar parámetros tales como: tasa de deslizamiento de bits máxima permisible, es decir el número máximo de deslizamientos que se permitan ocurran en un intervalo de tiempo especificado, fluctuación de fase (Jitter) y fluctuación lenta de fase (Wander), que impacten el flujo de bits, de tal manera que garanticen, de acuerdo con las Recomendaciones de la serie G de la UIT-T, una calidad satisfactoria, independiente de la clase de servicio que se trate (voz, datos, video) y del medio de transmisión que se use (satélite, cable, fibra óptica, radioenlaces, etc.).” La norma Boliviana adopta el objetivo de calidad de [UIT-T G.822]²¹⁵ y con base en el mismo, reparte las degradaciones entre las diferentes secciones de red. La norma establece un método de sincronización maestro – esclavo para la red SDH²¹⁶ y la adopción de un reloj primario que satisfaga la recomendación [UIT-T G.811]²¹⁷. La elaboración y mantenimiento del plan están a cargo de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Ecuador[Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007] estableció su plan técnico fundamental de sincronismo el cual establece un requisito mínimo para la tasa de deslizamientos adoptando la recomendación [UIT-T G.811]²¹⁸, con base en un modelo de referencia de transmisión digital basado

²¹⁵ [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]: “En el cuadro 1 se establece el objetivo de calidad en cuanto a la tasa de deslizamientos de octetos de una conexión digital de 64 Kbit/s según lo establece la UIT-T en su recomendación G.822.”

²¹⁶ [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]:
“6. MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN:

Se adopta para la red nacional SDH de Bolivia el método de sincronización maestro- esclavo, la cual estará sincronizada a un reloj de referencia primario (PRC, primary reference clock) (reloj maestro).”

²¹⁷ [Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000]: “Teniendo en cuenta que en Bolivia se adoptó el método de sincronización maestro-esclavo, la arquitectura utilizada en la red SDH requiere que la temporización de todos los relojes de los elementos de red puedan sincronizarse con un PRC que satisfaga la Recomendación G.811.”

²¹⁸ [Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007]:

“5 PRINCIPIOS DEL PTFSI:

en las recomendaciones [UIT-T G.822] y [UIT-T G.101]²¹⁹. El plan deja en libertad a los prestadores respecto a los métodos de sincronismo utilizados al interior de su red²²⁰. Para su aplicación en la interconexión, el plan pretende distribuir la tasa de deslizamientos entre los operadores interconectados²²¹. En cuanto a los requerimientos de calidad de los relojes en los nodos de interconexión, se acogen las recomendaciones de [UIT-T G.812]²²² y para los centros de conmutación internacional de acuerdo con las recomendaciones de [UIT-T G.811]²²³. La

5.1 El PTFSI proporciona un requisito mínimo de calidad en cuanto al objetivo de la tasa de deslizamientos a alcanzar en una conexión extremo a extremo y la correspondiente distribución para cada uno de los prestadores de servicios de telecomunicaciones que intervienen en la conexión.

5.4 Con el fin de garantizar en un enlace internacional pliesiócrono una tasa de deslizamientos adecuada para los diferentes servicios de telecomunicaciones, se adopta lo especificado en la Recomendación UIT-T G.811 sobre la tasa máxima que no debe ser superior a un deslizamiento cada 70 días, lo que equivale a tener en cada central internacional un reloj con una precisión mayor de 1×10^{-11} .”

²¹⁹ [Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007]:

“5.2 La distribución de la tasa de deslizamientos se hará utilizando un circuito modelo de referencia de transmisión digital aplicado al Ecuador, el mismo que se basará en los modelos generales descritos en las Recomendaciones UIT-T G.822 y G.101.”

²²⁰ [Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007]:

“5.3 Con respecto a los métodos de sincronismo utilizados al interior de la red de cada prestador, el PTFSI deja en libertad a los prestadores de servicios de telecomunicaciones para que utilicen los métodos que mejor se ajusten a sus necesidades, siempre y cuando garanticen el cumplimiento de la tasa de deslizamientos.”

²²¹ [Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007]:

“6 ESTRATEGIAS BÁSICAS DEL PTFSI

En una etapa de liberalización del mercado de telecomunicaciones se debe tener en cuenta que existirán varios prestadores de servicios de telecomunicaciones interconectadas en una conexión digital extremo a extremo. La calidad de servicio puede ser afectada si se tiene una tasa de deslizamientos mayor a la especificada por la UIT-T, por esta razón se pretende distribuir esta tasa según un circuito de referencia aplicado al Ecuador y que considere la interconexión entre varios prestadores. De esta forma se podrá mediante las mediciones respectivas exigir a los prestadores de servicios de telecomunicaciones el cumplimiento de los valores de deslizamientos correspondientes a sus redes.”

²²² [Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007]

“10.1.2 Calidad de los relojes de los nodos de interconexión

Los nodos de sincronismo en la interconexión deberán estar provistos de relojes con características similares a un RPC o mínimo un reloj subordinado con precisión mayor de 1×10^{-10} y que cumpla con las condiciones descritas en la Recomendación UIT-T G.812 sobre los siguientes aspectos:

- *Generación de ruido*
- *Fluctuación lenta de fase*
- *Fluctuación de fase*
- *Discontinuidad de fase*
- *Funcionamiento en régimen libre de fase”*

²²³ [Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007]:

“10.2 Interconexión internacional

Los centros de conmutación internacional están interconectados por en laces internacionales que funcionan pliesiócronamente y deben cumplir con una tasa máxima de deslizamiento de un deslizamiento cada 70 días.

10.2.1 Calidad de los relojes de los nodos internacionales

Para alcanzar el objetivo especificado en el numeral 10.2 los relojes de los nodos internacionales deberán tener una precisión mayor de 1×10^{-11} y cumplir con las condiciones descritas en la Recomendación UIT-T G.811 sobre los siguientes aspectos:

- *Generación de ruido*
- *Fluctuación lenta de fase*
- *Fluctuación de fase*
- *Discontinuidad de fase.*

administración del plan de sincronismo se establece a cargo de SENATEL, pero el control del mismo queda en manos de la Superintendencia de Telecomunicaciones – SUPTEL.

República Dominicana [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 198 -05, 2005] establece como objetivo de su plan técnico fundamental de sincronización, mantener los deslizamientos, en niveles que garanticen una calidad adecuada en las comunicaciones²²⁴. El plan acoge las metas de deslizamiento presentadas en la recomendación [UIT-T G.822]. El plan establece que cada prestadora tenga su referencia de reloj propia y que las redes trabajen en forma plesiócrona²²⁵. República Dominicana sigue normas ANSI en cuanto a la estrategia de sincronización²²⁶. En cuanto a los relojes de referencia primarios se adopta la recomendación [UIT-T G.811] y para los relojes subordinados la recomendación [UIT-T G.812]. La administración del plan está a cargo de INDOTEL.

8.6.1 Conclusiones

En relación con el Plan de Sincronización, se obtienen las siguientes conclusiones a partir del Benchmark internacional:

1. Se encontraron únicamente tres países en Latinoamérica con planes de sincronización: Bolivia (2000), Ecuador (2007) y República Dominicana (2005).
2. En todos los casos, el objetivo primordial del plan consistía en mantener los deslizamientos con niveles acordes con la recomendación [UIT-T G.822].
3. En todos los casos, los relojes primarios debían acogerse a la recomendación [UIT-T G.811].
4. Ecuador y República Dominicana también definían el uso de relojes secundarios de conformidad con la recomendación [UIT-T G.812].
5. En el caso de Ecuador, los prestadores tiene libertad para definir los métodos de sincronismo al interior de su red.

La salida del reloj por lo menos debe manejar la interfase a 2.048 Kbit/s.”

²²⁴ [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 198 -05, 2005]

“Artículo 3. Objetivo

Establecer los principales métodos y sistemas a utilizar en el país, a fin de que la sincronización de las redes mantenga los deslizamientos, en niveles que garanticen una calidad adecuada en las comunicaciones, para cada uno de los servicios que a través de ella se brinden.”

²²⁵ [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 198 -05, 2005]:

“15.1. Cada una de las redes de las prestadoras en República Dominicana deberá tener su referencia propia, no previéndose que exista un único reloj maestro a nivel nacional. Las redes de sincronización trabajarán en forma plesiócrona, sincronizándose mutuamente.”

²²⁶ [República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 198 -05, 2005]:

“Artículo 19. Fuente de temporización integrada

19.1. Se aplicará el concepto de fuente de temporización integrada, BITS (“Building Integrated Timing Supply”), desarrollado por Bell Communications Research, Inc. (Bellcore) según Recomendación TA-NPL-000436, -actualmente TELCORDIA-.”

9 LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN LA REGULACIÓN COLOMBIANA

En esta sección se presenta un resumen de la evolución de los planes técnicos básicos a la luz de la regulación en Colombia. Se parte de la primera mención a los PTB en la ley 37 de 1993 [Congreso Ley 37 - 1993], se realiza una revisión exhaustiva de los diferentes documentos, resoluciones y decretos que han sido expedidos desde esa fecha hasta el momento presente, concluyendo con los lineamientos establecidos en la Ley 1341 de 2009 [Congreso Ley 1341 - 2009].

La Ley 37 de 1993 [Congreso Ley 37 - 1993] estableció que el Gobierno Nacional elaboraría los planes de señalización, numeración, tarificación y enrutamiento necesarios para la interconexión de la red de telefonía móvil celular con la red telefónica pública conmutada²²⁷.

Los Planes de Enrutamiento, Señalización y Sincronización fueron definidos en el año 1993 por el entonces Ministerio de Comunicaciones, como parte de un Plan Nacional de Telecomunicaciones [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] y el Plan Nacional de Numeración fue adoptado mediante el Decreto 2606 de 1993 [MinCom Decreto 2606 - 1.993].

En cuanto a los planes de tarificación, la Ley 142 de 1994 [Congreso Ley 142 - 1994], estableció que las comisiones de regulación son las entidades encargadas de formular métodos para la fijación de las tarifas involucradas en la prestación de servicios públicos²²⁸ y fijó un período de 5 años de vigencia para cada uno de los métodos propuestos por las comisiones de regulación²²⁹.

²²⁷ “Artículo 8. Puntos de interconexión. La red móvil celular se interconectará a la red telefónica pública conmutada (RTPC) en los puntos en que las partes acuerden, siendo por cuenta del operador celular todos los equipos requeridos para la interconexión a la central de conmutación de la red telefónica pública conmutada (RTPC), tanto local, como de larga distancia y se ceñirán a los planes de señalización, numeración, tarificación y enrutamiento elaborados por el Gobierno Nacional.”

²²⁸ “Artículo 124. Actuación administrativa. Para determinar las fórmulas tarifarias se aplicarán las normas sobre régimen tarifario de las empresas de servicios públicos previstas en esta Ley, las normas del Código Contencioso Administrativo, y las siguientes reglas especiales:

124.1. La Coordinación ejecutiva de la comisión de regulación respectiva impulsará toda la actuación; sin embargo, cuando corresponda a la comisión como autoridad nombrar peritos, el nombramiento corresponderá a la comisión misma.

124.2. Si la actuación se inicia de oficio, la comisión debe disponer de estudios suficientes para definir la fórmula de que se trate; si se inicia por petición de una empresa de servicios públicos, el solicitante debe acompañar tales estudios. Son estudios suficientes, los que tengan la misma clase y cantidad de información que haya empleado cualquier comisión de regulación para determinar una fórmula tarifaria.”

²²⁹ “Artículo 126. Vigencia de las fórmulas de tarifas. Las fórmulas tarifarias tendrán una vigencia de cinco años, salvo que antes haya acuerdo entre la empresa de servicios públicos y la comisión para modificarlas o prorrogarlas por un período igual. Excepcionalmente podrán modificarse, de oficio o a petición de parte, antes del plazo indicado cuando sea evidente que se cometieron graves errores en su cálculo, que lesionan injustamente los intereses de los usuarios o de la empresa; o que ha habido razones de caso fortuito o fuerza mayor que comprometen en forma grave la capacidad financiera de la empresa para continuar prestando el servicio en las condiciones tarifarias previstas.

Vencido el período de vigencia de las fórmulas tarifarias, continuarán rigiendo mientras la comisión no fije las nuevas.”

Posteriormente, la CRC estableció un marco general para regular los servicios de Telefonía Pública Básica Conmutada en Colombia [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].

En dicha resolución se incluyó la siguiente definición: “**Planes Técnicos Básicos:** Son el conjunto de normas establecidas por el Ministerio de Comunicaciones, que determinan las características técnicas fundamentales de la RTPC. Hacen parte de los Planes Técnicos Básicos el plan de enrutamiento, el plan de numeración, el plan de señalización, el plan de sincronización y plan de tarificación.”

La misma resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] vinculó la solicitud de acceso, uso e interconexión que presente un operador solicitante con los planes técnicos básicos²³⁰. También estableció como obligación de los proveedores de capacidad de transporte el suministrar capacidad a operadores de TPBC; que las interfaces deben cumplir con los planes técnicos básicos que se les aplicaren, así como enviar al entonces Ministerio de Comunicaciones la información relacionada con el cumplimiento de los mismos²³¹.

A su vez la entonces CRT [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] estableció en 1997 en el artículo 6.6.5²³² la obligación de los operadores de TPBC de

²³⁰ “ARTICULO 4.4.2. CONTENIDO DE LA SOLICITUD DE ACCESO, USO E INTERCONEXION”

(...)

“4. Las especificaciones técnicas de interfaces, en especial en lo relacionado con tráfico, niveles esperados de servicio, planes técnicos básicos, protocolos y demás información que determine el dimensionamiento de la red”.

²³¹ “ARTICULO 6.5.2. Obligaciones de los proveedores de capacidad de transporte.

Cuando un proveedor de capacidad de transporte suministre dicha capacidad a cualquier operador de TPBC, deberá ofrecerla a los demás operadores de TPBC en las mismas condiciones, incluyendo el principio de acceso igual - cargo igual; las interfaces deberán cumplir con las recomendaciones de la UIT y los Planes Técnicos Básicos que se les aplicaren.”

(...)

“PARAGRAFO 2. El proveedor de capacidad de transporte enviará al Ministerio de Comunicaciones la información relacionada con el cumplimiento de los Planes Técnicos Básicos, para que aquel, formule observaciones cuando encuentre que no cumple con los planes técnicos establecidos por el Gobierno Nacional.

En concordancia con lo establecido en el Artículo 186 de la Ley 142 de 1994, el procedimiento indicado anteriormente en ningún caso podrá entenderse como requisito previo o autorización para que el proveedor de capacidad de transporte desarrolle su actividad.”

²³² “ARTICULO 6.6.5. Obligación de los operadores de TPBC de atender las normas técnicas oficiales para las redes.

Los operadores de TPBC en la construcción, instalación, operación, modificación, ampliación, ensanche, renovación e interconexión de redes, cumplirán con los planes de señalización, numeración, enrutamiento y sincronización vigentes en el momento de adelantar estas acciones, sin perjuicio de la aplicación de las normas y recomendaciones técnicas pertinentes de la UIT, y de aquellas incluidas en los tratados internacionales aprobados y ratificados por Colombia. En el evento de que se incumplan dichas disposiciones, la CRT solicitará a la SSPD que inicie la investigación correspondiente y si es del caso imponga las sanciones, incluida la suspensión inmediata de las actividades del infractor.

El Ministerio de Comunicaciones actualizará o establecerá, según sea el caso, los planes técnicos básicos, incluidos los planes de enrutamiento, numeración, señalización y sincronización, de manera que se adecuen al régimen de libre competencia y garanticen el desarrollo de los servicios en un ámbito de múltiples operadores, a fin de que los usuarios puedan acceder a ellos libremente y en igualdad de condiciones

atender las normas técnicas oficiales para las redes. Esto significaba, en términos de los PTB, que los operadores de TPBC debían cumplir con los planes de señalización, numeración, enrutamiento y sincronización vigentes en aquel momento²³³. El mismo artículo definía como responsabilidad del entonces Ministerio de Comunicaciones, la obligación de actualizar o establecer los planes técnicos básicos, incluidos los planes de enrutamiento, numeración, señalización y sincronización, obligando a los operadores de TPBC a atender las normas técnicas oficiales para las redes. La facultad de investigar y aplicar sanciones estaba en cabeza de la Superintendencia de Servicios Públicos, que para la fecha tenía competencia sobre los operadores de TPBC y que podían iniciarse por solicitud de la entonces Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.

El plan de numeración fue actualizado en 1998 por el entonces Ministerio de Comunicaciones [MinCom Plan Nacional Numeración - 1998]. Las necesidades del momento, también llevaron a modificar la Norma nacional de señalización siete, cuya segunda versión se produjo en el año 1998²³⁴ [MinCom Norma Nacional SS7].

Posteriormente, el Decreto 1130 de 1999 [MinCom Decreto 1130 – 1999], estableció que la entonces Comisión de Regulación de Telecomunicaciones estaba facultada para administrar y presentar proyectos al Gobierno Nacional sobre Planes Técnicos Básicos y normas técnicas²³⁵.

En el año 2000, la Ley 555 [Congreso Ley 555 - 2000], estableció que la Comisión sería la competente para regular a los operadores de los Servicios de Comunicación Personal, PCS, fijar el régimen tarifario, regular el régimen de interconexión y expedir el régimen de protección al usuario²³⁶.

técnicas y operativas.”

²³³ Es decir, los Planes de Enrutamiento, Señalización y Sincronización [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] y el Plan Nacional de Numeración [MinCom Decreto 2606 - 1993].

²³⁴ Previamente, la Resolución 525 de 1991 [MinCom Resolución 525 – 1991], había adoptado la primera versión de la norma nacional del Sistema de Señalización por canal común Número 7

²³⁵ CAPÍTULO V – Comisión de Regulación de Telecomunicaciones – ARTÍCULO 37 – Funciones de la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones:

(...)

“18. Presentar al Gobierno Nacional, proyectos sobre planes o normas técnicas nacionales de conmutación, transmisión, enrutamiento, tarificación, señalización, numeración, sincronización y demás procedentes para promover la competencia y garantizar el interfuncionamiento de las redes de telecomunicaciones y su compatibilidad a nivel interno y en conexión con el exterior, según las normas y recomendaciones de la Unión Internacional de Comunicaciones, UIT y administrar dichos planes y normas técnicas.”

(...)

“20. Otorgar a los operadores asignación numérica y códigos de puntos de señalización para la prestación de servicios, con arreglo a la regulación y a las normas técnicas nacionales e internacionales sobre la materia así como modificar tal asignación por razones técnicas y para promover la competencia.”

(...)

“PARAGRAFO. La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones ejerce las funciones a que hace referencia el presente artículo en relación con todos los servicios de telecomunicaciones, con excepción de los de radiodifusión sonora, auxiliares de ayuda y especiales. Los servicios de televisión continuarán rigiéndose por sus normas especiales.”

²³⁶ *“ARTICULO 15. COMISION DE REGULACION DE TELECOMUNICACIONES. La CRT será el organismo competente para promover y regular la competencia entre los operadores de los Servicios de Comunicación Personal, PCS, entre sí y con otros operadores de servicios públicos de telecomunicaciones, fijar el régimen tarifario, regular el régimen de interconexión, ordenar servidumbres en los casos que sea necesario, expedir el régimen de protección al usuario y dirimir en vía administrativa los conflictos que se*

Por su parte, la Resolución 432 de la Secretaría General de la Comunidad Andina de Naciones [CAN Resolución 432 – 2000] estableció en sus normas comunes de interconexión que el logro de los niveles de calidad de servicio que se tengan establecidos en cada país, deben alcanzarse por parte de los operadores interconectados mediante los planes básicos de transmisión, señalización, sincronización, enrutamiento, numeración, tarificación, entre otros²³⁷.

Los PTB de Colombia no tuvieron posteriores actualizaciones sino hasta el año 2002, cuando fueron adoptados mediante el Decreto 25 del 11 de Enero de ese año [MinCom Decreto 25 - 2002], el cual fue modificado por el Decreto 2455 de 2003 [MinCom Decreto 2455 - 2003]²³⁸.

De acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002], la administración de los Planes Técnicos Básicos corresponde a la entonces CRT, quien tiene el mandato de hacerlo siguiendo los principios generales de neutralidad, transparencia, igualdad, eficacia, publicidad, moralidad y promoción de la competencia²³⁹ y establece que los costos derivados de los PTB deben ser sufragados directamente por cada operador en su propia red o de conformidad con las normas de interconexión en los elementos destinados para ese fin²⁴⁰.

Los Planes Técnicos Básicos mencionados [MinCom Decreto 25 - 2002], corresponden al Plan Nacional de Numeración (PNN), el Plan Nacional de Marcación (PNM) y al Plan Nacional de Señalización (PNS). Adicionalmente, el Título III estableció un plan de migración cuyo objeto era garantizar una transición paulatina y sin traumatismos para la red²⁴¹.

En el año 2003 la entonces CRT [CRT Resolución 644 – 2003] añadió un nuevo capítulo II a la

presenten entre los operadores de PCS, o entre estos y otros operadores de servicios de telecomunicaciones. (...)

²³⁷ “ARTÍCULO 10.- Es responsabilidad exclusiva de los operadores de redes públicas de telecomunicaciones involucrados en la interconexión, el logro de los niveles de calidad de servicio que se tengan establecidos en cada país, mediante los Planes Básicos de Transmisión, Señalización, Sincronización, Enrutamiento, Numeración, Tarificación y otras disposiciones.”

²³⁸ La modificación únicamente cambió la fecha de inicio de la entrada en vigencia de la numeración geográfica con uso de número nacional significativo a 10 dígitos, sin definir una fecha específica para su implementación.

²³⁹ “Artículo 1°. Administración de los Planes Técnicos Básicos. La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones deberá administrar los Planes Técnicos Básicos, de conformidad con las disposiciones contenidas en este decreto y siguiendo los principios de neutralidad, transparencia, igualdad, eficacia, publicidad, moralidad y promoción de la competencia con el fin de preservar y garantizar el uso adecuado de estos recursos técnicos.”

²⁴⁰ “Artículo 3°. Costos de los Planes Técnicos Básicos. Los costos que se desprendan de la actualización o modificación de los Planes Técnicos Básicos, deberán ser sufragados por cada operador en lo que se refiere a su propia red y no tendrá derecho a recibir indemnización alguna. En los elementos destinados para interconexión o elementos compartidos, los costos serán sufragados de acuerdo con las normas que rigen esas situaciones. Los demás costos que puedan ocasionarse se repartirán entre los operadores afectados y, a falta de acuerdo entre éstos, resolverá la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.”

²⁴¹ “Artículo 41. Objeto del plan de migración. El plan de migración se establece para coordinar los esfuerzos del sector de telecomunicaciones de manera que se efectúe una transición a los Planes Técnicos Básicos contenidos en el presente decreto, de tal forma que se lleve a cabo de manera paulatina y sin traumatismos para la red, asegurando la continuidad en la prestación de los servicios de telecomunicaciones a los usuarios. Los operadores de telecomunicaciones deberán asegurar en la transición, la adecuada y continua prestación del servicio de telecomunicaciones a sus usuarios y la comunicación con otros operadores. Para llevar a cabo la transición entre los Planes Técnicos Básicos, el plan de migración define tres períodos de cambio: preparación, coexistencia y establecimiento.”

Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], el cual se denominó "Administración de los Planes Técnicos Básicos". Este capítulo sufrió adiciones o modificaciones mediante las resoluciones de la entonces CRT [CRT Resolución 1478 – 2006], [CRT Resolución 1720 – 2007], [CRT Resolución 1914 – 2008], [CRT Resolución 1940 – 2008], [CRT Resolución 2028 – 2008], [CRT Resolución 2108 – 2009] y [CRT Resolución 2064 – 2009].

En el 2005, la entonces CRT expidió la resolución [CRT Resolución 1250 – 2005] por la cual se modificó el Título V de la Resolución CRT 087 de 1997. A partir del 2006 los operadores de telefonía local aplicaron las nuevas disposiciones del artículo 5.4.1 de la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]²⁴², donde se adoptaron normas para la medición del consumo y se especificó que la tarificación y facturación debía realizarse por minuto redondeado, o en segundos.

Posteriormente se emitió el Decreto 2870 de 2007 [MinCom Decreto 2870 - 2007], denominado en ocasiones Decreto de Convergencia, el cual establece la definición de Arquitectura abierta de red²⁴³ y deja en cabeza de la entonces CRT la adecuación de la regulación en ambiente de convergencia tecnológica, excepto para servicios de radiodifusión sonora y radio²⁴⁴.

La reciente Ley 1341 de 2009 [Congreso Ley 1341 - 2009], denominada en ocasiones como "Ley de TIC", estableció varios "principios orientadores" dos de los cuales se resaltan por su relevancia para

²⁴² "Artículo 5.4.1. Medición del consumo. La tasación, tarificación y facturación del consumo del servicio de TPBCL y el componente local de TPBCLE para cada uno de los usuarios, se deberá realizar aplicando los siguientes criterios:

a) La medición de los consumos deberá realizarse con un método de tasación que permita determinar el consumo real del servicio en unidades de tiempo no superiores al minuto.

Para tal fin, los operadores podrán utilizar metodologías de medición como toll ticketing, PPM, las metodologías aprobadas por la UIT o metodologías de medición de impulsos de duración menor o igual al minuto. En este último evento, bajo ninguna circunstancia se podrán utilizar mecanismos que contemplen la inclusión de impulsos adicionales por concepto de completación o terminación de las llamadas tales como el método Karlsson Modificado con impulso adicional, y en todos los casos la medición debe reflejar el consumo real del servicio en unidades de tiempo.

b) La tarificación y facturación deberá realizarse por minuto redondeado, o en segundos de la llamada completada."

²⁴³ "Artículo 2. Definiciones."

(...)

"Arquitectura abierta de red: conjunto de características técnicas de las redes de telecomunicaciones que les permite interconectarse entre sí a nivel físico y lógico, de tal manera que exista interoperabilidad entre ellas."

²⁴⁴ "Artículo 18. Adecuación de la regulación."

(...)

"la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones deberá adecuar dentro del año siguiente a la entrada en vigencia del presente decreto, el marco regulatorio aplicable a todas las redes y al mercado de los servicios de telecomunicaciones, en ambiente de convergencia tecnológica, con excepción de los servicios de Radiodifusión Sonora de que trata el Decreto-ley 1900 de 1990 y de Televisión de que trata la Ley 182 de 1995 y sus modificaciones, de tal manera que se oriente a una regulación por mercados relevantes, acorde con las necesidades de los usuarios, la promoción efectiva de la competencia en el sector de telecomunicaciones, la obligación de interconexión e interoperabilidad de todas las redes de telecomunicaciones del Estado y los postulados de la sociedad de la información previstas en las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y de otros organismos internacionales, vinculantes para Colombia."

el establecimiento de los PTB: el *uso eficiente de la infraestructura y de los recursos escasos*²⁴⁵, que establece el óptimo aprovechamiento de los recursos escasos con el ánimo de generar competencia, calidad y eficiencia, en beneficio de los usuarios; y la *neutralidad tecnológica*²⁴⁶, que garantiza la libre adopción de tecnologías.

La Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] también estableció la intervención del estado en el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para *garantizar el uso eficiente de la infraestructura y el acceso a los recursos escasos*²⁴⁷ y para *garantizar la interconexión y la interoperabilidad de las redes*²⁴⁸.

En relación a los títulos habilitantes, la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] creó la habilitación general para la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones²⁴⁹.

²⁴⁵ “ARTÍCULO 2o. PRINCIPIOS ORIENTADORES.”

(...)

“3. El Estado fomentará el despliegue y uso eficiente de la infraestructura para la provisión de redes de telecomunicaciones y los servicios que sobre ellas se puedan prestar, y promoverá el óptimo aprovechamiento de los recursos escasos con el ánimo de generar competencia, calidad y eficiencia, en beneficio de los usuarios, siempre y cuando se remunere dicha infraestructura a costos de oportunidad, sea técnicamente factible, no degrade la calidad de servicio que el propietario de la red viene prestando a sus usuarios y a los terceros, no afecte la prestación de sus propios servicios y se cuente con suficiente infraestructura, teniendo en cuenta la factibilidad técnica y la remuneración a costos eficientes del acceso a dicha infraestructura. Para tal efecto, dentro del ámbito de sus competencias, las entidades del orden nacional y territorial están obligadas a adoptar todas las medidas que sean necesarias para facilitar y garantizar el desarrollo de la infraestructura requerida, estableciendo las garantías y medidas necesarias que contribuyan en la prevención, cuidado y conservación para que no se deteriore el patrimonio público y el interés general.”

²⁴⁶ “ARTÍCULO 2o. PRINCIPIOS ORIENTADORES.”

(...)

“6. Neutralidad tecnológica. El Estado garantizará la libre adopción de tecnologías, teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia, que permitan fomentar la eficiente prestación de servicios, contenidos y aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y garantizar la libre y leal competencia, y que su adopción sea armónica con el desarrollo ambiental sostenible.”

²⁴⁷ “ARTÍCULO 4o. INTERVENCIÓN DEL ESTADO EN EL SECTOR DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES.”

(...)

“6. Garantizar el despliegue y el uso eficiente de la infraestructura y la igualdad de oportunidades en el acceso a los recursos escasos (...).”

²⁴⁸ “ARTÍCULO 4o. INTERVENCIÓN DEL ESTADO EN EL SECTOR DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES.”

(...)

“9. Garantizar la interconexión y la interoperabilidad de las redes de telecomunicaciones (...).”

²⁴⁹ “ARTÍCULO 10. HABILITACIÓN GENERAL. A partir de la vigencia de la presente ley, la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones, que es un servicio público bajo la titularidad del Estado, se habilita de manera general, y causará una contraprestación periódica a favor del Fondo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Esta habilitación comprende, a su vez, la autorización para la instalación, ampliación, modificación, operación y explotación de redes de telecomunicaciones, se suministren o no al público. La habilitación a que hace referencia el presente artículo no incluye el derecho al uso del espectro radioeléctrico.”

La Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] cambia de nombre a la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones – CRT-, por Comisión de Regulación de Comunicaciones –CRC-²⁵⁰, y establece entre sus fines la regulación del sector de las telecomunicaciones con la finalidad de que la prestación de servicios sea eficiente desde el punto de vista económico y con altos niveles de calidad²⁵¹; y en relación a sus funciones define, entre otras: establecer el régimen de regulación²⁵²; la expedición de regulación en materias relacionadas con aspectos técnicos de interconexión, el acceso y uso de instalaciones esenciales, recursos físicos y soportes lógicos necesarios para la interconexión, las condiciones de facturación y recaudo y los parámetros de calidad de los servicios²⁵³; proponer al gobierno la aprobación de planes y normas técnicos aplicables al sector de TIC²⁵⁴; determinar la interoperabilidad de plataformas y el interfuncionamiento de servicios y/o aplicaciones²⁵⁵; regular los recursos de identificación de redes, servicios y usuarios de telecomunicaciones²⁵⁶; administrar la numeración y otros recursos escasos²⁵⁷.

²⁵⁰ ARTÍCULO 19- CREACIÓN, NATURALEZA Y OBJETO DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES. La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT) de que trata la Ley 142 de 1994, se denominará Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), Unidad Administrativa Especial, con independencia administrativa, técnica y patrimonial, sin personería jurídica adscrita al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

²⁵¹ “La Comisión de Regulación de Comunicaciones es el órgano encargado de promover la competencia, evitar el abuso de posición dominante y regular los mercados de las redes y los servicios de comunicaciones; con el fin que la prestación de los servicios sea económicamente eficiente, y refleje altos niveles de calidad. Para estos efectos la Comisión de Regulación de Comunicaciones adoptará una regulación que incentive la construcción de un mercado competitivo que desarrolle los principios orientadores de la presente ley.”

²⁵² “ARTÍCULO 22. FUNCIONES DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES.”

(...)

“1. Establecer el régimen de regulación que maximice el bienestar social de los usuarios.”

²⁵³ “ARTÍCULO 22. FUNCIONES DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES.”

(...)

“3. Expedir toda la regulación de carácter general y particular en las materias relacionadas con el régimen de competencia, los aspectos técnicos y económicos relacionados con la obligación de interconexión y el acceso y uso de instalaciones esenciales, recursos físicos y soportes lógicos necesarios para la interconexión; así como la remuneración por el acceso y uso de redes e infraestructura, precios mayoristas, las condiciones de facturación y recaudo; el régimen de acceso y uso de redes; los parámetros de calidad de los servicios; los criterios de eficiencia del sector y la medición de indicadores sectoriales para avanzar en la sociedad de la información; y en materia de solución de controversias entre los proveedores de redes y servicios de comunicaciones.”

²⁵⁴ “ARTÍCULO 22. FUNCIONES DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES.”

(...)

“7. Proponer al Gobierno Nacional la aprobación de planes y normas técnicas aplicables al sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, atendiendo el interés del país, según las normas y recomendaciones de organismos internacionales competentes y administrar dichos planes.”

²⁵⁵ “ARTÍCULO 22. FUNCIONES DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES.”

(...)

“10. Imponer de oficio o a solicitud de parte, las servidumbres de acceso, uso e interconexión y las condiciones de acceso y uso de instalaciones esenciales, recursos físicos y soportes lógicos necesarios para la interconexión, y señalar la parte responsable de cancelar los costos correspondientes, así como fijar de oficio o a solicitud de parte las condiciones de acceso, uso e interconexión. Así mismo, determinar la interoperabilidad de plataformas y el interfuncionamiento de los servicios y/o aplicaciones.”

²⁵⁶ “ARTÍCULO 22. FUNCIONES DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES.”

(...)

“12. Regular y administrar los recursos de identificación utilizados en la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones y cualquier otro recurso que actualmente o en el futuro identifique redes y usuarios.”

²⁵⁷ “ARTÍCULO 22. FUNCIONES DE LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES.”

En cuanto a la regulación de precios a los usuarios, la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] establece que la CRC sólo podrá regularlos cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla de mercado o la calidad de los servicios ofrecidos no se ajuste a los niveles exigidos, debiéndose enfocar la CRC en la regulación de mercados mayoristas²⁵⁸.

Se concluye de todo lo anterior, que aun cuando la ley no hace una mención explícita de los Planes Técnicos Básicos, es claro que dentro de los principios orientadores de la ley; la intervención del estado en el sector; y las finalidades y funciones de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, se hace mención de los conceptos básicos asociados con los mismos y se le entregan a la CRC herramientas para su regulación, permitiendo que la CRC le proponga al gobierno la aprobación de planes y normas técnicas aplicables al sector de TIC.

La nueva Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009], también estableció un régimen de transición y derogó la Ley 74 de 1966, la Ley 51 de 1984, la Ley 72 de 1989, el Decreto- Ley 1900 de 1990, la Ley 1065 de 2006, la Ley 37 de 1993, la Ley 442 de 1998, la Ley 555 de 2000. En cuanto a las empresas de servicios públicos que prestan los servicios de telefonía pública básica conmutada, telefonía local móvil en el sector rural y larga distancia, se estableció que no les será aplicable la Ley 142 de 1994 respecto de estos servicios, salvo en lo establecido en los artículo 4º sobre carácter esencial, 17 sobre naturaleza jurídica de las empresas, 24 sobre el régimen tributario, y el Título Tercero, artículo 41, 42 y 43 sobre el régimen laboral²⁵⁹.

(...)

“13. Administrar el uso de los recursos de numeración, identificación de redes de telecomunicaciones y otros recursos escasos utilizados en las telecomunicaciones, diferentes al espectro radioeléctrico.”

²⁵⁸ *“ARTÍCULO 23. REGULACIÓN DE PRECIOS DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES. Los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones podrán fijar libremente los precios al usuario. La Comisión de Regulación de Comunicaciones sólo podrá regular estos precios cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla de mercado o cuando la calidad de los servicios ofrecidos no se ajuste a los niveles exigidos, lo anterior mediante el cumplimiento de los procedimientos establecidos por la presente ley. PARÁGRAFO. La CRC hará énfasis en la regulación de mercados mayoristas.”*

²⁵⁹ *“ARTÍCULO 73. VIGENCIA Y DEROGATORIAS. La presente ley rige a partir de la fecha de su promulgación, con excepción de los artículos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 36, 68 con excepción de su inciso 1o, los cuales empezarán a regir a partir de los seis meses siguientes a su promulgación y regula de manera integral el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.*

Sin perjuicio del régimen de transición previsto en esta ley, quedan derogadas todas las disposiciones que le sean contrarias y, en especial, la Ley 74 de 1966, la Ley 51 de 1984, la Ley 72 de 1989, el Decreto-ley 1900 de 1990, la Ley 1065 de 2006, la Ley 37 de 1993, lo pertinente de los artículos 33, 34, 35 y 38 de la Ley 80 de 1993, la Ley 422 de 1998, la Ley 555 de 2000, el artículo 11 de la Ley 533 de 1999 y el artículo 6o de la ley 781 de 2002, todos exclusivamente en cuanto hagan referencia a los servicios, las redes, las actividades y los proveedores, y en cuanto resulten contrarios a las normas y principios contenidos en la presente ley.

A las telecomunicaciones, y a las empresas que prestan los servicios de telefonía pública básica conmutada, telefonía local móvil en el sector rural y larga distancia no les será aplicable la Ley 142 de 1994 respecto de estos servicios, salvo en el caso de estas empresas, lo establecido en los artículo 4o sobre carácter esencial, 17 sobre naturaleza jurídica de las empresas, 24 sobre el régimen tributario, y el Título Tercero, artículo 41, 42 y 43 sobre el régimen laboral, garantizando los derechos de asociación y negociación colectiva y los derechos laborales de los trabajadores. En todo caso, se respetará la naturaleza jurídica de las empresas prestatarias de los servicios de telefonía pública básica conmutada y telefonía local móvil en el sector rural, como empresas de servicio público. En caso de conflicto con otras leyes, prevalecerá esta.”

10 LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN COLOMBIA FRENTE A LA CONVERGENCIA

La Comisión de Regulación de Comunicaciones ha venido estudiando la convergencia y los esquemas regulatorios que le aplican, desde la expedición de [MinCom Decreto 2870 - 2007] y produjo varios documentos [CRT Convergencia – 2008], [CRT Convergencia – 2009] en los cuales se estudian la aplicación de los principios regulatorios de neutralidad tecnológica, trato no discriminatorio y libertad de acceso a redes NGN así como los elementos técnicos a considerar en la interconexión de redes NGN.

En términos de los planes técnicos básicos, la convergencia de redes plantea una serie de desafíos e incógnitas. Esta sección compila la información existente en la regulación colombiana sobre los planes técnicos básicos, analiza sus debilidades y establece puntos de partida para estos planes de frente a la convergencia.

10.1 El plan Nacional de Numeración

El objetivo clásico de un plan de numeración suele plantearse en términos de proporcionar un código, que debe ser único y simple, para los diferentes usuarios y servicios dentro de la red pública de telecomunicaciones, a fin de establecer un listado donde se especifican la composición de los códigos nacionales y los números de los usuarios locales [Plan de Numeración].

Sin embargo, ese planteamiento ha quedado rebasado por la realidad, tal y como se establece en la introducción de la recomendación [UIT-T E.164]:

“(...) los rápidos avances de la tecnología de las telecomunicaciones y la creciente diversificación de las demandas de los usuarios, a los que se da servicio mediante una variedad de tipos distintos de redes públicas conmutadas especializadas (telefonía del servicio fijo y del móvil, datos, etc.), han creado la necesidad de ofrecer un acceso de abonado uniforme a la multitud de estructuras de red (a saber, redes de circuitos, paquetes, basadas en IP, etc.). En varios países ya se están realizando esas arquitecturas de red, que a la larga podrán cursar la gama completa de servicios existentes y nuevos.

Con el fin de proporcionar una amplia base a estas nuevas configuraciones, la numeración se ha mantenido compatible con la establecida originalmente para el servicio telefónico internacional.”

Teniendo en cuenta lo anterior y la importancia que tiene este Plan para la identificación de los usuarios dentro de la red y de los servicios que estos pueden acceder, la CRC ha venido adelantando una serie de estudios sobre el impacto de los avances tecnológicos y el aumento de la demanda sobre los recursos de identificación, incluyendo el Plan de Numeración, dentro de los cuales se desarrolla actualmente el proyecto de Gestión de recursos de identificación, de acuerdo con la Agenda Regulatoria 2010.

El actual Plan de Numeración que rige en Colombia, se expidió a través del Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002], el cual tenía como principales objetivos ampliar la numeración de la

telefonía móvil para la entrada de un tercer operador y enfrentar la problemática relacionada con la poca disponibilidad de bloques de numeración geográfica zonas específicas del país. De acuerdo con este Plan, la estructura del número tiene una longitud total de 12 dígitos, distribuidos de la siguiente forma:

- El Indicativo del País (CC): Está compuesto por dos (2) dígitos, que de acuerdo con la asignación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones para Colombia, corresponde al número 57.
- El Número Nacional (Significativo) [N(S)N]: Es el número que sigue al indicativo de país y está conformado por el indicativo nacional de destino (NDC) que es un número de tres (3) dígitos, seguido por el número de abonado (SN) compuesto por siete (7) dígitos. Tiene como objetivo seleccionar el abonado de destino en regiones geográficas o no geográficas.

Así mismo definió la estructura para: la numeración de los servicios semiautomáticos y especiales (Marcación 1XY); la numeración para los servicios suplementarios; y los prefijos para el acceso a los servicios de larga distancia nacional e internacional.

En este mismo Decreto se establecía un cronograma para la migración al nuevo plan de numeración, estableciendo que la estructura de la numeración no geográfica y de los servicios suplementarios debería entrar en vigor a partir del 30 de septiembre de 2002 y la estructura de la numeración geográfica para el 31 de agosto de 2004. Sin embargo, aunque en el año 2002, se estableció la nueva estructura para la numeración no geográfica y de los servicios suplementarios, mediante el decreto 2455 de 2003 [MinCom 2455 – 2003] se pospuso el establecimiento de la nueva estructura para la numeración geográfica, hasta que el Ministerio de Comunicaciones así lo requiriera.

Por otra parte, en el año 2003 la CRT [CRT Resolución 644 – 2003] añadió un nuevo capítulo II al Título XII de la Resolución [CRT Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], el cual se denominó “Administración de los Planes Técnicos Básicos”. estableciendo la administración de los números de abonados significativos al interior de los NDC existentes, el uso de numeración 1XY, los cuadros para numeración de servicios²⁶⁰ y la numeración para el acceso a servicio suplementarios.

Posteriormente, en el año 2006, la Comisión, con el apoyo de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones realizó un estudio para diagnosticar el estado de la numeración actual en Colombia, del cual resaltamos estas recomendaciones [Milne- 2006]:

1. Aunque la capacidad de numeración asignada para Bogotá está llegando a su límite máximo, se consideró que aún no es necesario revisar el actual plan de numeración geográfico establecido en Colombia, teniendo en cuenta que es posible implementar estrategias que permitan aumentar la capacidad de numeración tales como mecanismos que fomenten la utilización eficiente de los bloques de numeración asignados a los prestadores de redes y/o servicios de telecomunicaciones. En este mismo sentido se

²⁶⁰ Incluyendo cobro revertido, tarifa con prima, datos y aplicaciones móviles, acceso a Internet y acceso a Internet por demanda.

- recomendó no realizar las modificaciones a la numeración geográfica, dispuestas en el Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002].
2. Desarrollar aún más el esquema de numeración no geográfica, asignando otros bloques de reserva para este tipo de numeración, estudiando la demanda del sector productivo por este tipo de numeración y revisando anualmente las tendencias de capacidad contra demanda.
 3. Con respecto a los servicios de VoIP, se recomendó que se permita que estos servicios utilicen numeración geográfica.
 4. En relación con la numeración de servicios semiautomáticos y especiales, se recomendó establecer una asignación eficiente de este recurso, estableciendo condiciones estrictas para la utilización de este tipo de numeración y armonizar, en la medida de lo posible, la forma de marcación entre los proveedores de redes fijas y móviles (Por ejemplo el uso de las teclas # y *).
 5. Permitir a los usuarios la preselección del operador a través del cual tendrán acceso a los servicios de larga distancia nacional y/o internacional.
 6. Estudiar la posibilidad de establecer una estructura de numeración corta para tener acceso a servicios SMS y MMS.
 7. Realizar estudios sobre el impacto de la portabilidad numérica en el Plan de Numeración.
 8. Prevenir el uso del ENUM²⁶¹ para los usuarios y fomentar su utilización entre los operadores para soportar la portabilidad numérica y prevenir la asignación de numeración no geográfica para usuarios ENUM.

Posteriormente, a principios del año 2008 la entonces CRT adelantó un nuevo estudio sobre la gestión y el uso eficiente de la numeración que arrojó la necesidad de establecer parámetros y procedimientos que permitieran una gestión más eficiente del recurso de la numeración.

Como resultado de los estudios adelantados por la entonces CRT²⁶², en el año 2008, la CRT expidió la Resolución 2028 [CRT Resolución 2028 – 2008], mediante la cual se establecieron las reglas para la gestión, el uso, la asignación y la recuperación de la numeración geográfica y no geográfica exceptuando la numeración no geográfica para servicios de telecomunicaciones universales personales (UPT), servicios semiautomáticos y especiales de marcación 1XY y el acceso a servicios suplementarios.

En el año 2009, la Comisión contrató la realización de estudios sobre la numeración nomádica [Experiencia Internacional -Antelope Consulting - 2009] [Experiencia nacional -Sistemas, Administración e Ingeniería – 2009]. Este tipo de numeración está relacionado con servicios de VoIP.

La recomendación [UIT-T Q.1761] define nomadismo como: la *“(...) Capacidad del usuario para cambiar su punto de acceso a la red después de haberse desplazado; al cambiar de punto de acceso se interrumpe completamente la sesión de servicio del usuario y se inicia una nueva, es decir no es posible el traspaso. Se supone que, en general, los usuarios interrumpen su sesión de servicio antes de desplazarse hacia otro punto de acceso o cambiar de terminal. Éste es el tipo de movilidad del que se habla en el caso de convergencia móvil fijo (...)”*.

²⁶¹ El ENUM (traducido en Español como correspondencia de números de teléfono) se define como: *“Protocolos para establecer la correspondencia entre números de teléfono e identificadores telefónicos (o sea entre números E.164 y URI).”* Ver: [UIT-T TRQ 2840]

²⁶² Los cuales, tuvieron como insumo el trabajo de [Milne – 2006].

De acuerdo con el estudio Numeración para aplicaciones nomádicas [Sistemas Administración e Ingeniería - 2009], en Colombia el nomadismo inicialmente fue introducido por operadores internacionales en la modalidad de comunicaciones del tipo PC a PC o en comunicaciones con la RTPC del exterior. Igualmente, se resalta la importancia que este tipo de aplicaciones ha tenido sobre el tráfico a nivel internacional, donde día a día representa una mayor proporción con respecto al tráfico total y por lo anterior es necesario estudiar el impacto de estos servicios sobre los usuarios y la regulación.

En este estudio también se señala que en Colombia, el operador TELMEX es el más activo implementando este tipo de servicio con numeración geográfica y que otros 6 operadores²⁶³ han reportado su utilización en aplicaciones nomádicas, llegándose a la conclusión que la causa de este fenómeno se debe al actual diseño del Plan de Numeración. En consecuencia y teniendo en cuenta las limitaciones de numeración geográfica que se están presentando en la ciudad de Bogotá, el estudio recomienda limitar la utilización de este tipo de numeración en aplicaciones nomádicas, asignando bloques específicos para la prestación de este tipo de aplicaciones.

Otros de los aspectos ampliamente tratados en estos estudios, tienen que ver con la protección al usuario, el tratamiento de las llamadas de emergencia y la conectividad con la red. Con respecto a las recomendaciones sobre estos temas, se resaltan, entre otras las siguientes:

- Los operadores que ofrezcan numeración nomádica deben garantizar que los usuarios tengan acceso a los números de emergencia. Asimismo, deben hacer públicas las limitaciones que tiene la VoIP para llevar a cabo este tipo de llamadas y al acceso a la numeración 1XY.
- Regular los mecanismos de cobro de este tipo de llamadas, garantizando que los usuarios tengan claros los cargos y las tarifas que se cobran al utilizar este tipo de aplicaciones.
- Ampliar las obligaciones de interconexión a los operadores que presten servicios nomádicos, así como las relacionadas con la portabilidad numérica.

Como puede verse, el Plan Nacional de Numeración enfrenta varios desafíos, para algunos de los cuales ya se han tomado medidas regulatorias: la escasez de numeración geográfica y la optimización de los mecanismos de asignación de numeración, la portabilidad numérica de los servicios móviles y el uso de numeración nomádica para aplicaciones fijas basadas sobre VoIP.

²⁶³ Los seis operadores son: Telmex (que en el primer semestre del 2009 tenía una participación de casi el 97% en el uso de numeración en aplicaciones nomádicas), Emcali, ETB, Edatel, ETP, Escarsa.

10.2 El plan Nacional de Señalización

En los comienzos de la digitalización de las redes telefónicas, en la década de 1980, la mayoría de los sistemas de señalización de las centrales telefónicas en Colombia, utilizaban el protocolo de señalización MFC/R2²⁶⁴.

Con el establecimiento de la primera versión de la norma nacional de SS7 [MinCom Resolución 525 – 1991] y del primer plan nacional de señalización [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], se consolidó un proceso de digitalización, mediante la migración de las redes de los diferentes operadores de comunicaciones²⁶⁵. Este proceso fue dándose en forma paralela con la liberalización del sector y el establecimiento de un número creciente de operadores interconectados.

Dentro de los aspectos técnicos considerados por el Plan de Señalización [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] se incluyeron elementos importantes en relación con la interconexión de redes y la calidad del servicio²⁶⁶; la obligación de los operadores existentes y nuevos de adecuarse al plan de señalización²⁶⁷; el uso del SS7 con las adaptaciones de la norma nacional Colombiana y el establecimiento de un régimen de transición que permitiera el uso de la de la señalización MFC-LME^{268,269} así como el interfuncionamiento de la señalización SS7 y MFC-R2²⁷⁰; se aseguró la

²⁶⁴ Ver: [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] Plan Nacional de Señalización, Anexo No. 1.

²⁶⁵ Menciona el Plan nacional de Señalización [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] en su introducción: *“El principal argumento del Sistema de Señalización recomendado para ser implantado a nivel nacional en el horizonte de planificación propuesto, es que las diferentes administraciones han emprendido, desde la década de los ochenta, una política de digitalización de los elementos de conmutación y transmisión de toda la red y que diferentes estudios y estrategias indican que la orientación hacia una red digital de servicios integrados permitirá realizar economías mayores a largo plazo, para lo cual se establece una meta hacia la que deben encaminarse los programas de desarrollo de cada administración.”*

²⁶⁶ Plan nacional de Señalización [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993]:

“2.2. Aspectos Técnicos”

(...)

“Por la posibilidad de tener múltiples operadores con diferentes redes, el plan debe ser obligante en el cumplimiento de índices y parámetros para su verificación, tales como: transmisión segura y confiable de las señales, breves tiempos de establecimiento en las comunicaciones, mínimos tiempos de retardo, índices de completación de llamada, índices de causas de fracaso, requerimientos técnicos de canceladores o supresores de eco y demás recomendaciones y especificaciones definidas por el CCITT.”

²⁶⁷ Plan nacional de Señalización [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993]:

“2.3. Horizonte de planificación”

(...)

“Los diferentes operadores de telecomunicaciones del país existentes efectuaran los ajustes técnicos necesarios, adelantaran las modificaciones requeridas en sus proyectos, planes y contratos de expansión, y revisaran los convenios de interconexión vigentes entre operadores.

Los nuevos operadores se ajustaran a las especificaciones definidas en este plan, independiente de la fecha de inicio de su operación. El ministerio de Comunicaciones verificara el cumplimiento de las diferentes actividades para la ejecución del plan.”

²⁶⁸ MFC-LME es un sabor específico de MFC diseñado por Ericsson y de amplio uso en Colombia.

²⁶⁹ Plan nacional de Señalización [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993]

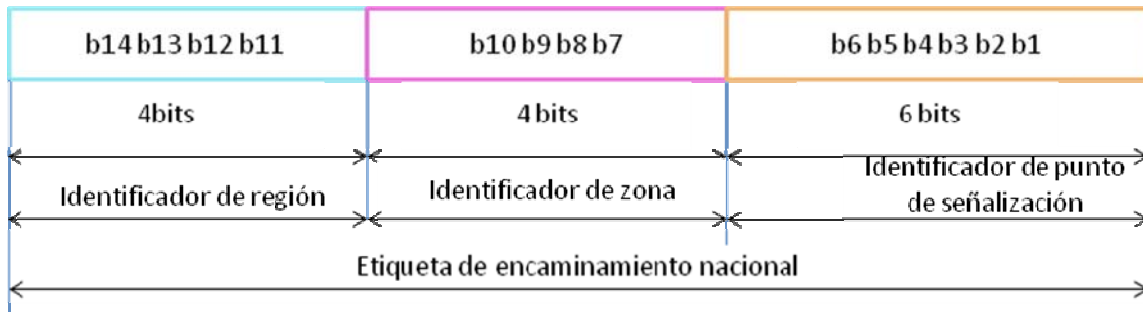
“3.1. Orientaciones Generales”

(...)

“El Plan Nacional de Señalización se utilizará para el intercambio de mensajes en los puntos de interconexión de los diferentes operadores mediante el sistema de señalización por canal común CCITT N7, y con especificaciones técnicas producto de la norma nacional Colombiana.

capacidad del Plan para soportar servicios de telefonía básica, RDSI, telefonía móvil celular, redes inteligentes, servicios de valor agregado de telefonía y red de comunicaciones personales; y se establecieron diferentes consideraciones de interconexión incluyendo el uso combinado de señalización asociada y cuasiasociada y la estructura de los códigos de puntos de señalización, denominada en Colombia como *etiqueta de encaminamiento*. Se adoptó para la Red Colombiana una etiqueta de encaminamiento 4-4-6 así[MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993]:

Figura 32: Estructura de la etiqueta de encaminamiento para Colombia



Fuente. Cuadro 1/Capítulo II [MinCom Norma Nacional SS7]

La estructura adoptada tiene por lo tanto la siguiente configuración:

- Cuatro bits para indicador de región.^{271,272}
- Cuatro bits para indicador de zona.^{273,274}
- Los seis bits menos significativos para identificación individual de los puntos de señalización.²⁷⁵

Las etiquetas de encaminamiento son por lo tanto un recurso escaso. Una región tiene una capacidad máxima de asignación de hasta 1024 puntos de señalización y la capacidad de numeración máxima del país es de 16.384 puntos de señalización.

Dentro del proceso de transición hacia el plan objetivo, coexistirán en la red nacional tanto la señalización asociada (MFC-LME), como la señalización por canal común, para la interconexión entre operadores existentes.”

²⁷⁰ Las normas nacionales de SS7 hicieron énfasis especial en garantizar el interfuncionamiento. La versión 2 [MinCom Norma Nacional SS7], dedicó un capítulo completo a las especificaciones de interfuncionamiento ISUP-MFC (LME) y el interfuncionamiento MFC (LME)-ISUP, las cuales se basan en [UIT-T Q.601] y el interfuncionamiento de señalización N.º 7 hacia R2 está normalizado en las Recomendaciones [UIT-T Q.616], [UIT-T Q.626] y [UIT-T Q.695].

²⁷¹ Permite por tanto, identificar un máximo de 16 zonas.

²⁷² [MinCom Norma Nacional SS7] habla de región y [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] habla de zona. Se utilizará la identificación denominada región adaptada por [MinCom Norma Nacional SS7]

²⁷³ Permite por tanto, identificar un máximo de 16 subzonas.

²⁷⁴ [MinCom Norma Nacional SS7] habla de región y [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] habla de subzona. Se utilizará la identificación denominada zona adaptada por [MinCom Norma Nacional SS7].

²⁷⁵ Permite por tanto, identificar un máximo de 64 puntos de señalización en una subzona.

Tabla 9: Tabla de códigos de región para la asignación de códigos de puntos de señalización en Colombia

CODIGO	REGION
0	Antioquia, Córdoba y Chocó
1	Santafé de Bogotá D.C
2	Valle del Cauca, Cauca y Nariño
3	Reserva
4	Reserva
5	Atlántico, Bolívar, Magdalena, Cesar, Sucre y Guajira
6	Caldas, Risaralda y Quindio
7	Santander y Norte de Santander
8	Tolima, Huila, Boyacá, Meta, Amazonas, Cundinamarca, Arauca, Casanare, Caquetá, Guainia, Guaviare, Putumayo, Vaupés, Vichada y San Andres y Providencia
9 a 15	Reserva

Fuente. Cuadro 2/Capitulo II [MinCom Norma Nacional SS7]

El esquema adoptado para el uso de las etiquetas de encaminamiento corresponde a un enfoque geográfico: "(...) *los Códigos de Puntos de Señalización solo se asignaran (sic) a los operadores de TPBCL, TPBPCL, TPBCLD, TMR y TMC, según las zonas y regiones donde operen.*"²⁷⁶

También se definieron los requisitos para asignación de puntos de señalización²⁷⁷, se estableció que el uso de los códigos de puntos de señalización sería controlado por el Ministerio de Comunicaciones²⁷⁸, el cual debería llevar un registro actualizado con la numeración de los Códigos de Puntos de Señalización que debía ser publicado semestralmente.

²⁷⁶ [MinCom Norma Nacional SS7], sección 2.3. Anexo nacional 2 a la recomendación [UIT-T Q.708].

²⁷⁷ [MinCom Norma Nacional SS7], sección 2.3. Anexo nacional 3 a la recomendación [UIT-T Q.708]: **“REQUISITOS PARA ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS DE PUNTOS DE SEÑALIZACIÓN**
Para la asignación de Códigos de Puntos de Señalización los operadores deberán tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a) *La solicitud de asignación de Códigos de Puntos de Señalización debe ser presentada al Ministerio de Comunicaciones.*
- b) *Si el solicitante está establecido como operador en cualquiera de las modalidades anotadas en el literal a) del numeral ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS, deberá presentar su solicitud acompañada por el correspondiente cronograma de instalación y puesta en servicio de los nodos de conmutación incluidos en su red de señalización, explicando y justificando el respectivo plan de expansión y/o reposición.*
- c) *Si el solicitante es un nuevo operador deberá presentar su solicitud acompañada de la aprobación de los estudios definitivos para la utilización del espectro electromagnético en la prestación de los servicios de TPBCL, TPBPCL, TPBCLD, TMR y TMC, según sea el caso, debidamente aprobados por el Ministerio de Comunicaciones, y el correspondiente cronograma de instalación y puesta en servicio de los nodos de conmutación.”*

²⁷⁸ [MinCom Norma Nacional SS7], sección 2.3. Anexo nacional 2 a la recomendación [UIT-T Q.708]: *“La utilización de los Códigos de Puntos de Señalización será controlada por el Ministerio de Comunicaciones y su disponibilidad de asignación está sujeta al cumplimiento del cronograma de instalación y puesta en servicio por parte del operador.”*

La norma [MinCom Norma Nacional SS7], también especificó condiciones de calidad de señalización de las redes con base en la recomendación [UIT-T Q.709]²⁷⁹ y realizó especificaciones nacionales para la parte de transferencia de mensajes (MTP)²⁸⁰, así como para la parte de usuarios de ISUP²⁸¹ mediante modificaciones sobre la norma [UIT-T Q.767]. En cuanto a estas últimas, entre las principales se encuentran que adicionó tres servicios suplementarios²⁸², adoptó el envío del número completo de la parte llamada²⁸³, así como el número completo de la parte llamante²⁸⁴, modificó las categorías nacionales para la parte llamante, adoptó la señalización en bloque pero permitió señalización por superposición²⁸⁵.

La norma [MinCom Norma Nacional SS7] incluía además un Anexo temporal, que contenía las especificaciones de las pruebas para los sistemas SS7. El anexo, era un resumen de las especificaciones para las pruebas del SS7 contenidas en las recomendaciones [UIT-T Q.780 a Q.786]. Este anexo tuvo importancia para establecer normas en el establecimiento de interconexiones entre operadores en Colombia²⁸⁶.

La norma [MinCom Norma Nacional SS7] fue construida en su momento, mediante el esfuerzo de los principales actores del sector²⁸⁷, y ha mostrado ser una herramienta valiosa que facilitó la interconexión de los operadores.

En el año 2002 [Mincom Decreto 25 – 2002], el Ministerio de Comunicaciones adoptó los Planes Técnicos Básicos (ver sección 8), indicando los anexos 1 a 4 podían ser actualizados por la Comisión de Regulación de Comunicaciones, conforme las facultades que ya le habían sido dadas

²⁷⁹ [MinCom Norma Nacional SS7], sección 2.3. Revisión a la recomendación [Q.709]: “(...) *se especifica cómo se combinan los elementos de una conexión de señalización desde el nodo de origen al nodo de destino para satisfacer los requisitos de calidad de señalización de las redes a los que sirve. Se incluyen parámetros para el tiempo de transferencia de señalización en las redes tanto local, nacional como internacional y el tiempo de señalización global que estas combinaciones producen, junto con la disponibilidad requerida, para que pueda mantenerse la calidad de funcionamiento de la red servida por la red de señalización.*”

²⁸⁰ [MinCom Norma Nacional SS7], capítulo III

²⁸¹ [MinCom Norma Nacional SS7], capítulo IV

²⁸² [MinCom Norma Nacional SS7], sección 4.3. ítem 2.3. Modificaciones a [UIT-T Q.767]:

“*Marcación directa a extensiones (DDI), Numero múltiple de abonado (MSN), Identificación de llamada maliciosa (MCI).*”

²⁸³ [MinCom Norma Nacional SS7], sección 4.3. ítem C.3.7. Modificaciones a [UIT-T Q.767]: “(...) *En las conexiones nacionales, la información de dirección estará constituida por toda la información que se marque desde el origen, conforme al Plan Nacional de Numeración vigente.*”

²⁸⁴ [MinCom Norma Nacional SS7], sección 4.3. ítem C.3.8. Modificaciones a [UIT-T Q.767]: “(...) *Siempre se debe enviar el número del abonado llamante (A), en el caso de no poseerlo se debe generar y enviar un número ficticio (el cual deberá ser acordado bilateralmente entre operadores) en este mismo mensaje o en el INF cuando sea requerido.*

El número de abonado llamante (A) está constituido por la información necesaria para ser identificado inequívocamente, conforme al Plan Nacional de Numeración vigente.”

²⁸⁵ [MinCom Norma Nacional SS7], sección 4.3. ítem D.1.3. Modificaciones a [UIT-T Q.767]: “(...) *En Colombia se emplea preferiblemente señalización en bloque; sin embargo los equipos de los operadores pueden tener, además, la capacidad de señalización por superposición.*”

²⁸⁶ Experiencia personal del autor entre los años 1996 y 2000.

²⁸⁷ Participaron en la elaboración de la norma el entonces Ministerio de Comunicaciones, Celcaribe, Comcel, Edatel, Empresa Distrital de Telecomunicaciones de Barranquilla, Emcali, Empresas Públicas de Bucaramanga, Empresas Públicas de Medellín, Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá, Empresa Nacional de Telecomunicaciones, Occel.

mediante [Mincom Decreto 1130 – 1999]²⁸⁸.

La sección 2 de [Mincom Decreto 25 – 2002], establece el Plan Nacional de Señalización, que se enfoca en la administración de los códigos de puntos de señalización, la cual está en cabeza de la Comisión de Regulación de Comunicaciones²⁸⁹, pero introduce un concepto nuevo e importante: la posibilidad de los operadores de hacer una *separación de red*.

En esencia, el objetivo de la separación de Red, es el de permitir que los operadores puedan realizar una administración a lo interno de su red de sus propios códigos de puntos de señalización, de manera que utilicen puntos de señalización nacionales y asignados por la CRC únicamente en los elementos de red utilizados en la interconexión. Esta opción de los operadores para hacer separación de red, es sin embargo optativa de cada uno y debe ser informada y concertada con la Comisión de Regulación de Comunicaciones²⁹⁰.

El Decreto [Mincom Decreto 25 – 2002] también establece reglas para la asignación de los códigos de puntos de señalización²⁹¹, las cuales regulan el tipo de elementos de red a los cuales se pueden

²⁸⁸ “Artículo 55. Administración de los Planes Técnicos Básicos. Los Anexos 1, 2, 3 y 4 del presente decreto forman parte integral del mismo, no obstante, por considerar que son dinámicos y ajustables en el tiempo, de acuerdo a las necesidades de numeración de los diferentes operadores del servicio en cada una de las localidades del territorio nacional, serán actualizados periódicamente por la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones conforme con las facultades otorgadas mediante el numeral 18 del artículo 37 del Decreto 1130 de 1999.”

²⁸⁹ “Artículo 13. Administración de los códigos de los puntos de señalización. La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones es la entidad encargada de asignar los códigos de puntos de señalización de los puntos de interconexión, los códigos de puntos de señalización internacionales, los códigos de puntos de señalización de centrales en la frontera entre la red de señalización internacional y las redes de señalización nacionales y los códigos de puntos de señalización de los operadores que no opten por la separación de su red que utilicen la norma de señalización por canal común número 7, así como los códigos de cualquier otro sistema de señalización necesario para el funcionamiento de las redes de telecomunicaciones. Para efectos de la administración, la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones llevará el registro de códigos de puntos de señalización nacionales e internacionales y la información relacionada que considere relevante, en un documento denominado “Mapa de Señalización” ”.

²⁹⁰ “CAPITULO III - CRONOGRAMA DE TRANSICIÓN DEL PLAN DE SEÑALIZACIÓN

“Artículo 50. Separación de redes. Los operadores de telecomunicaciones que quieran optar por la separación de su red deberán informarlo a la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, la cual definirá con el operador los siguientes puntos:

1. La fecha de iniciación de actividades para realizar la separación de la red.
2. El cronograma y el plan de actividades especificando cómo se garantizará la comunicación e interconexión con la Red de Telecomunicaciones del Estado, así como la adecuada prestación del servicio a sus usuarios.
3. La fecha de terminación de actividades de separación de la red y puesta en servicio.
4. El plan de definición de códigos de puntos de señalización
5. La fecha y las especificaciones de los códigos de puntos de señalización que se devuelven a la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.
6. El listado de los códigos de puntos de señalización de los puntos de interconexión para su administración por parte de la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.
7. La información relevante para llevar a cabo la separación de la red de manera que no cause traumatismos a la Red de Telecomunicaciones del Estado y asegure la prestación adecuada de los servicios de telecomunicaciones a los usuarios de esta.”

²⁹¹ “Artículo 14. Asignación de los códigos de los puntos de señalización. La asignación de códigos de puntos de señalización a los operadores de servicios de telecomunicaciones se regirá por las siguientes reglas:

establecer códigos; establece en cabeza del entonces Ministerio de Comunicaciones la solicitud a la UIT de asignación de códigos de zona/red de señalización que se requieran²⁹²; y establece un mecanismo para solución de conflictos de interconexión en cabeza de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, el cual puede estar basado en las recomendaciones de la serie Q de la UIT-T, en la norma nacional de SS7 o en cualquier otro estándar internacional que garantice la interoperabilidad de las redes de interfuncionamiento de los servicios²⁹³. Este último punto es de gran importancia, porque implicó la aceptación de estándares diferentes a SS7 en la interconexión entre los operadores. Por otra parte, limitar las recomendaciones de la UIT-T a la serie Q es un error, porque deja por fuera protocolos como H.323, tal y como veremos más adelante.

Finalmente, el Decreto [Mincom Decreto 25 – 2002] estableció en el artículo 55 que: *“La Comisión de Regulación de Telecomunicaciones será la entidad encargada de establecer otras normas técnicas para la actualización y/o modificación de los Planes Técnicos Básicos, así como la encargada de actualizar la norma nacional de señalización.”*

Como se ha visto hasta el momento, uno de los puntos centrales a cargo de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, en relación con el Plan Nacional de Señalización es la administración de los códigos de puntos de señalización. De acuerdo con información suministrada por la CRC²⁹⁴ existen 1005 códigos de puntos de señalización asignados en Colombia, lo cual equivale al 6,13% de la capacidad total de numeración de puntos de señalización disponible.

-
1. Los puntos de transferencia de señalización que cumplen funciones combinadas de puntos de señalización, tendrán una única identificación.
 2. Los códigos de puntos de señalización no asignados se considerarán. en reserva y su asignación estará sujeta al cumplimiento de los requisitos para asignación de códigos de puntos de señalización que establezca la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.
 3. Los concentradores y unidades remotas de conmutación que no sean entidades totalmente autónomas en conmutación, no tendrán asignación individual de códigos de punto de señalización, pues se consideran integrantes de su central matriz.
 4. Se consideran puntos de señalización de la red, siempre y cuando formen una entidad autónoma de procesamiento separado de una central de conmutación, los siguientes:
 - a) Centrales de conmutación;
 - b) Bases de datos;
 - c) Puntos de transferencia de señalización;
 - d) Centro de operación, gestión y mantenimiento;
 - e) “Gateways” hacia otros sistemas de señalización;
 - f) Puntos de interfuncionamiento entre redes con sistemas de señalización por canal común número 7 y cualquier otra red”

²⁹² “Artículo 15. Códigos de zona/red de señalización. El Ministerio de Comunicaciones solicitará a la Unión Internacional de Telecomunicaciones los códigos de zona/red de señalización (SANC) que se requieran y comunicará los códigos de puntos de señalización internacionales que asigne.”

²⁹³ “Artículo 53”

(...)

“En la solución de conflictos sobre señalización, la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones puede optar por la aplicación del sistema de señalización por canal común número 7, contenido en la última versión de la serie de recomendaciones Q expedidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T, desarrollos particulares de la misma o cualquier otro estándar internacional que garantice la interoperabilidad de las redes de interfuncionamiento de los servicios, así como la norma nacional de señalización por canal común número 7-SSC 7.”

²⁹⁴ Ver archivo: “Señalización_18-02-2010.xls”

Tabla 10: Uso de los códigos de puntos de señalización por región en Colombia a 18 de Febrero de 2010

Código	Región	Cantidad de PS asignados
0	Antioquia, Córdoba y Chocó	160
1	Santafé de Bogotá D.C.	327
2	Valle del Cauca, Cauca y Nariño	149
3	Reserva	0
4	Reserva	0
5	Atlántico, Bolívar, Magdalena, Cesar, Sucre y Guajira	129
6	Caldas, Risaralda y Quindio	62
7	Santander y Norte de Santander	61
8	Tolima, Huila, Boyacá, Meta, Amazonas, Cundinamarca, Arauca, Casanare, Caquetá, Guainia, Guaviare, Putumayo, Vaupés, Vichada y San Andrés y Providencia	108
9 a 14	Reserva	0
15	Fuerzas Militares	9

Fuente: Elaboración propia. Adaptado del Mapa de Señalización de la CRC

Por lo tanto, considerando que la capacidad máxima de una región es 1.024 puntos de señalización, puede concluirse que ninguna región tiene más del 32% de su numeración asignada en uso. Como todavía existen 8 códigos de región en reserva y el plan ya lleva en uso 18 años, existe una situación holgada en el manejo de la numeración de puntos de señalización.

La [CRT Resolución 489 – 2002] compiló el título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], denominado “Régimen Unificado de Interconexión - RUDI”, en el cual se incluyen dentro de los principios y obligaciones generales tipo A²⁹⁵ varias relacionadas con la señalización a saber: Primero, los operadores deben garantizar tiempos breves de establecimiento de conexiones y manejar índices de causa de fracaso de las comunicaciones²⁹⁶. Segundo, están en libertad de negociar la norma de señalización que resulte más apropiada para su interconexión²⁹⁷. Tercero, cuando hagan uso de SS7 los operadores pueden separar su red

²⁹⁵ Los principios y obligaciones generales tipo A, son aplicables a todos los operadores. Ver artículo 4.2.1. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

²⁹⁶ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.11. ASPECTOS TECNICOS GENERALES

Debido a la posibilidad de tener múltiples operadores y redes diferentes, la interconexión deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos técnicos:

(...)

b. Tiempos breves de establecimiento de las conexiones

(...)

h. Indices de causas de fracaso de las comunicaciones”

²⁹⁷ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.12. SEÑALIZACION

Los operadores de servicios de telecomunicaciones están en libertad de negociar con los demás operadores la adopción de la norma de señalización que resulte más apropiada para efectos de la interconexión de sus redes. El operador solicitante puede requerir cualquier sistema de señalización al operador interconectante, siempre que éste pueda ofrecerlo en algún punto de su red sin causar daños a la misma, a sus operarios o perjudicar los servicios que dicho operador debe prestar. Los operadores interconectantes deben ofrecer a

mediante el uso del parámetro de indicador de red (NI) definido en [UIT-T Q.704]. Esta separación de red permite que un operador pueda usar al interior de su red el esquema de señalización que más le convenga y administrar sus propios códigos de punto de señalización. La separación sin embargo no es obligatoria sino optativa²⁹⁸. Cuarto, se acogen las recomendaciones UIT para señalización de interconexiones internacionales²⁹⁹. Quinto y último, la adecuada provisión de las funcionalidades y prestaciones inherentes a la naturaleza del servicio, deben tomar en cuenta las definiciones de la UIT o de estándares internacionales aplicables, sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad colombiana³⁰⁰. Este último aspecto es importante porque abre la posibilidad al uso de otros estándares internacionales, diferentes a los de UIT. Esta idea se refuerza además con los aspectos técnicos generales de la norma³⁰¹.

El mismo título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], incluye dentro de las obligaciones de tipo B³⁰² varias relacionadas con la señalización a saber: primero nodos de interconexión que utilicen protocolos de comunicación abiertos³⁰³. Segundo

los operadores solicitantes cuando menos las opciones de señalización que ofrecen a otros operadores ya interconectados.”

²⁹⁸ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.13. INDICADOR DE RED

Cuando el operador haga uso de la norma de señalización por canal común número 7 puede separar su red mediante el uso del parámetro de indicador de red (Network Indicator – NI) definido en la Recomendación UIT-T Q.704 en (11)2. Cuando el operador separe su red puede manejar al interior de la misma el esquema de señalización que más le convenga y administrar sus códigos de puntos de señalización.

En caso de no optar por separar redes y para efectos de la señalización en los nodos de interconexión, debe usarse el código de red nacional (10)2. Los códigos de puntos de señalización del operador que no separe redes, así como los códigos de puntos de señalización de los puntos de interconexión, los administra la CRT o el organismo designado para tal fin.”

²⁹⁹ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.14. SEÑALIZACION PARA INTERCONEXIONES INTERNACIONALES

En los casos de las centrales de las cabeceras internacionales de Colombia y las de tránsito internacional que requieran de otros sistemas de señalización, se deben adoptar las recomendaciones de la UIT con sus modificaciones posteriores, salvo que las partes interesadas acuerden otro sistema.”

³⁰⁰ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.15. CONDICIONES MINIMAS DE LA SEÑALIZACION

Independientemente del sistema de señalización utilizado, el operador debe asegurar en el acceso de abonado y en la interconexión, la adecuada provisión de las funcionalidades y prestaciones inherentes a la naturaleza del servicio, tomando como mínimo las definidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones o los estándares internacionales aplicables, sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad Colombiana.”

³⁰¹ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.11. ASPECTOS TECNICOS GENERALES

Debido a la posibilidad de tener múltiples operadores y redes diferentes, la interconexión deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos técnicos:

(...)

i. Las recomendaciones definidas por la UIT y los organismos internacionales rectores de los diferentes servicios.”

³⁰² Las obligaciones de tipo B, son aplicables a los operadores de TPBC, TMC, PCS y Trunking se interconecten entre sí. Ver artículo 4.2.2.1. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

³⁰³ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.2.4. CARACTERISTICAS DE LOS NODOS DE INTERCONEXION

3. Que utilice protocolos de comunicación abiertos, en especial los utilizados por la UIT y los

establece el uso de SS7 para la interconexión o de otro protocolo que las partes acuerden siempre que ofrezca las mismas funcionalidades y prestaciones de SS7, pero se establece una excepción para TMR³⁰⁴. Tercero adopta el uso de las recomendaciones [UIT-T Q.706], [UIT-T Q.709], Q.720 y [UIT-T Q.721] para la definición de parámetros de calidad de señalización en SS7. Es de resaltar sin embargo, que no existe una recomendación de la UIT-T denominada como Q.720.

Los desafíos para el Plan Nacional de Señalización considerando el principio de neutralidad tecnológica explícito en la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] tienen relación con garantizar el interfuncionamiento de la señalización en la interconexión bajo un ambiente multiprotocolo, con el propósito de garantizar la interoperabilidad de las redes. Existen además desafíos específicos en relación con la entrada de la portabilidad numérica para redes móviles, el intercambio de información de señalización en la interconexión para propósitos de facturación y cruce de cuentas y el control de la calidad de servicio de la red interconectada.

10.3 El Plan Nacional de Tarificación

Como ya vimos en la sección 8, los planes de tarificación fueron mencionados por primera vez como parte de los PTB en 1997, por la definición que de los mismos trae la resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]. También vimos que desde 1994, la Ley 142 de 1994 [Congreso Ley 142 - 1994], había establecido que las comisiones de regulación son las entidades encargadas de formular métodos para la fijación de las tarifas involucradas en la prestación de servicios públicos.

De hecho, la Ley 142 de 1994 [Congreso Ley 142 - 1994], permitía que las comisiones de regulación, con base en estudios de costos, pudieran establecer tope máximos y mínimos tarifarios, así como la metodología para la determinación de las tarifas³⁰⁵, aunque otorgaba libertad tarifaria a las empresas que no tuvieran una posición de dominio en el mercado³⁰⁶ o existiera competencia entre proveedores³⁰⁷.

organismos internacionales, en lo que aplique.”

³⁰⁴ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.2.9. SEÑALIZACIÓN PARA REDES DE TPBC, TMC, PCS Y TRUNKING

En las interconexiones entre redes TPBC, TMC, PCS y Trunking para la prestación de servicios para los cuales los operadores se encuentran habilitados, se utilizará la norma de señalización por canal común número 7-SSC 7, de acuerdo con las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones o sus desarrollos particulares, u otra que las partes acuerden, siempre que ofrezca las mismas funcionalidades y prestaciones. Sin embargo, en las interconexiones entre operadores para la prestación de servicios de TMR se podrá utilizar una norma de señalización diferente.”

³⁰⁵ *“88.1. Las empresas deberán ceñirse a las fórmulas que defina periódicamente la respectiva comisión para fijar sus tarifas, salvo en los casos excepcionales que se enumeran adelante. De acuerdo con los estudios de costos, la comisión reguladora podrá establecer tope máximos y mínimos tarifarios, de obligatorio cumplimiento por parte de las empresas; igualmente, podrá definir las metodologías para determinación de tarifas si conviene en aplicar el régimen de libertad regulada o vigilada.”*

³⁰⁶ *“88.2. Las empresas tendrán libertad para fijar tarifas cuando no tengan una posición dominante en su mercado, según análisis que hará la comisión respectiva, con base en los criterios y definiciones de esta ley.”*

³⁰⁷ *“88.3. Las empresas tendrán libertad para fijar tarifas, cuando exista competencia entre proveedores. Corresponde a las comisiones de regulación, periódicamente, determinar cuándo se dan estas condiciones, con base en los criterios y definiciones de esta ley.”*

En el 2005, la entonces Comisión de Regulación de Telecomunicaciones expidió la resolución [CRT Resolución 1250 – 2005] por la cual se modificó el Título V de la Resolución CRT 087 de 1997. En dicha modificación, se definió como el objeto del régimen de tarifas, orientarlas a costos eficientes para la protección de los usuarios³⁰⁸ y estableció tres regímenes tarifarios aplicables a los operadores de los servicios de telecomunicaciones: régimen de libertad³⁰⁹, régimen vigilado³¹⁰ y régimen regulado³¹¹.

La resolución [CRT Resolución 1250 – 2005] sometió las tarifas de los servicios de telefonía pública básica conmutada al régimen vigilado de tarifas³¹², permitió el empaquetamiento de productos con TPBC, estableció que los operadores que tengan una participación en un mercado relevante igual o superior al 60%, quedaban sometidos al régimen regulado de tarifas³¹³ y definió los factores de subsidios y contribuciones. Uno de los cambios introducidos fue la modificación del esquema de tasación existente para telefonía local³¹⁴, con la finalidad de adoptar un nuevo modelo de tasación que toma como unidad de medición el minuto. A partir del 2006 los operadores de telefonía local aplicaron las nuevas disposiciones del artículo 5.4.1 de la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]³¹⁵, donde se adoptaron normas para la

³⁰⁸ “ARTÍCULO 5.1.2. OBJETO DEL RÉGIMEN DE TARIFAS. El objeto del presente régimen es establecer los criterios, parámetros y metodologías para el cálculo y/o fijación de las tarifas de los diferentes servicios, con el fin de orientar las tarifas a costos eficientes para la protección de los usuarios, promover la sana competencia, y el desarrollo y eficiencia del sector, e incrementar la cobertura y el servicio universal.”

³⁰⁹ “5.1.3.1 Régimen de Libertad. Régimen de tarifas mediante el cual los operadores determinan libremente las tarifas a sus suscriptores y/o usuarios.”

³¹⁰ “5.1.3.2 Régimen Vigilado. Régimen de tarifas mediante el cual los operadores de telecomunicaciones determinan libremente las tarifas a sus suscriptores y/o usuarios. Las tarifas sometidas a este régimen deberán ser registradas en la CRT, sin perjuicio de otros registros establecidos en la ley.”

³¹¹ “5.1.3.3 Régimen Regulado. Régimen de tarifas mediante el cual la CRT fija los criterios y metodologías con arreglo a los cuales los operadores de telecomunicaciones determinan o modifican los precios máximos para los servicios ofrecidos a sus suscriptores y/o usuarios. Las tarifas sometidas a este régimen deberán ser registradas en la CRT, sin perjuicio de otros registros establecidos en la ley.”

³¹² “ARTÍCULO 5.2.1. RÉGIMEN TARIFARIO. Las tarifas de los servicios de TPBC estarán sometidas al régimen vigilado de tarifas a menos que la CRT establezca lo contrario.”

³¹³ “5.2.2.2. Los operadores que tengan una participación igual o superior al 60% en el respectivo mercado relevante o cuando, a juicio de la CRT, no exista suficiente competencia en dicho mercado, estarán sometidos al régimen regulado de tarifas de acuerdo con las reglas definidas en los artículos 5.2.3 y 5.2.4.”

³¹⁴ Dicho esquema estaba basado en el Artículo 5.4.1 de [CRC Resolución 087 de 1997] antes de la modificación de la [CRT Resolución 1250 – 2005], el cual decía: “Medición y Facturación. La facturación y medición por el consumo del servicio del TPBCL y TPBCLE en su componente local se deberá tasar, tarificar y facturar a usuarios, utilizando alguna de las siguientes alternativas:

a) Los operadores de TPBCL podrán tasar, tarificar y facturar el consumo en impulsos de 180 segundos utilizando el método de Karlsson Modificado.

b) Los operadores de TPBCL podrán tasar, tarificar y facturar el consumo en minutos o fracción de minutos o segundos.”

³¹⁵ “Artículo 5.4.1. Medición del consumo. La tasación, tarificación y facturación del consumo del servicio de TPBCL y el componente local de TPBCLE para cada uno de los usuarios, se deberá realizar aplicando los siguientes criterios:

a) La medición de los consumos deberá realizarse con un método de tasación que permita determinar el consumo real del servicio en unidades de tiempo no superiores al minuto.

Para tal fin, los operadores podrán utilizar metodologías de medición como toll ticketing, PPM, las metodologías aprobadas por la UIT o metodologías de medición de impulsos de duración menor o igual al minuto. En este último evento, bajo ninguna circunstancia se podrán utilizar mecanismos que contemplen la inclusión de impulsos adicionales por concepto de completación o terminación de las

medición del consumo y se especificó que la tarificación y facturación debía realizarse por minuto redondeado, o en segundos.

La resolución [CRT Resolución 1250 – 2005] también establecía el régimen tarifario para telefonía pública básica conmutada local extendida el cual en su componente local se regía por las disposiciones de TPBCL y en su componente de distancia está sometido al régimen vigilado de tarifas. Los servicios de telefonía pública conmutada de larga distancia (TPBCLD), telefonía móvil rural (TMR), telefonía móvil y servicios de comunicaciones personales PCS, están sometidos al régimen vigilado de tarifas³¹⁶; pero las tarifas aplicadas a las llamadas de fijo a móvil, estarán sometidas al régimen regulado de tarifa y tiene un tope tarifario regulado por el artículo 5.8.2. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].

Los sistemas de acceso troncalizado, servicios de tarifa con prima³¹⁷, servicios 1XY de la modalidad cuatro³¹⁸ y servicios prestados a través de teléfonos públicos están sometidos al régimen vigilado de tarifas³¹⁹. El servicio portador se encuentra en régimen de libertad de tarifas³²⁰.

Dicho lo anterior, en este punto resulta relevante recordar lo que prevé la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] en cuanto a la regulación de precios a los usuarios. Como ya vimos en la sección 8, la ley deja en libertad los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones para fijar los precios al usuario y establece que la CRC sólo podrá regularlos cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla de mercado o la calidad de los servicios ofrecidos no se ajuste a los niveles exigidos. Además la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] indica que la CRC que debe hacer énfasis en la regulación de mercados mayoristas:

La CRC desde antes de la expedición de la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009], había modificado el Anexo 006 de la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], considerando en [CRC Resolución 2063 de 2009] que en los mercados de voz local existe sustituibilidad en un solo sentido de los servicios fijos, por parte de los servicios móviles³²¹. En esa misma línea, la CRC [CRC – Resolución 2347 - 2010] determinó en sus considerandos que existían indicios de sustitución en un solo sentido, en el uso desde el fijo al móvil³²² y que las condiciones del mercado indicaban que en TPBCL existía suficiente competencia,

llamadas tales como el método Karlsson Modificado con impulso adicional, y en todos los casos la medición debe reflejar el consumo real del servicio en unidades de tiempo.

b) La tarificación y facturación deberá realizarse por minuto redondeado, o en segundos de la llamada completada.”

³¹⁶ Ver [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], artículos 5.5.1, 5.5.2, 5.6.1, 5.7.1, 5.8.1.

³¹⁷ Los servicios de tarifa con prima se prestan utilizando la numeración 901XXXXXXX a 909XXXXXXX.

³¹⁸ Son los números que dan acceso a servicios semiautomáticos y especiales.

³¹⁹ Ver [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], artículos 5.9.1, 5.11.2 y 5.15.1.

³²⁰ Ver [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], artículo 5.14.1.

³²¹ [CRC Resolución 2063 de 2009]: “(...) las condiciones de competencia en los mercados de voz local demuestran que existe sustituibilidad en un solo sentido por cuanto los servicios móviles ejercen presión competitiva sobre el servicio de telefonía fija (...)”

³²² [CRC – Resolución 2347 - 2010]: “(...) Que el análisis empírico del tráfico de voz saliente fija por suscriptor con respecto a precios por minuto adelantado en desarrollo del proyecto de mercados relevantes

no se presentaba una falla de mercado, ni se observaba que la calidad de los servicios ofrecidos no se ajustaran a los niveles exigidos, razón por la cual la CRC no podía intervenir los precios, de acuerdo con el artículo 23 de [Congreso Ley 1341 - 2009]³²³, en consecuencia se reconocía el decaimiento de las obligaciones asociadas con el régimen regulado de TPBCL³²⁴. De esto se deduce que están en libertad tarifaria: TPBCL y el componente local de TPBCLE. La mencionada [CRC – Resolución 2347 - 2010], obliga a los prestadores de TPBCL y TPBCLE a respetar las condiciones pactadas en los planes tarifarios elegidos por los usuarios con base en el régimen tarifario anterior a la Ley [Congreso Ley 1341 - 2009]³²⁵.

Por tanto, una representación gráfica de la situación actual del régimen tarifario es la siguiente:

reveló una elasticidad de uso propia negativa y significativa, y una cruzada con el precio por minuto de móvil significativa y positiva indicando sustitución en el uso desde el fijo al móvil;

Que el análisis realizado en el marco del proyecto mencionado respecto del número de suscriptores fijos con respecto al cargo de conexión, cargo fijo e ingreso promedio por usuario de telefonía móvil, reveló una elasticidad de acceso propia negativa y significativa y, una cruzada con el móvil positiva y significativa indicando sustitución también en el acceso desde el fijo al móvil;

Que adicionalmente el análisis de Critical Loss realizado confirma que un monopolista hipotético dueño de todas las empresas de telefonía fija en cada municipio del país no estaría en capacidad de aumentar unilateralmente los precios de los servicios fijos (tanto en uso como en acceso), porque perdería suscriptores y tráfico, los cuales serían recogidos por los operadores móviles;

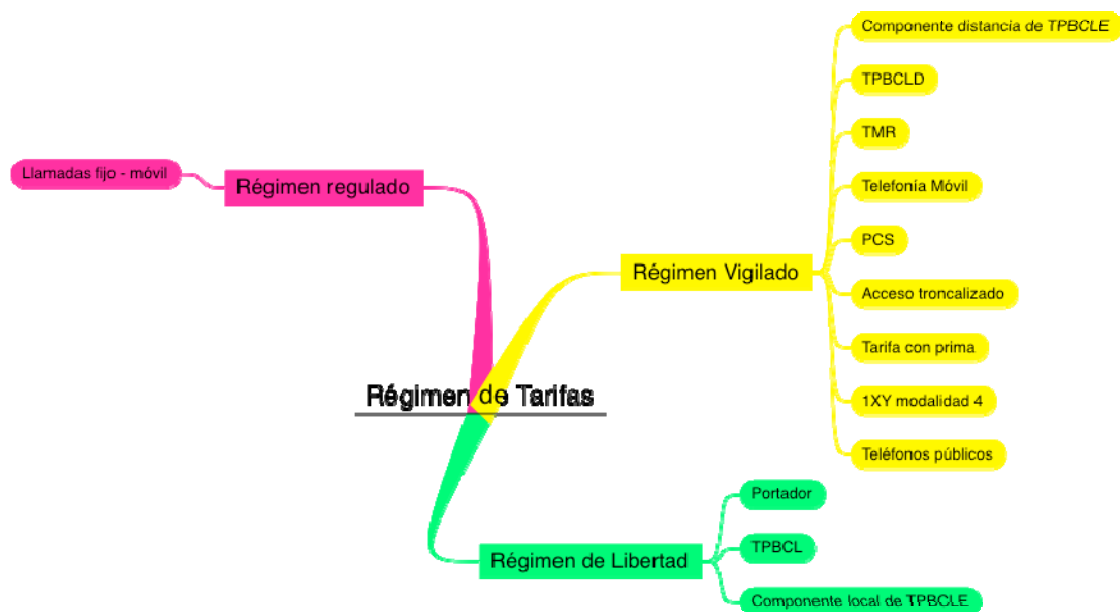
Que de conformidad con lo anterior, las condiciones de competencia en los mercados de voz local demuestran que existe sustituibilidad en un solo sentido por cuanto los servicios móviles ejercen presión competitiva sobre el servicio de telefonía fija, por lo que en el Anexo 01 de la Resolución CRT 2058 de 2009, norma vigente, se definió el mercado relevante de “voz (fija y móvil) saliente local” con alcance municipal, como uno de los mercados relevantes de telecomunicaciones; (...)

³²³ [CRC – Resolución 2347 - 2010]: “(...)Que de conformidad con lo anterior, la Comisión encontró que en la prestación del servicio de TPBCL hay suficiente competencia, no se presenta una falla de mercado ni se observa que la calidad de los servicios ofrecidos no se ajustan a los niveles exigidos, motivo por el cual, no se cumple ninguno de los criterios expresamente señalados por el artículo 23 de la Ley 1341 de 2009 para que la Comisión pueda intervenir regulatoriamente los precios; (...)”

³²⁴ [CRC – Resolución 2347 - 2010]: “(...) Que como consecuencia de lo ordenado por la Ley 1341 de 2009, no resultan exigibles las medidas regulatorias de intervención de precios en telefonía fija a partir de la entrada en vigencia de dicha norma legal, la cual resulta de obligatoria aplicación para la CRC y los demás agentes del sector y que en tal sentido, a partir de la fecha de entrada en vigencia de la Ley 1341 de 2009, se encuentran derogados el Capítulo II del Título V, los artículos 5.5.2, 12.1.2, 12.1.3, 12.1.4, 12.1.5, 12.1.8, 12.1.9 y 12.1.10 y los Anexos 005 y 006 de la Resolución CRT 087 de 1997, modificados por las Resoluciones CRT 1250 de 2005, 2063 de 2009 y 2127 de 2009.”

³²⁵ [CRC – Resolución 2347 - 2010]: “Artículo 1°. Determinar que los actuales prestadores de los servicios de TPBCL y TPBCLE deberán respetar las condiciones de los planes tarifarios elegidos por los usuarios en vigencia del régimen tarifario de TPBC derogado con ocasión de la entrada en vigencia de la Ley 1341 de 2009, con base en lo expuesto en la parte motiva del presente acto administrativo.”

Figura 33: Resumen del régimen de tarifas por servicio de acuerdo con [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] y [CRC – Resolución 2347 - 2010]



Fuente: Elaboración propia.

El impacto de la convergencia sobre la tarificación se manifiesta de diferentes maneras. Por un lado, las redes de Internet, cuando se interconectan, con cierta frecuencia adoptan el uso de Bill & Keep en la interconexión para el tráfico de IXP³²⁶, independientemente del tipo de servicio que transportan³²⁷. Esto puede ser una tendencia que tienda a transformar de forma insospechada la industria en el futuro y permita abaratar los costos de prestación de servicios a los usuarios finales.

³²⁶ Los IXP son puntos de intercambio regional de Internet. Al respecto dice el ICT Regulation Toolkit de la UIT (ver: <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.2191.html>):

“(…) IXPs provide a centralized hub and spoke network typology (…) These enable ISPs to hand off traffic directly to other nearby ISPs, and to aggregate long haul access. IXPs offer traffic switching and routing flexibility. By using an IXP, ISPs can individually and collectively reduce their bandwidth and line transmission costs, provide more reliable service with lower latency, and operate more efficiently.”

(…)

“IXPs provide a centralized location for the exchange of traffic, close to both the originators and recipients of traffic and content. Having access to an IXP has a range of benefits for local ISPs, and ISP subscribers. IXPs:

Reduce the ISP costs, and enable ISPs to manage traffic more efficiently, improve quality of service by reducing the transmission time, number of routers, and distance traffic must travel, as a result, add value to an ISP service subscription. This creates new growth and development opportunities, Provide a neutral, universally supported “clearing house” for the exchange of traffic, making it possible to keep local traffic local.”

³²⁷ [Marcus – 2006]:

“2.5.2 The unregulated Internet

An important difference between PSTN interconnection and Internet interconnection is that the latter has generally not been subject to regulation. Bilateral negotiations for Internet interconnection have in most cases led to very satisfactory arrangements for all parties concerned. This outcome is best understood in terms of (1) the Coase Theorem, and (2) issues of market power.

Por otra parte, la distancia cada vez pierde más sentido como elemento de costo. Esto es un efecto de la "*comoditización*"³²⁸ de las redes de transporte. Finalmente, la convergencia está haciendo que se diluyan las fronteras entre los servicios, lo que hace difícil diferenciarlos en su cobro para los usuarios.

Existe un elemento esencial que subyace en los Planes Nacionales de Tarificación y es la unidad de medida que se utiliza para tasar y facturar el tiempo de consumo de los usuarios de voz³²⁹. Este asunto no tiene ninguna relación con la convergencia, pero tiene efectos sensibles sobre los precios finales que pagan los usuarios por sus comunicaciones.

La convergencia también tiene efectos es en el uso de nuevas unidades de medida, como cuando se mide el ancho de banda, se mide el uso o se mide la calidad del servicio.

10.4 El plan Nacional de Encaminamiento

El término utilizado en Colombia para este plan, ha sido tradicionalmente Plan de Enrutamiento. Sin embargo, se ha optado en este documento denominarlo Plan de Encaminamiento, excepto cuando explícitamente haya sido llamado "Plan de Enrutamiento" en la regulación previa.

Como ya vimos en la sección 8, los planes de enrutamiento son mencionados por [Congreso Ley 37 - 1993], [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], [CAN Resolución 432 - 2000].

El Plan Nacional de Enrutamiento fue definido en el año 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] y a partir de ese momento no tuvo ninguna modificación. De hecho, no son mencionados explícitamente por [MinCom Decreto 25 - 2002], más allá de los considerandos iniciales.

El Plan Nacional de Enrutamiento existente, por tanto, es el de 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993]. El plan fue construido tomando en cuenta las recomendaciones de la UIT-T vigentes a la fecha, algunas de las cuales fueron suprimidas posteriormente³³⁰.

El objeto del Plan Nacional de Enrutamiento [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] se describe como: "*(...) establecer los principios de enrutamiento para asegurar que las redes de*

The Nobel-prize-winning economist Ronald H. Coase has argued, most notably in a famous 1959 paper, that private parties could in many cases negotiate arrangements to reflect economic values far more accurately and effectively than regulators, provided that relevant property-like rights were sufficiently well defined. The generally positive experience with Internet peering appears to bear this out.

If one party to a bilateral negotiation had significant market power, and the other lacked countervailing power, then one might expect that the Coasian negotiation might either break down or might arrive at an outcome that was not societally optimal. In general, this does not appear to be the case at present. To date, it has been widely if not universally recognized that Internet backbones do not possess significant market power."

³²⁸ Un commodity es un bien o servicio que es suministrado sin diferenciación cualitativa en un mercado.

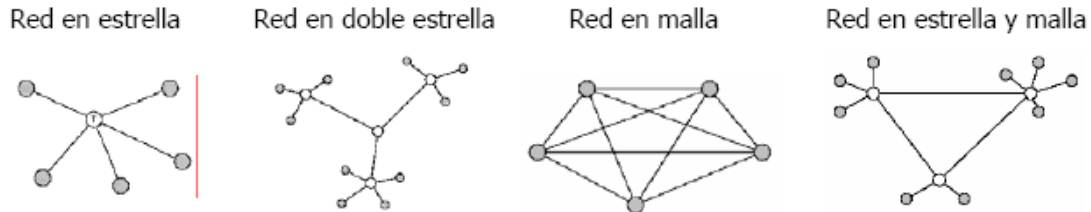
³²⁹ Por ejemplo, si se hace en segundos o en minutos.

³³⁰ Las recomendaciones UIT-T citadas por el Plan de Enrutamiento que actualmente están suprimidas son la [UIT-T I.335], [UIT-T Q.1031] y [UIT-T Q.1032].

*telecomunicaciones funcionen de una manera coherente, lógica, eficiente y económica. Este plan es dinámico y será actualizado cuando las circunstancias tecnológicas y de servicio así lo exijan.*³³¹

La estructura jerárquica y la topología específica de la red, establece la forma como se manejan los enrutamientos. Respecto a topologías de red, existen diversas posibilidades. La entonces CRT [CRT Modelo de costos TPBCL - 2007], referencia los tipos de diseño de red a partir de uno de los documentos de Planitu de la UIT, como se muestra a continuación:

Figura 34. Tipos de diseño de Red



Fuente: UIT. "Planitu, Doc-16-s –Estructura y Diseño de Redes"
Fuente: CRT – Modelo de Costos de Red TPBCL.

Y la situación era similar al momento de la concepción del Plan Nacional de Enrutamiento³³². Sin embargo, en cuanto a la lógica de encaminamiento, el plan se limita a enumerar las alternativas mencionadas en la recomendación [UIT-T E.170] (ver sección 7.5) sin recomendar ninguna en particular.

El Plan Nacional de Enrutamiento indica que una red en malla es aquella que tiene una estructura en la que cada nodo está directamente conectado con todos los demás. Por lo tanto, no tiene nodos de tránsito. En cuanto a las redes en estrella, las define como: *"Es aquella en que todas las llamadas entre dos nodos de conmutación del mismo nivel pasan a través de rutas directas a un nodo intermedio. En este tipo de red es necesario que todos los nodos estén conectados por rutas directas a dicho nodo intermedio. Este nodo se denomina comúnmente nodo de tránsito. Si dicho nodo conmuta principalmente tráfico local, se le designa nodo de tránsito local, mientras que si conmuta principalmente tráfico interurbano, se le designa nodo de tránsito interurbano.*³³³

Al momento de la elaboración del Plan, las arquitecturas de las redes de conmutación de circuitos eran muy jerárquicas y podían existir hasta cinco niveles dentro de la red de conmutación, como se indica en el dibujo siguiente³³⁴.

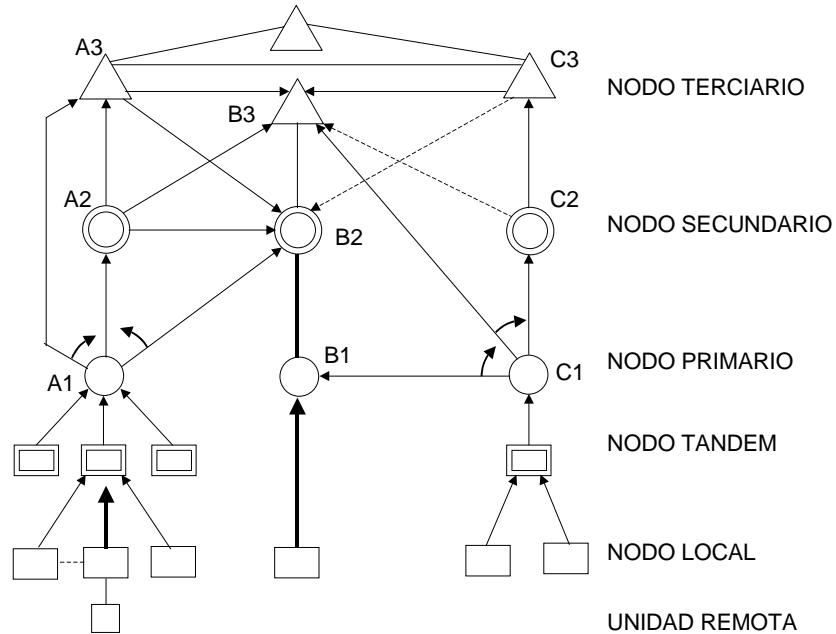
³³¹ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] Plan Nacional de Enrutamiento, sección 3.

³³² [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] Plan Nacional de Enrutamiento, sección 6.2: *"(...)Existen dos modelos básicos de arquitectura de la red, el modelo en estrella y el modelo en malla. La arquitectura de las redes reales es el resultado de una combinación de estos dos modelos, la cual depende del número de usuarios y de la configuración geográfica (...)"*.

³³³ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] Plan Nacional de Enrutamiento, sección 9.1.

³³⁴ El significado de los símbolos usados en ese dibujo, se presenta a continuación, tomado de la figura 1 de Plan Nacional de Enrutamiento [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993]

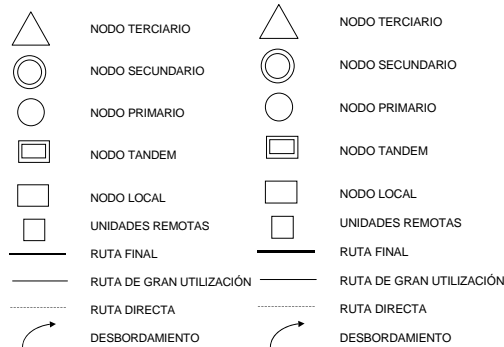
Figura 35: Arquitectura típica de las redes de conmutación de circuitos en Colombia a comienzos de la década de 1990 y ejemplo de un plan de encaminamiento jerárquico.



Fuente: Figura 2. Plan Nacional de Enrutamiento [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993]

El Plan [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] establece tres directrices generales para los operadores: la red debe disponer de la facilidad de desborde³³⁵, el orden de selección de las rutas alternativas se debe basar en criterios técnico--económicos y en el caso de explotación bidireccional, el orden de elección en los dos extremos, debe ser tal que las tomas simultáneas se reduzcan a un mínimo, de acuerdo con la Recomendación [UIT-T Q12].

En cuanto a la interconexión de redes, el plan estableció en su momento tres importantes criterios, los cuales no han perdido vigencia:



³³⁵ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] Plan Nacional de Enrutamiento, sección 10.2.1: “(...) Según este concepto, cuando un nodo no encuentra un circuito libre para encaminar una comunicación por una ruta directa, debe dirigir automáticamente esta llamada hacia otra ruta alternativa y así sucesivamente. En ningún caso se encamina una comunicación por un nodo de tránsito ya atravesado”.

“Los diferentes operadores de redes de telecomunicaciones garantizarán puntos de acceso en sus redes para efectos de interconexión con las otras redes.

El operador de cada red debe estimar el interés de su tráfico originado hacia las demás redes y seleccionar y proponer los puntos de acceso a los diferentes operadores de otras redes.

Los nodos de acceso deben cumplir exigencias técnicas, comerciales y administrativas que permitan garantizar oportunidades iguales de acceso a los diferentes operadores de otras redes.”³³⁶

La [CRT Resolución 489 – 2002] compiló el título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], denominado “Régimen Unificado de Interconexión - RUDI”, en el cual se incluyen dentro de los principios y obligaciones generales tipo A³³⁷ varias relacionadas con el Plan Nacional de Encaminamiento a saber: Primero el establecimiento de rutas alternativas, pero sólo cuando la calidad del servicio así lo requiera³³⁸ y segundo los operadores no pueden imponer restricciones al enrutamiento de tráfico desde y hacia otros operadores a menos que la CRC lo haya autorizado³³⁹

El mismo título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], incluye dentro de las obligaciones de tipo B³⁴⁰ varias relacionadas con el encaminamiento a saber: primero el envío tanto en interconexiones directas como indirectas, de toda la numeración marcada³⁴¹. Segundo el uso de facilidades de desborde, de conformidad con las recomendaciones [UIT-T E.521] y [UIT-T E.522]³⁴². Tercero, la adopción de la norma [UIT-T E.171] para el encaminamiento de tráfico internacional de TPBC³⁴³.

³³⁶ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] Plan Nacional de Enrutamiento, sección 10.4.

³³⁷ Los principios y obligaciones generales tipo A, son aplicables a todos los operadores. Ver artículo 4.2.1. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].

³³⁸ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.11. ASPECTOS TECNICOS GENERALES

Debido a la posibilidad de tener múltiples operadores y redes diferentes, la interconexión deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos técnicos:

a) Establecimiento de rutas alternativas cuando la calidad del servicio así lo requiera”

³³⁹ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.23. RESTRICCIONES AL ENRUTAMIENTO DE TRÁFICO.

Los operadores que se encuentren interconectados se abstendrán de imponer restricciones al enrutamiento de tráfico hacia o desde otros operadores, cuando no haya sido expresamente autorizado por la CRT.”

³⁴⁰ Las obligaciones de tipo B, son aplicables a los operadores de TPBC, TMC, PCS y Trunking se interconecten entre sí. Ver artículo 4.2.2.1. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

³⁴¹ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.2.11. ENRUTAMIENTO

Para las interconexiones directas, el operador de origen debe enviar toda la numeración marcada desde la central de interconexión más cercana al operador de destino.

Para las interconexiones indirectas, el operador solicitante deberá enviar toda la numeración marcada desde la central más cercana al operador de tránsito y este último a su vez, a la central más cercana al operador interconectado.”

³⁴² [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.2.12. DISPONIBILIDAD DE DESBORDE

La red debe disponer de la facilidad de desborde, de acuerdo a las recomendaciones UIT-T E.521 y E.522 y, por lo tanto, cuando un nodo no encuentra un circuito libre para encaminar una comunicación por una ruta

Adicionalmente, la Resolución [CRC Resolución 2354 - 2010] estableció la implementación de desbordes en las interconexiones de redes de los operadores de TPCLDI, TMC, PCS y Trunking con redes de TMC, PCS y Trunking³⁴⁴.

Uno de los efectos más importantes de la convergencia sobre el Plan Nacional de Encaminamiento es que, considerando que los costos de transmisión han caído en forma considerable, se ha generado una fuerza conductora hacia redes más planas con menos nodos de conmutación. A su vez los costos de operación se han incrementado respecto de los costos de inversión, lo cual es un llamado a redes menos sofisticadas y más fáciles de gestionar.

Adicionalmente, la conmutación de paquetes introdujo redes automatizadas, distribuidas y auto-organizadas, con protocolos que son abiertos extremo a extremo y con nuevos mecanismos de encaminamiento como: control de admisión de conexiones, encaminamiento basado en clases de servicio, encaminamiento de transporte dinámico, mecanismos de priorización de colas y selección dinámica de rutas [Ash].

10.5 El plan Nacional de Transmisión

Como vimos en la sección 8, los planes de transmisión no son mencionados ni por la ley 37 de 1993 [Congreso Ley 37 - 1993] ni se incluyen en la definición de planes técnicos básicos de [Resolución CRT 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la Resolución CRC 2209 de 2009]. De hecho ningún documento regulatorio nacional de los examinados en la sección 8 los incluye y únicamente son referenciados por una norma comunitaria [CAN Resolución 432 – 2000].

Dentro de los planes técnicos básicos definidos en 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] no se encontró alusión a los planes de transmisión. De hecho, el [MinCom Decreto 25 – 2002], los menciona en los considerandos iniciales únicamente al citar la norma comunitaria [CAN Resolución 432 – 2000].

La [CRT Resolución 489 – 2002] compiló el título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], denominado “Régimen Unificado de Interconexión

directa, debe dirigir automáticamente esta llamada hacia otra ruta alternativa y así sucesivamente. Para el efecto, no puede encaminarse una comunicación por un nodo de tránsito ya atravesado. El orden de selección de las rutas alternativas se debe basar en los criterios técnico económicos más eficientes.”

³⁴³ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.2.13. ENRUTAMIENTO DE TRAFICO INTERNACIONAL DE TPBC

Las definiciones y normas relativas al enrutamiento de la red internacional serán las descritas en la Recomendación UIT-T E.171. Para los efectos, se considera a Colombia como un país de mediana extensión.”

³⁴⁴ [CRC Resolución 2354 - 2010]: “Artículo 3. Implementación de desbordes. Para efectos de cumplir con lo dispuesto en el párrafo 4 del artículo 8º de la Resolución CRT 1763 de 2007, adicionado por la presente resolución, en las interconexiones de redes de los operadores de TPCLDI, TMC, PCS y Trunking con redes de TMC, PCS y Trunking se deberán habilitar las rutas de desborde requeridas en sus relaciones de interconexión teniendo en cuenta los lineamientos de la UIT-T, a más tardar el 15 de marzo de 2010”

- RUDI³⁴⁵, en el cual se incluyen dentro de los principios y obligaciones generales tipo A³⁴⁵ varias relacionadas con el Plan Nacional de Transmisión a saber: el mantenimiento de tiempos mínimos de retardo³⁴⁶ y la adopción de las recomendaciones [UIT-T G.821] y [UIT-T G.826] sin perjuicio de las que de manera particular se exijan para otras redes³⁴⁷.

El mismo título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], incluye dentro de las obligaciones de tipo B³⁴⁸ una relacionada con la transmisión a saber: la adopción de las recomendaciones [UIT-T G.821] y [UIT-T G.114], aunque permitiendo que la CRC pueda permitir en algunos casos superar los tiempos límites de transmisión en un sentido y pueda utilizar los criterios de las recomendaciones [UIT-T G.801] y [UIT-T G.114] para dirimir conflictos³⁴⁹.

Los planes de transmisión son importantes para asegurar la calidad del servicio de las redes interconectadas y ante la convergencia, su relevancia es incluso mayor. Como vimos, en la sección 7.6 las diferentes clases de servicio que pueden establecerse en redes IP son particularmente sensibles a la tasa de error de bits, el retardo medio de transferencia de paquetes, la variación de retardos de paquetes, y la tasa de pérdida de paquetes. Adicionalmente, el uso del factor R como criterio de verificación de la calidad de las redes de voz, también adquiere mayor importancia ante la proliferación del transporte de voz en redes de conmutación de paquetes y la adopción de diferentes tipos de códecs.

³⁴⁵ Los principios y obligaciones generales tipo A, son aplicables a todos los operadores. Ver artículo 4.2.1. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].

³⁴⁶ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.11. ASPECTOS TECNICOS GENERALES

Debido a la posibilidad de tener múltiples operadores y redes diferentes, la interconexión deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes aspectos técnicos:

(...)

c. Tiempos mínimos de retardo.”

³⁴⁷ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.1.16. TRANSMISION

Para efectos de la transmisión de las redes de telecomunicaciones se adoptan las Recomendaciones de la Unión Internacional Telecomunicaciones UIT-T G.821 y G.826 cuando apliquen, sin perjuicio de las que de manera particular se exijan para otras redes. En caso de conflicto, la CRT puede repartir los parámetros especificados en dichas recomendaciones de acuerdo a los criterios allí definidos.”

³⁴⁸ Las obligaciones de tipo B, son aplicables a los operadores de TPBC, TMC, PCS y Trunking se interconecten entre sí. Ver artículo 4.2.2.1. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].

³⁴⁹ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]:

“ARTICULO 4.2.2.16. TRANSMISION

Para efectos de la transmisión de las redes de TPBC, TMC, PCS y Trunking se adopta la Recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T G.821 y G.114. Sin embargo, la CRT podrá permitir en algunos casos superar los límites para el tiempo de transmisión en un sentido.

En caso de conflicto, la CRT puede repartir los tiempos de transmisión a las secciones de la red de los operadores, de acuerdo con las recomendaciones UIT G.801 y G.114.”

10.6 El plan Nacional de Sincronización

Como ya vimos en la sección 8, los planes de sincronización son mencionados por [Resolución CRT 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la Resolución CRC 2209 de 2009] y [CAN Resolución 432 – 2000].

Sin embargo, el Plan Nacional de Sincronización fue definido en el año 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] y a partir de ese momento no tuvo ninguna modificación. De hecho, el plan de sincronización no es mencionado explícitamente por [MinCom Decreto 25 – 2002], más allá de los considerandos iniciales y en alusión a [CAN Resolución 432 – 2000].

El Plan de Sincronización de 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], establece como su objeto, obtener: *“unos objetivos de calidad satisfactorios, en cuanto a tasa de deslizamientos se refiere, para cualquier comunicación digital, independientemente de la clase de servicio que se trate (voz, datos, otros) y del medio de transmisión que se use (satélite, cable, fibra óptica, radioenlaces, etc.)”*

El plan establece la necesidad de que los nodos digitales interconectados tengan la misma frecuencia y una diferencia de fase constante³⁵⁰; identifica las diferentes causas de los deslizamientos³⁵¹ y establece controles para evitarlos: sincronización entre los relojes, admitir una fluctuación de fase a la entrada de los equipos y admitir que existen saltos de fase que son inevitables.

El plan adopta la recomendación del cuadro 1 de [UIT-T G.822] (ver sección 7.7) sin modificaciones³⁵² y establece que: *“La red digital nacional estará sincronizada a un “reloj de referencia de red” (reloj maestro), y el método de sincronización a nivel nacional será el maestro-esclavo con preselección”* (subrayado no incluido en el texto original). El plan indica que a cada nodo se le asignarán varios enlaces de sincronización (mínimo dos³⁵³) de los que extraerá la señal de

³⁵⁰ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización. sección 2.1:

“(…) Los deslizamientos son uno de los factores que contribuyen a la degradación de la calidad en la Red Digital. Para minimizarlos es preciso que los relojes internos de todas los nodos digitales interconectados tengan la misma frecuencia y una diferencia de fase constante, de ahí la necesidad de sincronizar estos relojes.”

³⁵¹ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización. sección 2.2:

“En una red digital hay varios fenómenos que pueden provocar esa diferencia de frecuencia o fase.

-Diferencia de frecuencia de los propios relojes: Las frecuencias de los relojes no son idénticas y, además, varían con el tiempo.

-Variaciones de fase: Dentro de las variaciones de fase a la entrada de un nodo, cabe distinguir entre la fluctuación de fase (Jitter) y la fluctuación lenta de fase (Wander).

Fluctuación de fase. Se produce a lo largo de todos los elementos constitutivos del sistema de transmisión, y especialmente en los regeneradores y en los multiplex digitales que emplean procesos de justificación.

Fluctuación lenta de fase. Es debida fundamentalmente a la variación del tiempo de propagación de la señal digital a través del medio de transmisión, producida generalmente por cambios climáticos.

Saltos de fase. Son debidos a perturbaciones transitorias, tales como reencaminamientos, cambios automáticos de referencia de sincronización, interferencias, etc.”

³⁵² Ver: [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización. Sección 3.2.

³⁵³ Ver: [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización. Sección 6.1.

referencia para sincronizar sus relojes internos, incluyendo un mecanismo de selección para tomar otro en caso de falla del primero.^{354,355}. Además se establece que el reloj de referencia de red debe poseer una estabilidad de frecuencia a largo plazo menor de $1 \times (10)^{-11}/\text{día}$ y para los nodos de referencia secundarios de $1 \times (10)^{-9}/\text{día}$ ³⁵⁶, siguiendo por tanto las indicaciones de [UIT-T G.811](ver sección 7.7). Por tanto, la idea del plan es que los nodos de jerarquía inferior reciban los enlaces de sincronización de los nodos de jerarquía inmediatamente superior. De esa manera todos los nodos de la red digital estarán sincronizados al "*reloj de referencia de red*" y por consiguiente también lo estarán entre sí.

El plan establece en forma precisa la arquitectura de la red de sincronización nacional para la red telefónica pública conmutada, adoptando implícitamente (aunque no lo dice explícitamente) la topología de las centrales de larga distancia internacional y larga distancia nacional que para la época tenía la Empresa Nacional de Telecomunicaciones - TELECOM. En efecto, dice el plan [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], en su sección 8.1:

"El plan de sincronización adoptado en el país para la RTPC es Maestro - Esclavo jerarquizado, que se gobierna por relojes maestros atómicos de cesio ubicados en los nodos terciarios de conmutación de los nodos internacionales de Bogotá y Barranquilla, los cuales tendrán el nivel superior de jerarquía.

Los nodos terciarios se comportarán como elementos de la red plesiócrona internacional para conexiones vía cables, enlaces terrestres o satélites, cumpliendo con el requisito de estabilidad igual o superior a $1 \times (10)^{-11}/\text{día}$ y una exactitud de $7 \times (10)^{-12}$, de manera que se cumpla teóricamente el objetivo de presentar un deslizamiento de octeto cada 70 días, según lo estipulado en la Recomendación G812.

El segundo nivel de jerarquía lo tienen los nodos secundarios de conmutación ubicados en las ciudades de Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, Pereira y Bucaramanga y que corresponden a las zonas actuales de numeración 1, 2, 4, 5, 6 y 7, respectivamente, o las que adopten en el futuro. Cada nodo secundario tendrá doble referencia del nodo superior más próximo y podrá usar referencia alternativa predefinida del otro nodo superior."

A partir de este esquema de sincronización, el plan establece la forma como las centrales locales deben tomar referencias de los nodos secundarios.

³⁵⁴ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización. sección 2.6:

"(...) En consecuencia a cada nodo se le asignarán varios enlaces digitales de 2 Mbit/s (provenientes de otros nodos de nivel jerárquico superior y en algún caso igual) de los que extraerá la señal de referencia con la que sincronizará sus relojes internos. A estos enlaces se les denomina "enlaces de sincronización" de este nodo, y los nodos de los que provienen "nodos de referencia" de la misma. (El nodo maestro toma directamente las referencias del reloj maestro de red.)

En todo momento el nodo obtendrá la referencia de un único enlace de sincronización de los que se le han asignado. Cuando estime que éste ha fallado conmutará y tomará referencia de otro de los enlaces de sincronización siguiendo un orden de prioridad. Para ello previamente, a cada uno de los enlaces de sincronización del nodo, se les ha asignado el orden de prioridad según el cual el nodo los irá tomando como referencia de una forma automática."

³⁵⁵ Los criterios para la sección del enlace se presentan en la sección 6.2. de [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización.

³⁵⁶ Ver [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización, secciones 7.2.1.y 7.2.2.

En cuanto a la sincronización de la red móvil terrestre pública, en principio la subordina desde el punto de vista de sincronización a la red telefónica pública conmutada³⁵⁷, aunque admite que pueda funcionar en modo plesiócrono con la red telefónica pública conmutada³⁵⁸.

Finalmente, el Plan establece que la autoridad sobre la red de sincronización estaría en cabeza del entonces Ministerio de Comunicaciones³⁵⁹.

El título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], incluye dentro de las obligaciones de tipo B³⁶⁰ un par relacionadas con la sincronización: la primera es libertad en el método de selección de la sincronización, sujeta al cumplimiento de la recomendación [UIT-T G.822] con uso de relojes primarios que mantengan conformidad con [UIT-T G.811]³⁶¹ y la segunda relacionada con el reparto de las degradaciones para el mantenimiento del objetivo de calidad de [UIT-T G.822], cuando una de las partes es local extendida³⁶².

En cuanto al impacto de las redes convergentes sobre la sincronización, una de las tendencias de las redes convergentes es a que la sincronización pierda algo de relevancia si se las compara con las redes TDM. En tal sentido, el plan de sincronización puede tender a convertirse en un subconjunto del plan de transmisión (como efectivamente ocurre en la recomendación [UIT-T G.101].

³⁵⁷ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización, sección 8.2:

“La sincronización de la red móvil terrestre pública se considera regida por los mismos principios de jerarquía de la red telefónica pública conmutada (RTPC) pero subordinada desde el punto de vista de sincronización de la RTPC.”

(...)

“La RMTP deberá adoptar los mismos principios de jerarquía y prioridad de la red telefónica pública conmutada.”

³⁵⁸ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización, sección 8.2:

“Si se quiere que la RMTP pueda funcionar plesiócronamente con la RTPC, debe estar gobernada por relojes patrones atómicos de cesio u otros sistemas que garanticen estabilidad igual o superior a 1 X(10)-11/día.”

³⁵⁹ [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], Plan de Sincronización:

“9. Autoridad de la red”

“Corresponderá al MINISTERIO DE COMUNICACIONES la adopción de sistemas de Medición y Control para garantizar la calidad del servicio y dirimir los conflictos de interpretación técnica entre los operadores de la red.”

³⁶⁰ Las obligaciones de tipo B, son aplicables a los operadores de TPBC, TMC, PCS y Trunking se interconecten entre sí. Ver artículo 4.2.2.1. de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

³⁶¹ [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

“ARTICULO 4.2.2.14. SINCRONIZACION

Los operadores de telecomunicaciones seleccionarán el método de sincronización que mejor se ajuste a su red, siempre que cumplan con lo dispuesto en la Recomendación UIT-T G.822. En los puntos de interconexión se debe garantizar una precisión correspondiente a un reloj de referencia primario (PRC), conforme a lo previsto en la Recomendación UIT-T G.811. Los requisitos mínimos para dispositivos de temporización utilizados como relojes serán los descritos en las Recomendaciones UIT-T G.812 y G.813.”

³⁶² [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

“ARTICULO 4.2.2.15. REPARTO DE DEGRADACIONES

En caso de conexiones entre dos secciones de red en la parte local, una de las cuales es local extendida, se repartirá el objetivo de calidad correspondiente a la parte local del que habla la recomendación UIT-T G.822, teniendo en cuenta que en ningún caso el porcentaje del objetivo de calidad que le corresponda a local extendida será mayor al servicio de telefonía local. En caso de conflicto, la CRT definirá a qué parte pertenece la sección de red de los operadores de telecomunicaciones, de acuerdo con el servicio prestado y el nivel de tráfico afectado.”

En cuanto a las adecuaciones de la sincronización a la evolución de las redes, el camino a seguir está trazado en la recomendación [UIT-T G.101]: *"Una adecuada sincronización forma parte de la estrategia de planificación de la red, dado que las degradaciones de sincronización afectan a la calidad de las llamadas. Las redes deben estar sincronizadas según se define en la serie de documentos ETSI EN 300 462-1-1/6-1 e ISO/CEI 11573 para alcanzar los objetivos de deslizamiento que se definen en la Rec. UIT-T G.822. En la Rec. UIT-T G.810 pueden encontrarse definiciones y abreviaturas utilizadas en las Recomendaciones sobre temporización y sincronización. Puede encontrarse información sobre el control de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase en las redes digitales en las Recomendaciones UIT-T G.823, G.824 y G.825."*

11 PLANES TÉCNICOS BÁSICOS EN COLOMBIA: ESCENARIOS DESEABLES Y ALTERNATIVAS DE MIGRACIÓN Y COEXISTENCIA

En esta sección se presenta una recomendación en la que se exponen los aspectos que deben ser considerados dentro de la transición hacia los nuevos Planes Técnicos Básicos.

Como podrá apreciarse en la lectura de las recomendaciones, en general no se recomiendan cambios abruptos que impliquen la elaboración de planes de migración o coexistencia, que puedan ser recomendados de manera general. Por el contrario, los cambios recomendados en general pueden ser realizados por los PRST de acuerdo con su propio nivel de adopción de cada tecnología.

No obstante lo anterior, las implantaciones específicas de las recomendaciones que se adopten, deben revisar los aspectos de migración o coexistencia como parte del desarrollo de cada proyecto, una vez establezcan los detalles de las modificaciones sugeridas a los PTB.

11.1.1 Plan de Numeración

Como ya vimos, el Plan de Numeración que rige en Colombia, se expidió a través del Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002] y su administración se rige por el capítulo II del Título XII de la Resolución [CRT Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]. En términos de estandarización el plan utiliza la recomendación [UIT-T E.164].

Diversos aspectos del Plan han sido o están siendo analizados por consultorías contratadas por la CRC [Milne- 2006], [Sistemas, Administración e Ingeniería – 2009]; las cuales han abordado temas importantes como la preselección de operador, el establecimiento de reglas para la gestión, el uso, la asignación y la recuperación de la numeración geográfica y no geográfica, y el análisis que recomendó no realizar todavía las modificaciones a la numeración geográfica, dispuestas en el Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002]. Al respecto, de estos puntos, no tengo nada adicional que agregar.

En cuanto al uso de ENUM, este consiste básicamente en un conjunto de protocolos para establecer la correspondencia entre números de teléfono e identificadores uniformes de recursos (o sea entre números E.164 y URI). En tal sentido, no se ve ninguna razón para incluir modificaciones en el PTB de numeración respecto de ENUM. En general, su utilización, así como el uso de identificadores de recurso universal (URI) son aspectos que se manejan al interior de las redes de los PRST y no se encuentra una justificación clara para que sean regulados en el PTB de numeración. De hecho, el benchmark internacional muestra con claridad que todos los países examinados mantienen planes de numeración basados en E.164.

Tengo algunas recomendaciones adicionales en relación al PTB de numeración, que se concentran en dos puntos:

1. Con la entrada de la Portabilidad Numérica, debe revisarse la fórmula de cálculo prevista en el numeral 7.9 del artículo 7 de la Resolución 2028 [CRT Resolución 2028 – 2008], de manera que se tomen en cuenta en el caso de los PRST de servicios móviles, tanto la cantidad de números portados donados por el PRST que está solicitando la numeración y que correspondan a sus propios rangos de numeración móvil; como la cantidad de números portados recibidos por el PRST que está solicitando la numeración, que correspondan a rangos de numeración móvil distintos de los rangos propios del concesionario solicitante.
2. Con base en los estudios que dispone la CRC en relación con el nomadismo [Experiencia Internacional -Antelope Consulting - 2009] [Experiencia nacional -Sistemas, Administración e Ingeniería – 2009], [Sistemas Administración e Ingeniería - 2009], y en mi experiencia como perito en conflictos de interconexión en otros países³⁶³; considero conveniente que se permita el uso de numeración geográfica para servicios de nomadismo. Es de anotar que los servicios nomádicos son una tendencia tecnológica y de mercado, a la cual, de ponersele barreras regulatorias, podría generar un incentivo en ciertos actores del mercado para hacer uso ilegal de la numeración. Estos servicios nomádicos son además, beneficiosos para los clientes de servicios de telecomunicaciones en términos de servicios y de precio³⁶⁴ y tienen impacto marginal sobre la numeración geográfica³⁶⁵. Por último, el servicio viene prestándose en Colombia desde hace varios años.

11.1.2 Plan de Señalización

Como se vio previamente, el Plan de Señalización que rige en Colombia, se expidió a través del Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002] y su administración se rige por el capítulo II del Título XII de la Resolución [CRT Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]. Existe además una norma nacional de SS7 [MinCom Norma Nacional SS7].

El plan existente tiene varias ventajas, las cuales se recomienda mantener:

- a. El Plan Nacional de Señalización, se enfoca en la administración de los códigos de puntos de señalización, función que está en cabeza de la Comisión de Regulación de Comunicaciones.
- b. El Plan permite que los PRST realicen una separación de red, con base en la cual pueden realizar una administración de sus propios códigos de puntos de señalización al interior de su propia red.
- c. El Plan establece reglas claras para la asignación de los códigos de puntos de señalización.
- d. El Plan establece un mecanismo para solución de conflictos de interconexión en cabeza de la Comisión de Regulación de Comunicaciones.

³⁶³ La prohibición de los servicios nomádicos, o la falta de claridad regulatoria respecto a su uso, degeneran en conflictos de interconexión, vinculados con la definición de la naturaleza del servicio prestado y el tipo de cargo de interconexión que debe aplicarse al mismo.

³⁶⁴ Un cliente puede hacer y recibir llamadas de costo local, aún cuando se encuentre físicamente en un sitio distinto al área a la cual pertenece la numeración geográfica.

³⁶⁵ De hecho, en ciertas aplicaciones tecnológicas del servicio, se utiliza un mismo número para el teléfono tradicional ubicado en las instalaciones de un usuario, que para el softphone instalado en un computador.

- e. El Plan deja en manos de la CRC la administración de los códigos de puntos de señalización y la actualización de la norma nacional de señalización.
- f. La norma nacional de señalización siete [MinCom Norma Nacional SS7] fue construida en su momento, mediante el esfuerzo de los principales actores del sector, y ha mostrado ser una herramienta valiosa que contiene las especificaciones nacionales del protocolo SS7 y que ha facilitado la interconexión de los PRST del país.
- g. No se visualizan inconvenientes en cuanto a la administración de los códigos de puntos de señalización siete.

Existen puntos adicionales que se recomienda se incluyan como obligaciones de interconexión en el título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] y se revise la pertinencia de presentar una propuesta por parte de la CRC para la modificación del Plan Nacional de Señalización. Las recomendaciones siguientes están inspiradas principalmente en el principio de neutralidad tecnológica establecida en la Ley [Congreso Ley 1341 - 2009]:

- a. Establecer que los PRST están en libertad de utilizar al interior de su red el protocolo de señalización que consideren más adecuado para sus propias necesidades.
- b. Establecer que existe libertad de negociación entre las partes para definir el protocolo de señalización que se utilice en una interconexión, siempre y cuando el mismo esté basado en un estándar internacional que garantice el interfuncionamiento de la señalización y la interoperabilidad de las redes.
- c. Establecer que el protocolo SS7 está regido por las normas internacionales [UIT-T Q.700 a Q.788] y [UIT-T Q.850] y la norma nacional de señalización siete.
- d. Establecer que el protocolo H.323 está regido por las normas internacionales [UIT-T H.323],[UIT-T H.225], [UIT-T H.235], [UIT-T H.245] y [UIT-T H.450]
- e. Establecer que el protocolo BICC está regido por las normas internacionales [UIT-T Q.1901]
- f. Establecer que el protocolo SIP está regido por las normas [ETSI ES 283 003] y[ETSI TS 124 403]; o por el conjunto de normas [IETF – RFC3621], [IETF – RFC2976], [IETF – RFC3265], [IETF – RFC 3262], [IETF – RFC 3311], [IETF – RFC 3428], [IETF – RFC 3515] e [IETF – RFC3903].
- g. Establecer que cuando se negocien protocolos en la interconexión diferentes a SS7, H.323, BICC ó SIP; los PRST informen a la CRC, indicando explícitamente las normas internacionales que garantizan el interfuncionamiento de la señalización y la interoperabilidad de las redes. En tal caso, la CRC podrá adicionar, modificar u objetar las normas internacionales invocadas por los PRST para definir su protocolo de interconexión; o incluso podrá prohibir el uso de alguna señalización específica, si a partir de un análisis técnico se encuentra que la misma no garantiza el interfuncionamiento de la señalización y la interoperabilidad de las redes
- h. Asegurar que en la interconexión, se intercambie como mínimo la siguiente información por medio de la señalización:
 - ✓ Identificación de origen y destino de la comunicación
 - ✓ Información necesaria para el encaminamiento de la llamada (ver sección 11.1.2.1)
 - ✓ Índices de causa de terminación de la comunicación

- ✓ Información que las partes involucradas en la interconexión consideren relevante para la tasación y tarificación de las llamadas
- i. Establecer mecanismos para recuperar códigos de puntos de señalización que no estén en uso.
- j. Corregir la redacción, de manera que no se entienda que para solución de conflictos de interconexión relacionados con el protocolo, el Plan limita las recomendaciones de la UIT-T a la serie Q (lo cual deja por fuera del alcance a otros protocolos como el H.323 en el caso de la UIT-T y al protocolo SIP).
- k. En cuanto al impacto del plan de señalización sobre la portabilidad numérica, por favor revisar la sección 11.1.2.1.

Adicionalmente se sugiere que entre las obligaciones de tipo B del título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] no se condicione que el uso de otro protocolo que las partes acuerden (distinto de SS7) dependa de que dicho protocolo ofrezca las mismas funcionalidades y prestaciones de SS7. Esta última condición, en la práctica, afecta las posibilidades de libertad de negociación de protocolo entre los PRST.

11.1.2.1 El Plan de Señalización y la portabilidad numérica

Colombia adoptó la implementación y operación de la portabilidad numérica para telefonía móvil [CRC Resolución 2355 – 2010], cuyo objeto es desarrollar el marco de portabilidad numérica móvil previsto en [Congreso Ley 1245 – 2008]. La resolución establece que los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones que tienen asignación directa de numeración no geográfica, deben ofrecer a sus usuarios la posibilidad de portar su número respecto de tres categorías: portabilidad de numeración de redes³⁶⁶, portabilidad de numeración de servicios³⁶⁷ y portabilidad de numeración UPT³⁶⁸. La portación se hace sobre el número nacional significativo N(S)N conformado por el NDC y el número de abonado [MinCom Decreto 25 - 2002].

La solución seleccionada a nivel de enrutamiento está basada en ACQ para los operadores de redes públicas móviles, y los proveedores de larga distancia internacional para las comunicaciones entrantes, cuando se trata de enrutar las comunicaciones con destino a números no geográficos de redes. Para las llamadas provenientes de números geográficos con destino a números no geográficos de redes se utiliza OR. Se mantiene el enrutamiento de llamadas con destino a números no geográficos de destino y UPT según lo que hayan pactado las prestadoras, pero se permite la migración a ACQ.

El artículo 11 de [CRC Resolución 2355 – 2010], establece que la CRC definirá entre otras las siguientes especificaciones técnicas: "*11.1. Información de señalización y enrutamiento de las comunicaciones para la interconexión de redes*". En esta sección se explora el tema de señalización de Portabilidad Numérica en la interconexión de redes.

³⁶⁶ Aplicable a los proveedores de redes y servicios asignatarios de numeración de redes a nivel nacional que sea utilizada en una Red Móvil Terrestre Pública.

³⁶⁷ Aplicable a los proveedores de redes y servicios asignatarios de numeración de servicios.

³⁶⁸ Aplicable a los proveedores de redes y servicios asignatarios de numeración UPT conforme a las recomendaciones de la UIT sobre la materia.

En sus orígenes, la Portabilidad Numérica estuvo soportada en protocolos SS7. Particularmente relevante resulta la recomendación [UIT-T Q.769.1], por cuanto describe los procedimientos de control de llamada y de señalización para los métodos: consulta de toda la llamada (ACQ) y encaminamiento hacia delante (OR).

Dice la recomendación [UIT-T Q.769.1]:" (...) *En un entorno de portabilidad de número, el número de directorio (DN, directory number) no es suficiente para encaminar la llamada. Es necesario derivar un número de encaminamiento de red (NRN, network routing number)³⁶⁹ (...) Una vez que el NRN haya sido determinado, el encaminamiento en la red se basará en este NRN. Como el NRN presenta siempre una dirección completa, el envío de cifras adicionales en operación con superposición sólo se aplica a la información del número de directorio (DN). El DN se transfiere junto con la llamada para identificar al abonado portado llamado.*"

Existen esencialmente tres métodos para el uso del NRN en SS7:

El primero es el método de direccionamiento separado del número de directorio. En ese caso y como dice [UIT-T Q.769.1]: "*El número de encaminamiento de red y el número de directorio se transfieren en el mensaje Inicial de dirección (IAM, initial address message) de la siguiente manera:*

El número de encaminamiento de red (NRN) se transfiere en el parámetro Número de parte llamada y el número de directorio (DN) se transfiere en el parámetro Número de directorio llamado.

El parámetro Número de parte llamada se codifica con el valor NoA 0000110 – "número de encaminamiento de red en formato de número nacional (significativo)", y el parámetro Número de directorio llamado se codifica con el valor NoA 0000011 – "número nacional (significativo)(...)"

Este método se adapta perfectamente a las redes SS7 pero tiene la desventaja de que el NRN se transmite en el parámetro Número de parte llamada dentro del IAM, lo cual es una aplicación específica de SS7.

En el método denominado direccionamiento separado del número de encaminamiento de red [UIT-T Q.769.1] "*(...) El número de encaminamiento de red y el número de directorio se transfieren en el mensaje Inicial de dirección de la siguiente manera:*

El NRN se transfiere en el parámetro Número de encaminamiento de red. El DN se transfiere en el parámetro Número de parte llamada con valor NoA 0000011 – "número nacional (significativo)"."

Como en el caso del método de direccionamiento separado del número de directorio, se utilizan parámetros específicos del mensaje IAM de SS7; lo cual no garantiza compatibilidad con otros protocolos de señalización.

El tercer método es el de direccionamiento concatenado, el cual mantiene los mismos principios de control de llamada y señalización; pero en cuanto al tratamiento del número de encaminamiento de

³⁶⁹ [UIT-T Q.769.1] define: "número de encaminamiento de red: Número derivado y utilizado por la red para encaminar la llamada hacia un número portado."

red y número de directorio, [UIT-T Q.769.1] establece: "El número de encaminamiento de red (NRN) y el número de directorio (DN) se transfieren al mensaje Inicial de dirección como sigue:

El DN está contenido en el parámetro Número de parte llamada y se le antepone algunas cifras utilizadas como NRN. Para la codificación del campo del parámetro NoA hay dos alternativas posibles:

Valor NoA 0000011 – "número nacional (significativo)";

Valor NoA 0001000 – "número de encaminamiento de red concatenado con el número de directorio llamado".

Este método funciona adecuadamente en SS7 y tiene la ventaja de que puede adaptarse a otros protocolos de señalización como SIP, H.323 y BICC. Por lo tanto es el método que se recomienda.

Al realizar un Benchmark con la adaptación seleccionada para PN, se consideró importante el caso de Suecia, el cual también prevé una combinación de ACQ y OR [Suecia - Swedish Standard SS 63 63 92] el cual definió como método preferido el direccionamiento concatenado³⁷⁰.

El siguiente punto a discutir es la estructura del NRN. Las estructuras de los NRN son definidas a nivel nacional y la cantidad de dígitos y su estructura, varía de país a país: Suecia utiliza tres [Suecia - Swedish Standard SS 63 63 92]³⁷¹, Ecuador cuatro [Ecuador – Resolución 642-24-Conatel-2008]³⁷², España seis [España – PN Especificaciones técnicas, 1999]³⁷³. Como puede verse en los

³⁷⁰ Concretamente la norma Sueca, estableció [Suecia - Swedish Standard SS 63 63 92]:

"Preferred method

Nature of Address Indicator

000 1000 value 8

*(Network) Routing Number concatenated
with Called Directory Number (for national
use)*

Numbering Plan Indicator

01

*The international public telecommunication
numbering plan (ITU-T Rec. E.164 [24])*

Address signal

ZXY+N(S)N

Routing Information

ZXY

Routing Number

N(S)N

National (Significant) Number"

³⁷¹ [Suecia - Swedish Standard SS 63 63 92]:

"Structure of Routing Number:

000

Reserved

001 – 499

For identification of the public telecommunications operator recipient network. Allocated by an independent entity.

500 – 599

Reserved for the Reference Database

600 – 799

Spare, allocated by an independent entity

8

Portability check performed, number not ported

9

For network internal use (The number of digits used is decided by each public telecommunications operator)."

³⁷² [Ecuador – Resolución 642-24-Conatel-2008]

"3.2.1. Estructura del RN (Routing Number)

3.2.1.1. El RN, prefijo de enrutamiento para portabilidad numérica, estará conformado por los códigos IDD+IDO, en una longitud de 2 dígitos cada uno. El código identificador de red, tanto de origen como de destino, será único para cada prestador del servicio de telecomunicaciones móviles y será asignado por la

pies de página las estructuras propuestas difieren completamente entre sí y responden a necesidades particulares de cada mercado.

En el caso de Colombia aunque inicialmente la PN no contempla numeración geográfica, debe preverse que esta pueda implantarse en el futuro. Hay varios aspectos importantes para determinar la estructura del NRN.

Primero está la cantidad de puntos de señalización asignados en Colombia, que a 18 de Febrero de 2010 era de 1.024 (ver sección 10.2), de los cuales sólo 170 son elementos de red usados como nodo en una interconexión³⁷⁴. Por supuesto no es necesario asignar un NRN a cada elemento de red en la interconexión.

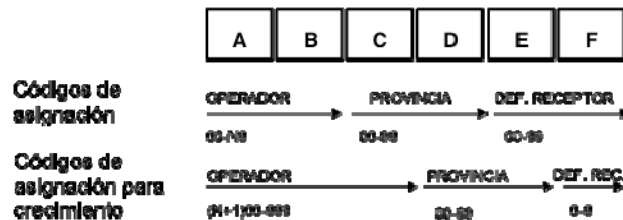
Segundo, hay 78 empresas registradas en el SIUST³⁷⁵ que podrían ser susceptibles de asignación de un NRN. Algunas de ellas no están operando.

SENATEL. (...)"

³⁷³ [España – PN Especificaciones técnicas, 1999]:

“5.1 ESTRUCTURA DEL NRN PARA NÚMEROS GEOGRÁFICOS PORTADOS Y DE INTELIGENCIA DE RED.

En lo relativo al prefijo NRN, su estructura consta de 6 dígitos:



Códigos de Operador:

Asignación inicial (A/B) desde 00 hasta N9

Crecimiento futuro (A/B/C) desde (N+1)00 hasta 999

(Se propone N=7)

Códigos de Provincia:

Asignación inicial (C/D)

00 Asignado para Nos. de Inteligencia de Red.

Se asignarán dos códigos inicialmente a las provincias de Madrid, Barcelona, Sevilla, Vizcaya y Valencia.

Crecimiento futuro (D/E)

00 Asignado para Nos. de Inteligencia de Red.

Se asignarán dos códigos inicialmente a las provincias de Madrid, Barcelona, Sevilla, Vizcaya y Valencia.

Códigos a definir por la red receptora:

Asignación inicial (E/F)

Crecimiento futuro (F)

Caso de necesitarse más códigos se asignarían provincias ficticias y posteriormente códigos de operador adicionales.”

³⁷⁴ Conteo efectuado a partir de una consulta realizada en el SIUST (<http://www.siuist.gov.co/siuist/>) el 2 de mayo de 2010.

³⁷⁵ Ídem.

Tercero, el N(S)N definido para Colombia [MinCom Decreto 25 - 2002] está conformado por el indicativo nacional de destino (NDC) que es un número de tres (3) dígitos, seguido por el número de abonado (SN) compuesto por siete (7) dígitos. Esto tiene como objetivo seleccionar el abonado de destino en regiones geográficas³⁷⁶ o no geográficas.

Considerando lo anterior, la recomendación es que se utilice para Colombia un NRN de tres dígitos. La estructura del NRN está más allá del alcance de este documento, y se recomienda que sea discutida y acordada con el sector. Sin embargo, se presenta una propuesta que puede servir de base para la discusión:

- 000 - 099 Reservado³⁷⁷.
- 100 – 599 Para identificación de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones que actúan como proveedor receptor³⁷⁸.
- 600 – 799 Reservada.
- 8 Chequeo de portabilidad efectuado. Número no portado³⁷⁹.
- 9 Para uso interno de las redes de los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (el número de dígitos usado puede ser definido libremente por cada proveedor).

La administración de los NRN se sugiere que sea realizada por la CRC y que se incorpore al Plan Nacional de Señalización.

Adicionalmente, se recomienda introducir un parámetro de indicador de causa (para SS7) como modificación a [UIT-T Q.850] en la norma nacional de SS7 [MinCom Norma Nacional SS7 - 1998], así:

Norma de modificación (bits 7 y 6 ver sección 2.2.2. de [UIT-T Q.850])

1 0 norma nacional

Valor de causa

Clase	Valor	No.	Definición
111	0000	112	No se encuentra el número portado.

³⁷⁶ Como se mencionó en el primer informe de avance, [MinCom Decreto 25 - 2002] establecía un cronograma para la migración al nuevo plan de numeración, estableciendo que la estructura de la numeración no geográfica y de los servicios suplementarios debería entrar en vigor a partir del 30 de septiembre de 2002 y la estructura de la numeración geográfica para el 31 de agosto de 2004. Sin embargo, aunque en el año 2002, se estableció la nueva estructura para la numeración no geográfica y de los servicios suplementarios, mediante el decreto 2455 de 2003 [MinCom 2455 – 2003] se pospuso el establecimiento de la nueva estructura para la numeración geográfica, hasta que el entonces Ministerio de Comunicaciones así lo requiriera.

³⁷⁷ Se recomienda no utilizarlo considerando la estructura de prefijos del [MinCom Decreto 25 - 2002] y de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].

³⁷⁸ [CRC Resolución 2355 – 2010] define: “*Proveedor Receptor: Proveedor de servicios de telecomunicaciones hacia el cual es portado un determinado número como resultado del Proceso de Portación*”.

³⁷⁹ Este es un tema de conveniencia. En España durante las discusiones registradas en el documento [España – PN Especificaciones técnicas, 1999] se adoptó la decisión de no utilizarlo. Se recomienda su uso porque en ciertos casos genera eficiencias y evita dobles consultas (en el operador de origen y en el de destino).

Este valor de causa indica que la llamada no pudo completarse porque el número portado no está localizado en la red que está siendo indicada en el parámetro de Número de parte llamada. Las razones para que esto ocurra pueden ser que no coincide la información del parámetro de Número de parte llamada con la información en la base de datos administrativa y/o en la base de datos operativa de la red del supuesto proveedor receptor.

Esta última recomendación es importante para que se puedan identificar rápidamente errores o problemas con la implementación de la PN.

11.1.3 Plan de Tarificación

Como vimos, en Colombia no existe un Plan de Tasación propiamente dicho. Sin embargo, las funciones que generalmente se asocian con los mismos, están incluidas en el Título V de la resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] la cual establece tres tipos de regímenes tarifarios: régimen de libertad, régimen vigilado y régimen regulado. La Ley [Congreso Ley 1341 - 2009] deja en libertad a los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones para fijar los precios al usuario y establece que la CRC sólo podrá regularlos cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla de mercado o la calidad de los servicios ofrecidos no se ajuste a los niveles exigidos, debiéndose enfocar la CRC en la regulación de mercados mayoristas.

Se recomiendan los siguientes puntos:

1. No hacer un Plan de Tarificación específico y mantener el esquema de regulación por medio del Título V de la resolución Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones.
2. Uno de los elementos más relevantes en la discusión del plan de tarificación es la posibilidad de regular que se utilice tasación y tarificación en tiempo real, especialmente para servicios de voz fijos y móviles. Existen argumentos a favor de la medida, siendo el más notorio que los clientes pagarían por lo efectivamente consumido y no estarían sometidos a redondeos en la unidad de medición utilizada para tarificar. Existen también argumentos en contra de la medida, especialmente, que los PRST pueden ajustar los precios para mantener los ingresos, de forma tal que no existan beneficios reales para los usuarios después de efectuada la medida. Establecer una recomendación de fondo, respecto a si es conveniente o no el uso de tasación y tarificación en tiempo real para los servicios de voz fijos y móviles, va más allá del alcance de este trabajo. Sin embargo, sí se recomienda que la CRC realice dos acciones:
 - a. Que se analice en profundidad la conveniencia o no de regular el uso de tasación y tarificación en tiempo real para los servicios de voz fijos y móviles.
 - b. En dependencia de este primer resultado, que se analice en detalle la experiencia de otros países donde son las leyes de protección al consumidor las que establecen el cobro por uso de tiempo efectivo del servicio (en España) y de facturación en tiempo real (en Ecuador).

11.1.4 Plan de Encaminamiento

Como ya se vio, el Plan de Enrutamiento sólo se menciona en [MinCom Decreto 25 – 2002] en los considerandos iniciales. El Plan Nacional de Enrutamiento existente, por tanto, es el de 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993].

Considerando que los planes de encaminamiento están más orientados al apoyo de las normas de interconexión (tema que se concluye con base en el benchmark realizado y en las obligaciones de tipo A y de tipo B incluidas en la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]) y las tendencias tecnológicas visualizadas en cuanto al encaminamiento en las redes de paquetes, se recomienda lo siguiente:

1. No resulta necesario establecer un Plan de Encaminamiento
2. Mantener las obligaciones del RUDI relacionadas con encaminamiento y que están incluidas en la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 Título IV y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

11.1.5 Plan de Transmisión

Como se evidenció previamente, el Plan de Transmisión no es mencionado por la regulación Colombiana. Sin embargo, como también ya se vio, el impacto de la convergencia sobre el plan de transmisión, se traduce principalmente en los requerimientos de calidad de servicio para diferentes tipos de aplicaciones soportadas sobre redes conmutadas de paquetes. Tener un Plan de Transmisión está, por lo tanto, adquiriendo una importancia creciente.

Se recomienda lo siguiente:

1. En el corto plazo, ajustar las obligaciones de interconexión del título IV de la Resolución 087, relacionadas con la transmisión.
2. En el mediano plazo, que la CRC revise la pertinencia de proponer al gobierno nacional la creación de un Plan de Transmisión en el cual además se subsuma el Plan de Sincronización.
3. Adoptar los lineamientos de la recomendación [UIT-T G.101] y adoptar detalles específicos de las siguientes recomendaciones:
 - a. Las [UIT-T G.1000] y [UIT-T G.1010] en calidad del servicio
 - b. Las [UIT-T Q.551 a Q.552], [UIT-T G.712], [UIT-T G.168], [UIT-T G.113], [UIT-T G.820], [UIT-T P.310], [UIT-T P.311] y [UIT-T P.341] en parámetros de transmisión.
 - c. Las [UIT-T P.11], [UIT-T G.107], [UIT-T G.109] y [UIT-T G.114] en transmisión de servicios de voz.
 - d. Las [UIT-T Y.1540 a Y.1541] en transmisión en redes IP
4. Establecer criterios de calidad nacionales específicos para el factor R.
5. Subsumir el Plan de sincronización como un subconjunto del Plan de Transmisión.

11.1.6 Plan de Sincronización

Como vimos, el Plan Nacional de Sincronización fue definido en el año 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] y a partir de ese momento no tuvo ninguna modificación. De hecho, el plan de sincronización no es mencionado explícitamente por [MinCom Decreto 25 – 2002], más allá de los considerandos iniciales.

Se recomienda lo siguiente:

1. Subsumir el Plan de Sincronización en el Plan de Transmisión
2. Permitir a los PRST, libertad en el método de selección de la sincronización, sujeta al cumplimiento de la recomendación [UIT-T G.822] con uso de relojes primarios que mantengan conformidad con [UIT-T G.811]

12 MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN DEL SECTOR EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PLANES TÉCNICOS BÁSICOS

Esta sección Identifica y analiza los mecanismos de participación más convenientes para que el regulador, los operadores y la industria trabajen mancomunadamente en la construcción de las recomendaciones presentadas en la sección 11.

La siguiente figura, resume la estructura de las recomendaciones propuestas.

Figura 36: Estructura de las recomendaciones propuestas para la actualización de los Planes Técnicos Básicos en Colombia.



Fuente: Elaboración Propia

Como puede apreciarse, las recomendaciones propuestas tienen enfoques diferentes, razón por la cual, implican la elaboración de estrategias también distintas.

12.1 Mecanismos de participación relacionados con el Plan de Tarificación y el Plan de Encaminamiento.

La recomendación para el Plan de Tarificación y el Plan de Encaminamiento, consiste en mantenerse en el marco de la [Resolución CRT 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la Resolución CRC 2209 de 2009].

En el caso del Plan de Tarificación, se ha sugerido, de acuerdo con la tendencia internacional, analizar la conveniencia o no, de utilizar tasación y tarificación en tiempo real, especialmente para servicios de voz fijos y móviles. En esencia se proponen tres pasos, como puede verse en la figura siguiente.

Figura 37: Propuesta metodológica para la actualización del Plan de Tarificación.



Fuente: Elaboración Propia

Esencialmente, la CRC debería evaluar con recursos internos o la ayuda de una consultoría externa, la conveniencia técnica y económica de la medida, incluyendo las posibilidades de utilizar medidas de protección al consumidor³⁸⁰, asunto que podría coordinarse con la SIC. La participación de la industria, podría darse durante la fase de análisis de la conveniencia de la medida y si aplicase, durante la fase de consulta pública de la propuesta regulatoria.

En cuanto al Plan de Encaminamiento, no se sugieren modificaciones específicas en la normatividad vigente.

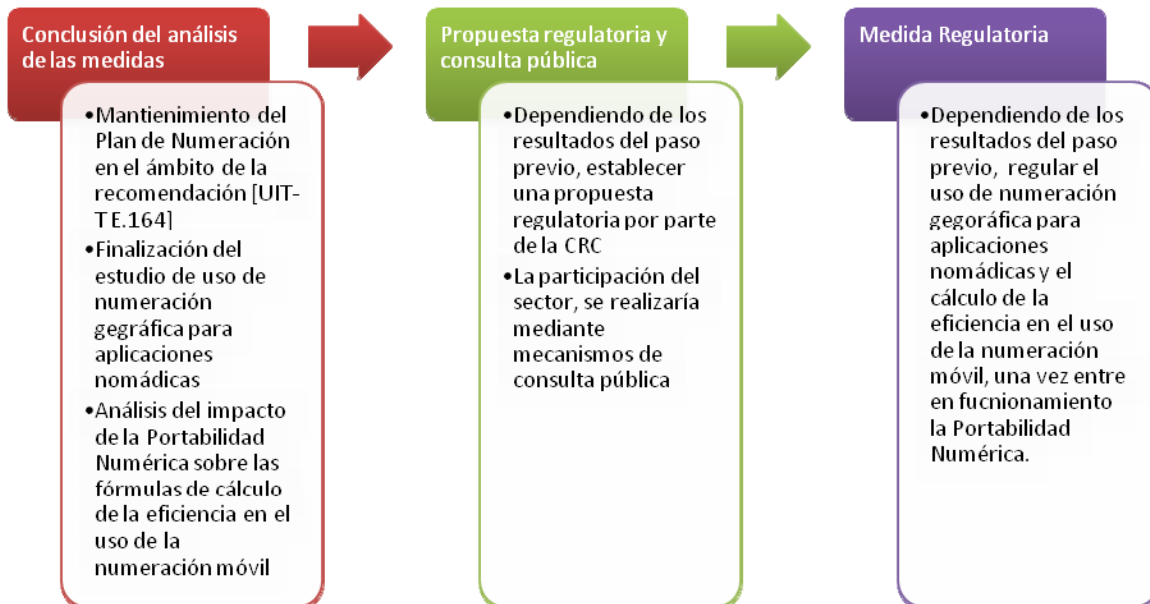
12.2 Mecanismos de participación de corto plazo relacionados con el Plan de Numeración, el Plan de Señalización, el Plan de Transmisión y el Plan de Sincronización.

En relación al Plan de Numeración, las modificaciones propuestas, corresponden más a acciones relacionadas con la administración del Plan de Numeración, que a modificaciones estructurales en el

³⁸⁰ Esta posibilidad puede explorarse en caso que el análisis de la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] mostrase que la medida regulatoria no puede ser realizada por la CRC.

mismo, por lo que se considera que están en el ámbito de funciones que le da la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] a la CRC. En esencia se sugieren tres pasos, como puede verse en la figura siguiente.

Figura 38: Propuesta metodológica para la administración del Plan de Numeración.



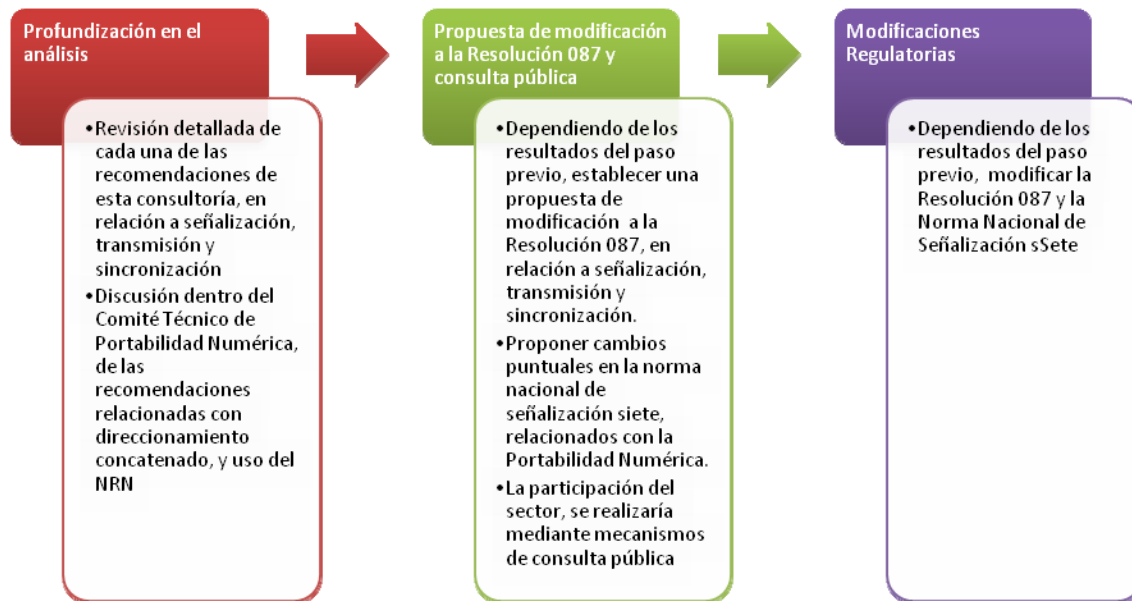
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al Plan de Señalización, el Plan de Transmisión y el Plan de Sincronización, existen un conjunto de medidas que pueden tomarse en el corto plazo y que favorecen las relaciones de interconexión entre operadores en un ambiente de convergencia. En cuanto a las modificaciones de la Norma Nacional de Señalización [MinCom Norma Nacional SS7 - 1998], esta puede ser modificada por la CRC de conformidad con el artículo 55 de [Mincom Decreto 25 - 2002]. Se sugieren tres pasos en relación con estas normas, como puede verse a continuación.

El primer paso, relacionado con profundizar el análisis, hace referencia a que éste trabajo presenta, de conformidad con su alcance, unas recomendaciones de carácter general, las cuales deben ser ahondadas por parte de la CRC, en forma previa a la propuesta regulatoria específica.

Se propone la participación de la industria en relación a las modificaciones relacionadas con la Portabilidad Numérica, por medio del Comité Técnico de Portabilidad; y con las demás propuestas por medio de los mecanismos de participación de consulta pública.

Figura 39: Propuesta metodológica para modificaciones de la Resolución 087 en relación a Señalización, Transmisión y Sincronización.



Fuente: Elaboración Propia

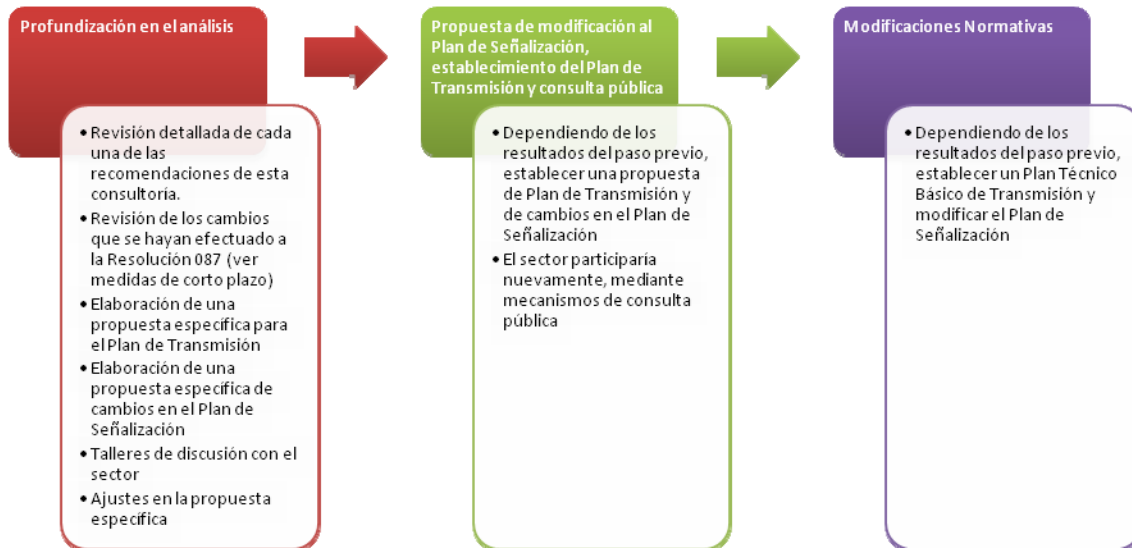
12.3 Mecanismos de participación de mediano plazo relacionados con el Plan de Transmisión y el Plan de Sincronización.

Se ha propuesto que la CRC evalúe en el mediano plazo la la pertinencia de proponer al gobierno nacional la modificación al Plan de Señalización, así como la pertinencia de crear un Plan Técnico Básico de Transmisión y que el Plan de Sincronización sea subsumido en dicho Plan de Transmisión.

En ambos casos se sugiere, que de resultar positivo dicho análisis de pertinencia, se utilice la facultad que le da la Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] a la CRC para proponer al gobierno la aprobación de planes y normas técnicos aplicables al sector de TIC; o que se establezcan los mecanismos de coordinación que se juzguen adecuados con el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones.

Independientemente de lo anterior, es necesario que la CRC evalúe el contenido detallado que se propone para la modificación del Plan de Señalización o el Plan de Transmisión y que lo discuta con el sector por medio de una serie de talleres; antes de presentar una propuesta específica a discusión en consulta pública. Los pasos recomendados se muestran en la figura siguiente.

Figura 40: Propuesta metodológica para modificar el Plan de Señalización y crear el Plan de Transmisión.



Fuente: Elaboración Propia.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones establecidas en este trabajo. Por facilidad de lectura las conclusiones se establecen individualmente para cada plan.

13.1.1 Generales

1. Los PTB son importantes porque permiten el establecimiento de un marco normativo que garantice la interconexión de las redes y la calidad de los servicios de telecomunicaciones.
2. Los PTB son impactados en forma permanente por los cambios tecnológicos y las innovaciones de productos y servicios realizados por los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones; por lo que requieren de un constante proceso de actualización.
3. Los principales organismos de estandarización que han contribuido en la definición de las arquitecturas de redes y servicios convergentes son UIT, ETSI, 3GPP e IETF.
4. Las principales iniciativas de estandarización con impacto significativo sobre los PTB, son ETSI-TIPHON, ETSI-TISPAN y UIT-NGN. Sin embargo, las iniciativas de estandarización continúan evolucionando, por lo que no pueden considerarse como un esfuerzo finalizado, sino como un proceso de adaptación continuo.
5. Los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones migran de las redes tradicionales hacia las redes de próxima generación básicamente por dos razones: esperan una reducción del OPEX y buscan generar nuevos ingresos.
6. Históricamente, la normatividad en Colombia le ha dado la potestad al entonces Ministerio de Comunicaciones para que establezca los PTB (ver: [Congreso Ley 37 - 1993], [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993], [MinCom Plan Nacional Numeración - 1998], [MinCom Norma Nacional SS7], [MinCom Decreto 25 - 2002]) con excepción del plan de tasación que estaba en cabeza de la entonces CRT (para el caso de los servicios públicos ver: [Congreso Ley 142 - 1994] y para servicios PCS ver: [Congreso Ley 555 - 2000]). Sin embargo la regulación permitía ([MinCom Decreto 1130 - 1999]) que la entonces CRT administrara y presentara proyectos al Gobierno Nacional sobre Planes Técnicos Básicos y normas técnicas. Esta potestad de administración se ratificó en [MinCom Decreto 25 - 2002] y fue utilizada por la CRC, en el capítulo II a la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], el cual se denominó "Administración de los Planes Técnicos Básicos".
7. La entonces CRT estableció normas en el Título V de la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] que en la práctica cumplían las funciones típicas de un Plan de Tarificación.
8. La CRT en uso de sus facultades legales para regular la interconexión, incluyó en el título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009], obligaciones asociadas con la interconexión que tenían efectos sobre los PTB de señalización, encaminamiento, transmisión y sincronización.
9. La Ley 1341 de 2009 [Congreso Ley 1341 - 2009], establece entre los "principios orientadores" el uso eficiente de la infraestructura y de los recursos escasos y la neutralidad tecnológica, que garantiza la libre adopción de tecnologías. La Ley también establece la

intervención del estado en el sector para garantizar el acceso a los recursos escasos, así como la interconexión y la interoperabilidad de las redes.

10. La Ley 1341 [Congreso Ley 1341 - 2009] establece entre los fines de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, la regulación del sector de las telecomunicaciones con la finalidad de que la prestación de servicios sea eficiente desde el punto de vista económico y con altos niveles de calidad; y en relación a sus funciones define, entre otras: la expedición de regulación en materias relacionadas con aspectos técnicos de interconexión; el acceso y uso de instalaciones esenciales, recursos físicos y soportes lógicos necesarios para la interconexión; las condiciones de facturación y recaudo y los parámetros de calidad de los servicios; proponer al gobierno la aprobación de planes y normas técnicas aplicables al sector de TIC; determinar la interoperabilidad de plataformas y el interfuncionamiento de servicios y/o aplicaciones; regular los recursos de identificación de redes, servicios y usuarios de telecomunicaciones; administrar la numeración y otros recursos escasos. En cuanto a la regulación de precios a los usuarios, la Ley 1341 establece que la CRC sólo podrá regularlos cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla de mercado o la calidad de los servicios ofrecidos no se ajuste a los niveles exigidos, debiéndose enfocar la CRC en la regulación de mercados mayoristas.
11. Por lo tanto, aun cuando la ley no hace una mención explícita de los Planes Técnicos Básicos, es claro que dentro de los principios orientadores de la ley, la intervención del estado en el sector, y las finalidades y funciones de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, se hace mención de los conceptos básicos asociados con los mismos y se le entregan a la CRC herramientas para su regulación. En particular, se le permite a la CRC proponer al gobierno la aprobación de planes y normas técnicas aplicables al sector de TIC.

13.1.2 Plan de Numeración

1. En términos de estandarización internacional se utiliza la recomendación [UIT-T E.164]
2. Los principales impactos de la convergencia sobre los planes de numeración son: la posibilidad de prestación de servicios nomádicos en VoIP, la introducción de la portabilidad numérica y las posibilidades abiertas por el uso de ENUM.
3. La evolución esperada es que a servicios de VoIP que permiten la prestación de nomadismo, se les permita utilizar numeración geográfica; pero asegurando la protección al usuario, el tratamiento de las llamadas de emergencia y la interconexión.
4. El Plan de Numeración que rige en Colombia, se expidió a través del Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002] y su administración se rige por el capítulo II del Título XII de la Resolución [CRT Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].
5. Las ventajas del Plan de Numeración vigente son:
 - a. El plan se adecúa a la recomendación [UIT-T E.164].
 - b. La Resolución 2028 [CRT Resolución 2028 – 2008] estableció reglas para la gestión, el uso, la asignación y la recuperación de la numeración geográfica y no geográfica.
 - c. Actualmente la CRC estudia la posibilidad de uso de numeración para aplicaciones nomádicas.

6. Las limitaciones del Plan de Numeración vigente son:
 - a. El decreto 2455 de 2003 [MinCom 2455 – 2003] pospuso el establecimiento de la nueva estructura para la numeración geográfica, hasta que el entonces Ministerio de Comunicaciones así lo requiriera. Aunque la capacidad de numeración asignada para Bogotá está llegando a su límite máximo, una consultoría de la UIT [Milne-2006] recomendó no realizar todavía las modificaciones a la numeración geográfica, dispuestas en el Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002].
 - b. No se ha establecido el impacto de la portabilidad numérica móvil en el Plan de Numeración.
3. El benchmark demostró que todos los países analizados (Argentina, Bolivia, Canadá, Chile, Ecuador, España, México y Suecia) mantienen un Plan Nacional de Numeración basado en adaptaciones nacionales de la recomendación [UIT-T E.164]. La mayoría de los planes de numeración tienen estructuras similares y presentan temas como la estructura de los números geográficos, no geográficos, los códigos de servicios especiales, el uso de numeración abreviada, los códigos de identificación de operador de larga distancia, el plan de marcación, la numeración en reserva y los criterios de administración del plan, incluyendo pautas de asignación de la numeración.

13.1.3 Plan de Señalización

1. En términos de estandarización internacional se identifican varios conjuntos de normas relevantes, a saber:
 - a. El Sistema de Señalización siete está caracterizado por el conjunto de recomendaciones [UIT-T Q.700 a Q.788] y [UIT-T Q.850]. El SS7 es un protocolo maduro y ampliamente utilizado en todo el mundo.
 - b. La suite de protocolos H.323 está caracterizado por las recomendaciones [UIT-T H.323],[UIT-T H.225], [UIT-T H.235], [UIT-T H.245]y [UIT-T H.450]. El protocolo H.323 es subsumido por los estándares ETSI-TIPHON y ETSI-TISPAN.
 - c. El protocolo BICC está basado en [UIT-T Q.1901].
 - d. El protocolo SIP está especificado principalmente por [IETF – RFC3621], con adiciones en [IETF – RFC2976], [IETF – RFC3265], [IETF – RFC 3262], [IETF – RFC 3311], [IETF – RFC 3428], [IETF – RFC 3515], [IETF – RFC3903]. Sin embargo, el protocolo SIP tiene “sabores”, es decir implementaciones de proveedores de tecnología que no se ajustan plenamente a las recomendaciones IETF.
 - e. El protocolo SIP fue subsumido por los estándares ETSI-TIPHON y ETSI-TISPAN, mediante la norma [ETSI ES 283 003], la cual especifica el protocolo [ETSI TS 124 403] y unifica con [3GPP TS 24.229 (Release 7)] adaptándolo para los requerimientos de TISPAN NGN.
 - f. Es relevante el documento [UIT-T TRQ 2840], el cual establece las capacidades de red para soportar el interfuncionamiento de la telefonía IP entre la RTPC y la red IP.
2. El principal impacto de la convergencia sobre los planes de señalización es que existe un número creciente de protocolos los cuales son definidos por entidades de estandarización diversas. Esto hace que un componente clave de los planes de señalización sea garantizar

el interfuncionamiento de la señalización y la interoperabilidad de las redes, bajo un ambiente multiprotocolo.

3. La evolución esperada es que, tanto al interior de las redes de los PRST como en las interconexiones, se utilicen en forma creciente protocolos diferentes a SS7. Se evidencia una tendencia a que los PRST puedan negociar en forma directa los protocolos que consideren más adecuados para su interconexión y puedan definir cuáles utilizarán al interior de su red (todo lo anterior con base en el principio de libertad tecnológica).
4. El Plan de Señalización que rige en Colombia, se expidió a través del Decreto 25 de 2002 [MinCom Decreto 25 - 2002] y su administración se rige por el capítulo II del Título XII de la Resolución [CRT Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]. Existe además una norma nacional de SS7 [MinCom Norma Nacional SS7].
5. Ventajas del Plan de Señalización vigente:
 - a. El Plan Nacional de Señalización, se enfoca en la administración de los códigos de puntos de señalización, función que está en cabeza de la Comisión de Regulación de Comunicaciones.
 - b. El Plan permite que los PRST realicen una separación de red, con base en la cual pueden realizar una administración de sus propios códigos de puntos de señalización al interior de su propia red.
 - c. El Plan establece reglas para la asignación de los códigos de puntos de señalización.
 - d. El Plan establece un mecanismo para solución de conflictos de interconexión en cabeza de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, el cual puede estar basado en las recomendaciones de la serie Q de la UIT-T, en la norma nacional de SS7 o en cualquier otro estándar internacional que garantice la interoperabilidad de las redes de interfuncionamiento de los servicios
 - e. El Plan deja en manos de la CRC la administración de los códigos de puntos de señalización y la actualización de la norma nacional de señalización.
 - f. La norma nacional de señalización siete [MinCom Norma Nacional SS7] fue construida en su momento, mediante el esfuerzo de los principales actores del sector, y ha mostrado ser una herramienta valiosa que contiene las especificaciones nacionales del protocolo y que ha facilitado la interconexión de los PRST del país.
 - g. No se visualizan inconvenientes en cuanto a la administración de los códigos de puntos de señalización.
6. Limitaciones del Plan de Señalización vigente:
 - a. Por la forma como está redactado, puede entenderse que el Plan limita las recomendaciones de la UIT-T a la serie Q, lo cual deja por fuera del alcance del mismo otros protocolos como el H.323.
 - b. Algunos puntos no cubiertos por el Plan de Señalización (tiempos de establecimiento, índices de causa de fracaso) son abordados como obligaciones de interconexión de tipo A por medio del título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].
 - c. Entre las obligaciones de tipo B del mismo título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] se establece el uso de SS7 para la interconexión, o de otro protocolo que las partes acuerden siempre que ofrezca las mismas funcionalidades y prestaciones de SS7. Esta última condición, en la práctica, afecta las posibilidades de libertad de negociación entre los PRST.

- d. Tanto el Plan de Señalización como la Norma Nacional de Señalización necesitan ser adecuadas para permitir la entrada en funcionamiento de la Portabilidad Numérica.
7. El Benchmark mostró que hay tres países (Argentina, México y Uruguay) con planes de señalización que consideran únicamente el protocolo SS7; dos países (Bolivia y Perú) que adoptaron el sistema de señalización SS7 para el intercambio de mensajes en los puntos de interconexión; pero establecieron el interfuncionamiento de redes de transmisión de datos con base en recomendaciones de la serie X; un país (Chile) que establece el uso de SS7 pero permite el uso de otros sistemas de señalización aprobados por la UIT, previa autorización del regulador; un país (Ecuador) que sugiere el uso de protocolos como SS7, H.323, SIP, MGCP y H.248/MEGACO, pero deja abierta la posibilidad para que los prestadores de servicios de comunicaciones negocien protocolos diferentes en la interconexión informando al regulador; un país (República Dominicana) que tiene en consulta pública el establecer la libre negociación del protocolo de señalización en la interconexión y tres países (España, Inglaterra y Suecia) que no poseen planes de señalización y en los cuales el regulador se encarga de administrar únicamente los puntos de señalización nacionales, los puntos de señalización internacionales y los códigos de operadores de portabilidad numérica.

13.1.4 Plan de Tarificación

1. En términos de estandarización internacional, la serie de recomendaciones D de la UIT contiene unos principios generales de tarificación, pero sólo hay un suplemento que contiene sugerencias de metodología para la determinación de costes y el establecimiento de tarifas nacionales para servicios telefónicos [UIT-T D.SUP3].
2. La convergencia impacta los planes de tarificación, porque surgen formas diversas para tasar (medir la duración, medir el uso, medir la calidad del servicio, medir el ancho de banda, establecer si se realizó la conexión) y el conjunto de posibilidades para tarificar consecuentemente se amplía (como cuando se mide el ancho de banda, se mide el uso o se mide la calidad del servicio).
3. La evolución esperada es que la competencia entre PRST que están integrados verticalmente, lleve a empaquetamientos de servicios que establezcan múltiples combinaciones entre mecanismos de tasación y tarificación. Por otra parte, ciertos tipos de tráfico (como por ejemplo el de internet), pueden tender a ser pactados por los PRST como Bill & Keep en la interconexión para el tráfico de IXP, lo cual puede contribuir al mantenimiento de tarifas planas (independientes del tráfico cursado) para los usuarios finales. Por último la distancia puede perder relevancia como elemento de costo.
4. En Colombia no existe un Plan de Tarificación propiamente dicho. Sin embargo, las funciones que generalmente se asocian con los mismos, están incluidas en el Título V de la resolución CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones, incluyendo [CRC Resolución 2063 - 2009] y [CRC – Resolución 2347 - 2010]. La resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones] establece tres tipos de regímenes tarifarios: régimen de libertad, régimen vigilado y régimen regulado. No obstante, la Ley [Congreso Ley 1341 - 2009] deja en libertad a los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones para fijar los precios al usuario y establece que la CRC sólo podrá regularlos cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla de mercado o la calidad de los servicios ofrecidos no se

ajuste a los niveles exigidos, debiéndose enfocar la CRC en la regulación de mercados mayoristas.

5. Limitaciones del Plan de Tasación vigente:
 - a. Formalmente hablando, no existe un Plan de Tasación vigente.
 - b. La regulación existente no contempla de manera obligatoria el establecimiento del segundo como unidad de medida para tasar y facturar el tiempo de consumo de los usuarios de los servicios de voz. Esta consultoría no asume posición ni a favor ni en contra de dicha medida, porque está por fuera del alcance del trabajo.
6. En cuanto al benchmark, en cinco de los casos analizados, los elementos fundamentales en relación a los planes tarifarios son tratados en forma específica por la Ley General de Telecomunicaciones (Chile, Ecuador, España, México y República Dominicana). Hay libertad tarifaria en Chile, España, México y República Dominicana. En los tres primeros países el regulador puede intervenir las tarifas cuando un concesionario tenga poder significativo en un mercado relevante. República Dominicana permite la intervención por parte del regulador cuando no existan en el mercado condiciones suficientes para asegurar una competencia efectiva y sostenible. Sobresale el papel de las leyes de protección al consumidor de Ecuador y España las cuales establecen el cobro por uso de tiempo efectivo del servicio (en España) y de facturación en tiempo real (en Ecuador) y no permiten el redondeo. El uso de tasación en segundos también es contemplado por el Reglamento de Telecomunicaciones de Bolivia y el Reglamento de Tasación de República Dominicana. No se permite la discriminación tarifaria a los usuarios en el Reglamento de Telecomunicaciones de Bolivia. Se establecen tarifas especiales para usuarios de bajos ingresos en la ley de telecomunicaciones de Ecuador.

13.1.5 Plan de Encaminamiento

1. En términos de estandarización internacional la principal recomendación internacional relacionada con el encaminamiento es la [UIT-T E.170].
2. Uno de los efectos más importantes de la convergencia sobre el Plan Nacional de Encaminamiento es que, considerando que los costos de transmisión han caído en forma considerable, se ha generado una fuerza conductora hacia redes más planas con menos nodos de conmutación. Adicionalmente, la emergencia de redes de conmutación de paquetes ha introducido nuevos esquemas de encaminamiento, muy diferentes de los esquemas tradicionales de conmutación de circuitos.
3. La evolución esperada es el uso creciente de nuevos métodos de encaminamiento (por ejemplo: control de admisión de conexiones, encaminamiento basado en clases de servicio, encaminamiento de transporte dinámico, mecanismos de priorización de colas y selección dinámica de rutas). En las interconexiones, seguirán teniendo validez reglas relacionadas con dimensionamiento de los enlaces, establecimiento de rutas alternas y prohibición de bloqueo de tráfico de otros PRST).
4. El Plan de Enrutamiento sólo se menciona en [MinCom Decreto 25 – 2002] en los considerandos iniciales. El Plan Nacional de Enrutamiento existente, por tanto, es el de 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993].
5. Ventajas del Plan de Encaminamiento existente
 - a. El plan sigue los lineamientos de la recomendación [UIT-T E.170].

- b. Las [UIT-T Q.551 a Q.552], [UIT-T G.712], [UIT-T G.168], [UIT-T G.113], [UIT-T G.820], [UIT-T P.310], [UIT-T P.311] y [UIT-T P.341] en parámetros de transmisión.
 - c. Las [UIT-T P.11], [UIT-T G.107], [UIT-T G.109] y [UIT-T G.114] en transmisión de servicios de voz.
 - d. Las [UIT-T Y.1540 a Y.1541] en transmisión en redes IP
2. El impacto de la convergencia sobre el plan de transmisión, se traduce principalmente en los requerimientos de calidad de servicio para diferentes tipos de aplicaciones soportadas sobre redes conmutadas de paquetes. En el caso de las aplicaciones en tiempo real como la voz, resultan particularmente importantes la definición de umbrales de parámetros como la tasa de error de bits, el retardo medio de transferencia de paquetes, la variación de retardos de paquetes y la tasa de pérdida de paquetes. Particularmente importante para la calidad de transmisión de servicios de voz es el factor R, el cual analiza la calidad para diferentes tipos de códecs, como función del retardo absoluto y la probabilidad de pérdida de paquetes [UIT-T G.109 Enmienda 1].
3. La evolución esperada de los planes de transmisión es que cobren una importancia creciente para garantizar la calidad de servicio en las redes conmutadas de paquetes.
4. El Plan de Transmisión no es mencionado por la regulación Colombiana.
5. Limitaciones del Plan de Transmisión:
 - a. No existe un plan de transmisión nacional.
 - b. Algunos puntos típicos de un Plan de Transmisión (tiempos mínimos de retardo, adopción de las recomendaciones [UIT-T G.821] y [UIT-T G.826]) son abordados como obligaciones de interconexión de tipo A por medio del título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].
 - c. Entre las obligaciones de tipo B del mismo título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] se establece la adopción de las recomendaciones [UIT-T G.821] y [UIT-T G.114], aunque permitiendo que la CRC pueda permitir en algunos casos superar los tiempos límites de transmisión en un sentido y pueda utilizar los criterios de las recomendaciones [UIT-T G.801] y [UIT-T G.114] para dirimir conflictos.
6. En cuanto al Benchmark se encontraron sólo tres casos: Chile, Ecuador y República Dominicana. En líneas generales, los planes de Chile y República Dominicana, pueden en cierta medida considerarse como "clásicos". El plan de República Dominicana considera doce factores que afectan la calidad de la transmisión; mientras que el plan de Chile considera quince factores. En ambos casos, muchos de estos factores coinciden con parámetros de transmisión mencionados en la recomendación [UIT-T G.101]. El plan de transmisión de Ecuador regula un solo parámetro de transmisión: el retardo y para ello utiliza los objetivos de retardo para redes de voz de la recomendación [UIT-T G.114]; los objetivos de retardo de redes IP de la recomendación [UIT-T Y.1541] y los valores de retardo de transmisión de la recomendación [UIT-T G.1010]. En tal sentido, el plan de Ecuador, sigue de cerca las recomendaciones más recientes de la UIT-T. En cuanto a otros parámetros de calidad de transmisión, el plan de Ecuador establece que los prestadores de servicios de telecomunicaciones deben tomar en cuenta los objetivos de calidad de las recomendaciones de la serie [UIT-T G.1XX], pero no los regula directamente. En el caso de Chile, el Plan dejó en libertad a las concesionarias del servicio público telefónico para usar en sus redes parámetros diferentes a los establecidos en el plan, previa autorización del regulador.

13.1.7 Plan de Sincronización

1. En términos de estandarización internacional, la recomendación esencial es la [UIT-T G.822] que establece los objetivos en la tasa de deslizamientos. Dicha recomendación se apoya en las recomendaciones [UIT-T G.810 a G.812].
2. No se identifican impactos de la convergencia sobre los planes de sincronización.
3. Los planes de sincronización tienen como objetivo fundamental evitar los deslizamientos, por los efectos que tiene sobre mecanismos de multiplexación basados en división en el tiempo (TDM) y en redes sincrónicas. Al ser las redes de conmutación de paquetes, predominantemente asincrónicas, no se espera mayor evolución en este punto y la recomendación [UIT-T G.101] sugiere que los planes de sincronización sean un subconjunto del Plan de Transmisión.
4. El Plan Nacional de Sincronización fue definido en el año 1993 [MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] y a partir de ese momento no tuvo ninguna modificación. De hecho, el plan de sincronización no es mencionado explícitamente por [MinCom Decreto 25 – 2002], más allá de los considerandos iniciales.
5. Ventajas del Plan de Sincronización existente
 - a. El plan está basado en las recomendaciones [UIT-T G.822] y [UIT-T G.811]
6. Limitaciones del Plan de Sincronización existente
 - a. El Plan es muy antiguo y establece una arquitectura de la red de sincronización nacional que ya no tiene vigencia.
 - b. Algunos puntos típicos de un Plan de Sincronización (libertad en el método de selección de la sincronización, sujeta al cumplimiento de la recomendación [UIT-T G.822] con uso de relojes primarios que mantengan conformidad con [UIT-T G.811]; y reparto de las degradaciones para el mantenimiento del objetivo de calidad de [UIT-T G.822], cuando una de las partes es local extendida) son abordados como obligaciones de interconexión de tipo B por medio del título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009].
7. En cuanto al Benchmark, se analizaron los planes de sincronización de Bolivia, Ecuador y República Dominicana. En todos los casos, el objetivo primordial del plan consistía en mantener los deslizamientos con niveles acordes con la recomendación [UIT-T G.822] y los relojes primarios debían acogerse a la recomendación [UIT-T G.811]. Ecuador y República Dominicana también definían el uso de relojes secundarios de conformidad con la recomendación [UIT-T G.812]. En el caso de Ecuador, los prestadores tienen libertad para definir los métodos de sincronismo al interior de su red.

13.2 Recomendaciones

A continuación se presentan las recomendaciones. Por facilidad de lectura las recomendaciones se establecen individualmente para cada plan.

13.2.1 Recomendaciones de carácter general

1. Se recomienda que el tratamiento que se dé a los cambios propuestos en los PTB, así como la participación del sector, sea diferente de caso en caso, tomando en cuenta que:
 - a. Se recomienda que los PTB de Tarificación y Encaminamiento queden dentro de la órbita de la Resolución 087 de la CRC
 - b. Se recomiendan un par de acciones concretas de administración sobre el Plan de Numeración, en relación a reglas de gestión de numeración y nomadismo.
 - c. En el corto plazo, se recomienda que la CRC ajuste las obligaciones de interconexión en el título IV de la Resolución 087; en relación a señalización y transmisión.
 - d. En el mediano plazo, se recomienda que la CRC revise la pertinencia de proponer al gobierno nacional la modificación al Plan de Señalización.
 - e. En el mediano plazo se recomienda que la CRC revise la pertinencia de proponer al gobierno nacional la creación de un Plan de Transmisión en el cual se subsuma el Plan de Sincronización.

13.2.2 Plan de Numeración

1. Se recomienda mantener un plan de numeración basado en la recomendación [UIT-T E.164].
2. Se recomienda revisar las reglas para la gestión, el uso, la asignación y la recuperación de la numeración geográfica y no geográfica, una vez entre en operación la portabilidad numérica.
3. Se recomienda autorizar el uso de numeración geográfica para la prestación de servicios de nomadismo.

13.2.3 Plan de Señalización

1. Se recomienda establecer que los PRST están en libertad de utilizar al interior de su red el protocolo de señalización que consideren más adecuado para sus propias necesidades.
2. Se recomienda establecer que existe libertad de negociación entre las partes para definir el protocolo de señalización que se utilice en una interconexión, siempre y cuando el mismo esté basado en un estándar internacional que garantice el interfuncionamiento de la señalización y la interoperabilidad de las redes.
3. Se recomienda establecer que se acepta plenamente el uso en la interconexión de los siguientes protocolos de señalización y estándares internacionales:
 - a. El protocolo SS7 que está regido por las normas internacionales [UIT-T Q.700 a Q.788] y [UIT-T Q.850] y por las adiciones o modificaciones que sobre los mismos haga la norma nacional de señalización siete.
 - b. El protocolo H.323 que está regido por las normas internacionales [UIT-T H.323],[UIT-T H.225], [UIT-T H.235], [UIT-T H.245] y [UIT-T H.450]
 - c. El protocolo BICC que está regido por las normas internacionales [UIT-T Q.1901]
 - d. El protocolo SIP que está regido por las normas [ETSI ES 283 003] y [ETSI TS 124 403]; o por el conjunto de normas [IETF – RFC3621], [IETF – RFC2976], [IETF –

RFC3265], [IETF – RFC 3262], [IETF – RFC 3311], [IETF – RFC 3428], [IETF – RFC 3515] e [IETF – RFC3903].

4. Se recomienda establecer que cuando se negocien protocolos en la interconexión diferentes a SS7, H.323, BICC ó SIP; los PRST informen a la CRC, indicando explícitamente las normas internacionales que garantizan el interfuncionamiento de la señalización y la interoperabilidad de las redes. En tal caso, la CRC podrá adicionar, modificar u objetar las normas internacionales invocadas por los PRST para definir su protocolo de interconexión; o incluso podrá prohibir el uso de alguna señalización específica, si a partir de un análisis técnico se encuentra que la misma no garantiza el interfuncionamiento de la señalización y la interoperabilidad de las redes
5. Se recomienda asegurar que en la interconexión se intercambie como mínimo la siguiente información por medio de la señalización:
 - a. Identificación de origen y destino de la comunicación
 - b. Información necesaria para el encaminamiento de la llamada
 - c. Índices de causa de terminación de la comunicación
 - d. Información que las partes involucradas en la interconexión consideren relevante para la tasación y tarificación de las llamadas
6. Se recomienda establecer mecanismos para recuperar códigos de puntos de señalización siete que no estén en uso.
7. Se recomienda corregir la redacción, de manera que no se entienda que para solución de conflictos de interconexión relacionados con el protocolo, el plan limita las recomendaciones de la UIT-T a la serie Q.
8. En relación al manejo de enrutamientos en portabilidad numérica se recomienda:
 - a. Utilizar el método de direccionamiento concatenado.
 - b. Utilizar para Colombia un NRN de tres dígitos.
 - c. Que la administración de los NRN sea realizada por la CRC.
 - d. Modificar la norma nacional de señalización siete [MinCom Norma Nacional SS7 - 1998], para incluir los cambios sugeridos en relación al manejo de portabilidad numérica cuando se use SS7.
9. Se recomienda que entre las obligaciones de tipo B del título IV de [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] no se condicione que el uso de otro protocolo que las partes acuerden (distinto de SS7) dependa de que dicho protocolo ofrezca las mismas funcionalidades y prestaciones de SS7.

13.2.4 Plan de Tarificación

1. Se recomienda no hacer un Plan de Tarificación específico y mantener el esquema de regulación por medio del Título V de la resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]
2. Se recomienda analizar en detalle la conveniencia técnica y económica de regular o no, el uso de tasación y tarificación en tiempo real para servicios de voz.

13.2.5 Plan de Encaminamiento

1. Se recomienda no establecer un Plan de Encaminamiento.

2. Se recomienda mantener las obligaciones de tipo A y de tipo B relacionadas con encaminamiento que están incluidas en la Resolución [CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009]

13.2.6 Plan de Transmisión

1. Se recomienda en el corto plazo ajustar las obligaciones de interconexión del título IV de la Resolución 087, relacionadas con la transmisión.
2. Se recomienda en el mediano plazo, que la CRC revise la pertinencia de proponer al gobierno nacional la creación de un Plan de Transmisión en el cual además se subsuma el Plan de Sincronización.
3. Se recomienda adoptar los lineamientos de la recomendación [UIT-T G.101] y adoptar detalles específicos de las siguientes recomendaciones:
 - d. Las [UIT-T G.1000] y [UIT-T G.1010] en calidad del servicio
 - e. Las [UIT-T Q.551 a Q.552], [UIT-T G.712], [UIT-T G.168], [UIT-T G.113], [UIT-T G.820], [UIT-T P.310], [UIT-T P.311] y [UIT-T P.341] en parámetros de transmisión.
 - f. Las [UIT-T P.11], [UIT-T G.107], [UIT-T G.109] y [UIT-T G.114] en transmisión de servicios de voz.
 - g. Las [UIT-T Y.1540 a Y.1541] en transmisión en redes IP
4. Se recomienda establecer criterios de calidad nacionales específicos para el factor R.

13.2.7 Plan de Sincronización

1. Se recomienda subsumir el Plan de Sincronización en el Plan de Transmisión
2. Se recomienda permitir a los PRST, libertad en el método de selección de la sincronización, sujeta al cumplimiento de la recomendación [UIT-T G.822] con uso de relojes primarios que mantengan conformidad con [UIT-T G.811]

14 BIBLIOGRAFÍA

[3GPP TS 24.229 (Release 7)] 3GPP TS 24.229 (V7.2.0): "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Core Network and Terminals; IP multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3 (Release 7)".

[Antelope Consulting - 2009] "Numbers for Nomadic Telephony in Colombia. Final Version". Antelope Consulting. Agosto de 2009.

[Ash] "Traffic Engineering and QoS Optimization of Integrated Voice & Data Networks", Gerald R. Ash, Elsevier, 2007

[Argentina – Secretaría de Comunicaciones SC - 046, 1997] "Plan fundamental de numeración nacional" Secretaría de Comunicaciones de Argentina, 1997

[Argentina – Secretaría de Comunicaciones SC - 047, 1997] "Plan fundamental de Señalización nacional" Secretaría de Comunicaciones de Argentina, 1997

[Bolivia – Decreto supremo 28994 - 2007] "Decreto supremo no. 28994. Decreto de 01 de enero de 2007. Modificación del Decreto supremo nº 24132 – Reglamento de Telecomunicaciones", Presidencia de la República de Bolivia.

[Bolivia – Resolución Administrativa Regulatoria No 2000/1060, 2000] "Resolución administrativa regulatoria nº 2000/1060 Aprobación del: plan técnico fundamental de numeración, plan técnico fundamental de señalización y plan técnico fundamental de sincronización" Superintendencia de Telecomunicaciones de Bolivia, 2000

[CAN Resolución 432 – 2000] Resolución 432. "Normas comunes de interconexión." Comunidad Andina de Naciones. Octubre de 2000.

[Canadá – Plan de numeración y marcación, 2010] "Canadian Numbering Plan and Dialling Plan" Version 3.0 Approved by Telecom Decision CRTC 2010-151, 12 March 2010

[Congreso Ley 37 - 1993] Ley 37 de 1993. "Por la cual se regula la prestación del servicio de telefonía móvil celular, la celebración de contratos de sociedad y de asociación en el ámbito de telecomunicaciones y se dictan otras disposiciones." Congreso de Colombia, 1993.

[Congreso Ley 142 - 1994] Ley 142 de 1994 "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones." Congreso de Colombia, 1994.

[Congreso Ley 555 - 2000] Ley 555 de 2000 "Por la cual se regula la prestación de los Servicios de Comunicación Personal, PCS y se dictan otras disposiciones." Congreso de Colombia, 2000

[Congreso Ley 1245 – 2008] “Por medio de la cual se establece la obligación de implementar la portabilidad numérica y se dictan otras disposiciones.” Congreso de Colombia, 2008.

[Congreso Ley 1341 - 2009] Ley 1341 de 2009. “Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones.” Congreso de Colombia, 2009.

[CRC Resolución 087 de 1997 y sus modificaciones hasta la resolución 2209 de 2009] “Por medio de la cual se regula en forma integral los servicios de Telefonía Pública Básica Conmutada (TPBC) en Colombia.”

[CRC Resolución 2063 de 2009] “Por la cual se modifica el Anexo 006 de la Resolución CRT 087 de 1997 y se dictan otras disposiciones”

[CRC – Resolución 2347 - 2010] “Por la cual se establecen disposiciones en materia de protección de los derechos de los usuarios respecto de tarifas de telefonía pública básica conmutada con ocasión de la entrada en vigencia de la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones.”

[CRC Resolución 2354 - 2010] “Por la cual se modifica la Resolución CRT 1763 de 2007”

[CRC Resolución 2355 – 2010] “Por la cual se establecen las condiciones para la implementación y operación de la Portabilidad Numérica para telefonía móvil en Colombia”, Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2010

[CRT Esquemas de Tasación - 2008] “Revisión Esquemas de Tasación”. Comisión de Regulación de Telecomunicaciones; Documento Amarillo; Centro del Conocimiento del Negocio. Coordinador: Nicolás Silva, Líder: Roberto Diazgranados Díaz. Diciembre de 2008

[Chile – Congreso Ley 8.168, 1982] “Ley General de Telecomunicaciones”, Ley N° 18.168, de 2 de Octubre de 1982, Congreso de Chile.

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 1, 2009] “Modifica plan técnico fundamental de numeración telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2009

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 17, 1994] “Modifica plan técnico fundamental de señalización telefónica”, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, 1994

[Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 45, 1988] “Aprueba plan técnico fundamental de transmisión telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 1988.

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 50, 1988] “Aprueba plan técnico fundamental de señalización telefónica”, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, 1988.

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 400, 2005] “Modifica plan técnico fundamental de numeración telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2005

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 421, 2003] “Modifica plan técnico fundamental de numeración telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2003.

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 527, 2002] “Modifica plan técnico fundamental de señalización telefónica”, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, 2002.

[Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 528, 2002] “Modifica plan técnico fundamental de transmisión telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2002.

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 590, 2004] “Modifica plan técnico fundamental de numeración telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2004

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 599, 2001] “Modifica plan técnico fundamental de numeración telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2001

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 746, 1999] “Aprueba plan técnico fundamental de encaminamiento telefónico”, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, 1999.

[Chile – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Decreto 747, 1999] “Aprueba plan técnico fundamental de numeración telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 1999.

[Chile - Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto 814, 2007] “Modifica plan técnico fundamental de transmisión telefónica” Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2007.

[CRT Resolución 489 – 2002] “Por medio de la cual se expide el Régimen General de Protección a los suscriptores y Usuarios de los Servicios de Telecomunicaciones y se compilan los títulos I, IV, V y VII de la Resolución 087 de 1997 de la CRT”

[CRT Resolución 644 – 2003] “Por la cual se establecen algunas disposiciones relativas a la protección de los usuarios, la promoción de la competencia y a la administración del recurso numérico.”

[CRT Resolución 1250 – 2005] “Por la cual se modifica el título V de la Resolución CRT 087 de 1997 y se dictan otras disposiciones”.

[CRT Resolución 1478 – 2006] “Por medio de la cual se modifican las Resoluciones 087 de 1997 y 1236 de 2005”.

[CRT Resolución 1720 – 2007] “Por medio de la cual se modifica el Capítulo II del Título XIII de la Resolución CRT 087 de 1997, se establecen algunas disposiciones relativas a los Planes Técnicos Básicos y a la administración de códigos de operador para el servicio de Telefonía Pública Básica Conmutada de Larga Distancia y se dictan otras disposiciones”.

[CRT Modelo de costos TPBCL - 2007] Comisión de Regulación de las Telecomunicaciones – CRT “El modelo de costos de redes TPBCL (HCMCRFIX)”. Febrero de 2007.

[CRT Resolución 1813 – 2008] “Por medio de la cual se establecen condiciones para la implementación del sistema de prescripción para el acceso al servicio de Telefonía Pública Básica Conmutada de Larga Distancia”.

[CRT Resolución 1815 – 2008] “Por medio de la cual se modifican los artículos 2 y 3 de la Resolución CRT 1813 de 2008”.

[CRT Resolución 1871 – 2008] “Por medio de la cual se establecen las condiciones operativas adicionales para la implementación del sistema de prescripción para el acceso al servicio de Telefonía Pública Básica Conmutada de Larga Distancia”.

[CRT Resolución 1914 – 2008] Resolución 1914 de 2008 “Por la cual se modifica el título XIII de la Resolución CRT 087 de 1997, y se dictan otras disposiciones” Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, 15 de Septiembre de 2008.

[CRT Resolución 1940– 2008] Resolución 1914 de 2008 “Por la cual se expide el Régimen Unificado de Reporte de Información de los operadores de telecomunicaciones a la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.” Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, 7 de Octubre de 2008.

[CRT Resolución 2028 – 2008] Resolución 2028 de 2008 “Por la cual se expiden reglas para la gestión, uso, asignación y recuperación del recurso de numeración y se dictan otras disposiciones” Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, 30 de Diciembre de 2008.

[CRT Convergencia – 2008] “Regulación de redes en convergencia” Comisión de Regulación de Telecomunicaciones; Documento de Estudio, Coordinación de regulación. Julio de 2008.

[CRT Convergencia – 2009] “Regulación de redes en convergencia” Comisión de Regulación de Telecomunicaciones; Propuesta Regulatoria, Coordinación de regulación. Junio de 2009.

[CRT Esquemas de Tasación - 2008] “Revisión Esquemas de Tasación”. Comisión de Regulación de Telecomunicaciones; Documento Amarillo; Centro del Conocimiento del Negocio. Diciembre de 2008.

[CRT Resolución 2064 – 2009] Resolución 2064 de 2009 “Por la cual se modifica la Resolución CRT 1940 de 2008 y se dictan otras disposiciones.”

[CRT Resolución 2108 – 2009] Resolución 2108 de 2009 “Por medio de la cual se suspende el plazo previsto para la implementación del sistema de prescripción para el acceso al servicio de Telefonía Pública Básica Conmutada de Larga Distancia –TPBCLD-”.

[Ecuador – Ley de telecomunicaciones y sus reformas, 1992] “Ley especial de telecomunicaciones reformada”, Congreso Nacional del Ecuador, Publicado en el Registro Oficial No. 996 de 10 de Agosto de 1992 y reformado con leyes de 1995, 1996, 1997 y 2000.

[Ecuador – Ley orgánica defensa del consumidor, 2000] “Ley Orgánica de defensa del consumidor”, Congreso Nacional del Ecuador, Publicado en el Registro Oficial No. 116 de 10 de julio del 2000.

[Ecuador Resolución 349-17-Conatel-2007] “Plan técnico fundamental de numeración”, Conatel, 2007.

[Ecuador – Resolución 351-18-Conatel-2007] “Plan técnico fundamental de señalización”, Conatel, 2007.

[Ecuador – Resolución 352-18-Conatel-2007] “Plan técnico fundamental de transmisión”, Conatel, 2007.

[Ecuador – Resolución 353-18-Conatel-2007] “Plan técnico fundamental de sincronismo”, Conatel, 2007.

[Ecuador – Resolución 642-24-Conatel-2008] “Especificaciones técnicas y operativas para la implementación de la portabilidad numérica en la telefonía móvil”, Conatel, 2008.

[España - Ley 32/2003] “Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones”. Cortes Generales de España.

[España – Ley 44/2006] “Ley 44/2006 de mejora de la protección de los consumidores y usuarios”, Cortes Generales de España.

[España – PN Especificaciones técnicas, 1999] “Resolución sobre las especificaciones técnicas aplicables a la conservación de numeración en caso de cambio de operador en las redes públicas telefónicas fijas”, Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones de España, Mayo de 1999.

[España, Real Decreto 2296/2004] “Por el que se aprueba el Reglamento sobre mercados de comunicaciones electrónicas, acceso a las redes y numeración.” 2004.

[ETSI ES 282 001] ETSI ES 282 001 “*Telecommunications and Internet converged services and protocols for advanced networking (TISPAN); NGN Functional Architecture Release 1*”. Agosto de 2005.

[ETSI EN 300 417-1-1] ETSI EN 300 417-1-1 V1.2.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements of transport functionality of equipment; Part 1-1: Generic processes and performance" Octubre de 2001.

[ETSI EN 300 417-1-2] ETSI EN 300 417-1-2 V1.1.3 "*Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements of transport functionality of equipment; Part 1-2: General information about Implementation Conformance Statement (ICS) proforma*". Mayo de 1999.

[ETSI EN 300 462-1-1] ETSI EN 300 462-1-1 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 1-1: Definitions and terminology for synchronization networks". Mayo de 1998.

[ETSI EN 300 462-2-1] ETSI EN 300 462-2-1 V1.2.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 2-1: Synchronization network architecture based on SDH networks". Junio de 2006.

[ETSI EN 300 462-3-1] ETSI EN 300 462-3-1 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 3-1: The control of jitter and wander within synchronization networks". Mayo de 1998.

[ETSI EN 300 462-4-1] ETSI EN 300 462-4-1 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 4-1: Timing characteristics of slave clocks suitable for synchronization supply to Synchronous Digital Hierarchy (SDH) and Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) equipment". Mayo de 1998.

[ETSI EN 300 462-4-2] ETSI EN 300 462-4-2 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 4-2: Timing characteristics of slave clocks suitable for synchronization supply to Synchronous Digital Hierarchy (SDH) and Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) equipment; Implementation Conformance Statement (ICS) proforma specification" Diciembre de 1999.

[ETSI EN 300 462-5-1] ETSI EN 300 462-5-1 V1.1.2 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 5-1: Timing characteristics of slave clocks suitable for operation in Synchronous Digital Hierarchy (SDH) equipment". Mayo de 1998.

[ETSI EN 300 462-6-1] ETSI EN 300 462-6-1 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 6-1: Timing characteristics of primary reference clocks" Mayo de 1998.

[ETSI EN 300 462-7-1] ETSI EN 300 462-7-1 V1.1.2 "Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 7-1: Timing characteristics of slave clocks suitable for synchronization supply to equipment in local node applications". Junio de 2001

[ETSI EN 301 160] ETSI EN 301 160 V1.1.1 "*Routing of calls to European Telephony Numbering Space (ETNS) services*". Octubre de 1998.

[ETSI EN 302 084] ETSI EN 302 084 V1.1.1 *"Transmission and Multiplexing (TM); the control of jitter and wander in transport networks"*. Febrero de 2000.

[ETSI EN 383 001] ETSI EN 383 001 V1.1.1 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Interworking between Session Initiation Protocol (SIP) and Bearer Independent Call Control (BICC) Protocol or ISDN User Part (ISUP)"*. Junio del 2006.

[ETSI ES 282 001] ETSI ES 282 001 V1.1.1 *"Telecommunications and Internet converged services and protocols for advanced networking (TISPAN); NGN Functional Architecture Release 1"*. Agosto de 2005.

[ETSI ES 282 002] ETSI ES 282 002 V1.1.1 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Sub-system (PES); Functional architecture"*. Marzo de 2006

[ETSI ES 282 007] ETSI ES 282 007 V2.1.1 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IP Multimedia Subsystem (IMS); Functional architecture"*. Noviembre de 2008.

[ETSI ES 282 010] ETSI ES 282 010 V2.0.6 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Charging management"*. Abril de 2008.

[ETSI ES 283 002] ETSI ES 283 002 V2.1.0 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); H.248 Profile for controlling Access and Residential Gateways"*. Marzo de 2008.

[ETSI ES 283 003] ETSI ES 283 003 V2.6.1 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IP Multimedia Call Control Protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP) Stage 3"*. Agosto de 2008.

[ETSI ES 283 024] ETSI ES 283 024 V1.1.4 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); H.248 Profile for controlling Trunking Media Gateways; Protocol specification"*. Diciembre de 2007.

[ETSI ES 283 031] ETSI ES 283 031 V1.1.2 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IP Multimedia: H.248 Profile for controlling Multimedia Resource Function Processors (MRFP) in the IP Multimedia System (IMS); Protocol specification"*. Abril de 2008.

[ETSI ETR 085] ETSI ETR 085. *"Transmission and Multiplexing (TM); Generic functional architecture of transport network"*. Junio de 1993.

[ETSI ETR 231] ETSI ETR 231 V1.1.1 *"Universal Personal Telecommunication; UPT Routing"*. Octubre de 1995.

[ETSI TR 101 079] ETSI TR 101 079 V1.1.1 "Network Aspects (NA); Routing of calls to pan-European services using European Telephony Numbering Space (ETNS)". Julio de 1997.

[ETSI TR 101 300] ETSI TR 101 300 V2.1.1, "*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON); Description of Technical Issues.*". Octubre de 1999.

[ETSI TR 101 689-1] ETSI TR 101 689-1 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Terms and definitions in transport networks; Part 1: Core networks" Julio de 1999.

[ETSI TR 101 689-2] ETSI TR 101 689-2 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Terms and definitions in transport networks; Part 2: Access networks". Julio de 2000.

[ETSI TR 101 689-3] ETSI TR 101 689-3 V1.1.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Terms and definitions in transport networks; Part 3: Fixed Radio Systems". Julio de 1999.

[ETSI TR 101 877] ETSI 101 877 V2.1.1 "*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON) Release 3; Requirements Definition Study; Scope and Requirements for a Simple Call.*" Junio de 2001.

[ETSI TR 101 878] ETSI TR 101 878 V1.1.1 "*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON) Release 3; Service Capability Definition; Service Capabilities for a Multimedia Call.*". Febrero de 2004.

[ETSI TR 180 000] ETSI TR 180 000 V1.1.1 "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Terminology". Julio de 1999

[ETSI TR 183 013] ETSI TR 183 013 V1.1.1 "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Analysis of relevant 3GPP IMS specifications for use in TISPAN_NGN Release 1 specifications". Mayo de 2006

[ETSI TS 101 882] ETSI TS 101 882 "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON) Release 3; Protocol Framework Definition; General (Metaprotocol)". Junio 2002.

[ETSI TS 101 314] ETSI TS 101 314 "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON) Release 3; Abstract Architecture and reference Points Definition; Network Architecture and Reference Points". Junio de 2001.

[ETSI TS 101 315] "ETSI TS 101 315 "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON) Release 3; Functional Entities, Information Flow and Reference Point Definitions; Guidelines for Application of TIPHON Functional Architecture to Interdomain Services". Junio de 2001.

[ETSI TS 101 884] ETSI TS 101 884 "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks (TIPHON) Release 3; Technology Mapping; Implementation of TIPHON Architecture using SIP". Septiembre 2002.

[ETSI TS 124 403] "ETSI TS 124 403 V7.3.0 (2009-06) Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); TISPAN; IP Multimedia Call Control Protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP) Stage 3 [3GPP TS 24.229 (Release 7), modified] (3GPP TS 24.403 version 7.3.0 Release 7)". Junio de 2009.

[ETSI TS 181 010] "ETSI TS 181 010 V1.1.1 Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Service requirements for end-to-end session control in multimedia networks (Release 1)". Junio de 2005.

[ETSI TS 182 012] ETSI TS 182 012 V2.1.4 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS-based PSTN/ISDN Emulation Sub-system (PES); Functional architecture"*. Marzo de 2004.

[ETSI TS 183 033] ETSI TS 183 033 V2.1.0 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IP Multimedia; Diameter based protocol for the interfaces between the Call Session Control Function and the User Profile Server Function/Subscription Locator Function; Signaling flows and protocol details"*. Junio de 2008.

[ETSI TS 183 043] ETSI TS 183 043 V1.2.1 *"Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS-based PSTN/ISDN Emulation; Stage 3 specification"*. Febrero de 2009.

[Fergusson] "Implications of SONET and SDH" Electronics and communications Engineering Journal, 6(6):133-142, S.P. Fergusson, Septiembre de 1994.

[Gómez] "Primer informe: los planes técnicos básicos en Colombia frente a la convergencia de redes y servicios", Julián Gómez, Marzo de 2010.

[Handley et Al – 1999]. *"Very large conferences on the internet: the internet multimedia conferencing architecture"* The international journal of computer and telecommunications networking, 31(3): 191-204, M. Handley, J. Crowcroft, C. Bormann y J. Ott, 1999.

[Hanrahan] "Network Convergence. Services, Applications, Transport, and Operations Support", Hu Hanrahan, Wiley, 2007

[IETF – RFC2976] IETF – RFC2976 "The SIP INFO Method". S. Donovan. Internet Engineering Task Force, 2000.

[IETF – RFC3265] IETF – RFC3265 "Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification", A. B. Roach. Internet Engineering Task Force 2002

[IETF – RFC 3262] IETF – RFC 3262 "Reliability of Provisional Responses in the Session Initiation Protocol (SIP)", Rosenber & Schulzrinne. Internet Engineering Task Force. 2002.

[IETF – RFC 3311] IETF – RFC 3311 “The Session Initiation Protocol (SIP) UPDATE Method”, J. Rosenberg. Internet Engineering Task Force. 2002.

[IETF – RFC 3428] IETF – RFC 3428 “Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Instant Messaging”, Campbell et. Al. Internet Engineering Task Force. 2002

[IETF – RFC3515] IETF - RFC3515 “The Session Initiation Protocol (SIP) Refer Method”, R. Sparks. Internet Engineering Task Force. 2003.

[IETF – RFC3621] IETF RFC3261 “SIP: Session Initiation Protocol”, J. Rosenberg et Al. Internet Engineering Task Force, 2002.

[IETF – RFC3903] IETF – RFC3903 “Session Initiation Protocol (SIP) Extension for the event State Publication”, A. Niemi. Internet Engineering Task Force. 2004.

[Libro verde] “Libro Verde sobre la convergencia de los sectores de telecomunicaciones, medios de comunicación y tecnologías de la información y sobre sus consecuencias para la reglamentación - En la perspectiva de la sociedad de la información”, Comisión Europea, Bruselas, 3 de diciembre de 1997.

[Marcus – 2006] “Interconnection in an NGN environment”, Scott Marcus, ITU Workshop on What rules for IP-enabled NGNs?, Geneva, 23-24 March 2006.

[México – Ley de Protección al Consumidor y sus Reformas, 1992] “Ley Federal de Protección al Consumidor”, Congreso de la Unión de México, 1992.

[México – Plan Técnico de Numeración, 1994] “Plan técnico fundamental de numeración” Secretaría de comunicaciones y transportes de México, 1994.

[México – Ley de Telecomunicaciones y sus Reformas, 1995] “Ley Federal de Telecomunicaciones”, Congreso de la Unión de México, 1995.

[Milne - 2006] “Numbering for convergence in Colombia. Version Final” Milne & Milne, Noviembre de 2006.

[MinCom Decreto 25 - 2002] “Decreto 25 de 2002 por el cual se adoptan los Planes Técnicos Básicos y se dictan otras disposiciones”, Ministerio de Comunicaciones – República de Colombia, 11 de enero de 2002.

[MinCom Decreto 1130 – 1999] Decreto 1130 de 1999. “Por el cual se reestructuran el Ministerio de Comunicaciones y algunos organismos del sector administrativo de comunicaciones y se trasladan funciones a otras entidades públicas.” Ministerio de Comunicaciones – República de Colombia, 29 de junio de 1999.

[MinCom Decreto 2455 - 2003] "Decreto 2455 de 2003 por medio del cual se modifica el Decreto 25 de 2002", Ministerio de Comunicaciones – República de Colombia, 29 de agosto de 2003.

[MinCom Decreto 2606 - 1993] Decreto 2606 de 1993. "Por el cual se adopta el plan de Numeración". Ministerio de Comunicaciones – República de Colombia, 23 de diciembre de 1993.

[MinCom Decreto 2870 - 2007] "Decreto 2870 de 2007 por medio del cual se adoptan medidas para facilitar la Convergencia de los servicios y redes en materia de Telecomunicaciones."

[MinCom Norma Nacional SS7 - 1998] "Norma Nacional de Señalización por Canal Común No 7 – SSC7– Segunda versión", Ministerio de Comunicaciones, 1998.

[MinCom Plan Nacional Numeración - 1998] "Plan Nacional de Numeración – Segunda versión", Ministerio de Comunicaciones, 1998.

[MinCom Plan Nacional Telecomunicaciones - 1993] "Plan Nacional de Telecomunicaciones", Dirección de Planeación Sectorial, Ministerio de Comunicaciones, 1993.

[MinCom Resolución 525 – 1991] "Especificaciones técnicas y requerimientos operativos para el Sistema de Señalización por canal común Número 7 con aplicación de la parte de usuario de la Red Digital de Servicios Integrados - versión n. 1 de la norma nacional-" Ministerio de Comunicaciones, Septiembre 23 de 1991.

[Modarressi & Skoog] "Signaling system 7: A tutorial". IEEE Communications Magazine, 28(7): 19-35, Julio de 1990.

[Olsson - 1997] "Understanding Telecommunications 1", A. Olsson, Ericsson Telecom AB, Telia Ab, Studentlitteratur AB, 1997.

[Olsson - 2003] "*Understanding Changing Telecommunications*", A. Olsson, John Wiley & Sons, 2003

[Perú – Resolución suprema No 011-2003-MTC] "APRUEBAN EL PLAN TÉCNICO FUNDAMENTAL DE SEÑALIZACIÓN" Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, 2003.

[República Dominicana – Ley 153-98] "Ley General de las Telecomunicaciones", Ley 153 de 1998, Congreso de República Dominicana.

[República Dominicana – Instituto Dominicano de la Telecomunicaciones Resolución No 018-10, 2010] "Resolución no. 018-10 que dispone el inicio del proceso de consulta pública para dictar la modificación del reglamento general de interconexión para las redes de los servicios públicos de telecomunicaciones." Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, 2010.

[República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 039-04, 2004] "Resolución 039-04 que aprueba el Plan técnico fundamental de encaminamiento" Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, 2004.

[República Dominicana – Instituto Dominicano de la Telecomunicaciones Resolución No 107-06, 2006] “Resolución no. 107-06 que aprueba el plan técnico fundamental de señalización” Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, 2006

[República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución No. 122-04, 2004] “resolución 122-04 que ordena medidas relacionadas con el proceso de implementación del nuevo código de área (numbering plan Area code - NPA) para la república dominicana y modifica el Artículo 29.1 del plan técnico fundamental de Encaminamiento, aprobado por la resolución del consejo Directivo no.039-04., 2004.

[República Dominicana - Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución No. 196-05, 2005] “Resolución no. 196-05 que aprueba el Plan técnico fundamental de tasación”, Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, 2005

[República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 198-05, 2005] “Resolución no. 198-05 que aprueba el plan técnico fundamental de sincronización”, Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, 2005.

[República Dominicana – Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones Resolución 205-05, 2005] “Resolución no. 205-05 que aprueba el plan técnico fundamental de transmisión.” Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, 2005.

[Salina] “Next Generation Networks. Perspectives and Potentials”, Jingming Li Salina & Pascal Salina, Wiley, 2007.

[Sistemas, Administración e Ingeniería – 2009] “Consultoría Numeración para telefonía nomádica y uso de códigos cortos para SMS y MMS”, Contrato 034 de 2009, Informe II – Numeración para aplicaciones Nomádicas, Sistemas, Administración e Ingeniería, Septiembre de 2009.

[Suecia – PTS - ISPC, 2010] “Plan of International Signaling Point Codes (ISPC) according to ITU-T Recommendation Q.708” Swedish Post and Telecom Agency, 2010

[Suecia – PTS - NSPC, 2010] “Plan of National Signaling Point Codes (NSPC) according to Report ITS 20” Swedish Post and Telecom Agency, 2010

[Suecia – PTS – Numbering Plan, 2009] “The Swedish numbering plan for telephony according to ITU-T Recommendation E.164” Swedish Post and Telecom Agency, 2009

[Suecia - Swedish Standard SS 63 63 92] “Number Portability in Sweden – Network solutions for Service Provider Portability for public digital mobile telephony services ” Information Technology Standardization, Marzo de 2000.

[UIT-D D.SUP3] Recomendación UIT-T D.SUP3 “Manual sobre la metodología para la determinación de costes y el establecimiento de tarifas nacionales”. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Abril de 1998

[UIT-T E.129] Recomendación UIT-T E.129 "Presentación de planes de numeración nacional". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 2002.

[UIT-T E.164] Recomendación UIT-T E.164 "Plan Internacional de numeración de telecomunicaciones públicas". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Febrero de 2005.

[UIT-T E.168] Recomendación UIT-T E.168 "Aplicación del plan de numeración E.164 para las telecomunicaciones personales universales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Mayo de 2002

[UIT-T E.169] Recomendación UIT-T E.169 "Aplicación del plan de numeración de la Recomendación E.164 a los números universales del servicio internacional que utilizan indicativos de país para servicios mundiales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Mayo de 2002

[UIT-T E.170] Recomendación UIT-T E.170 "Encaminamiento del tráfico" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Octubre de 1992

[UIT-T E.171] Recomendación UIT-T E.171 "Plan de encaminamiento telefónico internacional" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T E.172] Recomendación UIT-T E.172 "Plan de encaminamiento en la RDSI" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Octubre de 1992.

[UIT-T E.173] Recomendación UIT-T E.173 "Plan de encaminamiento para la interconexión entre redes móviles terrestres públicas y redes con terminales fijos" Unión Internacional de Telecomunicaciones. 1991.

[UIT-T E.174] Recomendación UIT-T E.174 "Principios y directrices para el encaminamiento de las telecomunicaciones personales universales" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Abril de 1995.

[UIT-T E.411] Recomendación UIT-T E.411 "Gestión de la red internacional – Directrices de explotación". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2000.

[UIT-T E.412] Recomendación UIT-T E.412 "Controles de gestión de red". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Enero de 2003.

[UIT-T E.420] Recomendación UIT-T E.420 "Comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional – consideraciones generales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T E.421] Recomendación UIT-T E.421 "Observaciones de la calidad de servicio mediante métodos estadísticos". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T E.422] Recomendación UIT-T E.422 "Observaciones de la calidad de servicio de llamadas telefónicas internacionales salientes". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Febrero de 1996

[UIT-T E.425] Recomendación UIT-T E.425 "Observaciones automáticas internas". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2002.

[UIT-T E.426] Recomendación UIT-T E.426 "Directrices generales sobre el porcentaje de intentos de llamada eficaces, que debe observarse en el caso de comunicaciones telefónicas internacionales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Octubre de 1992.

[UIT-T E.521] Recomendación UIT-T E.521 "Cálculo del número de circuitos de un haz utilizado para cursar el tráfico de desbordamiento". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T E.522] Recomendación UIT-T E.522 "Número de circuitos en un haz de gran utilización Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988

[UIT-T E.600] Recomendación UIT-T E.600 "Términos y definiciones de ingeniería de tráfico". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T G.101] Recomendación UIT-T G101 "Plan de Transmisión". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 2003.

[UIT-T G.107] Recomendación UIT-T G.107, "El modelo E, un modelo informático para su utilización en planificación de la transmisión." Abril 2009.

[UIT-T G.108] Recomendación UIT-T G.108, "Aplicación del modelo E: Directrices para la planificación" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 1999.

[UIT-T G.109] Recomendación UIT-T G.709 "Definición de las categorías de calidad de transmisión vocal". Septiembre de 2009.

[UIT-T G.113] Recomendación UIT-T G.713 "Degradaciones de la transmisión debido al tratamiento de las señales vocales". Noviembre de 2007.

[UIT-T G.114] Recomendación UIT-T G.114 "Tiempo de transmisión en un sentido", Mayo, 2003.

[UIT-T G.168] Recomendación UIT-T G.168 "Compensadores de eco de redes digitales". Marzo de 2009.

[UIT-T G.701] Recomendación UIT-T G.701 "Vocabulario de términos relativos a la transmisión y multiplexación digitales y a la modulación por impulsos codificados". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T G.711] Recomendación UIT-T G.711 "Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T G.712] Recomendación UIT-T G.711 "Características de la calidad de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 2001.

[UIT-T G.729] Recomendación UIT-T G.729 "Codificación de la voz a 8 kbit/s mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Enero de 2007.

[UIT-T G.801] Recomendación UIT-T G.801 "Modelos de Transmisión Digital" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988

[UIT-T G. 803] Recomendación UIT-T G.803 "Arquitectura de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo 2000

[UIT-T G.810] Recomendación UIT-T G.701 "Definiciones y terminología para redes de sincronización" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Agosto de 1996

[UIT-T G.811] Recomendación UIT-T G.811 "Características de temporización de los relojes de referencia primarios" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 1997

[UIT-T G.812] Recomendación UIT-T G.812 "Requisitos de temporización de relojes subordinados adecuados para utilización como relojes de nodo en redes de sincronización" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Junio de 2004.

[UIT-T G.813] Recomendación UIT-T G.813 "Características de temporización de relojes subordinados de equipos de la jerarquía digital síncrona" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2003.

[UIT-T G.820] Recomendación UIT-T G.820 "Relaciones entre las Recomendaciones sobre la calidad de funcionamiento de la red digital de servicios integrados (RDSI), las redes basadas en IP y la capa física" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Julio de 2004

[UIT-T G.821] Recomendación UIT-T G.821 "Característica de error de una conexión digital internacional que funciona a una velocidad binaria inferior a la velocidad primaria y forma parte de una red digital de servicios integrados" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Diciembre de 2002.

[UIT-T G.822] Recomendación UIT-T G.822 "Objetivos de tasa de deslizamientos controlados en una conexión digital internacional". Unión Internacional de Telecomunicaciones. 1993.

[UIT-T G.823] Recomendación UIT-T G.823 "Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2000.

[UIT-T G.825] Recomendación UIT-T G.825 "Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía digital síncrona". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2000.

[UIT-T G.1000] Recomendación UIT-T G.1000 "Calidad del servicio de las comunicaciones: marco y definiciones". Noviembre 2001.

[UIT-T G.1010] Recomendación UIT-T G.1010 "Categorías de calidad de servicio para los usuarios de extremo de servicios multimedios". Noviembre 2001.

[UIT-T H.100] Recomendación UIT-T H.100 "Sistemas videotelefónicos" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T H.130] Recomendación UIT-T H.130 "Estructuras de trama destinadas a la interconexión internacional de códecs digitales para videoconferencia o videotelefonía" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T H.225.0] Recomendación UIT-T H.225.0 "Protocolos de señalización de llamada y paquetización de trenes de medios para sistemas de comunicación multimedia por paquetes" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Diciembre 2009.

[UIT-T H.245] Recomendación UIT-T H.245 "Protocolo de control para comunicación multimedia" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 2005.

[UIT-T H.248.1] Recomendación UIT-T H.248.1 "Protocolo de control de las pasarelas versión 3" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Diciembre 2009.

[UIT-T H.261] Recomendación UIT-T H.261 "Códec vídeo para servicios audiovisuales a p x 64 kbit/s". Marzo de 2003

[UIT-T H.320] Recomendación UIT-T H.320 "Sistemas y equipos terminales videotelefónicos de banda estrecha" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2004.

[UIT-T H.323] Recomendación UIT-T H.323 "Sistemas de comunicación multimedios basados en paquetes". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Diciembre 2009

[UIT-T I.112] Recomendación UIT-T I.112 "Vocabulario de términos relativos a las redes digitales de servicios integrados". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993

[UIT-T J.177] Recomendación UIT-T J.177 "Especificación de la prestación de servicios de abonado por el servidor de gestión de llamadas IPCablecom". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 2005

[UIT-T P.11] Recomendación UIT-T P.11, "Efectos de las degradaciones de la transmisión." Unión Internacional de Telecomunicaciones Marzo, 1993.

[UIT-T P.310] Recomendación UIT-T P.310 "Características de transmisión para teléfonos digitales en banda telefónica (300-3400 Hz)". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Junio de 2005.

[UIT-T P.311] Recomendación UIT-T P.311 "Características de transmisión de los microteléfonos digitales de banda ancha (150-7000 Hz)". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Junio de 2005.

[UIT-T P.341] Recomendación UIT-T P.341 "Características de transmisión de los microteléfonos digitales de banda ancha (150-7000 Hz)". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Junio de 2005.

[UIT-T Q.9] Recomendación UIT-T Q.9 "Vocabulario de términos relativos a la conmutación y la señalización". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1998.

[UIT-T Q.12] Recomendación UIT-T Q.12 "Desbordamiento - Encaminamiento alternativo - Reencaminamiento - Repetición automática de tentativa" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1998.

[UIT-T Q.300] Recomendación UIT-T Q.300 "Especificaciones del sistema de señalización N. °6". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988

[UIT-T Q.400-Q.499] Recomendaciones UIT-T Q.400-Q.499 "Especificaciones del sistema R2". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T Q.551] Recomendaciones UIT-T Q.551 "Características de transmisión de las centrales digitales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Enero de 2002.

[UIT-T Q.552] Recomendaciones UIT-T Q.552 "Características de transmisión en las interfaces analógicas a dos hilos de una central digital". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 2001.

[UIT-T Q.601] Recomendaciones UIT-T Q.601. "Interfuncionamiento de los Sistemas de Señalización." Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.616] Recomendaciones UIT-T Q.616. "Procedimientos lógicos para el Sistema de Señalización R2 de llegada." Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.626] Recomendaciones UIT-T Q.626. "Procedimientos lógicos para el Sistema de Señalización R2 de salida." Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.686] Recomendaciones UIT-T Q.686. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.695] Recomendaciones UIT-T Q.695. "Interfuncionamiento de Sistemas de Señalización - Procedimientos lógicos para el interfuncionamiento del Sistema de Señalización N° 7 (Parte de Red Digital de Servicios Integrados) hacia el R2." Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.700] Recomendaciones UIT-T Q.700 "Introducción al sistema de señalización N. °7 del CCITT". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.704] Recomendaciones UIT-T Q.704 "Recomendaciones UIT-T Q.700"Unión Internacional de Telecomunicaciones. Julio de 1996

[UIT-T Q.706]Recomendaciones UIT-T Q.706 "Calidad de señalización de la parte transferencia de mensajes"Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993

[UIT-T Q.708] Recomendación UIT-T Q.708 "Procedimientos de asignación de códigos de puntos de señalización internacional". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.709] Recomendación UIT-T Q.709"Conexión Ficticia de Referencia para la Señalización". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.721]Recomendación UIT-T Q.721 "Descripción funcional de la parte usuario de telefonía (PUT) del sistema de señalización N. ° 7"Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T Q.767] Recomendación UIT-T Q.767 "Aplicación de la parte de usuario RDSI del Sistema de Señalización N° 7 para interconexiones RDSI internacionales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.769.1] "Sistema de señalización N° 7 – Mejoras de la parte usuario de la RDSI para el soporte de portabilidad de números", Unión Internacional de Telecomunicaciones. Diciembre de 1999.

[UIT-T Q.780] Recomendación UIT-T Q.780 "Especificación de pruebas del SS N° 7 (Generalidades)". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Octubre de 1995.

[UIT-T Q.781] Recomendación UIT-T Q.781 "Especificación de pruebas de la MTP de nivel 2". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Abril de 2002.

[UIT-T Q.782] Recomendación UIT-T Q.782 "Especificación de pruebas de la MTP de nivel 3". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Abril de 2002.

[UIT-T Q.783] Recomendación UIT-T Q.783 "Especificación de pruebas de la TUP". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T Q.784] Recomendación UIT-T Q.784 "Especificación de las pruebas de llamada básicas para la parte usuario de la red digital de servicios integrados (PUSI)" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Febrero de 1991.

[UIT-T Q.785] Recomendación UIT-T Q.785 "Especificación de pruebas de protocolos de ISUP para servicios suplementarios" Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 1991.

[UIT-T Q.786] Recomendación UIT-T Q.786 "Especificación de pruebas de la parte de control de conexión de la señalización". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T Q.825] Recomendación UIT-T Q.825 "Especificaciones de aplicaciones de la red de gestión de telecomunicaciones en la interfaz Q.3: Registro de detalles de llamadas". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Junio de 1998.

[UIT-T Q.850] Recomendación UIT-T Q.850 "Utilización de los elementos de información causa y ubicación en el sistema de señalización digital de abonado N.º 1 y en la parte usuario de RDSI del sistema de señalización N.º 7". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Mayo de 1998.

[UIT-T Q.931] Recomendación UIT-T Q.931 "Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados para el control de la llamada básica". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Mayo de 1998.

[UIT.T Q.1741.1] Recomendación UIT-T Q.1741.1 "Referencias de IMT-2000 a la publicación de 1999 del sistema global para comunicaciones móviles que ha evolucionado hacia la red medular del sistema de telecomunicaciones móviles universales con la red de acceso de la red terrenal de acceso radioeléctrico del sistema de telecomunicaciones móviles universales". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Abril de 2002.

[UIT-T Q.1761] Recomendación UIT-T Q.1761 "Principios y requisitos para la convergencia de los sistemas fijos y los sistemas IMT-2000 existentes". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Enero de 2004.

[UIT-T Q.1901] Recomendación UIT-T Q.1901 "Protocolo de control de llamada independiente del portador". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Junio de 2000.

[UIT-T T.70] Recomendación UIT-T T.70 "Servicio de transporte básico independiente de la red para los servicios telemáticos". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T T.90] Recomendación UIT-T T.90 "Características y protocolos para terminales de servicios de telemática en la RDSI". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Febrero de 1992.

[UIT-T T.100] Recomendación UIT-T T.100 "Intercambio de información internacional para el videotex interactivo". Noviembre de 1988.

[UIT-T T.101] Recomendación UIT-T T.101 "Interfuncionamiento internacional de servicios videotex". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1994.

[UIT-T T.102] Recomendación UIT-T T.102 "Protocolos de extremo a extremo de videotex basado en sintaxis en modo circuito en la red digital de servicios integrados". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T T.103] Recomendación UIT-T T.103 "Protocolos de extremo a extremo para el servicio videotex basado en sintaxis para la red digital de servicios integrados en modo paquete". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T T.104] Recomendación UIT-T T.104 "Acceso en modo paquete para videotex basado en sintaxis vía red telefónica pública conmutada". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T T.105] Recomendación UIT-T T.105 "Protocolo de la capa de aplicación para videotex basado en sintaxis". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1994.

[UIT-T T.106] Recomendación UIT-T T.106 "Estructura de los protocolos para terminales videotex". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 1993.

[UIT-T T.300] Recomendación UIT-T T.300 "Principios generales del interfuncionamiento telemático". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T TRQ 2840] "Informe técnico TRQ.2840: Requisitos de señalización para el soporte de la telefonía IP". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2004.

[UIT-T U.140] Recomendación UIT-T U.140 "Definiciones de términos técnicos esenciales relativos a conmutación y señalización telegráficas". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T X.60] Recomendación UIT-T X.60 "Señalización por canal común para aplicaciones de datos con conmutación de circuitos". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 1988.

[UIT-T X.70] Recomendación UIT-T X.70 "Sistema de señalización de control terminal y de tránsito para servicios arrítmicos en circuitos internacionales entre redes asíncronas de datos" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1988.

[UIT-T X.71] Recomendación UIT-T X.71 "Sistema de señalización descentralizada de control terminal y de tránsito para circuitos internacionales entre redes síncronas de datos". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1988.

[UIT-T X.75] Recomendación UIT-T X.75 "Sistema de señalización con conmutación de paquetes entre redes públicas que proporcionan servicios de transmisión de datos". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 1996.

[UIT-T X.77] Recomendación UIT-T X.77 "Interfuncionamiento entre redes RPDCP vía RDSI-BA". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Agosto de 1997.

[UIT-T X.80] Recomendación UIT-T X.80 "Interfuncionamiento de sistemas de señalización entre centrales para servicios de datos con conmutación de circuitos". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1988.

[UIT-T X.81] Recomendación UIT-T X.81 "Interfuncionamiento entre una RDSI en modo conmutación de circuito y una red pública de datos con conmutación de circuitos (RPDCC)". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1988.

[UIT-T X.121] Recomendación UIT-T X.121 "Plan de numeración internacional para redes públicas de datos". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 2000.

[UIT-T X.200] Recomendación UIT-T X.200 "Tecnología de la información - Interconexión de sistemas abiertos - Modelo de referencia básico: El modelo básico". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Julio de 1994.

[UIT-T X.300] Recomendación UIT-T X.300 "Principios generales de interfuncionamiento entre redes públicas y entre redes públicas y otras redes para la prestación de servicios de transmisión de datos" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 1996.

[UIT-T X.321] Recomendación UIT-T X.321 "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de circuitos (RPDCC) y redes digitales de servicios integrados (RDSI) para la prestación de servicios de transmisión de datos" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 1996.

[UIT-T X.322] Recomendación UIT-T X.322 "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) y redes públicas de datos con conmutación de circuitos (RPDCC) para la prestación de servicios de transmisión de datos" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1988.

[UIT-T X.324] Recomendación UIT-T X.324 "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) y redes públicas de datos con conmutación de circuitos (RPDCC) para la prestación de servicios de transmisión de datos" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Noviembre de 1988.

[UIT-T X.325] Recomendación UIT-T X.325 "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) y redes digitales de servicios integrados (RDSI) para la prestación de servicios de transmisión de datos". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 1996.

[UIT-T X.326] Recomendación UIT-T X.326 "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre las redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) y la red de señalización por canal común (RSCC)". Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 1996.

[UIT-T X.327] Recomendación UIT-T X.327 "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre las redes públicas de datos con conmutación de paquetes y las redes privadas de datos para la prestación de servicios de transmisión de datos" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 1996.

[UIT-T X.330] Recomendación UIT-T X.330 "Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre las redes públicas de datos con conmutación de paquetes y las redes privadas de datos para la prestación de servicios de transmisión de datos" Unión Internacional de Telecomunicaciones, Octubre de 1996.

[UIT-T Y.101] Recomendación UIT-T Y.101 "Terminología de la infraestructura mundial de la información: Términos y definiciones". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Marzo de 2000.

[UIT-T Y.1531] Recomendación UIT-T Y.1531 "SIP-based call processing performance". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Noviembre de 2007.

[UIT-T Y.1540] Recomendación UIT-T Y.1540, "*Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters.*" Unión Internacional de Telecomunicaciones Noviembre 2007.

[UIT-T Y.1541] Recomendación UIT-T Y.1541, "Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet." Febrero 2006.

[UIT-T Y.1561] Recomendaciones UIT-T Y.1561 "Parámetros de calidad de funcionamiento y disponibilidad para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Mayo de 2004.

[UIT-T Y.2001] Recomendaciones UIT-T Y.2001 "Visión general de las redes de próxima generación". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Diciembre de 2004.

[UIT-T Y.2006] Recomendaciones UIT-T Y.2006 "*Description of capability set 1 of NGN release 1*". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Febrero de 2008.

[UIT-T Y.2007] Recomendaciones UIT-T Y.2007 "Conjunto de capacidades 2 de las redes de próxima generación". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Enero 2010.

[UIT-T Y.2011] Recomendaciones UIT-T Y.2011 "Principios generales y modelo de referencia general de las redes de próxima generación". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Octubre de 2004.

[UIT-T Y.2021] Recomendaciones UIT-T Y.2021 "Subsistema multimedios IP (IMS) para las redes de próxima generación". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 2006.

[UIT-T Y.2031] Recomendaciones UIT-T Y.2031 "Arquitectura para emular la RTPC/RDSI". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 2006.

[UIT-T Y.2051] Recomendaciones UIT-T Y.2051 "Descripción general de las NGN IPv6". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Febrero de 2008.

[UIT-T Y.2091] Recomendaciones UIT-T Y.2091 "Términos y definiciones aplicables a las redes de la próxima generación". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Febrero de 2008.

[UIT-T Y.2201] Recomendaciones UIT-T Y.2201 "Requisitos de las redes de la próxima generación, versión 1". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Abril 2007.

[UIT-T Y.2261] Recomendaciones UIT-T Y.2261 "Evolución de la RTPC/RDSI hacia la red de próxima generación". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 2006.

[UIT-T Y.2271] Recomendaciones UIT-T Y.2271 "Emulación de la RTPC/RDSI fundamentada en servidor de llamadas". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 2006.

[UIT-T Y.Sup 7] Recomendaciones UIT-T Y. Suplemento 7 "ITU-T Y.2000-series – Supplement on NGN release 2 scope". Unión Internacional de Telecomunicaciones. Septiembre de 2008.

[Uruguay – URSEC - Plan Nacional de Señalización] "Plan Técnico Fundamental de Señalización", URSEC.

[Wood], "*Balancing short- and long-term demands in NGN transformation*". R. Wood, Analysis Mason. Abril de 2008.