



## LAS COMISIONES DE ESTUDIO DEL UIT-D

Las Comisiones de Estudio del UIT-D se establecieron de conformidad con la Resolución 2 de la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT) celebrada en Buenos Aires (Argentina) en 1994. Para el periodo 1998-2002, se encomendó a la Comisión de Estudio 1 el estudio de once Cuestiones en el campo de las estrategias y políticas de desarrollo de las telecomunicaciones y a la Comisión de Estudio 2 el estudio de siete Cuestiones en el campo del desarrollo y gestión de los servicios y redes de telecomunicaciones. Para este periodo y a fin de responder lo más rápidamente posible a las preocupaciones de los países en desarrollo, en lugar de aprobarse durante la CMDT, los resultados de cada Cuestión se publicarán a medida que vayan estando disponibles.

### Para toda información

*Sírvase ponerse en contacto con:*

Sra Fidélia AKPO  
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)  
UIT  
Place des Nations  
CH-1211 GINEBRA 20  
Suiza  
Teléfono: +41 22 730 5439  
Fax: +41 22 730 5884  
E-mail: [fidelia.akpo@itu.int](mailto:fidelia.akpo@itu.int)

### Para solicitar las publicaciones de la UIT

*No se admiten pedidos por teléfono. En cambio, pueden enviarse por telefax o e-mail.*

UIT  
Servicio de Ventas  
Place des Nations  
CH-1211 GINEBRA 20  
Suiza  
Teléfono: +41 22 730 6141 inglés  
Teléfono: +41 22 730 6142 francés  
Teléfono: +41 22 730 6143 español  
**Fax: +41 22 730 5194**  
Télex: 421 000 uit ch  
Telegrama: ITU GENEVE  
**E-mail: [sales@itu.int](mailto:sales@itu.int)**

**La Librería electrónica de la UIT: [www.itu.int/publications](http://www.itu.int/publications)**

© UIT 2001

Reservados todos los derechos de reproducción. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, incluyendo la fotocopia y el microfilme, sin previa autorización escrita de la UIT.

## FASCÍCULO 2

## Redes y servicios digitales

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
<b>CAPÍTULO 1 – Introducción</b> .....	1
1.1 Generalidades .....	1
1.2 Hacia una nueva arquitectura de comunicaciones.....	6
1.3 Arquitectura de comunicaciones futura.....	6
1.3.1 Contenido y aplicaciones de usuario .....	7
1.3.2 Control de comunicaciones y aplicaciones.....	7
1.3.3 Conectividad.....	7
1.4 Estructura del fascículo 2 .....	8
1.5 Lista de abreviaturas .....	9
<b>CAPÍTULO 2 – Redes y servicios digitales</b> .....	11
2.1 Red telefónica pública conmutada (RTPC).....	11
2.1.1 Redes de acceso .....	12
2.1.2 Nivel de central local .....	12
2.1.3 Nivel de central interurbana.....	12
2.1.4 Señalización.....	13
2.2 Red digital de servicios integrados (RDSI).....	14
2.2.1 Situación en el mercado de la RDSI .....	17
2.2.2 Servicios de la RDSI.....	17
2.2.3 Configuración de referencia de la RDSI.....	17
2.2.4 Interfaces de la RDSI.....	18
2.2.4.1 Interfaz S <sub>0</sub> .....	18
2.2.4.2 Interfaz S2M.....	19
2.2.5 Protocolos de señalización RDSI.....	20
2.2.5.1 Sistema de señalización digital de abonado N° 1 (DSS 1) .....	21
2.2.5.2 Sistema de señalización N° 7.....	22
2.3 Redes inteligentes .....	22
2.3.1 Conceptos y requisitos de las redes inteligentes .....	22
2.3.2 Consideraciones sobre la introducción de servicios RI en la red.....	25
2.3.3 Funciones y conjuntos de capacidades de la RI.....	26
2.3.4 Puntos de referencia e interfaces .....	29
2.3.5 Modelo conceptual de RI – plano funcional global .....	30
2.3.6 Cometido futuro de la red inteligente .....	30
2.4 Red de conmutación de paquetes .....	32
2.4.1 Introducción.....	32
2.4.2 Estructura básica X.25 .....	32
2.4.3 Principios de transmisión por paquetes .....	33
2.4.4 Capas X.25.....	35
2.5 Retransmisión de tramas .....	38
2.5.1 Introducción.....	38
2.5.2 Definición .....	38
2.5.3 Descripción general .....	39

	<i>Página</i>
2.5.4	Aplicaciones..... 40
2.5.5	Formato de trama..... 40
2.5.6	Operaciones de la capa de enlace de datos con la retransmisión de tramas..... 41
2.5.6.1	Funcionamiento con un enlace ..... 41
2.5.6.2	Funcionamiento con más de un enlace ..... 41
2.5.7	Anchura de banda por demanda..... 42
2.5.8	Tráfico descartado..... 42
2.5.9	Notificación de congestión ..... 42
2.6	Redes basadas en ATM..... 42
2.6.1	Elementos de red ATM..... 42
2.6.2	Funcionamiento de la red ATM..... 45
2.6.3	Encaminamiento en ATM..... 50
2.6.4	Emulación de LAN ..... 52
2.6.5	Ejemplos de red ATM..... 53
2.6.5.1	Características de tráfico en ATM..... 55
2.6.5.2	Control de la red neural en el nodo ATM..... 56
2.7	Interfuncionamiento entre redes..... 59
2.7.1	Aspectos generales..... 59
2.7.2	Principios de interfuncionamiento que sólo involucran capacidades de transmisión..... 60
2.7.2.1	Composición y descomposición de subredes ..... 60
2.7.2.2	Principios de interfuncionamiento entre subredes..... 60
2.7.3	Categorías de interfuncionamiento ..... 60
2.7.3.1	Interfuncionamiento por correspondencia del control de llamada ..... 60
2.7.3.2	Interfuncionamiento por acceso de puerto..... 61
2.7.4	Relaciones con respecto a la gestión..... 61
2.7.5	Ejemplos de casos de interfuncionamiento..... 61
2.7.5.1	Interfuncionamiento RDSI – RDSI ..... 61
2.7.5.2	Interfuncionamiento RDSI – red de paquetes ..... 64
2.7.5.2.1	Escenario de integración mínima X.31 (CASO A) . 64
2.7.5.2.2	Escenario de integración máxima X.31 (CASO B) . 65
2.7.5.3	Escenario europeo de integración máxima..... 66
2.7.6	Recomendaciones relacionadas con el interfuncionamiento..... 67
2.8	Tipos de nuevos servicios ..... 67
2.8.1	Servicios de RDSI-BE ..... 67
2.8.2	Servicios de banda ancha..... 68
2.8.3	Ejemplos de nuevos servicios de banda ancha..... 69
2.8.4	Servicios multimedia..... 73
2.9	Tendencias futuras..... 73
2.9.1	Servicios de red inteligente..... 74
2.9.2	Ejemplos de nuevos servicios de red inteligente ..... 75
2.9.2.1	Un nuevo cometido de los servicios «clásicos» RI (etapa de «reutilización»)..... 76
2.9.2.2	Ejemplo de servicio: un sencillo «pago por navegar»..... 77
2.9.2.3	Ejemplo de servicio: «Navegar y Hablar» en espera de llamada ..... 77
2.9.2.4	Ejemplo de servicio: gestión de servicio RI basada en la web. 79

		<i>Página</i>
	2.9.2.5	Ampliación de la red IP (etapa de «interfuncionamiento»)..... 79
	2.9.2.5.1	Ejemplo de servicio: «redirigir a PoP» para acceso optimizado a Internet..... 80
	2.9.2.5.2	Ejemplo de servicio: servicios «de fondo» para voz por IP..... 81
	2.9.2.5.3	Ejemplo de servicio: DNS inteligente..... 82
	2.9.2.6	Seguimiento de la evolución de las normas (etapa «interoperativa») ..... 83
2.10	Normas de la UIT	..... 83
	2.10.1	RDSI ..... 83
	2.10.1.1	Estructura general..... 83
	2.10.1.2	Capacidades de servicio ..... 84
	2.10.1.3	Aspectos y funciones globales de la red..... 84
	2.10.1.4	Aspectos de la interfaz usuario-red ..... 85
	2.10.1.5	Aspectos de la interfaz entre redes ..... 86
	2.10.1.6	Operaciones y otros aspectos ..... 86
	2.10.1.7	Gestión de red..... 86
	2.10.1.8	Señalización ..... 87
	2.10.2	Red inteligente ..... 87
	2.10.2.1	Estructura general..... 87
	2.10.2.2	Capacidades de servicio ..... 87
	2.10.2.3	Aspectos de la interfaz de red inteligente..... 87
	2.10.2.4	Gestión y señalización..... 88
	2.10.3	Red con conmutación de paquetes..... 88
	2.10.3.1	Estructura general y capacidades de servicio ..... 88
	2.10.3.2	Sistemas de tratamiento de mensajes ..... 88
	2.10.3.3	Aspectos y funciones de red globales..... 88
	2.10.3.4	Aspectos de la interfaz usuario-red ..... 89
	2.10.3.5	Gestión de redes de interconexión de sistemas abiertos..... 90
	2.10.3.6	Operación y otros aspectos..... 90
	2.10.3.7	Gestión de red..... 90
	2.10.3.8	Señalización ..... 91
	2.10.4	Retransmisión de tramas..... 91
	2.10.4.1	Estructura general..... 91
	2.10.4.2	Requisitos y funciones generales de la red..... 91
	2.10.4.3	Aspectos de la interfaz usuario-red ..... 91
	2.10.4.4	Operación y otros aspectos..... 91
	2.10.4.5	Señalización ..... 91
	2.10.5	Redes basadas en ATM ..... 91
	2.10.5.1	Estructura general..... 91
	2.10.5.2	Capacidades de servicio ..... 92
	2.10.5.3	Aspectos y funciones generales de la red global..... 92
	2.10.5.4	Aspectos de la interfaz usuario-red ..... 93
	2.10.5.5	Operación y otros aspectos..... 93
	2.10.5.6	Gestión de redes ..... 93
	2.10.5.7	Señalización ..... 93
	2.10.6	Interfuncionamiento entre redes ..... 94
	2.10.6.1	Aspectos de interfaces entre redes..... 94
	2.10.6.2	Señalización ..... 95

	<i>Página</i>
2.10.7 Tipo de servicio .....	95
2.10.7.1 RDSI.....	95
2.10.7.2 Red basada en ATM.....	96
2.11 Lista de abreviaturas.....	96
ANEXO 2A – Estudio del caso de China .....	100
<b>CAPÍTULO 3 – Redes y servicios móviles celulares digitales .....</b>	<b>115</b>
3.1 Sistema mundial de comunicaciones móviles (GSM).....	115
3.1.1 Introducción .....	115
3.1.2 Canales lógicos y físicos.....	116
3.1.3 Transmisión de voz y datos.....	117
3.1.4 Transmisión de señales de control .....	118
3.1.5 Aspectos de sincronización.....	119
3.1.6 Modulación de desplazamiento mínimo con filtro gaussiano (MDMG) ..	120
3.1.7 Modelos de canal de banda ampliada .....	120
3.1.8 Transmisión discontinua .....	121
3.1.9 Resumen.....	122
3.2 Telecomunicaciones móviles internacionales (IMT-2000) .....	124
3.2.1 Introducción .....	124
3.2.2 El sistema IMT-2000 .....	125
3.2.3 El mercado móvil.....	127
3.2.4 La tecnología IMT .....	129
3.2.5 Conclusiones.....	130
3.2.6 Recomendaciones actuales de la UIT para las IMT-2000 .....	130
3.2.7 Publicaciones de la UIT .....	132
3.2.8 Recomendaciones del ETSI sobre GSM.....	132
3.3 Convergencia fijo-móvil .....	133
3.3.1 Introducción .....	133
3.3.2 Enfoque de la convergencia fijo-móvil.....	134
3.3.3 Conclusiones.....	135
3.4 Lista de abreviaturas.....	136
<b>CAPÍTULO 4 – Redes de acceso .....</b>	<b>139</b>
4.1 Red de acceso .....	139
4.1.1 Arquitectura funcional de una red de acceso .....	139
4.1.2 Examen de la estructura-objetivo de la red de acceso .....	140
4.1.3 Posibles procesos de realización.....	145
4.1.4 Normas UIT-T .....	148
4.2 Acceso inalámbrico .....	149
4.2.1 Introducción .....	149
4.2.2 Categorías básicas.....	150
4.2.2.1 Bucle local inalámbrico.....	151
4.2.2.2 Acceso inalámbrico fijo a larga distancia.....	156
4.2.2.3 Acceso a Internet por paquetes de datos de alta velocidad.....	157
4.2.2.4 Acceso inalámbrico en banda ancha.....	158
4.2.2.4.1 Introducción .....	158
4.2.2.4.2 Arquitectura de un sistema de acceso inalámbrico en banda ancha.....	158
4.2.2.5 Redes de área local inalámbricas.....	159
4.2.2.6 Conclusión.....	160

	<i>Página</i>
4.2.3 Soluciones técnicas radioeléctricas.....	160
4.2.3.1 Sistemas de microondas punto a multipunto (PMP).....	160
4.2.3.2 Sistemas celulares digitales.....	162
4.2.3.3 Nuevos sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA).....	164
4.2.3.4 Tecnologías sin cordón.....	165
4.2.3.5 Tecnologías de satélite.....	167
4.2.4 Recomendaciones y publicaciones de la UIT.....	167
4.2.5 Lista de abreviaturas.....	169
ANEXO 4A – Sistemas europeos de acceso inalámbrico en banda ancha.....	172
<b>CAPÍTULO 5 – Gestión de red y de servicios.....</b>	<b>181</b>
5.1 Demandas de un nuevo enfoque en la gestión de red.....	181
5.2 Normas y referencias de la RGT.....	181
5.3 Principios de la RGT.....	183
5.4 Realización práctica de la RGT.....	189
5.5 Evolución de las herramientas de gestión.....	191
5.5.1 Foro de telegestión (Foro TM).....	191
5.5.2 Organización Internacional de Normalización (ISO).....	192
5.5.3 Grupo de gestión de objetos (OMG).....	193
5.5.4 Consorcio TINA (TINA-C).....	194
5.5.5 JAVA.....	195
5.6 Conclusión.....	196
5.7 Lista de abreviaturas.....	197
ANEXO 5A – Sistema de pruebas y mediciones de línea de Thomson CSF (Sistema MIRABEL).....	199
<b>CAPÍTULO 6 – Aspectos de planificación.....</b>	<b>209</b>
6.1 Aspectos radioeléctricos.....	209
6.1.1 Gestión y utilización del espectro.....	209
6.1.1.1 Aspectos generales del espectro radioeléctrico de frecuencias.....	209
6.1.1.2 Gestión internacional del espectro.....	210
6.1.1.3 Gestión nacional del espectro.....	210
6.1.1.4 Necesidades de espectro para la gestión ambiental.....	210
6.1.2 Coexistencia entre sistemas, coordinación de frecuencias entre países vecinos.....	212
6.1.2.1 Coexistencia e interferencia.....	212
6.1.2.2 Atribución de bandas de frecuencias.....	213
6.1.2.3 Asignación de frecuencias.....	213
6.1.2.4 Coordinación de frecuencias internacional.....	213
6.1.3 Planificación de la introducción de nuevos sistemas de radiocomunicaciones.....	214
6.1.3.1 Principios y definiciones.....	214
6.1.3.2 Planificación para la introducción de nuevos sistemas o tecnologías.....	214
6.1.3.3 Herramientas de planificación para optimización de redes.....	215
6.1.3.3.1 Herramientas técnicas.....	215
6.1.3.3.2 Herramientas de índole económica.....	215
6.2 Aspectos no radioeléctricos.....	215
6.2.1 Previsión de la demanda de servicios y del tráfico.....	215
6.2.2 Numeración.....	218
6.2.3 Herramientas de planificación para optimización de las redes.....	219

	<i>Página</i>
6.3 Aspectos comunes para redes radioeléctricas y no radioeléctricas .....	219
6.3.1 Experiencia actual en reglamentación y políticas .....	219
6.3.2 Establecimiento de normas e innovación.....	221
6.4 Elaboración de planes de desarrollo .....	224
6.4.1 Relación con otras publicaciones de la UIT.....	224
6.4.2 Puntos cruciales en el desarrollo de las telecomunicaciones .....	225
6.4.3 La nueva tecnología y la planificación de la red.....	225
6.5 Definición de escenarios de desarrollo a corto, medio y largo plazo .....	227
6.6 Evaluación económica.....	227
6.7 Enfoque para los planes de desarrollo de redes de transmisión locales .....	228
6.7.1 Objetivos de los planes de desarrollo.....	229
6.7.2 Ámbito de aplicación .....	229
6.7.3 Factores internos y externos.....	230
6.7.4 Determinación de prioridades para la implantación de nuevas tecnologías .....	231
6.7.5 Suministro de equipo .....	231
6.7.6 Mejora de enlaces y de red.....	232
6.7.7 Conclusión .....	233
6.8 Lista de las publicaciones de la UIT y otras pertinentes .....	234
6.9 Lista de abreviaturas.....	235
ANEXO 6A – Enfoque de Alcatel para la planificación de redes en países en desarrollo .....	236
ANEXO 6B – Ejemplo de estrategia para la planificación de una infraestructura de información local.....	247
<b>CAPÍTULO 7 – Aspectos de recursos humanos .....</b>	<b>255</b>
7.1 Introducción .....	255
7.2 Organización .....	255
7.2.1 Mejora de la orientación del mercado.....	255
7.2.2 Precisión del enfoque empresarial .....	256
7.2.3 Perspectivas por sexos .....	256
7.3 Efecto de las nuevas tecnologías en la dotación de personal .....	256
7.4 Capacitación en nuevas tecnologías.....	258
7.5 La gestión del cambio .....	258
7.6 Actividades de la UIT relacionadas con el desarrollo de los recursos humanos.....	259
7.6.1 Introducción.....	259
7.6.2 Centro de formación virtual.....	260
7.6.3 MANDEVTEL (Desarrollo de gestión para telecomunicaciones).....	263
7.6.4 Centros de Excelencia.....	264
7.6.5 Universidad Mundial de Telecomunicaciones/Instituto Mundial de .....	265
7.6.6 Gestión del proyecto DRH.....	267
7.7 Transferencia del conocimiento .....	269
7.8 Publicaciones de la UIT .....	269
ANEXO 7A – Ejemplo de transferencia de conocimientos innovadora.....	270
ANEXO 7B – Plan de capacitación de UIT-D/Cable & Wireless.....	274



	<i>Página</i>
<b>CAPÍTULO 8 – Aspectos financieros y económicos</b> .....	275
8.1 Generalidades.....	275
8.1.1 Importancia de la planificación económica.....	275
8.1.2 Finalidad de este capítulo.....	275
8.1.3 Ventajas de un análisis preciso de los nuevos servicios.....	275
8.2 Métodos de análisis económico.....	276
8.2.1 Criterios de evaluación.....	276
8.2.2 Análisis del ciclo de vida.....	276
8.2.3 Métodos contables.....	277
8.3 Consideraciones de política.....	277
8.3.1 Requisitos sobre rentabilidad.....	277
8.3.2 Beneficios globales para la telecomunicación nacional o la economía nacional.....	277
8.3.3 Objetivos en cuanto al tiempo necesario para lograr rentabilidad; efecto en la implantación de la red.....	278
8.4 Consideraciones sobre el capital.....	278
8.4.1 Estimación del capital necesario.....	278
8.4.2 Financiación del equipo de las instalaciones del cliente.....	278
8.4.3 Financiación de la inversión.....	278
8.5 Parámetros del estudio.....	280
8.5.1 Parámetros económicos.....	280
8.5.2 Vida útil de la instalación.....	281
8.5.3 Estimación de los parámetros de incertidumbre.....	281
8.5.4 Efecto sobre los servicios existentes.....	281
8.6 Análisis de riesgos.....	281
8.6.1 Identificación de los factores de riesgo.....	281
8.6.2 Cuantificación de los riesgos.....	282
8.7 Análisis económico.....	282
8.7.1 Costes.....	282
8.7.2 Ingresos.....	282
8.7.3 Flujo de efectivo.....	283
8.7.4 Rentabilidad.....	283
8.8 Consideraciones sobre tarifas.....	283
8.8.1 Introducción.....	283
8.8.2 Aspectos esenciales.....	283
8.9 Reexamen basado en la experiencia.....	285
8.9.1 Revisión del cálculo de la rentabilidad.....	285
8.9.2 Revisión de las tarifas.....	285
8.10 Mecanismo transitorio en relación con tasas de liquidación orientadas a costes....	285
8.11 Publicaciones e informes de la UIT.....	285
ANEXO 8A – Directrices para la negociaciones bilaterales de acuerdos transitorios hacia la orientación a coste, 1999 a 2001.....	290

## Agradecimientos

Debe agradecerse a las siguientes personas su colaboración en la elaboración de este Manual:

Sr. S. Berman (Bell Lab, Lucent)  
Sr. R.C. Bhatnagar, ABU  
Sr. G. Cayla (Lucent Technologies)  
Sr. L. Chae Sub, Presidente, UIT-T, GT 1/13  
Sr. J. Costa, Nortel Networks  
Sr. P. Distler, Francia  
Sr. J. Embro, Ericsson  
Sr. M. Ghazal, Líbano, Relator para la Cuestión 2/2 y posteriormente la 16/2  
Dr. N. Gospic, Consultor de la BDT  
Sr. C. Hyde, ICO Global Communications  
Dr. M. Jankovic, CYPTT  
Sr. H. Jieping, China  
Sr. R. Katic, CYPTT  
Sr. N. Kisrawi, Presidente de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D  
Sr. J. Magill, Probe Communications, Consultor de la BDT  
Sr. P. Mège, THALES (anteriormente Thomson)  
Sr. B. Moore, Charter Telecomms Consultants Ltd., Consultor de la BDT  
Sr. A. Nehme, Ericsson  
Dr. B. Odadic, CYPTT  
Sr. F. Rahe, Alcatel  
Dr. I. Reljin, CYPTT  
Sr. Savchuk (Instituto de Ucrania)  
Sr. Y. Shmaliy, Ucrania  
Sr. R. Simic, CYPTT  
Sr. W. Widl, Suecia  
Sra. F. Akpo, BDT  
Sr. J.-C. Faure (BDT)  
Sr. P. Touré, BDT  
Sra. B. Wilson, BDT  
Sr. M. Zaragoza, BDT

### Nota a la atención del lector

Este Manual ha sido elaborado por muchos contribuidores voluntarios, procedentes de distintas administraciones y empresas, que proporcionan ejemplos de sus productos, modelos y estudios de casos.

La mención de empresas o de productos específicos no implica ninguna sugerencia o recomendación por parte de la UIT.

## PREFACIO

### 1 Antecedentes históricos

En la Sociedad Mundial de la Información (GIS) y la Economía Mundial de la Información (GIE) de hoy en día, el sector de las telecomunicaciones está llamado a desempeñar un papel fundamental como industria líder en el siglo XXI. Para satisfacer las necesidades de este nuevo siglo y suprimir la brecha en materia de comunicaciones que existe entre los países industrializados y los países en desarrollo, es muy importante compartir los conocimientos referentes a tecnologías y servicios de telecomunicaciones. Esta circunstancia fue reconocida por la primera Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones celebrada en Buenos Aires del 21 al 29 de marzo de 1994 y fue confirmada por la segunda CMDT, que tuvo lugar en La Valetta del 23 de marzo al 1 de abril de 1998, donde se establecieron dos Comisiones de Estudio:

- Comisión de Estudio 1: relativa al desarrollo de estrategias y políticas en materia de telecomunicaciones.
- Comisión de Estudio 2: relativa al desarrollo y la gestión de servicios y redes de telecomunicaciones.

La Cuestión 2/2 del primer periodo de estudios y la Cuestión 16/2 del actual periodo de estudios de la Comisión de Estudio 2 tienen como objetivo elaborar nuevos Manuales o revisar los Manuales existentes para difundir los conocimientos técnicos en estos campos. El Manual "NUEVAS TECNOLOGÍAS Y NUEVOS SERVICIOS" contribuye al logro de este objetivo.

### 2 Propósito del Manual

El rápido desarrollo de las telecomunicaciones en los aspectos tecnológicos y del mercado aporta cada día nuevos productos, equipos, sistemas, redes y servicios. Es demasiado ambicioso pretender que este Manual englobe todos los aspectos de los temas relativos a nuevas tecnologías y nuevos servicios en telecomunicaciones y satisfaga las necesidades de todos los protagonistas en este campo.

El objetivo del Manual es proporcionar una visión de la tecnología y los servicios que están apareciendo en el entorno siempre cambiante de las telecomunicaciones, presentando las características y capacidades generales que las diversas redes y nuevos servicios pueden ofrecer al mercado, y dejando a un lado los detalles técnicos que son objeto de normalización. Las tecnologías y servicios presentados en general cumplen con las Recomendaciones de la UIT.

El Manual también toca el tema de la igualdad de sexos en la preparación e introducción de nuevos servicios.

### 3 Necesidad del Manual

En la última década el sector de las telecomunicaciones ha experimentado cambios radicales impulsados por un mercado cada vez más liberalizado y a escala mundial en el que el control de las capacidades de la red se ha convertido en un factor de competencia estratégico para satisfacer los cada vez más exigentes requisitos de usuario. La rápida evolución de la inteligencia de la red viene determinada principalmente por la convergencia entre las telecomunicaciones y la tecnología de la información que ha desarrollado varios servicios multimedia. Debido a ello, las redes de telecomunicaciones han aumentado y continúan aumentando su complejidad y tanto su instalación como su explotación constituyen hoy en día un verdadero reto. Además, cada vez adquiere más importancia poseer la competencia necesaria para integrar soluciones inteligentes y de alta capacidad en las redes existentes a fin de satisfacer los requisitos del usuario final de forma económica.

Los tres requisitos más importantes que deben cumplirse para mejorar las redes existentes o planificadas son los siguientes:

- *más capacidad,*
- *más potencia, y*
- *mayor eficacia.*

Para resumir estas fuerzas impulsoras, y a fin de establecer una base para el tema del Manual, puede decirse que:

- Con capacidad insuficiente (por ejemplo, anchura de banda, volumen de paquetes, etc.) los operadores de las redes no pueden satisfacer las demandas de los usuarios, incluso en el caso del acceso al servicio universal y especialmente si se trata de servicios nuevos y de alta calidad. Sin embargo, para optimizar la inversión se requiere más creatividad y una planificación más adecuada de las nuevas aplicaciones tecnológicas.
- La oportunidad que brindan aplicaciones tecnológicas para elaborar capacidades más inteligentes en los equipos de telecomunicaciones dará más posibilidades a los operadores de redes y a los suministradores de servicios, a la vez que aumentará el tráfico de la red inteligente al generar nuevos servicios de valor añadido. La estimación de las necesidades de los usuarios es una poderosa herramienta para ganar a la competencia, pero sólo si se realiza a tiempo.
- El desarrollo de nuevos conceptos de gestión de red que comprenden la explotación, la administración, el mantenimiento y la planificación dan lugar a una mayor eficacia en el funcionamiento y a una mejor organización del mantenimiento, lo que se traduce en una disminución de los costes de explotación. Una imagen objetiva de los elementos de red, de las redes, de los servicios y de las posibilidades comerciales mejorará las operaciones cotidianas y el comportamiento de la red satisfaciendo de esa forma las expectativas de los clientes en cuanto al objetivo de lograr una mayor calidad de servicio.

Estas razones han sido las ideas principales que han impulsado a la elaboración del presente Manual.

#### **4 Destinatarios del Manual**

El Manual es una herramienta adecuada para todo el que tenga interés en las telecomunicaciones. Se recomienda especialmente a los administradores y a los expertos técnicos y de planificación de los operadores de telecomunicaciones titulares y de los organismos reguladores nacionales del sector de las telecomunicaciones, en particular de los países en desarrollo. Los administradores deben utilizar esta información para analizar o elaborar conceptos para las estrategias a largo plazo. Los administradores y los expertos técnicos pueden basarse en estos textos a la hora de instalar las redes que soportarán los nuevos servicios a escala mundial que esperan los usuarios del siglo XXI. Los reguladores, especialmente los que ya están establecidos, deben recibir ayuda para crear un entorno que aliente la introducción de innovaciones por los diversos protagonistas sin imponer más restricciones que las necesarias para crear un marco competitivo productivo. También otros protagonistas se beneficiarán del material preparado para mejorar su acceso al mercado.

Las referencias indicadas en los fascículos del Manual deben permitir a los lectores obtener más información sobre el tema.

## 5 Homogeneidad

En el Manual han trabajado muchas personas y ha sido editado por la Sra. N. Gospic ayudada por los Sres. B. Moore y J. Magill. Los capítulos y subcapítulos varían en alcance y nivel de detalle, lo cual es lógico en un Manual de estas características, y reflejan la diferente naturaleza de las contribuciones.

Representa una instantánea del desarrollo de redes y servicios en el momento de su edición. Por lo tanto, no constituye una imagen completa pero proporciona directrices y muchas referencias válidas para estudios posteriores.

Cabe señalar que el Manual irá actualizándose a medida que las tecnologías evolucionen.



**Hamadoun I. Touré**

*Director*

*Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones,  
Unión Internacional de Telecomunicaciones*

## RESUMEN PRÁCTICO

### 1 Introducción

Teniendo en cuenta las futuras tendencias técnicas y de explotación de los servicios de telecomunicaciones, los países en desarrollo deben conocer los últimos avances experimentados por la comunidad internacional al respecto a fin de que su propia población pueda aprovechar las ventajas resultantes.

Los países en desarrollo deben permanecer al tanto de los avances y logros en las aplicaciones de nuevas tecnologías a las redes de telecomunicaciones para que sus usuarios puedan beneficiarse de estos progresos.

El Manual sobre nuevas tecnologías y nuevos servicios ha sido elaborado teniendo en cuenta estas dos declaraciones realizadas por la Conferencia de La Valetta celebrada en 1998.

### 2 Estructura del Manual

La complejidad de los asuntos de telecomunicaciones y los distintos grupos de lectores exigen que la estructura del Manual tenga un cierto carácter pedagógico. El objetivo es que el lector pueda encontrar fácilmente información sobre ciertas partes de un tema. La estructura también se ha adaptado a los rápidos cambios que experimentan las telecomunicaciones y al hecho de que algunos temas son aún objeto de estudio.

El Manual consta de cuatro partes que se han elaborado como fascículos separados:

**Fascículo 1:** «Nuevas tecnologías que sustentan nuevas redes»

**Fascículo 2:** «Redes y servicios digitales»

**Fascículo 3:** «Redes y servicios basados en el protocolo IP»

**Fascículo 4:** «Redes y servicios digitales de radio y televisión»

Cada capítulo es autocontenido (en algunos casos también los subcapítulos lo son) para simplificar la actualización del texto.

La mención de empresas específicas en el Manual no implica ninguna tendencia o recomendación por parte de la UIT.

En cada fascículo hay un Capítulo 1 en el que aparecen consideraciones generales y las relaciones con otros fascículos. En cada uno de los capítulos figuran referencias a normas y publicaciones pertinentes del UIT-T. Además, también se indican algunas de las normas más importantes elaboradas por otros organismos de normalización. En algunos capítulos aparecen ejemplos útiles a fin de ampliar el tema tratado.

A continuación figura un breve contenido de cada uno de los fascículos del Manual. El índice detallado aparece al principio de cada fascículo.

#### **Fascículo 1 – Nuevas tecnologías que sustentan nuevas redes**

El contenido de este fascículo se ha dividido en los siguientes capítulos:

- 1 Introducción
- 2 Nuevas tecnologías para los soportes de transmisión
  - Cables de fibra óptica
  - Tecnologías de radioenlaces digitales

- Sistemas de comunicaciones móviles
- Sistemas de satélites
- 3 Sistemas de conmutación digitales
- 4 Nuevos sistemas de señalización y sistema de señalización N<sup>o</sup> 7
- 5 Técnicas y métodos de sincronización
- 6 Transmisión digital
- 7 Tecnología ATM

*Capítulo 1 – Introducción y consideraciones generales.* Discute la necesidad de aplicar nuevas tecnologías para introducir nuevos servicios y lograr la competitividad en el mercado ofreciendo la adecuada capacidad y calidad.

*Capítulo 2 – Nuevas tecnologías para los soportes de transmisión.* Se refiere a las consideraciones principales que deben tenerse en cuenta al instalar tecnologías de fibra óptica, digitales, de radiocomunicaciones y de satélites.

*Capítulo 3 – Sistemas de conmutación digitales.* Trata las tecnologías de conmutación de circuitos y paquetes y organización del sistema de conmutación SPC.

*Capítulo 4 – Nuevos sistemas de señalización y sistema de señalización N<sup>o</sup> 7.* Incluye las especificaciones necesarias para las nuevas redes digitales.

*Capítulo 5 – Técnicas y métodos de sincronización.* Explica la implantación de la sincronización en las nuevas redes digitales.

*Capítulo 6 – Sistemas de transmisión digital.* Trata las técnicas de PDH, SDH, WDM y xDSL con referencia a las normas más importantes y proporciona ejemplos de aplicación.

*Capítulo 7 – Tecnología ATM.* Incluye el transporte ATM, la conmutación y el formato de células, la explotación y mantenimiento y la gestión de la señalización y el tráfico de las redes ATM.

## **Fascículo 2 – Redes y servicios digitales**

El fascículo 2 está compuesto de ocho capítulos, anexos y casos de prueba:

- 1 Introducción
- 2 Redes y servicios digitales
- 3 Redes y servicios celulares digitales móviles
- 4 Red de acceso
- 5 Gestión de la red y del servicio
- 6 Aspectos de planificación
- 7 Aspectos relativos a los recursos humanos
- 8 Aspectos económicos y financieros

Los *Capítulos 2, 3 y 4* se refieren a distintas tecnologías y estructura de la red y servicios conexos y hacen hincapié en sus principales características y requisitos de sus nuevas arquitecturas e interfuncionamiento. El *Capítulo 2* se divide en 10 subcapítulos que trata cada uno de ellos una red fija en particular; por ejemplo, RTPC, RDSI, red inteligente, red de conmutación de paquetes, retransmisión de trama, redes basadas en ATM, servicios y normas del UIT-T para temas conexos. El desarrollo de las telecomunicaciones en China se incluye como anexo 2A.

El *Capítulo 5* se refiere a la gestión del servicio y la red basada en la introducción del concepto de red de gestión de las telecomunicaciones.

El *Capítulo 6* ofrece directrices para la planificación de redes incluyendo ejemplos en los anexos.

El *Capítulo 7* trata el desarrollo de los recursos humanos capaces de introducir nuevas tecnologías y nuevos servicios, y

El *Capítulo 8* aborda los aspectos económicos y financieros del desarrollo de nuevas redes y servicios.

### **Fascículo 3 – Redes y servicios basados en el protocolo IP**

El Fascículo 3 está constituido de la siguiente forma:

- 1 Índice
- 2 Introducción y definiciones
- 3 Protocolo Internet (IP)
- 4 Comercio electrónico
- 5 Servicios TeleInternet para Comercio electrónico

El *Capítulo 2* se basa en el espectacular crecimiento de abonados a Internet, de nuevos servicios y de redes basadas en IP. Aborda las definiciones básicas de correo electrónico, WWW, Arpanet e Hyperlinks.

El *Capítulo 3* se refiere a las características del protocolo IP de Internet, la estructura de paquetes IP, la dirección IP, la voz sobre IP e Ipv4 e Ipv6.

El *Capítulo 4* explica el comercio electrónico como un nuevo servicio de datos que refleja la idea de la economía de la información mundial.

El *Capítulo 5* trata la nueva arquitectura y aplicaciones de los servicios de TeleInternet con referencia a las publicaciones de la UIT.

El Fascículo 3 constituye una introducción inicial al tema y será necesario revisar y ampliar en profundidad estos asuntos.

### **Fascículo 4 – Redes y servicios digitales de radio y televisión**

Este fascículo contiene cinco capítulos:

- 1 Introducción
- 2 Radiodifusión de audio digital
- 3 Servicio de radiodifusión de televisión digital
- 4 Estrategias para la radiodifusión de televisión digital
- 5 Radiodifusión de datos

El *Capítulo 1* trata de una introducción general de redes y servicios de radiodifusión sonora y televisión.

El *Capítulo 2* resume las ventajas de la radiodifusión digital de audio presentando distintos servicios y sistemas de audio digital. Se centra fundamentalmente en el sistema de radiodifusión de audio digital terrenal (T-DSB).

El *Capítulo 3* enumera las ventajas de la transmisión de televisión digital, tanto la televisión de definición normalizada como la televisión de alta definición. El capítulo aborda la estructura del sistema de televisión digital, la radiodifusión digital por satélite, la radiodifusión digital terrenal, los aspectos de planificación, las diferentes normas y las redes y servicios.



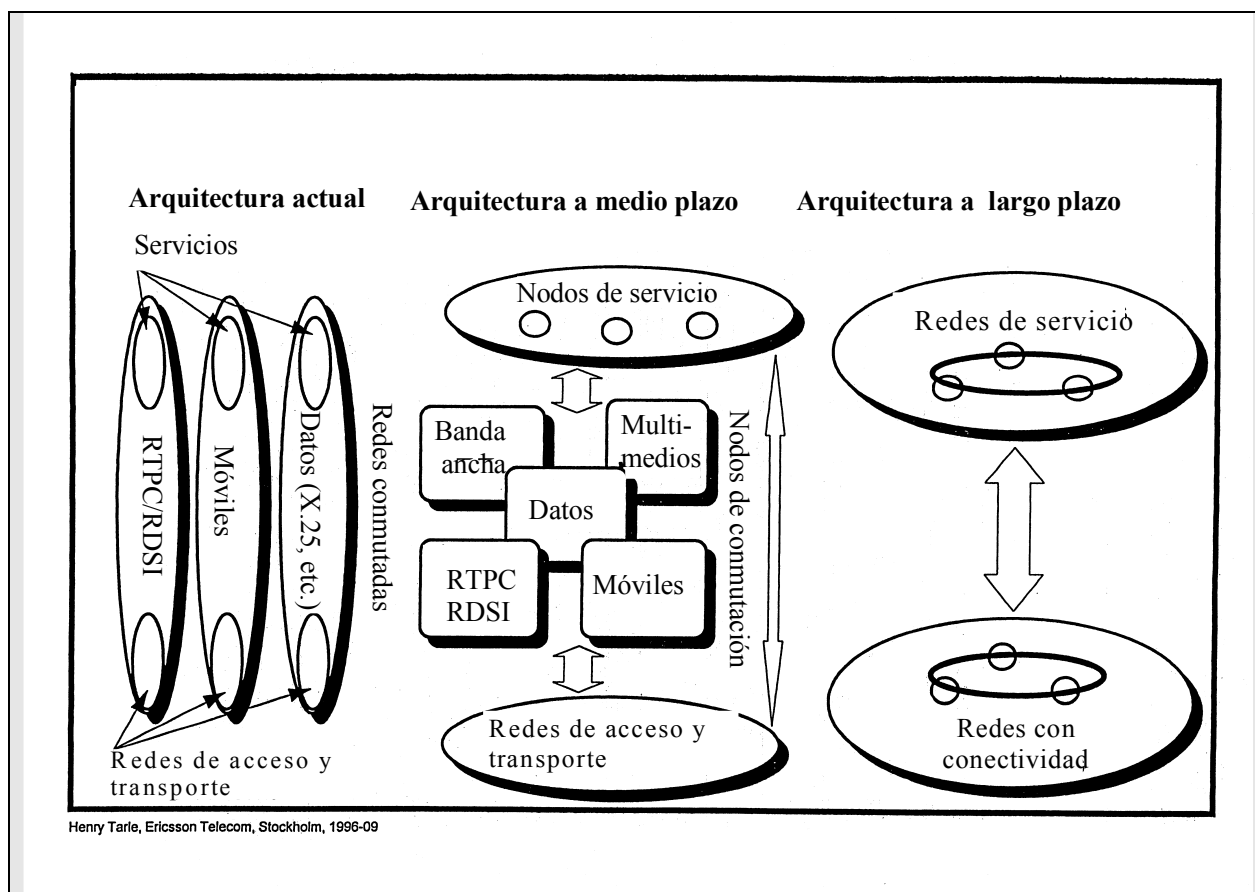
El *Capítulo 4* trata las estrategias de la radiodifusión de televisión digital resaltando las necesidades del proceso de transición de los sistemas analógicos a los sistemas digitales. El capítulo identifica los criterios de planificación para distintos sistemas, redes y servicios.

El *Capítulo 5*, «Radiodifusión de datos», presenta nuevas áreas de desarrollo para los organismos de radiodifusión en un entorno competitivo. Los servicios de radiodifusión de datos se definen con los requisitos para los sistemas de datos. El capítulo aborda con más detalle los sistemas terrenales de radiodifusión de datos que utilizan redes inalámbricas de banda ancha, los sistemas de distribución multipunto multicanal, la RDSI, y la distribución de TV por cable, presentando algunos ejemplos para la radiodifusión de multimedia.

**Cómo utilizar el Manual**

Para sacar el máximo provecho del Manual, es necesario entender los cambios que se han producido en los procesos de gestión del sector comercial de las telecomunicaciones. Existen tres categorías muy importantes para gestionar con éxito las telecomunicaciones:

**Figura – Redes de telecomunicaciones y evolución de los servicios  
(Transformación de estructura vertical a estructura horizontal)**



**Forma de consultar el Manual**

Los gráficos siguientes tienen por objeto facilitar la lectura del Manual por los distintos grupos de lectores:

**Figura – Para operadores de telecomunicaciones y gestores de organismos de reglamentación**

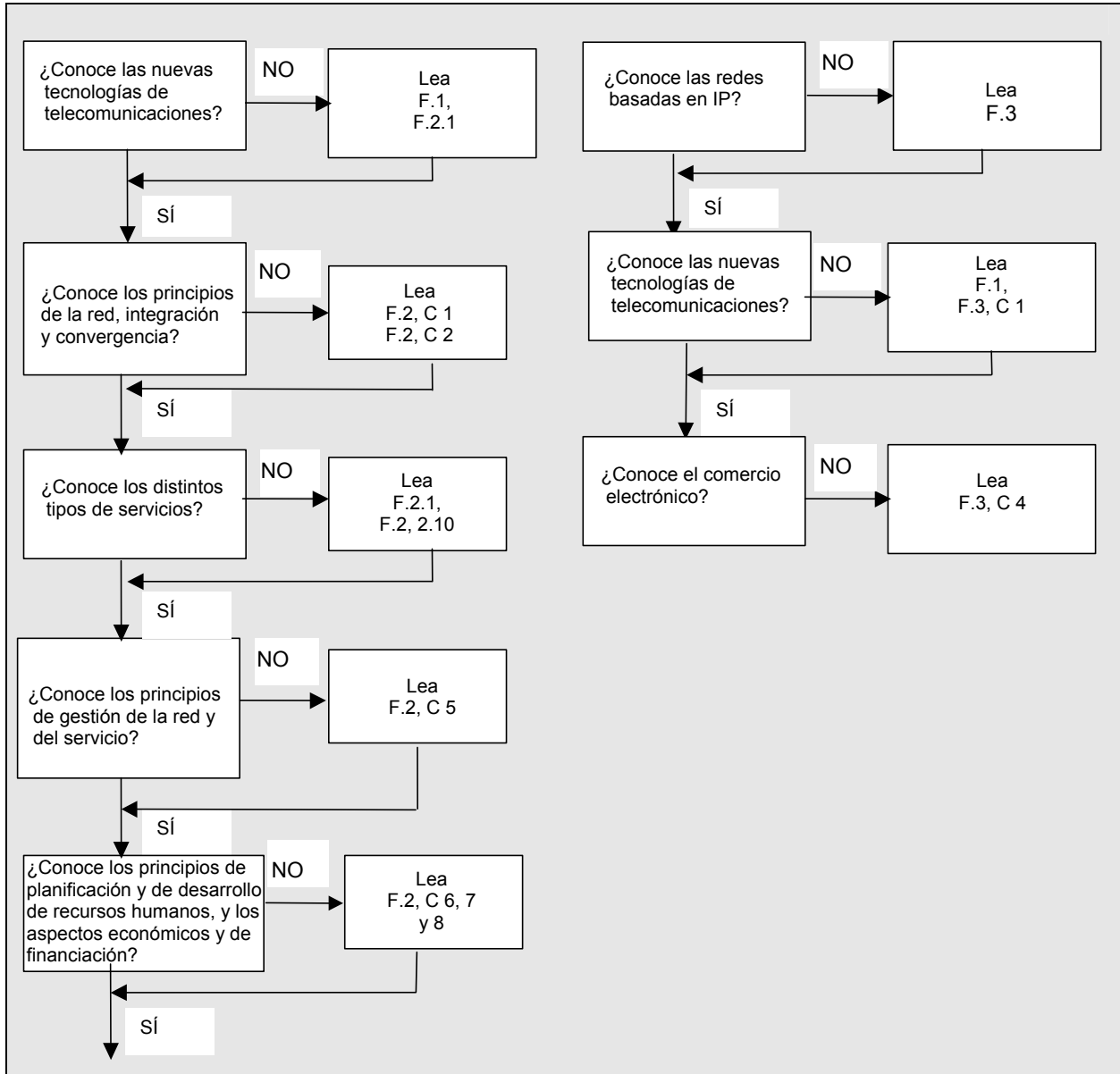


Figura – Para gestores de organismos de radiodifusión y personal técnico

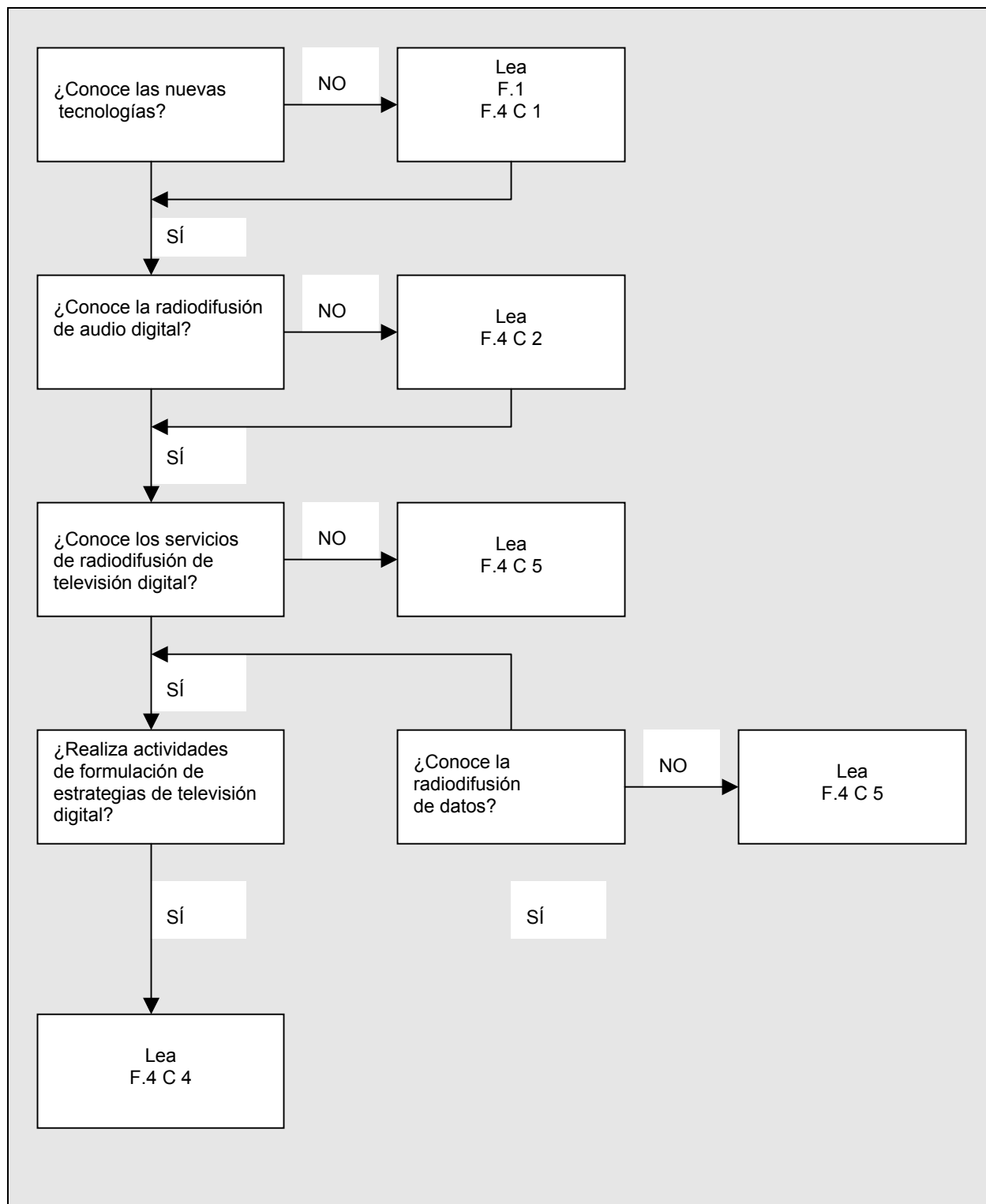
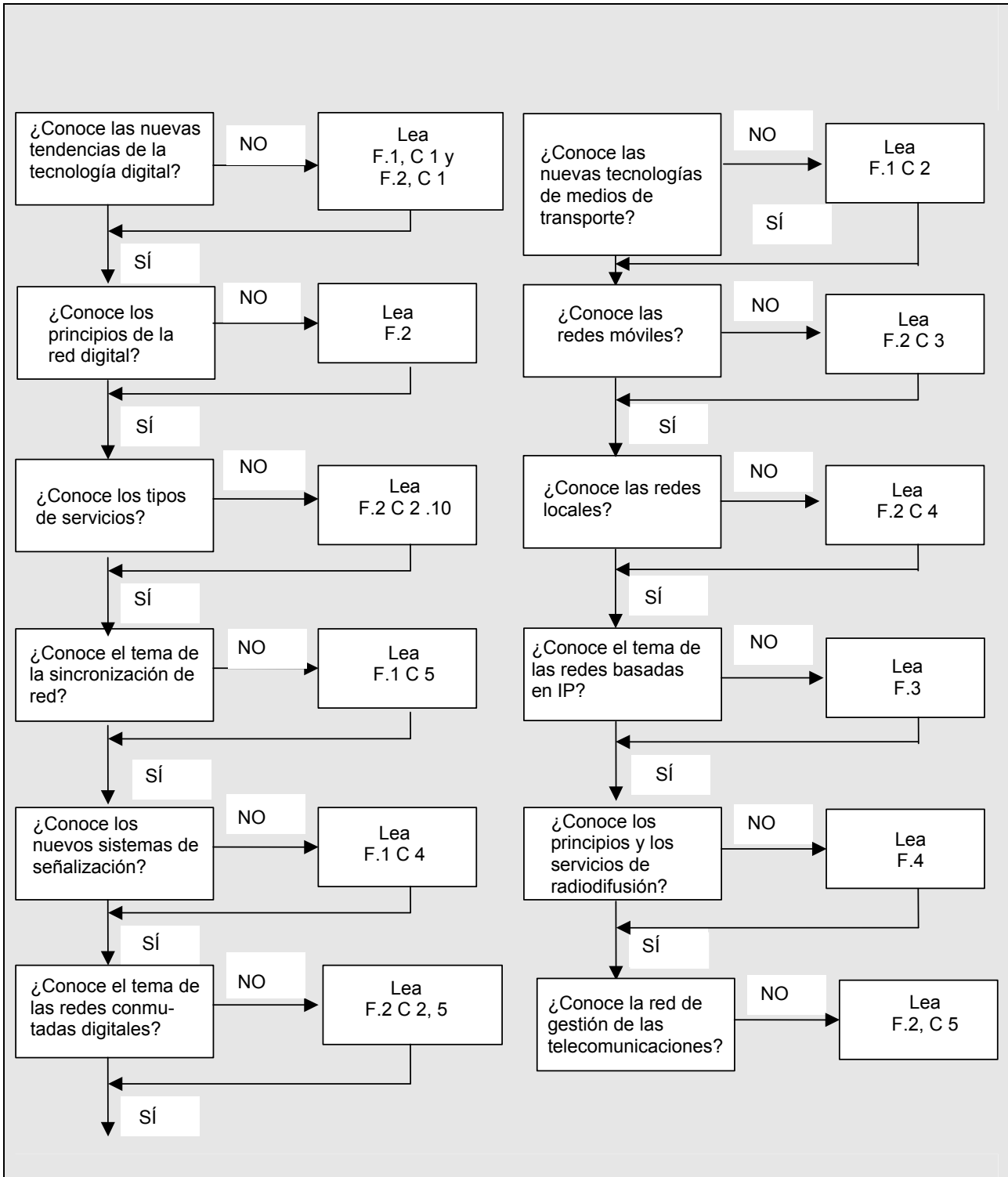


Figura – Para planificadores y gestores técnicos



## FASCÍCULO 2

**Redes y servicios digitales****CAPÍTULO 1****Introducción****1.1 Generalidades**

Las telecomunicaciones pueden estructurarse de diferentes maneras. Un enfoque consiste en contemplar las telecomunicaciones tanto desde la perspectiva del usuario como del operador:

- Aspectos de la red
- Aspectos del servicio.

Los distintos servicios plantean demandas diferentes a la red. Estas demandas determinan qué redes son adecuadas para determinados servicios y afectan asimismo a la planificación y dimensionado de las redes. Los servicios se caracterizan por los parámetros siguientes:

- Anchura de banda
  - Banda estrecha  $\leq 64$  kbit/s
  - Banda ampliada  $n \times 64$  kbit/s  $< 2$  Mbit/s
  - Banda ancha  $> 2$  Mbit/s
- Variaciones en los requisitos de anchura de banda:
  - Velocidad binaria continua
  - Velocidad binaria variable
- Errores de bit y retardo
  - Voz
  - Datos
  - Vídeo

En la figura 1.1 se ilustran las anchuras de banda requeridas para diferentes servicios.

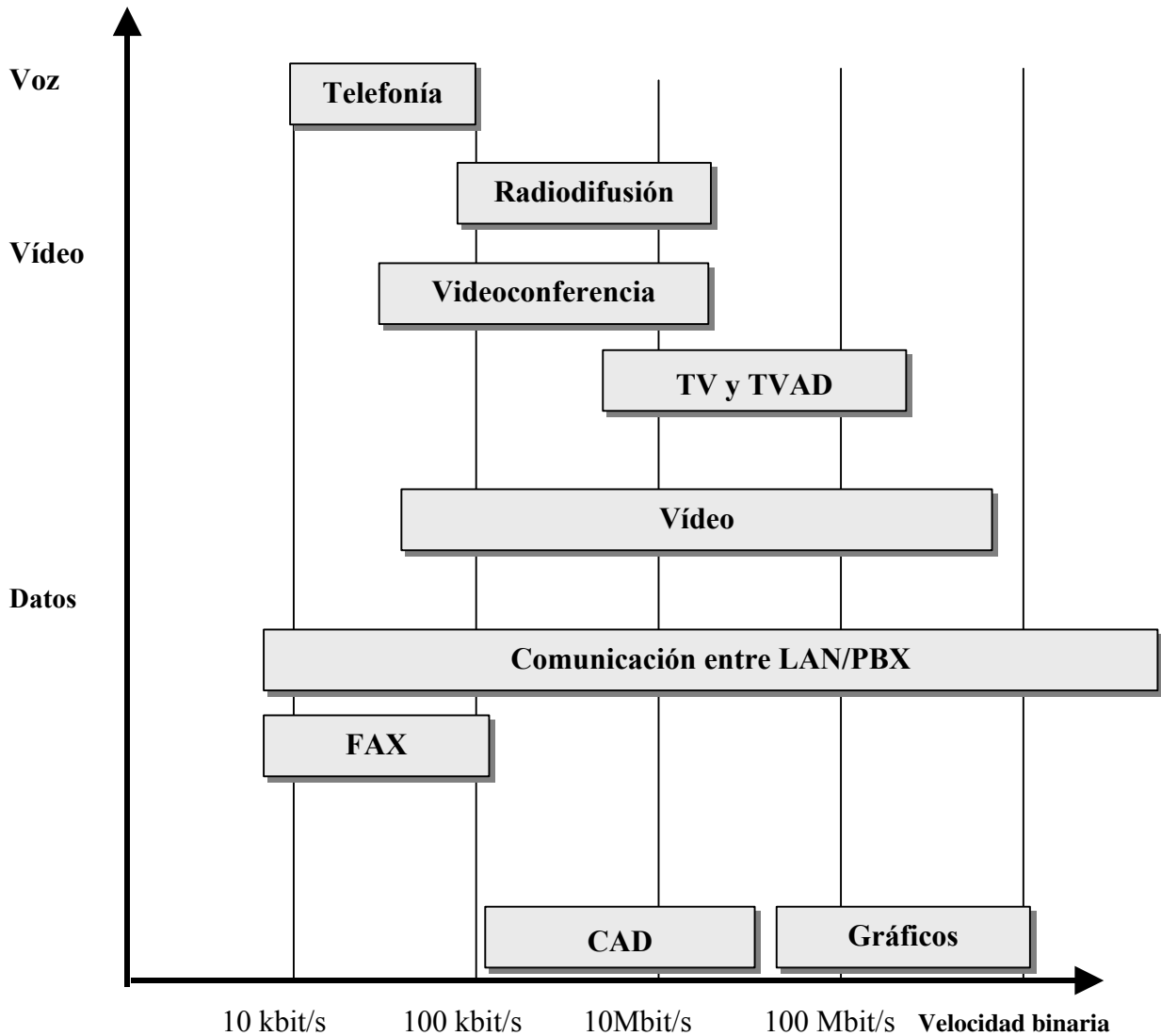
La creación de los servicios está guiada por las necesidades de los usuarios. Estas necesidades pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Conectividad permanente
- Portabilidad del número/única dirección del usuario
- Agrupamiento de los servicios (una interfaz cómoda para un número de servicios de red en continuo crecimiento)
- Facturación colectiva/individual de los servicios de comunicación
- Perfil universal del servicio (mantenido transparentemente a través de diferentes redes)
- Punto de contacto común del servicio y la gestión de clientes/personalización de servicios

La personalización de las comunicaciones, aportada por los teléfonos móviles, coincide con la tendencia hacia servicios más personalizados a través de la Internet. La aparición de portales verticales, comunidades en línea y mercado interpersonal impulsará la Internet hacia la etapa siguiente, con

contenidos y servicios enteramente personalizados. El servicio móvil por Internet es un mecanismo que ha de superar lo que actualmente ofrece y que prolongará los servicios hasta las propias manos del usuario. La invención del protocolo de aplicaciones inalámbricas (WAP, *wireless application protocol*) en 1999/2000 está abriendo el camino. El próximo paso en la personalización de los servicios implica el agrupamiento de los servicios de voz, de Internet y multimedia en el aparato móvil personal del usuario.

Figura 1.1 – Requisitos de anchura de banda de diferentes servicios



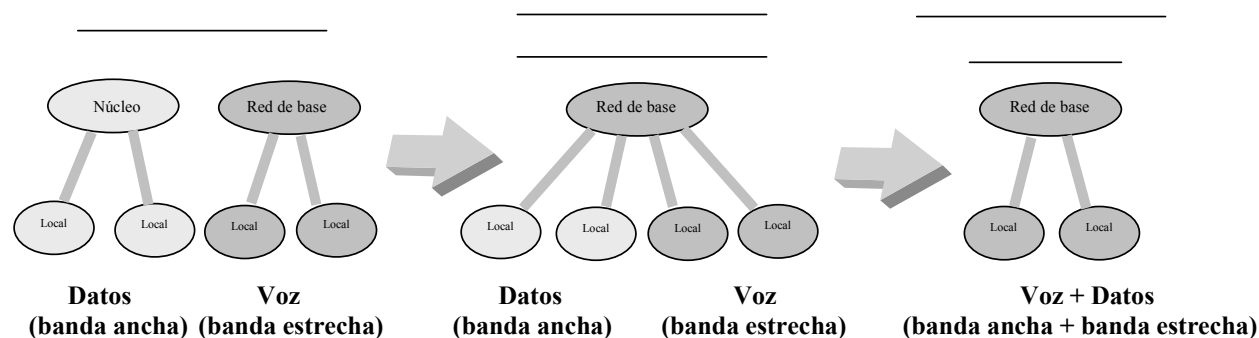
Todas estas tendencias se reflejan en el desarrollo de la red. El término «convergencia» se utiliza muy a menudo y está influyendo en los futuros desarrollos de la red. El debate sobre este tema puede resumirse en las siguientes líneas:

- Convergencia voz-datos
- Convergencia fijo-móvil
- Convergencia de los tres sectores industriales, Telecomunicaciones, Informática y Radiodifusión.

### Convergencia voz-datos

La integración de las redes de voz y de datos es una evolución que tiene las máximas probabilidades de imponerse por sí misma. Por un lado, las señales vocales cada vez se transportan más por enlaces de datos (por ejemplo, en el ATM, el IP). Por otro lado, obviamente es mucho más costoso mantener dos redes diferentes que una red integrada. En la figura 1.2 se ilustra un posible proceso de migración.

**Figura 1.2 – Ejemplo de proceso de convergencia voz-datos**



### Convergencia fijo-móvil (CFM)

La convergencia fijo-móvil plantea grandes obstáculos a los operadores. Por este procedimiento pueden los operadores de redes fijas ofrecer a sus clientes atributos propios de la telefonía móvil cual es la independencia de la localización, que intenta disminuir el flujo de usuarios que utilizan el móvil en vez de la línea fija para sus llamadas, y preservar así la tasa de llamadas completadas en la red fija. La CFM permite además que los operadores de redes móviles ofrezcan a sus clientes los mismos niveles de rendimiento económico, calidad de servicio y velocidad de transmisión que tradicionalmente se han obtenido de las redes fijas. Por otra parte, otros servicios nuevos deberán complementar a los incipientes servicios de datos. Para satisfacer esta exigencia, los operadores de servicios móviles procuran elevar las capacidades de anchura de banda, mientras que por su lado los operadores de redes fijas buscan el modo de aumentar la utilización de la capacidad y la inteligencia. Por esta razón la CFM suscita otras preguntas, tales como: ¿quién dirige la convergencia?, ¿quién la desarrolla?, ¿quién la gestiona?, ¿cómo ha de reglamentarse? Estas cuestiones requieren estrategias de largo alcance, tanto por parte de los operadores fijos y móviles como de los legisladores.

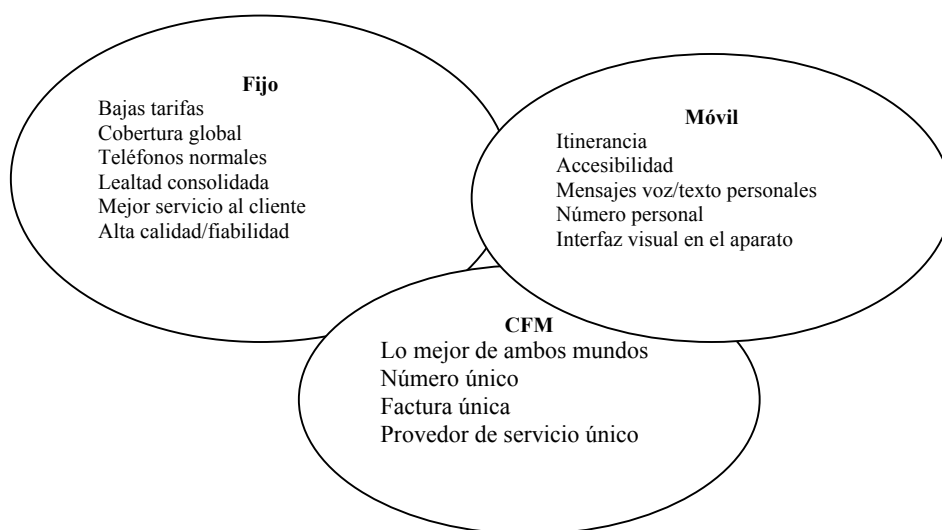
La primera etapa en los servicios CFM puede representarse como en la figura 1.3.

Las ventajas de la CFM para los usuarios son:

- servicios de facturación que combinan en una sola factura los importes de las llamadas en la red fija y en la red móvil;
- servicios de mensajería integrados;
- aparato telefónico multinorma;
- centros de servicio al cliente comunes;
- números únicos;
- redes privadas virtuales móviles;
- paquetes de tarifas y descuentos.

La desventaja para los operadores estriba en que es muy compleja la gestión de los servicios CFM, pues supone introducir nuevas plataformas de facturación y sistemas de atención al cliente.

**Figura 1.3 – Estructura de servicios en la CFM**



### *Convergencia de Telecomunicaciones, Informática y Radiodifusión*

Es general la creencia de que las telecomunicaciones, la informática y la radiodifusión, tres sectores de la industria cada uno con tecnología propia y diferenciada, convergerán en un sector industrial único. Éste podría denominarse de «infocomunicaciones» y tendría como base un conjunto común de tecnologías esenciales. Los productos y servicios de esta industria constituirán las «infraestructuras de información» de las economías y sociedades del futuro, relacionadas en redes de ámbito cada vez más global. No está nada claro el momento exacto en que esto va a suceder ni cuáles serán las estrategias organizativas apropiadas. Es, sin embargo, muy importante abordar esta cuestión para planificar los desarrollos venideros.

Con el fin de imaginar la evolución probable del entorno de las telecomunicaciones en los cinco a diez años próximos, la UIT ha propuesto, en su Plan Estratégico, el siguiente modelo (Figura 1.4) como base para un debate:



**Cuadro 1.4 – Dimensiones vertical y horizontal de las industrias de infocomunicación**  
(Se dan ejemplos a título ilustrativo, no exhaustivo)

Niveles horizontales	Segmentos verticales		
	Telecomunicaciones	Informática	Radiodifusión
Terminales	Teléfono Fax Télex	Terminales mudos Computadores personales Computadores en red	Radorreceptores Televisores Audio/vídeo
Aplicaciones	Telemarketing Audiotex Servicios de valor añadido	Acceso a base de datos Correo electrónico Simulaciones (juegos)	Grabadores Espectáculo Información Educación
Servicios	Voz Datos Texto	Datos electrónicos Procesamiento Automatización de procesos Instrumentos de productividad	Radio Televisión Teletexto
Componentes de red	Acceso local Conmutación Transmisión	Servidores Encaminadores LAN, MAN, WAN	Por aire Cable Satélite
Facilidades y dispositivos	Conductores, cables, frecuencias, antenas, satélites, generadores de señales, procesadores, receptores		

A la vista de este modelo, se someten a consideración los siguientes procesos evolutivos:

- Primero, *integración de redes*; las diferentes facilidades que utilizaban anteriormente las industrias de telecomunicación, informática y radiodifusión serían absorbidas por redes de alta capacidad capaces de proporcionar todos los servicios de información y comunicación de un modo integrado, en entornos alámbricos e inalámbricos (RDSI-BA, UMTS, UPT, IMT-2000).
- Segundo, *enriquecimiento vertical*; engloba algunos de los principales desarrollos que se hayan producido en los diez últimos años y su resultado más importante es el enriquecimiento de productos y servicios dentro de los tradicionales segmentos verticales del mercado –además de la creación de nuevos segmentos verticales.
- En el tercero, *matriz competitiva*, las dimensiones horizontales de la industria de la «infocomunicación» empiezan a ser tan importantes como las dimensiones verticales. Comenzarán a borrarse las fronteras entre los sectores verticales de la industria (tanto tradicionales como nuevos), y la competencia se establecerá no sólo en la prestación de los servicios (no basada únicamente en infraestructuras que compiten) sino en la combinación de las dos dimensiones (Internet, proveedores de servicios de información, almacenamientos).
- En el cuarto, *integración horizontal*, las estructuras verticales que han caracterizado el sector de las comunicaciones en el pasado y dominan todavía hoy la industria aparecen en líneas generales orientadas hacia niveles horizontales.

La evolución a seguir en cada país depende de su política general en materia de telecomunicaciones.

## 1.2 Hacia una nueva arquitectura de comunicaciones

Para lograr una nueva estrategia de red aplicable a un mercado de comunicaciones convergentes, los operadores necesitan establecer sistemas verdaderamente abiertos que inviten a la competencia en los niveles horizontales. En la transición hacia ese entorno abierto es necesario reconocer cuatro requisitos:

- No existe una frontera claramente definida entre tecnologías de red pasadas y futuras. La transformación debe basarse en estrategias de migración viables que protejan la continuidad de la actividad.
- La experiencia del usuario final es la que en último término determina el éxito del operador. En un mercado sumamente competitivo, los usuarios esperan y exigen servicios de muy alta calidad.
- Las normas fácticas –ya sean normas formales de la industria o normas privadas– pueden atender la necesidad que experimenta el mercado de disponer de interfaces abiertas para integrar soluciones completas. No obstante, las normas formales de la industria, que son ampliamente compartidas y accesibles, dan mayor flexibilidad a los operadores en un mercado abierto a múltiples suministradores, además de ofrecerles más posibilidades de promover sus propias soluciones entre los usuarios finales.
- Hay una diferencia abismal entre explotar una red optimizada para enviar bits de datos y garantizar servicios de extremo a extremo a través de diferentes redes. Esto sólo puede abordarse con servicios de integración a gran escala de sistemas extremo a extremo y soluciones de gestión de red que permitan un entorno verdaderamente abierto a múltiples suministradores.

## 1.3 Arquitectura de comunicaciones futura

Las redes de la siguiente generación se basarán en un modelo de tres capas. Esto no significa que todas las redes parezcan iguales, puesto que los trayectos de migración variarán. En términos generales, sin embargo, las arquitecturas de red futuras se dispondrán en las tres grandes capas siguientes:

- *Contenido y aplicaciones de usuario*

La capa de contenido incluye las aplicaciones de usuario y no, como anteriormente, las aplicaciones incorporadas en la red de telecomunicaciones. Las aplicaciones pueden residir en la Internet o en servidores especializados, pero se sitúan fuera de la red desde una perspectiva de comunicaciones. Entre la red y las aplicaciones se encuentran las interfaces de programación de aplicaciones (API, *application programming interfaces*) intermedias y abiertas.

- *Control de comunicaciones y aplicaciones*

La capa de control de comunicaciones y aplicaciones incluye todas las funciones de control, inteligencia y gestión de movilidad –todo lo necesario para establecer conexiones y sesiones, etc.

- *Conectividad*

La capa de conectividad comprende todas las funciones del acceso, el transporte y la red de base. Es, de hecho, la «conducción de bits» por donde circulan las comunicaciones y la información.

Esta triple perspectiva es útil para comprender la división lógica de tareas en el interior de una red. Las capas anteriores valen para todo tipo de redes, ya sean fijas, móviles, de banda ancha u otras. La perspectiva funcional puede también contemplarse desde el punto de vista de la actividad empresarial y las inversiones. Como cada capa tiene una tarea muy distinta y única que desempeñar, contribuye de diferentes maneras a la actividad específica del operador.

### 1.3.1 Contenido y aplicaciones de usuario

La capa de contenido y aplicaciones del usuario realiza servicios centrados en la información, que pagan los usuarios con base en algún principio fundamental como puede ser el acceso, los minutos de utilización o el caudal de tráfico. Los servicios pueden incluir el comercio electrónico o cualquier actividad en línea, pero típicamente residen en servidores exteriores a la red.

Aunque los operadores pueden desarrollar por sí mismos ciertas aplicaciones de usuario, deben ante todo y en primer término garantizar un entorno de aplicaciones flexible y capaz de afrontar el futuro, apto para implantar nuevos servicios con un grado elevado de personalización. A partir de ahí, otras compañías asociadas, productores de soporte lógico e industrias diversas pueden desarrollar y comercializar aplicaciones de usuario específicas.

En realidad, el grueso de las inversiones provendrá de estos últimos agentes, como puede atestiguar la innovación que actualmente promueve el protocolo de aplicaciones inalámbricas (WAP, *wireless application protocol*). También hay desarrollos sustanciales en la prestación de servicios de aplicación (ASP, *applications service provisioning*) mediante la cual el usuario descarga de la Internet, pagando una cierta tasa, el soporte lógico de aplicación siempre que lo necesite. Tales servicios puede prestarlos un operador y/o proveedor de servicios de Internet (ISP, *Internet service provider*), o una entidad independiente que tenga plena responsabilidad sobre la calidad del servicio, las actualizaciones, etc.

Los servicios de voz de alta calidad seguirán siendo una parte importante de numerosas aplicaciones, y por tanto un área de intensa concentración del desarrollo tecnológico. El reconocimiento del habla, los agentes inteligentes avanzados y unas interfaces de usuario más intuitivas harán de la voz humana un componente esencial de cualquier servicio. En consecuencia, toda aplicación conversacional –desde las llamadas telefónicas a las aplicaciones centradas en la información– dependerá de unas señales de voz en tiempo real, sensibles al tiempo. La experiencia del usuario depende directamente de que el operador sea capaz de entregar tales señales.

El equipo de la capa de aplicaciones del usuario constará de plataformas de servidor abiertas con los necesarios órganos intermedios –habilitadores de aplicación y comunicaciones.

### 1.3.2 Control de comunicaciones y aplicaciones

La capa de control de comunicaciones y aplicaciones incorpora todas las funciones necesarias para proporcionar servicios de alta calidad sin discontinuidades a través de diferentes redes públicas y privadas. La funcionalidad de esta capa salvaguarda la rentabilidad obtenida por el operador. La capa comprende la lógica de sistemas tales como el GSM, las redes de telefonía fija y las redes de datos/IP, además de los sistemas futuros como el servicio general de paquetes por radio (GPRS, *general packet radio service*), la tercera generación del acceso múltiple por división de código en banda ampliada (AMDC-BA) y otras redes multimedios.

Al final, la capa comprenderá un conjunto de servidores con diferentes capacidades de servicios, que proporcionen la flexibilidad de mantener rentables las actividades actuales al tiempo que puedan desarrollarse actividades nuevas e innovadoras. Un elemento esencial para distinguir unos operadores de otros será la capacidad de mantener servicios de red diferenciados a través de diversas redes.

Esta capa es la que realmente generará beneficios para las redes de la próxima generación. El modelo de actividad requiere que los operadores mantengan en su mano esta básica competencia.

### 1.3.3 Conectividad

La capa de conectividad es, ante todo y en primer lugar, una conducción de bits, un mecanismo de transporte que no depende de que la información transportada sea vocal, de datos o multimedios. Esta capa puede ser y será construida en equipos ATM e IP (procolo Internet), y el éxito del operador se basará primordialmente en conseguir unos costes mínimos.

La arquitectura de conectividad incluye tanto la red de transporte principal como las redes de acceso – telefonía fija, televisión con antena colectiva, acceso a comunicaciones móviles y de empresa, etc.

La arquitectura de base incorpora equipo de núcleo y de contorno. El equipo de núcleo transporta las corrientes de tráfico entre los nodos de servicio situados en el contorno de la red principal. El equipo de contorno proporciona a la conducción de bits la inteligencia que garantiza la calidad de servicio apropiada y recopila todos los datos específicos del cliente y del tráfico a los efectos de contabilidad y facturación.

## 1.4 Estructura del fascículo 2

Este fascículo se compone de una Introducción y ocho Capítulos.

El Capítulo 2 trata de las redes y servicios digitales y se divide en diez subcapítulos.

- El subcapítulo 1 expone la estructura básica de la *Red telefónica pública conmutada - RTPC* con tres niveles estructurales: redes de acceso, locales y de tránsito.
- El subcapítulo 2, *Red digital de servicios integrados – RDSI*, trata de las especificaciones de las interfaces de RDSI, los servicios de RDSI y las configuraciones de referencia con una breve descripción de bloques funcionales.
- Las *Redes inteligentes* se presentan en el subcapítulo 3, con consideraciones sobre la introducción de servicios de red inteligente (RI) en la red general y el cometido futuro de la RI. Se incluyen los cuadros de funciones de la RI y conjuntos de capacidades.
- El subcapítulo 4, *Red de conmutación de paquetes*, incluye la estructura básica X.25, los principios de la conmutación de paquetes y las capas X.25.
- La *Retransmisión de tramas* se expone en el subcapítulo 5 como solución para aumentar la anchura de banda y reducir el retardo en la transmisión de datos. Incluye las definiciones generales, formatos de trama y funcionamiento de la capa de enlace de datos.
- Las *Redes basadas en ATM* se exponen en el subcapítulo 6.
- El subcapítulo 7 abarca el *Interfuncionamiento entre redes* y ofrece principios básicos para el interfuncionamiento entre redes diferentes con ejemplos de casos de interfuncionamiento.
- Los *Nuevos servicios* se enumeran en el subcapítulo 8, con hincapié en los servicios de RDSI de banda estrecha, servicios de banda ancha y servicios multimedios, con ejemplos adecuados.
- En el subcapítulo 9, se explican las *Tendencias futuras* en el desarrollo de servicios, con hincapié en los servicios de RI.
- En los subcapítulos 10 y 11 se enumeran las *Normas UIT* importantes para todas las redes cubiertas en el capítulo 2.

Como anexo al Capítulo 2 se incluye el estudio de un caso sobre desarrollo de las telecomunicaciones en China.

El Capítulo 3 trata de la evolución de las redes móviles desde la primera generación hasta las IMT-2000. En este capítulo se analizan también los fenómenos de convergencia fijo-móvil.

El Capítulo 4, *Redes de acceso*, consta de dos subcapítulos. El primero estudia la arquitectura funcional de las redes de acceso e incluye escenarios de realización posibles y las normas de la UIT. El segundo aborda el acceso inalámbrico y las soluciones técnicas correspondientes.

El Capítulo 5, *Gestión de red y de servicios*, define fuerzas directrices para un nuevo enfoque de los aspectos de gestión y arquitectura de la RGT e incluye ejemplos de realización y evolución de los instrumentos de gestión.

El Capítulo 6 trata de los *Aspectos de planificación* y examina por separado los aspectos radioeléctricos y no radioeléctricos. También aborda los planes de desarrollo y la definición de escenarios de desarrollo a corto, medio y largo plazo. Se enumeran las publicaciones pertinentes de la UIT.

El capítulo 7 trae a debate la necesidad de desarrollar los recursos humanos como apoyo para la introducción de las nuevas tecnologías.

En el capítulo 8, *Aspectos financieros y económicos*, se abordan los métodos de análisis económico, las consideraciones políticas y los problemas de tarifas.

Las referencias enumeradas dentro de los capítulos deben permitir a los lectores conseguir más información sobre los temas respectivos.

Cada capítulo es independiente (y en algunos casos son independientes los subcapítulos) con el fin de simplificar las actualizaciones del texto.

## 1.5 Lista de abreviaturas

AMDC-BA	Acceso múltiple por división de código en banda ancha
API	Interfaz de programación de aplicaciones ( <i>application programming interface</i> )
ASP	Prestación de servicio de aplicación ( <i>application service provisioning</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
CAD	Diseño asistido por computador ( <i>computer added design</i> )
FMC	Convergencia fijo-móvil ( <i>fixed mobile convergence</i> )
GPRS	Servicio general de paquetes por radio ( <i>general packet radio service</i> )
IMT-2000	Telecomunicaciones móviles internacionales
IN	Red inteligente ( <i>intelligent network</i> )
IP	Protocolo Internet ( <i>Internet Protocol</i> )
ISP	Proveedor de servicios de Internet ( <i>Internet service provider</i> )
LAN	Red de área local ( <i>local area network</i> )
MAN	Red de área metropolitana ( <i>metropolitan area network</i> )
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BE	RDSI de banda estrecha
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones (véase TMN, <i>telecommunication management network</i> )
TVAD	Televisión de alta definición
UMTS	Servicios universales de telecomunicaciones móviles ( <i>universal mobile telecommunication services</i> )
UPT	Telecomunicaciones personales universales ( <i>universal personal telecommunications</i> )
WAN	Red de área extensa ( <i>wide area network</i> )
WAP	Protocolo de aplicaciones inalámbricas ( <i>wideband code division multiple access</i> )



## CAPÍTULO 2

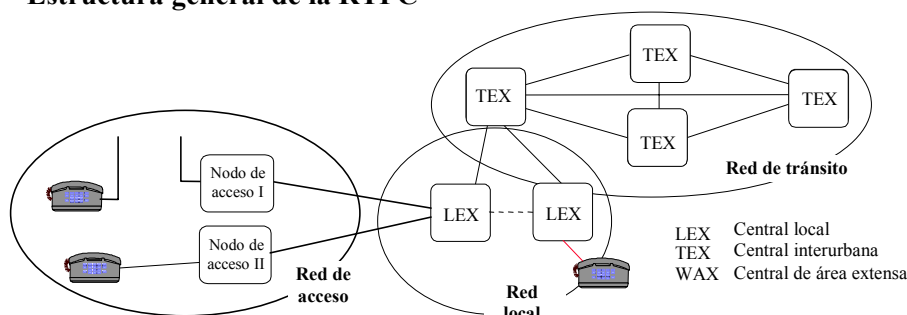
### 2 Redes y servicios digitales

#### 2.1 Red telefónica pública conmutada (RTPC)

La red telefónica pública conmutada (RTPC) es la base de las telecomunicaciones actuales. Proporciona a los usuarios un medio de transporte para señales de frecuencias comprendidas entre 300 Hz y 3,4 kHz, en el que las señales están codificadas con la técnica denominada Modulación por impulsos codificados (MIC). Esta técnica consiste en tomar a intervalos regulares muestras de la señal y expresar su valor según un código digital. El sistema, totalmente normalizado, aplica una velocidad de muestreo de 8 kHz y el valor de la muestra se codifica en 8 bits. Por consiguiente, cada conversación telefónica da lugar a un tren de bits continuo a 64 kbit/s, el cual se multiplexa en la red sobre portadoras de velocidad binaria más elevada. Aunque 64 kbit/s sea el módulo básico de la jerarquía digital, las normas se han diversificado de manera que existen señales multiplexadas con diferentes velocidades de datos.

En general, la RTPC es una red con conmutación de circuitos. Eso quiere decir que se establece un circuito de extremo a extremo entre las entidades que se comunican y se mantiene a lo largo de toda la «llamada». Se garantiza así un retardo mínimo y una calidad de servicio constante mientras dura la llamada.

Figura 2.1.1 – Estructura general de la RTPC



Generalmente la RTPC está estructurada como se ilustra en la figura 2.1.1. La red de acceso tiene que proporcionar el enlace de comunicación físico entre el punto extremo de la comunicación y la central local. En la central local (LEX, *local exchange*) están ubicadas todas las funciones relacionadas con los usuarios. Se han introducido conmutadores en el nivel de central interurbana (TEX, *toll exchange*) para tener la posibilidad de estructurar y optimizar la red de acuerdo con las mediciones de tráfico y el comportamiento de los usuarios.

El objetivo de diseño de una red de conmutación consiste ante todo en reducir al mínimo los costes asociados a la propiedad de la red. Para disminuir dichos costes se han aplicado los siguientes principios fundamentales:

- reducción del número de sistemas de conmutación y centrales instaladas;
- eliminación de los grupos de enlaces pequeños entre las centrales;
- introducción de gestión de elementos de red centralizada.

La posibilidad de un diseño de este género se apoya en la aplicación de:

- grandes centrales digitales de base en combinación con
- avanzadas tecnologías de redes de acceso que proporcionen acceso a las líneas de abonados distantes;
- tecnologías de transmisión de buen rendimiento económico.

### 2.1.1 Redes de acceso

Existen diferentes soluciones para conectar usuarios a una central local. Una de ellas es conectarlos directamente (por cables de pares de cobre) a la central local. Puede considerarse esta solución si la distancia entre la posición del usuario y la central no excede de 14 km (dependiendo de las características físicas del cable).

Otra solución sería la instalación de nodos de red para otros tipos de acceso o para el acceso de usuarios distantes. Estos nodos de acceso concentran el tráfico procedente de la posición distante y lo dirigen hacia la central de base por enlaces de transmisión. Los nodos de la red de acceso pueden conectarse a la central de base a través de bancos de canales (el nodo de la red de acceso alimenta las interfaces analógicas del conmutador) o a través de interfaces de multiplexación específicas del sistema.

Ciertos conmutadores y redes de acceso admiten también las interfaces V5.1 y V5.2 del ETSI basadas en enlaces de transmisión de 2 Mbit/s.

En el caso de redes de acceso independientes del sistema, se ha de establecer una correlación entre la gestión de líneas de abonado de la central de base y la red de acceso. No habrá necesidad de ello si el nodo de acceso es una parte distante de la central de base.

Para admitir la elección entre diferentes topologías o medios de acceso físicos, se dispone de equipo de red de acceso para infraestructuras radioeléctricas, de hilo de cobre, cable coaxial y fibra óptica.

### 2.1.2 Nivel de central local

Una red local basada en la tecnología de hoy suele atender entre 80 000 y 120 000 líneas. Debido a las limitaciones de capacidad de los sistemas de conmutación digital existentes, se necesitarían al menos tres sistemas de conmutación para esta red. Estos pueden consistir en múltiples sistemas de conmutación local/tránsito combinados localizados en centrales regionales y/o en nuevas instalaciones de central local. Las centrales de una red local pueden interconectarse en malla cuando el volumen de tráfico lo justifique.

Para la prestación de servicios de red inteligente (RI) muy generalizados en la red, hay que integrar la función SSP (*service switching point*, punto de conmutación del servicio) en cada central local.

Las funciones básicas de la central local son:

- conversión de señales analógicas a digitales y viceversa;
- conexión de las líneas de acceso;
- recogida de registros de datos de las llamadas;
- mediciones de las líneas;
- encaminamiento.

Son funciones adicionales de la central las siguientes:

- prestación de servicios (por ejemplo, céntrex, retransmisión de llamadas, información de tarificación y otros).

### 2.1.3 Nivel de central interurbana

Dependiendo del tamaño de la red, el nivel de central interurbana puede dividirse en dos partes como se muestra en la figura 2.1.2.

El nivel jerárquico más alto de la red lo ocupa la red de área extensa. Cada central instalada en el área extensa se dedica a una red regional en particular. Esto implica que esa central de área extensa recoge el tráfico interregional (o internacional) originado en su red regional y lo encamina hacia la central de área extensa de destino. En cuanto al tráfico entrante de tránsito destinado a su red regional, la central de área extensa lo distribuye a las centrales regionales de destino apropiadas.



La red de área extensa es una red de tránsito totalmente interconectadas en malla. Puede aplicarse el encaminamiento dinámico no jerárquico (DNHR, *dynamic non-hierarchical routing*) a fin de conseguir una red principal sólida y de altas prestaciones.

Por razones de seguridad y capacidad cada central de área extensa comprende dos sistemas de conmutación.

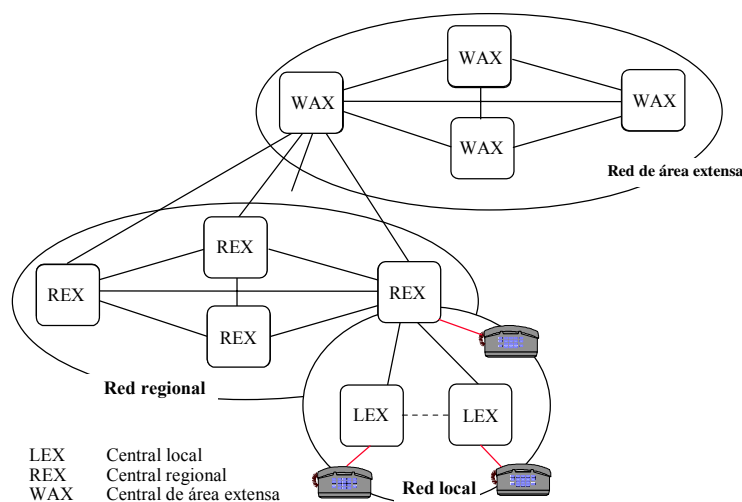
Las centrales de la red regional tienen doble grupo de salidas, es decir están conectadas a ambos sistemas de conmutación de la central de área extensa que les corresponde.

Cada red regional está asignada a una determinada central de área extensa. El tráfico interregional (o internacional) que se origina y termina en una región es recogido y distribuido según una topología de red en estrella (parcial).

La red regional cursa el tráfico intrarregional. A tal efecto, las centrales regionales de cada región están parcialmente interconectadas en malla, dependiendo del volumen de tráfico real entre esas centrales. En último término, las redes regionales pueden aplicar el mismo encaminamiento DNHR que la red de área extensa. Esto permite aplicar un único proceso de planificación de redes a todas las subredes de tránsito.

En las redes medianas y pequeñas puede prescindirse de la red regional. En este caso la red de área extensa será responsable de desempeñar las funciones descritas para la red regional.

**Figura 2.1.2 – Estructura de la red de tránsito**



#### 2.1.4 Señalización

A los efectos de señalización en la red se utiliza el protocolo de señalización N° 7 por canal común.

La red N° 7 tiene que considerar los siguientes tipos de señalización:

- señalización TUP (*telephone user part*, parte usuario de telefonía) enlace por enlace relacionada con el circuito para control de la llamada;
- señalización extremo a extremo para servicios no relacionados con el circuito (por ejemplo, compleción de la llamada a un abonado ocupado) entre centrales;

- c) señalización INAP (*intelligent network application part*, parte aplicación de red inteligente) extremo a extremo hacia/desde servidores centrales;
- d) señalización hacia/desde otras redes.

Estos tipos de señalización difieren en cuanto a sus características de tráfico (volumen, origen y destino, restricciones de retardo) y sus requisitos de encaminamiento y gestión.

La red N° 7 comprende esencialmente dos niveles.

El tráfico de señalización TUP enlace por enlace relacionada con el circuito en el interior de la red (tipo a)) es tratado por un nivel de la red N° 7 estrechamente relacionado con la estructura de la red de conmutación. Esto implica que la señalización puede estar en su mayoría asociada con los grupos de enlaces entre las centrales (modo asociado). Solamente en aquellos casos en que los valores del tráfico de señalización no justifiquen un enlace directo (aunque el tráfico de usuarios sí justifique un grupo de enlaces directo) se aplicará el modo cuasi asociado (señalización a través de otra central). El modo cuasi asociado se aplica también a rutas alternativas, es decir, rutas que se utilizan cuando los enlaces asociados están sobrecargados o sufren fallos.

El segundo nivel de la red N° 7 es la red de base, compuesta por nodos N° 7 autónomos que en la terminología N° 7 se denominan puntos de transferencia de señalización (STP, *signalling transfer points*) o puntos de retransmisión de señalización (SRP, *signalling relay points*). Estos nodos cursan tráfico de los tipos b), c) y d). Los STP o SRP representan conmutadores de paquetes que simplemente encaminan los mensajes de señalización pero no incluyen funciones de aplicación.

Los STP o SRP permiten una gestión centralizada de los tipos de tráfico del N° 7 que implican unas exigencias más rigurosas con respecto al encaminamiento y la supervisión. La función SRP de los nodos N° 7 sustenta el encaminamiento basado en la traducción global de títulos. Esto, por ejemplo, se aplica para direccionar los SCP (*service control points*, puntos de control del servicio) que atienden a un determinado grupo de clientes de servicios RI. Los SRP/STP son puntos centrales para la señalización de las interconexiones, de los cuales emergen los enlaces de señalización hacia otras redes. Por consiguiente, albergan equipo adicional N° 7 que permite una estrecha supervisión de la señalización de interconexión. De este modo el operador puede proteger su propia red, por ejemplo, de la propagación de posibles fallos originados en otras redes.

## 2.2 Red digital de servicios integrados (RDSI)

Por RDSI (red digital de servicios integrados) se designa a la vez un conjunto de normas de transmisión digital y una infraestructura de red que permite la transmisión digital por las líneas telefónicas actuales, facilitada por los proveedores de servicios de la red pública. El UIT-T define así la RDSI: «una red, desarrollada a partir de la red de telefonía, que proporciona conectividad digital de extremo a extremo para soportar una extensa gama de servicios, tanto vocales como no vocales, a los cuales los usuarios acceden por un conjunto limitado de interfaces de usuario múltiples.»

La demanda de la RDSI apareció por primera vez a mediados de los años 1970, cuando la utilización de las telecomunicaciones internacionales comenzó a presionar las redes analógicas existentes hacia sus límites. Las aplicaciones avanzadas que incluyen transmisión de voz, datos e imágenes han exigido mayores velocidades, superior calidad de funcionamiento, gestión integrada y flexibilidad. El concepto de una red única capaz de atender todas las necesidades de comunicación de los usuarios – una sucesión de servicios integrados que utilizan técnicas de transmisión digital – ha dado lugar a las normas que constituyen la RDSI.

En 1984 se publicó un conjunto de normas del UIT-T que especificaban en detalle lo que es una RDSI y de qué manera funciona. Desde entonces estas normas han evolucionado y han sido adoptadas como norma mundial por la mayoría de los proveedores de RDSI. Su resultado es un servicio que guarda coherencia universal, bien definido, ampliamente aceptado y eficaz.

La RDSI consta de una interfaz usuario-red y de unos medios para transportar digitalmente los datos del usuario y la información de señalización a través de las redes de múltiples proveedores. En las dependencias del usuario, el servicio se conecta a una terminación de línea de red (denominada NT-1). La señal digital se transmite desde la NT-1 al aparato del usuario final a través de un adaptador de terminal RDSI. Pueden montarse conjuntamente varios de estos componentes o todos ellos.

Se han definido dos tipos de RDSI: la RDSI de banda estrecha (RDSI-BE o simplemente RDSI), que es el tema de esta sección, y la RDSI de banda ancha (RDSI-BA) que proporciona transmisión a muy alta velocidad por medio de la tecnología ATM (*Asynchronous Transfer Mode*, modo de transferencia asíncrono). La RDSI-BA todavía no está muy extendida, puesto que aún no se ha desarrollado un servicio ATM genuino y los servicios ATM siguen siendo relativamente costosos.

La RDSI proporciona un acceso normalizado a todos los servicios de la red, permitiendo que las señales de voz, datos, fax, vídeo y gráficos compartan la misma línea con la calidad de funcionamiento libre de errores que va asociada con la tecnología digital. La interfaz del usuario a la red es sobre todo de incumbencia directa del usuario final, y puede establecerse a velocidad básica o velocidad primaria.

Una línea de acceso a la RDSI según la interfaz de velocidad básica (BRI, *basic rate interface*) consta de tres canales separados: dos canales B que transportan datos de modo transparente, y un canal D que transporta a través de la red la información de señalización, por ejemplo, las de control y establecimiento de la llamada y la identificación (ID) del llamante. El canal D puede utilizarse para transmitir datos del usuario por conmutación de paquetes y para acceder a redes públicas de datos. Las líneas BRI se utilizan típicamente para conectar pequeños sistemas de teclado y aparatos terminales individuales (como computadores personales, unidades de videoconferencia y máquinas de facsímil). La conexión BRI se denomina también 2B+D.

La interfaz de velocidad primaria (PRI, *primary rate interface*) emplea líneas físicas a velocidades más elevadas. En Norteamérica, se basa en una conexión T-1 (1,544 Mbit/s). En Europa, la base es la conexión E-1 (2,048 Mbit/s). La línea PRI contiene 23 canales B transparentes (T-1), o en el caso de la E-1 30 canales B, más un canal D a 64 kbit/s. La línea PRI no suele terminar en el equipo terminal del usuario final, sino que sirve de enlace entre el equipo de conmutación del cliente (una PBX) y una terminación de RDSI en la central. La conexión PRI se denomina también 23 B+D (en EE.UU.) o 30 B+D (en Europa).

Las especificaciones de la interfaz RDSI se resumen en el siguiente cuadro 2.2.1.

**Cuadro 2.2.1 – Especificaciones de la interfaz de RDSI**

	<b>Interfaz de velocidad básica</b>	<b>Interfaz de velocidad primaria</b>
Velocidad de línea	144 kbit/s	1,544 Mbit/s / 2,048 Mbit/s
Norma de capa física	UIT-T I.430	UIT-T I.431
Configuración	2B+D	23 B+D (Norteamérica) 30 B+D (Europa)
Canales portadores (B)	64 kbit/s	64 kbit/s
Canal de señalización (D)	16 kbit/s	64 kbit/s
Método de señalización	Mensajes en la capa 3 basados en Q.930 a Q.932 del UIT-T	

Para conexiones en modo reservado pueden utilizarse canales H. Las conexiones de canal H en el modo de conmutación de circuitos no están directamente soportadas por los tipos de conexión RDSI. Se realizan en la RDSI de 64 kbit/s por medio de canales B múltiples, siendo los sistemas terminales responsables de la sincronización de los intervalos de tiempo individuales.

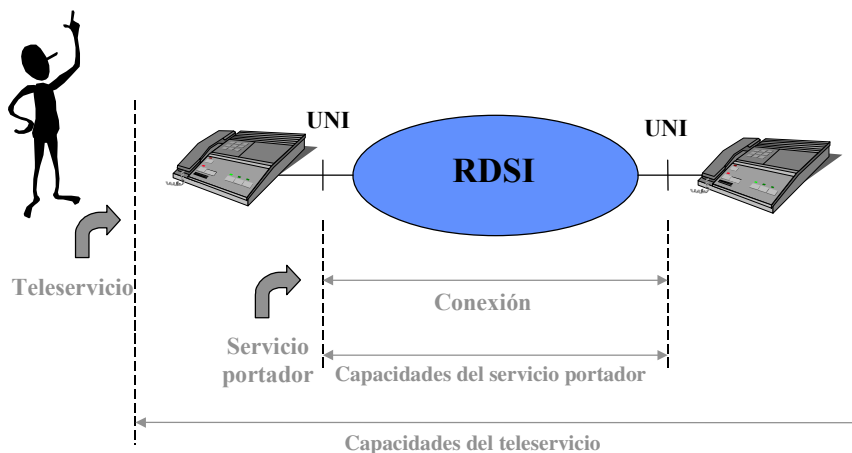
Se han normalizado los siguientes tipos de canales H:

- H0 a 384 kbit/s,
- H11 a 1 536 kbit/s (Norteamérica y Japón),
- H12 a 1 920 kbit/s (Europa).

A medida que evolucione la RDSI, puede haber otros canales H disponibles que ofrezcan capacidades superiores. Se ha propuesto utilizar los H21 (34 Mbit/s), H22 (45 Mbit/s) y H4 (140 Mbit/s), en modo circuito o en modo paquete rápido, para aplicaciones como la interconexión de LAN, la transmisión de datos a elevada velocidad, la teleconferencia con imágenes y varias otras más.

La transmisión digital en la RDSI es una manera rentable de integrar diversos servicios de telecomunicaciones en una infraestructura digital común, mundialmente aceptada. Los servicios de RDSI pueden clasificarse en las categorías de «portadores» (facilidades de transporte en capas bajas) o de «teleservicios» (con capacidades de aplicación distribuidas). Los servicios portadores permiten que el usuario transfiera información a otro usuario sin restricción en cuanto al tipo o formato de los datos. Los servicios (portadores, teleservicios y suplementarios) así como las normas que los definen se ilustran en la figura 2.2.1 y se enumeran en la sección 2.8 de este Capítulo. Por consiguiente se hará un mayor hincapié sobre su ejecución técnica, las interfaces y los protocolos.

**Figura 2.2.1 – Teleservicios y servicios portadores**



Técnicamente la RDSI se caracteriza por:

- transmisión y conmutación digital de la información entre los límites de la red (las UNI);
- integración en la RTPC existente siempre que esta RTPC esté ya digitalizada (sin duda es posible el interfuncionamiento con las partes analógicas);
- transporte/conmutación de señales vocales y de datos;
- canales a 64 kbit/s (canales B) que constituyen la base de la transferencia de información;
- información de señalización fuera de banda para controlar las llamadas (canal D a 16 ó 64 kbit/s)
- acceso a todos los servicios a través de una interfaz normalizada, la interfaz usuario-red (UNI).

### 2.2.1 Situación en el mercado de la RDSI

La RDSI se extiende actualmente con rapidez en algunos países europeos, y también en los Estados Unidos se espera un fuerte crecimiento de aquí a unos pocos años. Cabe esperar que muchas de las compañías de explotación internacionales establezcan en la RDSI una parte importante de sus comunicaciones. A ello contribuirá el hecho de que muchas compañías de todo el mundo ya están basando su RTPC en centrales de conmutación digitales, capaces de evolucionar a RDSI con inversiones adicionales relativamente bajas. Este tipo de evolución convierte la RDSI en una red normalizada mundialmente disponible.

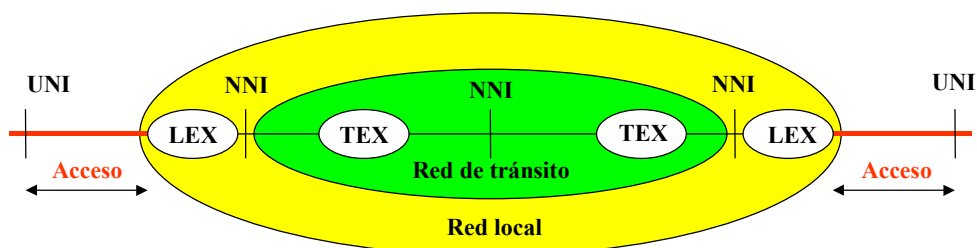
### 2.2.2 Servicios de la RDSI

Véanse las correspondientes secciones 2.8 y 2.10 de este Capítulo, relativas a los servicios y las normas de la UIT.

### 2.2.3 Configuración de referencia de la RDSI

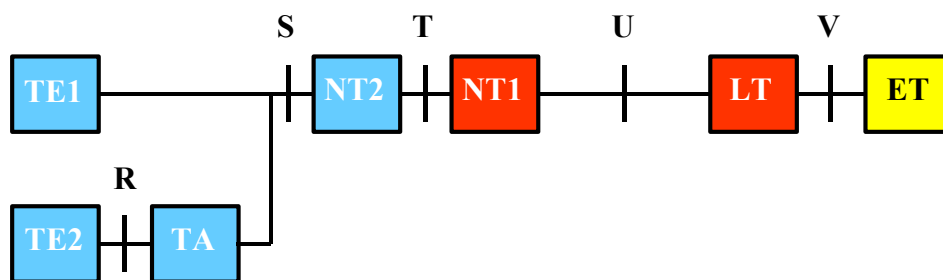
Antes de describir con más detalle la configuración de referencia del acceso a la RDSI, se examina brevemente la arquitectura de la red (figura 2.2.2). Estas arquitecturas no difieren de la estructura de una RTPC de conmutación digital. La central local (LEX) proporciona al usuario RDSI un acceso a la RDSI a través de una interfaz usuario-red (UNI). En el interior de la red de tránsito, tanto la LEX como la central de tránsito (TEX) ofrecen una interfaz de nodo de red (NNI). El que la red de tránsito proporcione más de un nivel de red no es relevante para las consideraciones posteriores.

Figura 2.2.2 – Arquitectura de red de la RDSI



La configuración de referencia de la RDSI seguidamente representada estructura los accesos en bloques funcionales como se indica en la figura 2.2.3. Cada uno de los bloques está dedicado a cierto número de funciones que han de ejecutarse. Los diferentes bloques funcionales están separados por puntos de referencia (figura 2.2.3).

Figura 2.2.3 – Configuración de referencia de la RDSI



### Breve descripción de los bloques funcionales:

*Terminación de central (ET).* La ET realiza funciones de conmutación como la terminación del canal de señalización y el primer tratamiento de la información de señalización.

*Terminación de línea (LT).* La LT termina la línea de transmisión por el lado de la red. Contiene todas las funciones que son necesarias para excitar la línea de transmisión (codificación de línea, diferenciación de los sentidos de transmisión, etcétera).

*Terminación de red 1 (NT1).* La NT1 lleva a cabo la transformación entre la interfaz de transmisión en el punto de referencia U y la interfaz normalizada  $S_0$  o  $S_{2M}$  (descritas a continuación) en el lado del usuario. Termina la parte pública de la red. Proporciona, por lo tanto, mecanismos de supervisión para mantener la línea de acceso.

*Terminación de red 2 (NT2).* Una realización típica de la función NT2 es una centralita (PABX) RDSI. La función NT2 termina la información de señalización y la transfiere hacia el lado del usuario o, respectivamente, de la red. Para un simple acceso de RDSI no se necesita la función NT2. En ese caso, es la NT1 quien proporciona directamente la interfaz  $S_0$  en el punto de referencia T.

*Adaptador de terminal (TA).* El TA desempeña la función de adaptación entre terminales que no son RDSI (por ejemplo, un teléfono analógico) y la interfaz RDSI. Por esa razón el TA ha de terminar o procesar la información de señalización, y realizar la codificación/decodificación de las señales del usuario.

*Terminal 1 (TE1).* El terminal de tipo 1 representa un terminal RDSI que incorpora todas las funciones de RDSI necesarias.

*Terminal 2 (TE2).* El terminal de tipo 2 representa un terminal que no es RDSI, cuyo enlace con la RDSI ha de hacerse a través de un adaptador de terminal.

## 2.2.4 Interfaces de la RDSI

Se han normalizado dos tipos diferentes de accesos a la RDSI. Un **acceso básico** que ofrece dos canales B y un canal D16 al usuario y un **acceso a velocidad primaria** que proporciona 30 canales B y un canal D64.

El acceso básico ofrece una interfaz  $S_0$  normalizada, y el acceso a velocidad primaria, una interfaz  $S_{2M}$  en la terminación de la red hacia el usuario. Estas interfaces se describen seguidamente en líneas generales.

### 2.2.4.1 Interfaz $S_0$

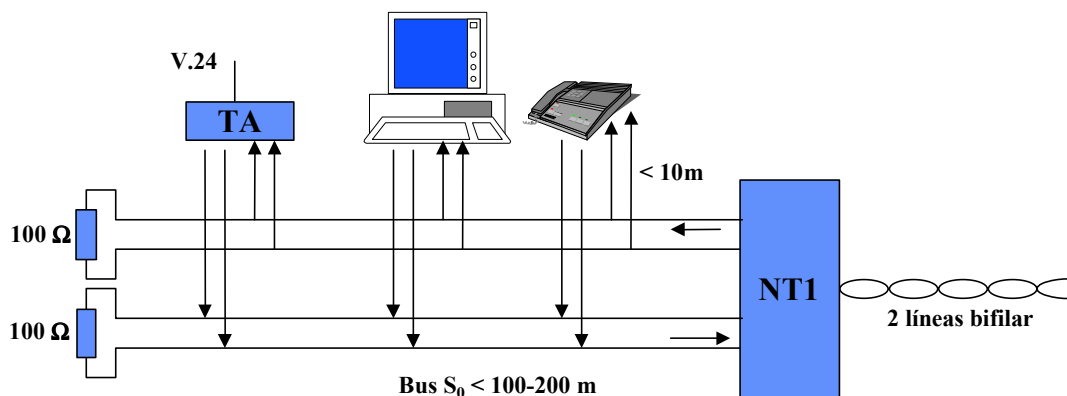
#### *Configuración*

La interfaz  $S_0$  se ofrece en el punto de referencia T a través de la terminación de red 1 (NT1). Está especificada como sistema bus materializado por dos pares de hilo de cobre. El máximo alcance de un bus  $S_0$  varía de 100 a 200 m, dependiendo del tipo de hilos que se utilicen. Una línea de conexión del terminal al bus no deberá exceder de 10 m (figura 2.2.4).

Hasta ocho terminales de RDSI (TE1) o adaptadores de terminal RDSI (TA) pueden conectarse al bus  $S_0$ . Dos de ellos pueden utilizarse en paralelo, accediendo cada uno de ellos a uno de los canales B. Los terminales pueden ser teléfonos RDSI, telefacsímiles del grupo 4 o equipos de datos como un computador personal (PC) provisto de tarjeta adaptadora de RDSI. Además, los terminales pueden también utilizar el servicio de paquetes de datos ofrecido a través del canal D.

No es posible la comunicación directa entre los terminales conectados al bus  $S_0$ . Esta comunicación sólo puede establecerse a través de la central pública, con todas las consecuencias que conlleva (tarificación, necesidad de utilizar ambos canales B).

Figura 2.2.4 – Bus  $S_0$



### Acceso en canal D

Para garantizar un acceso equitativo a los canales B del bus  $S_0$  se ha definido un procedimiento de acceso en canal D. Con el fin de detectar colisiones en el canal D, los bits D transmitidos en una señal de trama  $S_0$  (véase la Recomendación I.430 del UIT-T) se reflejan en la NT1 y se devuelven como bits E a todos los terminales. Si el bit D enviado por un terminal es igual al bit E recibido, el terminal es autorizado a continuar. Si no es así, el terminal detiene el procedimiento de acceso y lo inicia de nuevo tras un periodo de temporización.

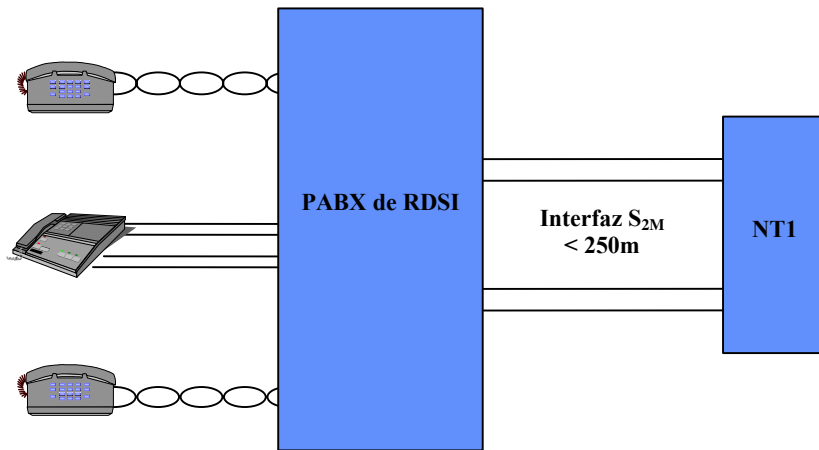
### Modos de alimentación

En condiciones normales, todos los terminales telefónicos se alimentan a través de la NT1. El equipo de datos y los adaptadores de terminal suelen disponer de alimentación propia. En caso de fallo de energía, un terminal telefónico, capaz de funcionar en modo restringido, es alimentado desde la central local a través de la NT1.

### 2.2.4.2 Interfaz $S_{2M}$

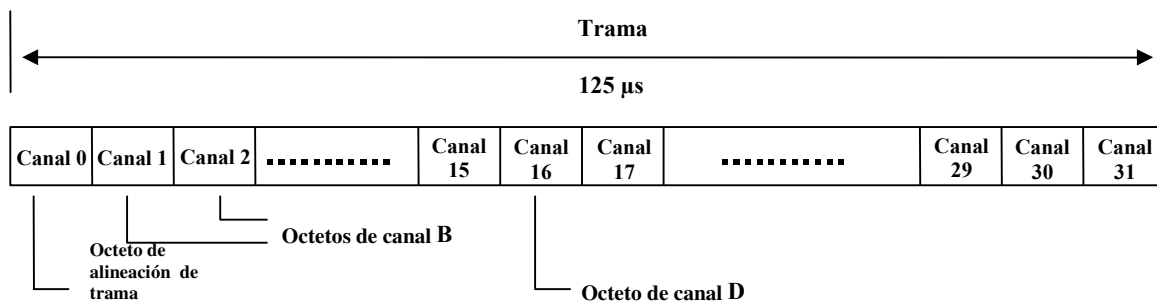
La interfaz  $S_{2M}$  es una interfaz punto a punto de 2 Mbit/s. Se utiliza para conectar PABX o equipos de datos (por ejemplo, encaminadores) a la RDSI (figura 2.2.5). La interfaz ofrece 30 canales B para transportar la información de usuario y un canal D de 64 kbit/s.

Figura 2.2.5 – Interfaz S<sub>2M</sub>



Debido a las características de punto a punto de la interfaz, no se necesita ningún mecanismo de acceso en canal D. Es posible configurar los 30 canales B en grupos que sólo utilicen una parte de esos 30 canales, o bien dedicar los canales exclusivamente a tráfico entrante o saliente. La figura 2.2.6 muestra la estructura del canal en la interfaz S<sub>2M</sub>.

Figura 2.2.6 – Estructura de trama de la interfaz S<sub>2M</sub>



### 2.2.5 Protocolos de señalización RDSI

Para establecer o liberar una conexión, o para intercambiar información en el transcurso de una llamada, se necesitan procedimientos de señalización entre el usuario RDSI y la central RDSI, así como entre dos centrales RDSI. En la RDSI, esta información de señalización se transporta por canales de señalización separados: el canal D en el acceso RDSI y el canal SS N° 7 entre las centrales.

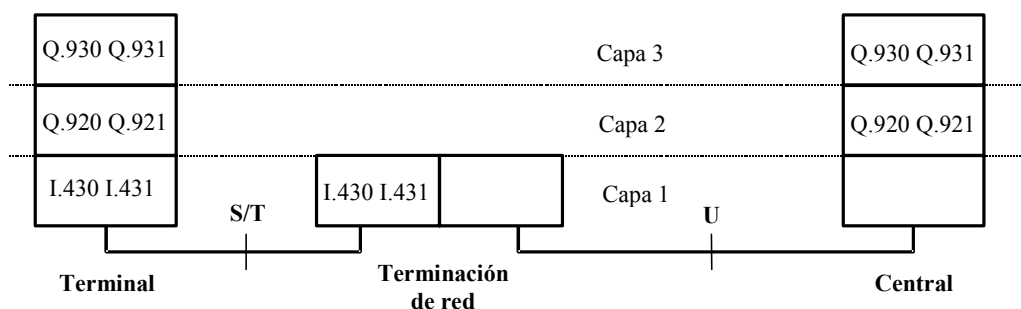
Los protocolos que describen los mensajes y procedimientos son el sistema de señalización digital de abonado N° 1 en el acceso a RDSI, y el sistema de señalización N° 7 entre las centrales. Ambos protocolos se describen brevemente a continuación.



### 2.2.5.1 Sistema de señalización digital de abonado N° 1 (DSS1)

El DSS1 se basa en un protocolo estructurado en capas, que comprende las tres primeras capas del modelo OSI (figura 2.2.7). El establecimiento o la liberación de una llamada se realiza mediante una interacción entre los diferentes procedimientos verificados en estas tres capas. Seguidamente se resumen los procedimientos de las distintas capas.

Figura 2.2.7 – Pila de protocolos DSS 1



#### Capa 1

La capa 1 soporta el estado activado y desactivado de la interfaz  $S_0$ . La desactivación da lugar a una reducción en el consumo de energía pero también implica que la interfaz carece de sincronización de señal. El establecimiento de una llamada exige activar antes la interfaz  $S_0$ . La activación puede inicializarse desde ambos lados –el usuario y la central. La desactivación solamente se inicia por la central.

#### Capa 2

La capa 2 ofrece el transporte de información de señalización entre las múltiples entidades de la capa 3. Proporciona una o más conexiones de enlaces de datos por un canal D. Los mensajes de señalización son transportados en una trama de la capa 2, que requiere las funciones de delimitación y alineación de trama de dicha capa. Ofrece además el control de la secuencia de tramas, la detección y recuperación de errores así como el control del flujo.

Antes de iniciar los procedimientos de señalización de la capa 3 tienen que haberse establecido las conexiones de la capa 2.

#### Capa 3

La capa 3 del DSS1 desempeña las funciones de control de llamada de la RDSI. En esta capa se definen los mensajes intercambiados entre entidades de señalización así como los procedimientos seguidos para tales intercambios.

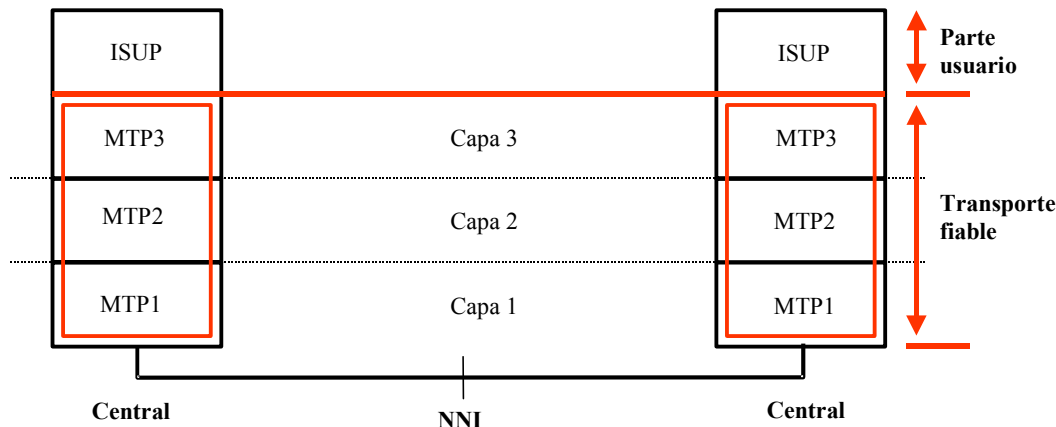
En el DSS1 se enumeran una serie de tipos de mensajes (por ejemplo, SETUP, ALERTing, CONNect, CONNect ACKnowledge), cada uno de ellos utilizado en las diferentes fases de la llamada (establecimiento, información, desconexión) o destinado a transportar información adicional diversa, relacionada o no con la llamada.

Cada uno de estos mensajes se estructura de la misma forma, comenzando por un encabezamiento que indica, por ejemplo, el tipo de mensaje, y a continuación varios elementos de información obligatoria o facultativa (cifras de marcación, por ejemplo).

### 2.2.5.2 Sistema de señalización N° 7

En el interior de la red se utiliza el sistema de señalización N° 7 para intercambiar información de señalización entre las entidades que se comunican. La figura 2.2.8 representa la pila de protocolos del SS N° 7.

Figura 2.2.8 – Estructura de protocolos del SS N° 7



La parte transferencia de mensajes (MTP, *message transfer part*) 1 y 2 proporciona las mismas funciones que en las capas 1 y 2 de la pila de protocolos DSS1. De ahí resulta la transmisión física a través de un canal de señalización N° 7 a 64 kbit/s o de un conjunto de estos canales, y la disposición de un transporte fiable de información de señalización en la capa 2 a través de un enlace. En la RDSI, la MTP3 amplía estas funciones para sustentar un transporte fiable entre nodos de la red (facilitando los enlaces múltiples entre nodos que funcionan en compartición de carga, la transferencia de información de señalización, etc.).

En la RDSI N° 7, la red de transporte es utilizada por el protocolo de la parte usuario RDSI (ISUP, *ISDN user part*), que es el protocolo específico de la RDSI. Las funciones de ISUP pueden compararse a las funciones de capa 3 DSS1, con algunas adiciones específicas de la red (por ejemplo, la función de compensación de eco en una conexión de larga distancia, u otras).

## 2.3 Redes inteligentes

### 2.3.1 Conceptos y requisitos de las redes inteligentes

- *Aspectos generales*

Los usuarios del teléfono continuamente buscan servicios de mejor calidad y más refinados así como una mayor facilidad de uso, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Estas tendencias se han visto estimuladas por las demandas de servicios telefónicos comparables a los que ya existen en otros lugares. En numerosos países se introducen actualmente sistemas de red inteligente (RI) para satisfacer las demandas de los clientes de un modo rápido y económico.

Entre tanto, en los países en vías de desarrollo se da mucha importancia a los sistemas celulares y a sistemas digitales inalámbricos como los de bucle inalámbrico local (WLL, *wireless local loop*), con miras a establecer servicios telefónicos universales. Estos sistemas operan también como red inteligente.

Además, la red inteligente va a ofrecer información sobre el tráfico, la tarificación y otros aspectos mediante la preparación y el tratamiento de informaciones de administración recogidas de la red, tales como la trama de tiempo, la identificación y localización de usuarios y el número de llamadas.

Con el fin de introducir nuevos servicios, expandir los servicios telefónicos básicos, interconectar redes distintas y potenciar las funciones de explotación, la red inteligente está adquiriendo un papel crucial en la tecnología estructural.

- *Concepto*

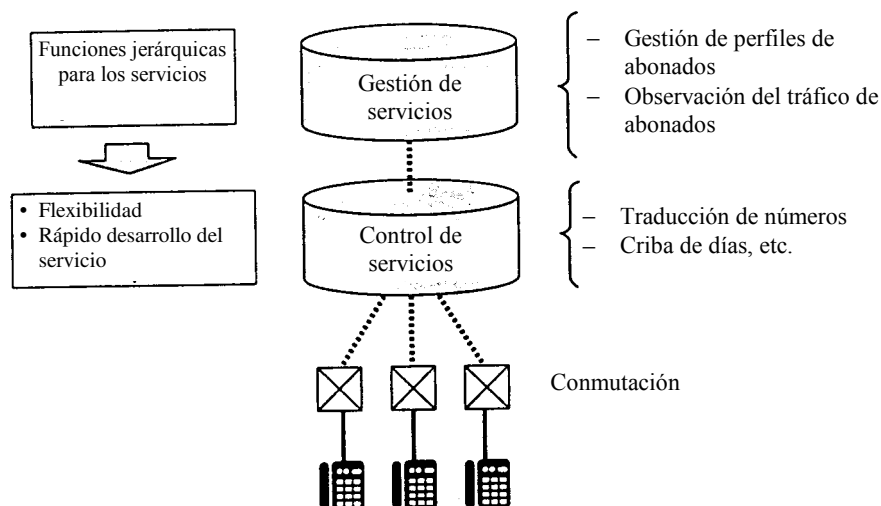
La red inteligente posibilitará la implantación fácil y rápida de diversos servicios avanzados en un entorno de suministradores múltiples, y además adelantará la explotación de esos servicios. La arquitectura RI se compone esencialmente de una función de control del servicio (SCF, *service control function*) y una función de conmutación del servicio (SSF, *service switching function*).

La SCF puede localizarse en un nodo centralizado de la red, separado de cualquier conmutador. La SCF analiza una petición del usuario y envía instrucciones apropiadas a la SSF, habitualmente localizada en un conmutador. La SSF ejecuta el tratamiento de la llamada de acuerdo con las instrucciones recibidas de la SCF.

Para alcanzar un eficaz desarrollo del servicio por medio de la arquitectura RI, será preciso asegurarse de que no se necesita preparar una SCF ni una interfaz entre SCF y SSF a la hora de crear un servicio individual. A fin de lograr esta independencia, la SCF se ha diseñado de modo que pueda crearse un servicio por la simple combinación de componentes funcionales no dependientes del servicio (figura 2.3.1). Para garantizar que la interfaz entre la SCF y la SSF funciona para conmutadores de todas las procedencias, su diseño se ha basado en un modelo de conmutador universal.

La arquitectura de red inteligente permite, pues, implantar un servicio sin más que instalar un escenario del servicio en la SCF.

**Figura 2.3.1 – Concepto de red inteligente**



- *Requisitos*

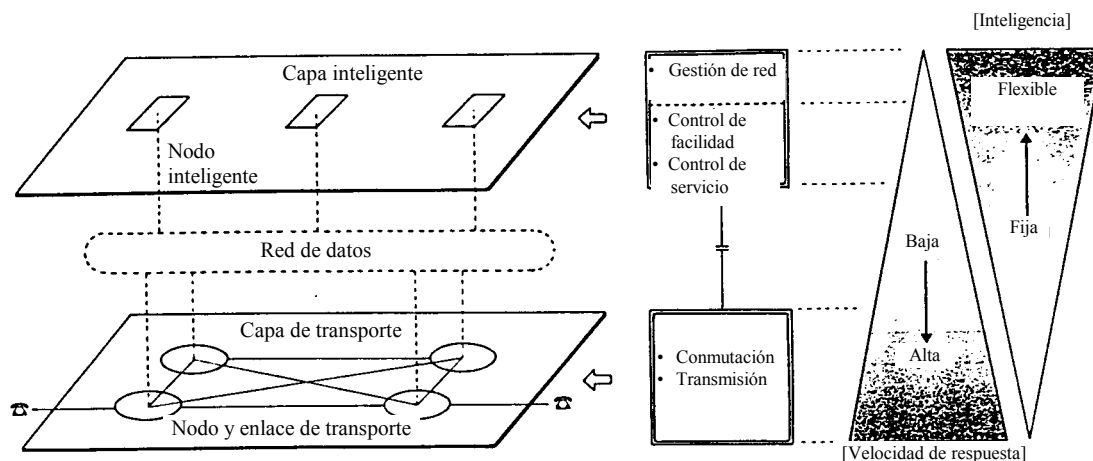
Las expectativas de los usuarios son ahora mucho más variadas, exigiendo comodidad y mayor calidad en los servicios a un costo inferior. En último término, el usuario querrá controlar por sí mismo los servicios. Pero, al mismo tiempo, deseará poder formular peticiones a la red cuya respuesta se traduzca en alterar las especificaciones del servicio.

El concepto fundamental que subyace a la explotación de una red consiste en satisfacer las demandas del usuario y proporcionar los diversos servicios a costes más reducidos. Para conseguirlo las redes deben ser receptivas a la incorporación de innovaciones técnicas que proliferan velozmente. En otras palabras, la red deberá modificarse de manera que tengan acogida las mejores facilidades de red posibles. La oferta de servicios a costes competitivos y la sana gestión de la explotación de la red exigen introducir facilidades y modos de operación al mínimo costo posible.

Las demandas de servicios ofrecidos a costes de explotación inferiores sin dejar de satisfacer las exigencias de los usuarios acentúa la necesidad de una red fiable y sumamente estable.

Para poder construir redes de telecomunicaciones que respondan eficazmente a estas necesidades es muy importante definir el concepto de una arquitectura de red unificada. Como ilustra la figura 2.3.2, las funciones de la red pueden dividirse en dos amplias capas: la capa de transporte dedicada al transporte y las conexiones, y la capa inteligente destinada al control de servicios y facilidades así como a funciones de gestión de la red. Además, deben asignarse funciones de red segmentadas y normalizadas a los nodos que constituyen cada capa, los cuales están interconectados a través de una interfaz normalizada. Este concepto es fundamental para la construcción de redes en el futuro.

**Figura 2.3.2 – Arquitectura de red (capa inteligente y capa de transporte)**



### *Ventajas de la RI:*

Desde la perspectiva de usuarios, operadores y fabricantes, la RI ofrece las siguientes ventajas y beneficios:

#### *Perspectiva del usuario*

- Facultad de disfrutar de diversas clases de servicios.
- Facultad de controlar por sí mismos las especificaciones del servicio.
- Facultad de conseguir información sobre el funcionamiento de su servicio.

#### *Perspectiva del operador*

- Capacidad de prestar diversas clases de servicios de modo rápido y económico.
- Capacidad de realizar con eficacia la gestión de servicios.
- Posibilidad de reducir los costes de las compras creando un entorno multisuministro.

*Perspectiva del fabricante*

- a) Posibilidad de ampliar su cuota de mercado mediante la normalización.

**2.3.2 Consideraciones sobre la introducción de servicios RI en la red**

- *Tecnologías esenciales*

La tecnología requerida para crear servicios de telecomunicación avanzados puede dividirse en tres áreas: sistemas de conmutación digital, sistema N° 7 de canal común y nodos inteligentes. Estas tres tecnologías son esenciales para potenciar los servicios de telecomunicación.

- a) Sistemas de conmutación digital (capa de transporte)

En una red telefónica pública las telecomunicaciones dan conexión a los usuarios llamantes mediante sistemas de conmutación. El control por programa almacenado en un sistema de conmutación digital es un primer paso en la evolución de la red.

- b) Sistema de señalización N° 7 (red de transporte de datos)

El sistema de señalización N° 7, utilizado para transmitir información entre sistemas de conmutación digital, es una tecnología importante para los servicios de telecomunicación avanzados. Hasta ahora las redes sólo han podido enviar los dígitos marcados a la parte llamada en el momento de conectar la llamada. Con el sistema de señalización N° 7, sin embargo, las redes podrán enviar más información. Por ejemplo, la información de identificación (ID) del llamante puede enviarse a la parte llamada mientras se conecta una llamada. Se utiliza además el sistema de señalización N° 7 para el intercambio de información entre nodos inteligentes.

- c) Nodo inteligente (capa inteligente)

Un tercer componente importante es el nodo inteligente. Cuando los datos de control de servicios se asignan a los sistemas de conmutación locales, resulta difícil ofrecer servicios extendidos a toda la red. En vista de ello, el control de servicios debería ser gestionado en nodos inteligentes centralizados. Si en cada central local se incorporase el soporte lógico y las tecnologías necesarias para implantar tales servicios, la tara de tratamiento de llamadas sería excesiva para el sistema de conmutación y pronto se agotaría su capacidad conmutadora. Por añadidura, las demandas de continuo desarrollo e introducción de nuevos órganos de conmutación que vayan incorporando cada nueva tecnología impondría una carga insoportable sobre la R & D de las empresas de explotación reconocidas. A cada modificación de las especificaciones de un servicio, habría que desarrollar nuevos tipos de sistemas de conmutación. Por esta razón, habrá que asignar al sistema de conmutación, como un mínimo básico, las funciones esenciales y comunes para la prestación de servicios. Todas las demás funciones avanzadas para diversos tipos de servicios se habrán de incorporar al nodo inteligente.

Como se ilustra en la figura 2.3.1, el nodo inteligente posee dos funciones: la función de gestión de servicios y la función de control de servicios. El procesador que alberga el control de servicios actúa bajo llamada y comunica con los sistemas de conmutación por medio del sistema de señalización N° 7. Pueden aplicarse computadores de uso general para el control de servicios y también para la gestión de servicios. La función de gestión de servicios actúa principalmente como una base de datos.

- *Evolución de las funciones básicas de la red*

Los servicios futuros comprenderán seis funciones básicas: a) análisis de los números de marcación; b) tarificación; c) procesamiento de la conexión; d) información de la red de transporte; e) interfaces para las extremidades de la red; f) control del usuario. Por consiguiente, mediante el desarrollo de segmentos que

contengan estas funciones de red básicas y la asignación estratégica de funciones segmentadas a nodos de la red, se hace posible una rápida provisión de servicios de telecomunicación flexibles. Las características del desarrollo dentro de cada función sería las siguientes:

- a) Análisis de los números de marcación: cambio a un número especial (número lógico).
- b) Tarificación: concepción de un sistema de tarificación especial diferente del sistema existente.
- c) Procesamiento de la conexión: oferta de conexiones especiales distintas de las existentes, tales como transferencia de llamadas avanzada, conexión múltiple, búsqueda de línea en área extensa, criba de llamadas, etc.
- d) Información de la red de transporte: transporte dentro de la capa de transporte o entre la capa de transporte y la inteligente de informaciones tales como la ID del llamante o la notificación de la señal de ocupado.
- e) Interfaces para la extremidades de la red: una interfaz de alto nivel para conectar con los usuarios, nodos de procesamiento y otros operadores.
- f) Control del usuario: información de gestión de la red, cambio o indicación de la especificación de servicio por el usuario. En breve, se podrá acceder a la definición del servicio por el usuario.

### 2.3.3 Funciones y conjuntos de capacidades de la RI

Los servicios de tratamiento de información basados en la RI comprenden dos áreas funcionales importantes.

Las funciones de tratamiento de llamada en el servicio RI implican el procesamiento en tiempo real de datos transitorios, es decir, datos que son válidos únicamente mientras dura la llamada respectiva. Estas funciones tienen soporte en la red de comunicaciones en cooperación con los puntos de control de servicio (SCP), a los que se interroga durante la llamada para obtener información que permita ejecutar la aplicación del servicio.

Las funciones de gestión en el servicio RI hacen uso de datos semipermanentes, esto es, elementos de datos que definen las aplicaciones del servicio con sus parámetros y características. La gestión de las funciones y objetos conexos se considera integrada en la capa de gestión del servicio RGT (red de gestión de las telecomunicaciones), mientras que será la red gestionada la que se encargue del tratamiento de la llamada individual.

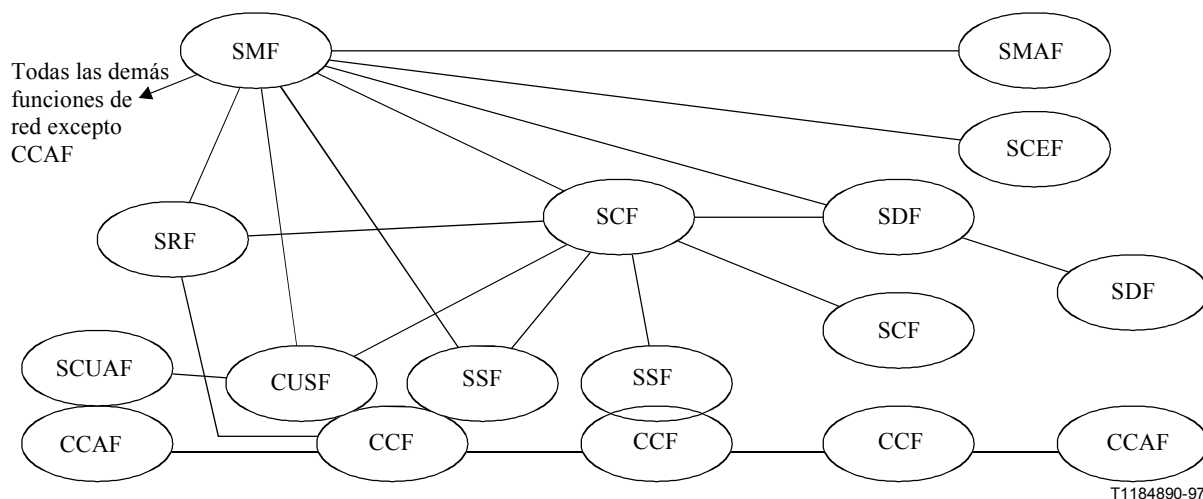
Se creará un conjunto común de funciones de aplicación y componentes del servicio de aplicación para soportar la gestión del servicio RI y la RGT de una manera coherente. Esto permite que todos los grupos de usuarios de RGT/RI (incluidos los abonados) puedan crear servicios acordes con sus necesidades particulares y dependientes de los respectivos derechos de acceso que les haya concedido el operador de la RGT/RI.

A continuación se dan unos ejemplos típicos de los servicios que se apoyarán en el uso generalizado de la «Inteligencia en la Red»:

- opciones de llamada gratuita del tipo de servicio 800,
- opciones de transacción del tipo de servicio 900,
- otras modalidades de facturación,
- llamadas de emergencia individuales,
- abonados itinerantes universales (URS, *universal roaming subscribers*)
- verificación de tarjetas de crédito,
- redes privadas virtuales,
- CÉNTREX de área extensa.

Unos servicios tan sofisticados dependen especialmente de componentes y funciones de servicio implícitas en la propia red de telecomunicaciones, así como en la RGT.

**Figura 2.3.3 – Funciones de RI y relaciones funcionales**



- |      |                                       |       |   |
|------|---------------------------------------|-------|---|
| CCAF | Función agente de control de llamada  | SMF   | Función gestión del servicio                      |
| CCF  | Función control de llamada            | SRF   | Función recurso especializado                     |
| SCEF | Entorno de creación de servicio       | SSF   | Función conmutación del servicio                  |
| SCF  | Función control del servicio          | CUSF  | Función de servicio sin relación con llamadas     |
| SDF  | Función datos del servicio            | SCUAF | Función agente de usuario de control del servicio |
| SMAF | Función acceso a gestión del servicio |       |   |

El conjunto de capacidades 1 de la red inteligente (IN-CS-1, *intelligent network capability set 1*), detallado en el cuadro 2.3.1, es la primera etapa normalizada de la red inteligente (RI) como concepto arquitectural destinado a la creación y prestación de servicios de telecomunicación.

El conjunto de capacidades 2 de la red inteligente (IN-CS-2) es la segunda etapa normalizada de la red inteligente (RI) como concepto arquitectural destinado a la creación y prestación de servicios, incluyendo los servicios de telecomunicación, los de gestión de servicio y de creación de servicios, enumerados en los cuadros 2.3.2, 2.3.3 y 2.3.4.

La implantación de la arquitectura RI facilitará la rápida introducción de nuevos servicios. Esta arquitectura puede aplicarse a diversos tipos de redes de telecomunicación, a saber: red telefónica pública conmutada (RTPC), red pública de datos con conmutación de paquetes (RPDCP), red móvil y redes digitales de servicios integrados (RDSI-BE y RDSI-BA).

**Cuadro 2.3.1 – Conjunto-objetivo de servicios CS-1**

Marcación abreviada (ABD), llamada con tarjeta de pago (ACC), facturación automática alternativa (AAB), distribución de llamadas (CD), desvío de llamadas (DLL), distribución del reencaminamiento de llamadas (CRD), compleción de llamadas a abonado ocupado (CCBS), comunicación conferencia (CONF), llamada con tarjeta de crédito (CCC), encaminamiento de llamadas por destino (DCR), desviación «sígame» (FMD), llamada gratuita (FPH), identificación de llamadas maliciosas (ILLM), llamadas masivas (MAS), cribado de llamadas de origen (OCS), servicio de tipo quiosco (PRM), cribado de seguridad (SEC), desvío de llamadas selectivo en caso de ocupado/no respuesta (SCF), tarificación dividida (SPL), televoto (VOT), cribado de llamadas de destino (TCS), servicio de números universales (UAN), telecomunicación personal universal (UPT), encaminamiento definido por usuario (UDR), red privada virtual (VPN)

**Cuadro 2.3.2 – Conjunto-objetivo de servicios de telecomunicación CS-2**

<b>Servicios de telecomunicación</b>	Llamada gratuita interredes (IFPH), quiosco interredes (IRPM), llamadas masivas interredes (IMAS), televoto interredes (IVOT), servicio de red virtual global (GVNS), compleción de llamadas a abonado ocupado (CCBS), comunicación conferencia (CONF), retención de llamada (HOLD), transferencia de llamada (TLL), llamada en espera (LLE), línea instantánea (HOT), multimedios (MMD), cribado de código de claves de terminación (TKCS), almacenamiento y reenvío de mensajes (MSF), tarjeta internacional de cargo de telecomunicaciones (ITCC), servicios de movilidad (UPT)
--------------------------------------	--

**Cuadro 2.3.3 – Conjunto-objetivo de servicios de gestión de servicios CS-2**

<b>Personalización del servicio</b>	Personalización de servicios de telecomunicaciones (TSC), personalización del control del servicio (SCC), personalización de la observación del servicio (SMC)
<b>Control del servicio</b>	Activación/desactivación del servicio de abonado (SSAD), activación/desactivación de la observación de abonado (SMAD), gestión del perfil de abonado (SPM), limitador del servicio de abonado (SSL), invocación del servicio de abonado (SSI)
<b>Observación del servicio</b>	Informe del servicio de abonado (SSR), informe de facturación (BR), informe de estado del servicio de abonado (SSSR), observación del tráfico de abonado (STM), informe de utilización del programa de gestión del servicio de abonado (SMPUR)
<b>Otras funciones de gestión</b>	Pruebas del servicio de abonado (SST), informe de utilización del SMP (SUR), control de seguridad de abonado (SSC)



**Cuadro 2.3.4 – Conjunto-objetivo de servicios de creación de servicios CS-2**

<b>Especificación de servicio</b>	Detección de interacción de características, detección de interacción de características entre servicios, generación de reglas/directrices sobre interacción de características, catalogación de servicios y SIB, utilización de recursos de los servicios creados
<b>Instalación del servicio</b>	Actualización de datos de servicio creados por SMP y de SLP, distribución de servicios, distribución de SIB, distribución de reglas sobre datos, distribución de reglas de interacción de características, selección de interfaces de creación, iniciación de creación, edición, combinación, generación de reglas de población de datos, creación de servicios SMP
<b>Soporte múltiple SMP</b>	Adecuación de la red, especificación de capacidad del elemento de red, asignación de función/capacidad del elemento de red
<b>Gestión de la creación del servicio</b>	Control de acceso del SCE, ámbito de utilización del SCE, recuperación del SCE, gestión de liberación del SCE, ampliación de capacidad del SCE, conversión del SCE, mantenimiento de servicio entre SCE, coherencia del sistema SCE-SCE, transferencia de servicio/modular/sistema del SCE, conversión de servicios creados, interacción de la gestión de servicios
<b>Verificación del servicio</b>	Prueba de SCE, simulación de servicios creados, pruebas reales de servicios creados

### 2.3.4 Puntos de referencia e interfaces

Un punto de referencia describe el flujo de información entre dos bloques conceptuales básicos de una configuración de referencia. Parece haber general acuerdo sobre que el método preferido sea el de especificar el denominado «esquema conceptual compartido», es decir, el conjunto de objetos que se ven a uno y otro lado del punto de referencia y las operaciones que pueden ejecutarse sobre estos objetos a través de dicho punto.

Una interfaz es la materialización física de un punto de referencia. Comprende una componente Mensajes (M) heredada de la definición de punto de referencia, es decir, los objetos y la operación que se ejecuta sobre ellos, y una componente Protocolo (P) que describe la pila de protocolos utilizada para transferir la información a través del medio físico.

Para la instalación de servicios RI se necesitarán los siguientes puntos de referencia y su implantación como interfaces:

- El punto de referencia entre el control básico de la llamada y la conexión (que suele residir en la central local), y el control de los servicios avanzados (que puede residir en la central local o en otro dispositivo distante).

El primero corresponde a los bloques conceptuales SSF, CCF y CCAF de la figura 2.3.3 y el último, a los bloques restantes. Cuando se implanta como interfaz, el sistema de señalización N° 7 probablemente va a utilizarse para el transporte de información (componente (P)); las componentes (M) quedan, por el momento, sin definir.

- El punto de referencia entre el bloque de control del servicio y el bloque de gestión del servicio. Se considera aquí que la gestión de servicio es una parte de la RGT, mientras que el control de servicio es parte de la red gestionada.

La consecuencia es que el punto de referencia Q3, definido en la Recomendación M.3010 del UIT-T, se convierte en una interfaz Q3 cuando se materializa. Asimismo es importante el punto de referencia o interfaz entre la gestión del servicio RI y el resto de la RGT, en particular la capa de gestión de red en el sentido del modelo BT. Dado que tales entidades pueden pertenecer a diferentes áreas de responsabilidad y estar materializadas en equipos de distintos operadores, se ha de elegir el punto de referencia X o interfaz X. Se considera que es análogo al Q3/Q3 con características de seguridad añadidas.

### 2.3.5 Modelo conceptual de RI – plano funcional global

El plano funcional global es una perspectiva que recoge la visión de una «red estructurada en RI» tal como se ofrece a un diseñador de servicios. El diseñador puede también ser el propio cliente de la RI. Esta perspectiva describe los objetos que el diseñador del servicio puede manejar (crear, suprimir, modificar, asociar con otros objetos) con el fin de construir o «personalizar» servicios para un conjunto cerrado de usuarios, por ejemplo, un grupo que pertenezca a una red privada virtual.

La descripción de un servicio basado en estos objetos, llamados «bloques básicos independientes del servicio» (SIB, *service independent building blocks*), se denomina SERVICE LOGIC (lógica del servicio). La distribución de estos objetos y su materialización en una red estructurada como RI se oculta al diseñador del servicio.

Puede adoptarse un enfoque orientado a objetos: serán denominados objetos que contengan un conjunto cerrado de variables –contando cada variable con un conjunto cerrado de valores, modificado por un conjunto cerrado de operaciones estrictamente asociadas al objeto. La definición de un objeto puede referirse a objetos definidos previamente.

En el cuadro 2.3.5 se presentan algunos ejemplos de tales objetos.

**Cuadro 2.3.5 – Objetos gestionados de la RI**

OBJETO	Operaciones sobre este objeto (los parámetros no se citan)
SIB	crear, suprimir, autorizar, asignar valores a atributos:
VPN	poner nuevo nombre (objeto complejo)...
USER	asignar nombre, ubicación, asignar a VPN, modificar derechos...
GREEN NUMBER	modificar, asignar a usuarios sirvientes...
ORIG. AREA	declarar, asignar a usuario sirviente en un «número gratuito»...
ANNOUNCEMENT	modificar, asignar activadores, asignar respuestas...
LOCATION REG	asignar a un usuario (= permitir su movilidad), comprobar,...
ACCOUNT NUMBER	asignar al usuario o a la red privada virtual (VPN), ...
SERVICE LOGIC	Crear, modificar, suprimir, simular, verificar, ...

### 2.3.6 Cometido futuro de la red inteligente

En los mundos de la tecnología de la información y el protocolo de Internet subsisten algunos conceptos erróneos sobre las redes inteligentes. El más común afirma que la RI es «algo del viejo mundo» y que guarda una estrecha vinculación con las redes públicas, con conmutación de circuitos y controladas por el sistema de señalización N° 7. Aunque esto sea hoy verdad con mucha frecuencia, la RI encierra todos los elementos que le permitirán ser algo más que un «computador anexo a la central de conmutación con el SS N° 7 incorporado»...

- La RI abarca múltiples redes; incluso hoy mismo, el ámbito de las redes inteligentes ya no está limitado a la RTPC fija. Al aparecer las redes inalámbricas, la RI ha atendido progresivamente una extensa gama de servicios móviles y otros servicios resultantes de la convergencia fijo-móvil (CFM). Esta expansión continuará, dando lugar a nuevos servicios de datos y a la convergencia fijo-móvil-datos. La filosofía de la RI, como tal, –bloques básicos de soporte lógico y elementos de red– será reutilizada para ofrecer servicios similares en redes con conmutación de circuitos y de paquetes.

En el caso de redes móviles, la serie de protocolos de ISUP e INAP de la red inteligente ha sido complementada con otros protocolos como los MAP, IS41 y Camel, y la expansión hacia el mundo del IP permitirá que la RI adopte otros nuevos protocolos, tales como RADIUS, H.323, SIP, WAP, etc.

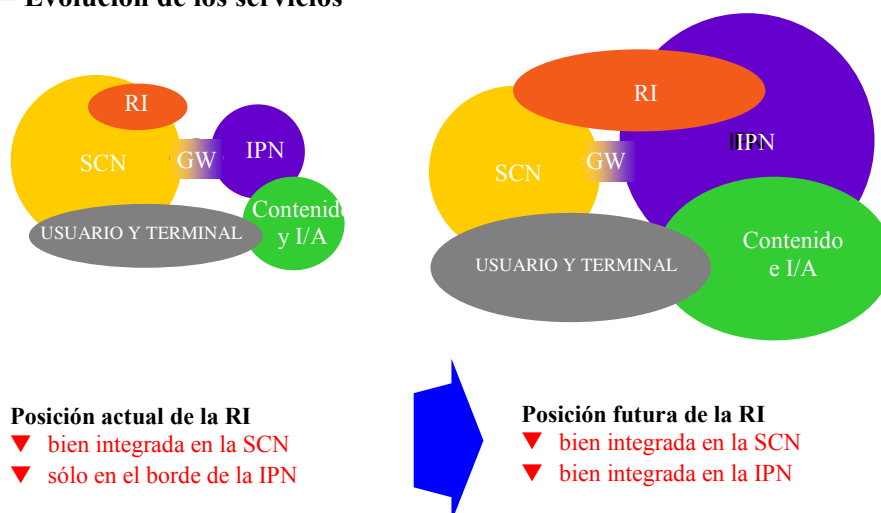
- La RI viene a ser una caja de herramientas para la construcción de servicios en una red cualquiera; sea cual fuere la red en la que se desee crear los servicios, existe un conjunto de bloques básicos que son comunes.

La comunicación entre el servicio y su usuario puede servir de ejemplo. Desde un punto de vista funcional, no hay diferencia entre materializar esta comunicación por medio de un punto de recursos especializados<sup>1</sup>, que genera señales de voz y acepta señales DTMF (multifrecuencia bitono) como suele ocurrir en la mayoría de los servicios de voz actuales, y utilizar un servidor *Web* (que también ha de considerarse como una función de recursos especializados) con el que se intercambie información mediante formularios HTML o pequeños programas (*applets*) Java.

Otros ejemplos de bloques básicos RI que abarcan muchas redes son los que proporcionan conectividad (entre usuarios y servicios), gestión (de redes y servicio), tarificación y facturación, acceso de terminales, etcétera. Se considera que la RI encierra soluciones para combinar e integrar estos bloques básicos en servicios útiles y generadores de ingresos.

- La RI significa una gama en perpetuo crecimiento de servicios orientados al usuario; Existe hoy una gran variedad de servicios RI disponibles, que día tras día proporcionan ingresos a los operadores de red y proveedores de servicios. Con la aparición de Internet, el ámbito de los servicios y aplicaciones está en expansión (véase la figura 2.3.4) y la RI seguirá esa tendencia.

Figura 2.3.4 – Evolución de los servicios



Por ejemplo, en el futuro próximo, habrá más plataformas de red inteligente que sean capaces de tratar nuevas aplicaciones, que proporcionen servicios tanto a las redes IP (IPN, *IP networks*) como a los usuarios finales. Juntamente con las etapas de convergencia, existe un cierto número de dominios de acción en los cuales se desarrollarán y ofrecerán nuevos servicios RI:

- Servicios de convergencia: cuando se combina «lo mejor de ambos mundos» se abren oportunidades de ofrecer nuevos e innovadores servicios que utilicen las capacidades de la RTPC y de Internet. Como la RI está ubicada en la posición más estratégica de la red (controlando la línea que conecta el abonado RTPC con el proveedor de acceso a Internet), su situación es ideal para ofrecer una extensa gama de servicios de valor añadido, orientados hacia todos los agentes, desde usuarios/abonados («navegantes» en la web), hasta operadores de red y proveedores de acceso a Internet y de servicios corporativos o de valor añadido.

<sup>1</sup> El término «punto de recursos especializados» (SRP, *specialised resource point*) se prefiere a «periférico inteligente» (IP, *intelligent peripheral*) por ser esta última abreviatura ambigua en el contexto de Internet.

- Servicios de voz sobre IP (VoIP): aunque todavía hoy el uso de telefonía por la red IP adolece de falta de regulación (permite a los usuarios establecer llamadas a larga distancia por el precio de una llamada local), los analistas coinciden en que el futuro auge del mercado dependerá de que se ofrezcan servicios de valor añadido al usuario final.

La disponibilidad de una potente infraestructura de inteligencia con servicios apropiados (incluidos los «tradicionales» de voz y los nuevos «servicios de convergencia» como la marcación por clic, los centros de llamadas a la *web*, etc.) se ha de considerar, en sí misma, como un importante activo para cualquier operador que pretenda obtener beneficios de la oleada de datos.

- servicios autóctonos de IP: en la red IP la inteligencia está distribuida entre diferentes componentes (en su mayoría implantadas en el borde de la red IP o incluso en el terminal del usuario);
- servidores de autenticación, autorización y contabilidad (AAA), que comuniquen con los nodos de acceso distante por medio de RADIUS, TACACS, RAS, etc.;
- guardianes (GK, *gatekeepers*) de VoIP, que se comuniquen con las pasarelas (GW, *gateways*) utilizando H.323, SIP, etc.;
- servidores de directorio (basado en LDAP) y servidores de nombre de dominio (DNS);
- tablas de encaminamiento y bases de datos de políticas;
- servidores de contenido y transacciones (HTTP, FTP, etc.);
- aplicaciones de cliente para marcación (PPP), VoIP (por ejemplo, MS Netmeeting), navegación en Internet (por ejemplo, MS Explorer, Netscape), programas (applets) Java, etc.;
- prestación y gestión con base en la web: la prestación y gestión personalizada y dinámica de un servicio es un elemento diferenciador esencial de los operadores en un mercado de telecomunicaciones liberalizado. Una interfaz web lleva la flexibilidad total hasta la mesa del abonado existente y presenta una «cartelera» al abonado en potencia.

Puede hallarse más información sobre los servicios de RI en la sección 2.9 de este Capítulo.

## 2.4 Red de conmutación de paquetes

### 2.4.1 Introducción

La tecnología de la conmutación de paquetes se ha utilizado para el acceso simultáneo de múltiples usuarios a bases de datos a través de un enlace de comunicación único conmutado, de manera rentable y segura. La compartición de las facilidades de la red con otros usuarios reduce el número de líneas y módems que típicamente se necesitan para conectar una extensa zona de audiencia con los recursos de información existentes.

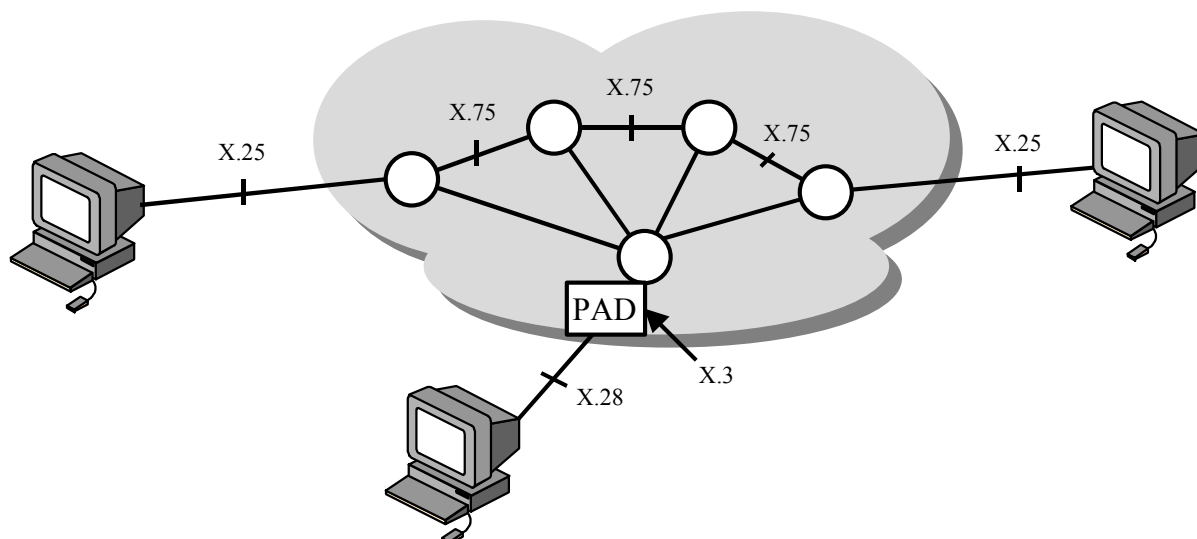
La conmutación de paquetes presupone la segmentación de un tren de datos en paquetes. Los paquetes procedentes de numerosos usuarios se entremezclan en la misma facilidad de red. La red de paquetes admite el acceso por marcación a través de módems, RDSI y líneas privadas dedicadas. En las últimas décadas, la tecnología de la conmutación de paquetes ha evolucionado hasta una plataforma de transporte de datos para la multiplexación estadística del tráfico de usuario de baja velocidad a través de largas distancias, y constituye hoy la base de numerosas redes avanzadas de comunicaciones de datos. Para iniciar la comunicación, un computador llama a otro y solicita una sesión de comunicación. El computador llamado puede aceptar o rechazar la conexión. Si acepta la llamada, los dos sistemas pueden empezar a transferir información en dúplex total. Cualquiera de las dos partes puede terminar la conexión cuando se le antoje.

### 2.4.2 Estructura básica X.25

La especificación X.25 define una interacción punto a punto entre el equipo terminal de datos (DTE, *data terminal equipment*) y el equipo de terminación del circuito de datos (DCE, *data circuit-terminating equipment*). Los DTE (terminales y computadores centrales en las dependencias del usuario) se conectan

a los DCE (módems, conmutadores de paquetes y otros puertos dentro de la red pública de datos o RPD, generalmente situados en las dependencias del operador), que a su vez están conectados a las centrales de conmutación de paquetes (PSE, *packet switching exchange*, o simplemente conmutadores) y a otros DCE en el interior de una red pública conmutada o RPC y, en último término, a otro DTE. La relación entre las entidades de una red X.25 se ilustra en la figura 2.4.1.

**Figura 2.4.1 – Modelo X.25**



Un terminal DTE puede no implementar la funcionalidad completa del X.25. El DTE se conecta a un DCE a través de un dispositivo de traducción llamado empaquetador/desempaquetador de datos (PAD). La operación de la interfaz del terminal al PAD, los servicios ofrecidos por el PAD y la interacción entre PAD y el computador central, están respectivamente definidos por las Recomendaciones del UIT-T X.28, X.3 y X.29.

### 2.4.3 Principios de transmisión por paquetes

La comunicación de extremo a extremo entre los DTE se realiza a través de una asociación bidireccional llamada circuito virtual. Un circuito virtual (VC, *virtual circuit*) caracteriza un enlace lógico extremo a extremo entre dos DTE (figura 2.4.2).

La técnica de circuitos virtuales conmutados permite la multiplexación de varias comunicaciones simultáneas en el mismo enlace de acceso físico entre el abonado y la red.

Cada uno de los circuitos virtuales se identifica por un número de enlace lógico cuando está establecida la comunicación.

Los circuitos virtuales permiten la comunicación entre distintos elementos de la red a través de cualquier número de nodos intermedios sin la dedicación de porciones del medio físico que caracteriza a los circuitos físicos. Los circuitos virtuales pueden ser permanentes o conmutados (transitorios). Los circuitos virtuales permanentes suelen ser llamados PVC, y SVC los circuitos virtuales conmutados. Los PVC se utilizan típicamente para las transferencias de datos de uso más frecuente, mientras que los SVC se emplean para transferencias de datos esporádicas.

Figura 2.4.2 – Circuitos virtuales

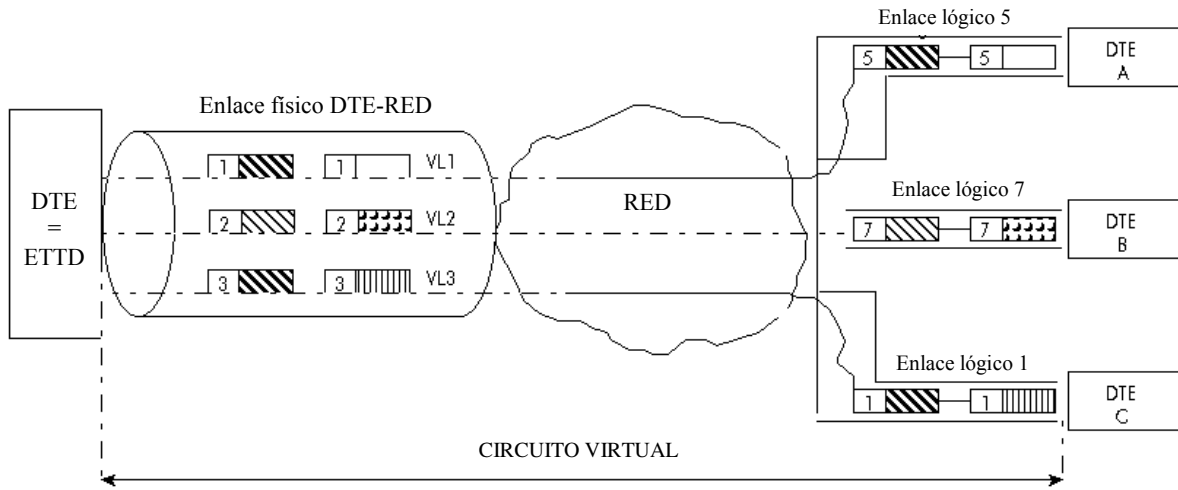
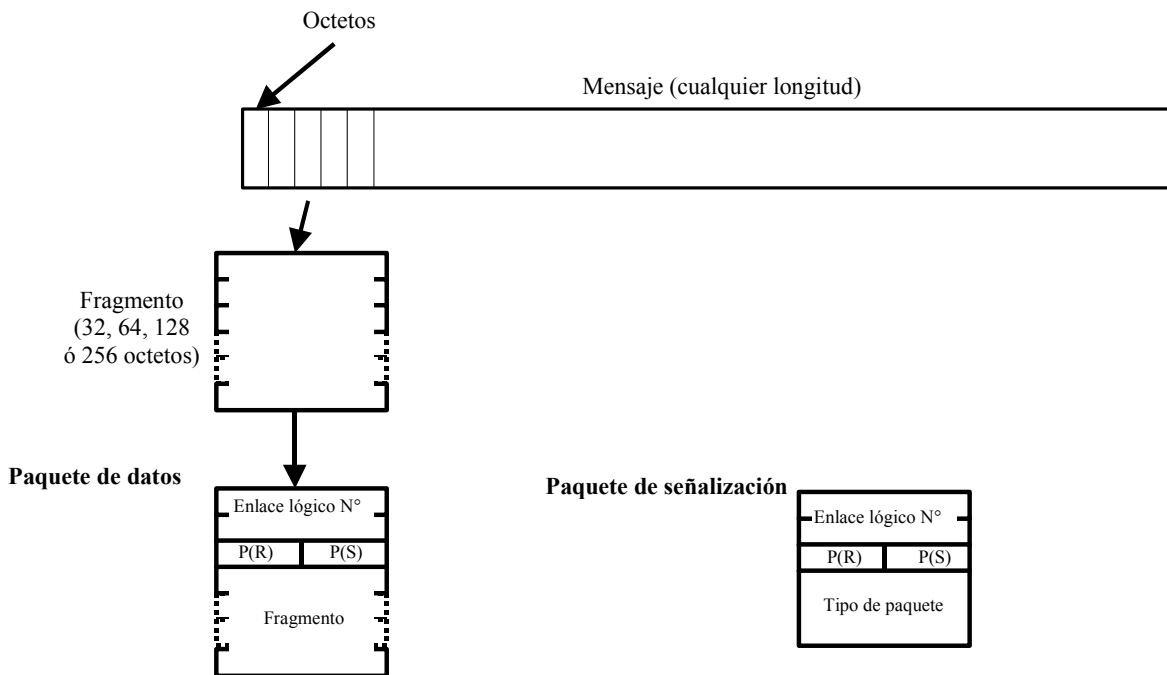


Figura 2.4.3 – Constitución de un paquete



Una vez establecido un circuito virtual, el DTE envía un paquete al DCE situado al otro extremo de la conexión utilizando el circuito virtual apropiado. El DCE examina el número de circuito virtual para determinar cómo ha de encaminar el paquete a través de la red X.25. El protocolo X.25 de la capa 3 multiplexa entre todos los DTE servidos por el DCE en el lado de destino de la red y el paquete se entrega al DTE de destino.

Los datos se transmiten en bloques llamados paquetes (de 32 a 256 octetos). Cada paquete de datos va precedido de un encabezamiento (3 octetos) que contiene la información de servicio utilizada, en particular, para encaminar el paquete a través de la red. Tras la recepción, los paquetes se liberan de su envoltura y se reensamblan de manera que vuelva a formarse el flujo de datos inicial.

Las tramas se numeran en módulo 8 (formato básico) o 128 (ampliado). Las tramas enviadas por una extremidad del enlace deben tener acuse de recibo por la otra extremidad. El procedimiento ofrece la posibilidad de anticipar el acuse de recibo: cada extremidad puede enviar una serie de tramas de información (7 ó 127 como máximo, según el caso) sin esperar el acuse de recibo de la primera. Este dispositivo evita el tiempo muerto transcurrido entre tramas, y por tanto la velocidad de transmisión es máxima.

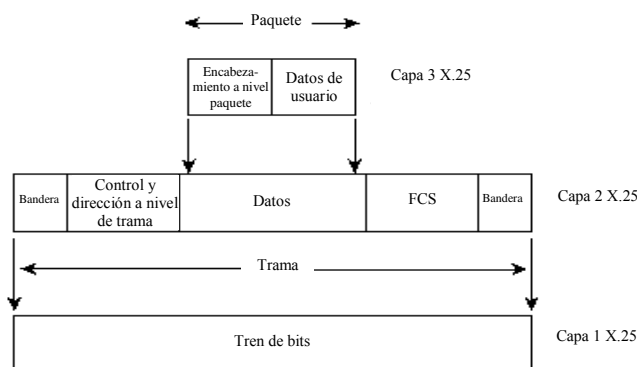
El número de tramas que pueden enviarse sin recepción del acuse de recibo de la primera es un parámetro del procedimiento y recibe el nombre de «ventana de tramas».

### 2.4.4 Capas X.25

La especificación X.25 se corresponde con las capas 1 a 3 del modelo de referencia OSI. En la capa 3, la X.25 describe formatos de paquete y procedimientos de intercambio de paquetes entre entidades pares de la capa 3. En la capa 2, la X.25 se realiza mediante el procedimiento de acceso al enlace equilibrado (LAPB, *link access procedure, balanced*). El LAPB define la alineación de tramas de paquetes para el enlace DTE/DCE. La X.25 en la capa 1 define los procedimientos eléctricos y mecánicos para activar y desactivar el medio físico que conecta el DTE y el DCE.

La trama X.25 se compone de una serie de campos, como se ilustra en la figura 2.4.4. Los campos X.25 de capa 3 constituyen el paquete X.25, y comprenden el encabezamiento y los datos del usuario. Los campos X.25 de capa 2 (LAPB) incluyen campos de control de nivel de trama y direccionamiento, el paquete de la capa 3 insertado, y una secuencia de verificación de trama (FCS, *frame check sequence*).

Figura 2.4.4 – Trama X.25



### Capa 3

La capa 3 de X.25 utiliza tres procedimientos operativos de circuito virtual:

- establecimiento de llamada,
- transferencia de datos,
- liberación de llamada.

El nivel de paquete se encarga del:

- establecimiento y liberación de los VC,
- control de la transferencia de datos en cada VC,
- direccionamiento entre abonados de la red,
- fragmentación y reensamblado de los datos en segmentos de 32, 64, 128 ó 256 octetos,
- control del flujo mediante la numeración de los paquetes,
- multiplexación de comunicaciones en el mismo medio físico por numeración o enlace lógico.

La ejecución de estos procedimientos depende del tipo de circuito virtual que se utilice. Para un PVC, la capa 3 de X.25 siempre está en el modo de transferencia porque el circuito se ha establecido con carácter permanente. En el caso de un SVC, se aplican los tres procedimientos y han de utilizarse las direcciones X.121 (IDN, número de datos internacional) al direccionar los campos de los paquetes de establecimiento de llamada. Las direcciones X.121 son de longitud variable y pueden llegar hasta 14 dígitos decimales.

Se utilizan paquetes para transferir los datos. La capa 3 de X.25 segmenta y reensambla los mensajes de usuario si su longitud excede del tamaño máximo de paquete que admite el circuito. A cada paquete de datos se le asigna un número de secuencia, lo que permite el control de errores y de flujo a través de la interfaz DTE/DCE.

### Capa 2

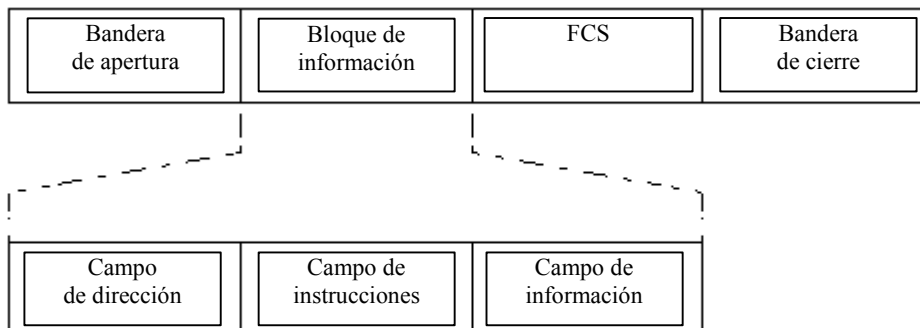
La estructura de la trama se expone en la figura 2.4.5. La capa 2 de X.25 se implementa por medio del LAPB, el cual permite que ambos lados (DTE y DCE) inicien la comunicación entre sí. Durante la transferencia de información, el LAPB verifica que las tramas lleguen al receptor en la secuencia correcta y exentas de error.

Como ocurre con otros protocolos de capa de enlace similares, el LAPB utiliza tres tipos de formato de trama:

- Tramas de información (I). Son las tramas que transportan la información de capas superiores y alguna información de control (necesaria para el funcionamiento en dúplex total). Los números secuenciales en emisión y en recepción y el bit de petición/final (P/F) realizan el control de flujo y el retorno a la normalidad tras los errores. El número secuencial en emisión indica el número de la trama en curso. El número secuencial en recepción registra el número de la siguiente trama a recibir. En una comunicación dúplex total, tanto el emisor como el receptor mantienen números secuenciales en emisión y en recepción. El bit de petición sirve para forzar un mensaje de bit final como respuesta; se utiliza para la detección de errores y la recuperación subsiguiente.
- Tramas de supervisión (S). Son las que proporcionan la información de control. Solicitan y suspenden la transmisión, informan sobre el estado, y acusan recibo de las tramas I recibidas. No contienen campo de información.
- Tramas no numeradas (U). Como su nombre indica, estas tramas no guardan secuencia. Se utilizan para fines de control. Por ejemplo, pueden iniciar una conexión utilizando ventanas normales o ampliadas (módulo 8 ó 128), desconectar el enlace, notificar un error de protocolo o funciones similares.



Figura 2.4.5 – Estructura de trama



Todas las tramas deben empezar y terminar por una secuencia delimitadora de trama llamada bandera (figura 2.4.5), la cual se utiliza para la sincronización de tramas. Es el único elemento de la trama que puede contener seis «1» consecutivos. Si los datos del usuario fuesen a generar una secuencia de este tipo, el procedimiento insertaría automáticamente un «0» después del quinto «1».

El bloque de información contiene campos de dirección, de instrucciones y de información. Esta es la secuencia de bits que ha de delimitarse y protegerse de errores.

El campo de secuencia de verificación de trama (FCS, *frame check sequence*) contiene 16 bits calculados por el emisor a partir de los campos de dirección, instrucciones e información.

En la recepción, el destinatario de la trama utiliza el mismo algoritmo de cálculo y lo compara con el valor de la FCS recibida. De esta manera, puede detectar los errores de transmisión y pedir la nueva transmisión de las tramas erróneas. La FCS presenta las características siguientes:

- se basa en la verificación por redundancia cíclica (VRC) de 16 bits;
- detecta todos los paquetes con uno, dos o tres bits erróneos;
- detecta cualquier error que se produzca cada 16 o menos bits;
- detecta cualquier error que se produzca cada 17 bits excepto la VRC;
- detecta los números impares de los bits erróneos;
- detecta el 99,998% de todos los errores posibles.

### Capa 1

La capa 1 de X.25 utiliza el protocolo de capa física X.21 *bis*, que es aproximadamente equivalente al EIA/TIA232C (anteriormente RS.232-C). El X.21 *bis* fue elaborado a partir de las Recomendaciones V.24 y V.28 del UIT-T, que (respectivamente) identifican los circuitos de intercambio y las características eléctricas de una interfaz DTE a DCE. El X.21 *bis* soporta conexiones punto a punto, velocidades de hasta 64 kbit/s y transmisión en dúplex total por medios a cuatro hilos. La distancia máxima entre DTE y DCE es de 15 metros.

## 2.5 Retransmisión de tramas

### 2.5.1 Introducción

La tecnología de la retransmisión de tramas se ha concebido para dar soporte a los usuarios que necesitan mayor anchura de banda para interconectar redes de área local. La retransmisión de trama también se ha diseñado para apoyar a los usuarios que requieren reducir los retardos en sus transmisiones. Se llama así esta tecnología porque la mayoría de las operaciones tienen lugar en la capa de trama (capa 2) del Modelo OSI (interconexión de sistemas abiertos). La base de la retransmisión de tramas es el protocolo HDLC (*high level data link control*, control de alto nivel del enlace de datos) y sus derivados, como el LAPD (*link access protocol for D channel*, protocolo de acceso de enlace por el canal D) y el V.120.

Originalmente la retransmisión de tramas se concibió como un protocolo a utilizar en las interfaces RDSI. También puede implementarse en los equipos de conmutación de paquetes existentes.

La retransmisión de tramas es un sistema para transferir datos al nivel de la capa de enlace de datos. Es un protocolo del mismo tipo que el X.25. Sin embargo, la retransmisión de tramas difiere notablemente del X.25 en su funcionalidad y formato. En particular, la retransmisión de tramas es un protocolo más rectilíneo, que facilita una mejor calidad de funcionamiento y un mayor rendimiento.

La retransmisión de tramas funciona bajo el supuesto de que la red es razonablemente fiable y rápida. También asume la premisa de que las instalaciones de los usuarios finales poseen una considerable potencia de procesamiento, además de incorporar el soporte lógico necesario para recuperarse de fallos ocasionales que pudieran producirse en la propia red.

No se realiza corrección de errores en la retransmisión de tramas. En su lugar, se efectúa una sencilla VRC en cada nodo FRX, y si se hallan errores en el paquete se desecha éste. La retransmisión de trama no garantiza la entrega de los paquetes, pero sí garantiza que los que llegan a su destino no contienen errores.

La retransmisión de tramas es un ejemplo de protocolo para un servicio con conexión. Difiere de los protocolos sin conexión en que todos los paquetes pertenecientes a una conexión virtual determinada siguen el mismo trayecto a través de la red. Al enviar los paquetes por el mismo trayecto, siempre están en su orden correcto a la llegada.

Muchos de los conceptos de la X.25 se utilizan en la retransmisión de tramas, como es la multiplexación estadística por división de tiempo, incluido el concepto de circuito virtual.

La retransmisión de tramas admite dos tipos de circuitos:

- circuitos virtuales conmutados (SVC),
- circuitos virtuales permanentes (PVC).

Los SVC son análogos a las conexiones de X.25 y están definidos en las normas de la retransmisión de tramas. Los PVC son conexiones lógicas que existen en un circuito físico entre dos puertos de un nodo. Cada PVC tiene su propio identificador exclusivo, denominado identificador de conexión de enlace de datos (DLCI, *data link connection identifier*).

### 2.5.2 Definición

El servicio de retransmisión de tramas proporciona la transferencia bidireccional de SDU (*service data units*, unidades de datos del servicio) desde un punto de referencia S o T a otro, manteniendo su orden. Las SDU son encaminadas a través de la red por las apropiadas PDU (*packet data units*, unidades de datos del paquete) de la capa 2, sobre la base de una etiqueta anexa, un identificador lógico con significado local.

La estructura de la interfaz usuario-red en el punto de referencia S o T permite el establecimiento de llamadas virtuales múltiples y/o circuitos virtuales permanentes a numerosos destinos. Generalmente se puede disponer de este servicio con las siguientes modalidades de acceso a RDSI: punto a multipunto (bus pasivo) y punto a punto (NT2).

### 2.5.3 Descripción general

El servicio de retransmisión de tramas presenta las características siguientes (véase la figura 2.5.1):

- Todos los procedimientos de plano de control, en caso de ser necesarios, se ejecutan de una manera separada en cuanto a lógica, mediante procedimientos de protocolos que están integrados a través de todas las telecomunicaciones RDSI.
- Los procedimientos de plano de usuario en la capa 1 se basan en la Recomendación I.430/I.431. Los procedimientos de capa 2 se basan en las funciones de núcleo de la Recomendación Q.922. Estas funciones de núcleo de la capa 2 permiten la multiplexación estadística de los flujos de información del usuario inmediatamente encima de las funciones de capa 1. Este servicio portador proporciona la transferencia bidireccional de unidades de datos del servicio (tramas) desde un punto de referencia S o T a otro, manteniendo su orden.

El servicio portador mencionado

- mantiene el orden de las SDU transmitidas en un punto de referencia S o T cuando se entregan en el otro extremo;
- detecta errores de transmisión, de formato y de operación (por ejemplo, tramas con etiqueta desconocida);
- transporta tramas transparentemente, y la red sólo puede modificar la etiqueta y la secuencia de verificación de trama (FCS);
- no acusa recibo de las tramas (en el interior de la red).

Las anteriores funciones se basan en las funciones de núcleo de la Recomendación Q.922. Proporcionan una calidad de servicio caracterizada por el valor de los siguientes parámetros:

- caudal,
- velocidad de acceso,
- velocidad de información concertada,
- tamaño de ráfaga concertado,
- retardo de tránsito,
- tasa de errores residuales,
- tramas entregadas erróneas,
- tramas entregadas duplicadas,
- tramas entregadas fuera de secuencia,
- tramas perdidas,
- tramas mal entregadas.

Las funciones de núcleo de la Recomendación Q.922 son:

- delimitación, alineación y transparencia de tramas,
- multiplexación/demultiplexación de tramas utilizando el campo de direcciones,
- inspección de la trama para cerciorarse de que consta de un número entero de octetos antes de la inserción del bit cero o después de haber extraído el bit cero,
- inspección de la trama para asegurar que no es demasiado larga ni demasiado corta,
- detección de errores de transmisión,
- funciones de control de congestión.

**Figura 2.5.1 – Estructura de protocolos de retransmisión de trama**

Plano de control	Plano del usuario	
Q.933		Capa de red
Q.922 o Q.921	Núcleo de Q.922 (retransmisión de trama)	Capa de enlace de datos
DS0, n*DS0, DS1, E1, DS3		Capa física

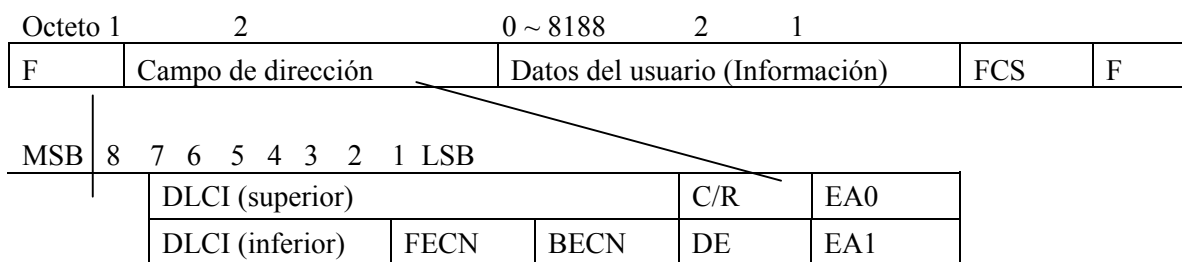
**2.5.4 Aplicaciones**

El servicio de retransmisión de tramas descrito en este documento pretende soportar una extensa gama de aplicaciones de datos, con velocidades que van desde muy bajas hasta altas (típicamente 2 Mbit/s). Una aplicación clásica de la retransmisión de tramas puede ser la interconexión entre redes de área local (LAN).

**2.5.5 Formato de trama**

La figura 2.5.2 presenta la estructura de trama normal en el servicio de retransmisión de tramas con una dirección por defecto de dos octetos basada en la Recomendación Q.922 del UIT-T. Existen también formatos de dirección de tres y de cuatro octetos. La retransmisión de trama que utilizan estos servicios deriva de la estructura de alineación de trama del protocolo de acceso de enlace por canal D (LAP-D) de la RDSI. En la retransmisión de trama se utiliza la bandera de comienzo y la bandera de fin, el campo de secuencia de verificación de trama (FCS), y el campo de información.

**Figura 2.5.2 – Formato de trama en el servicio de retransmisión de tramas**



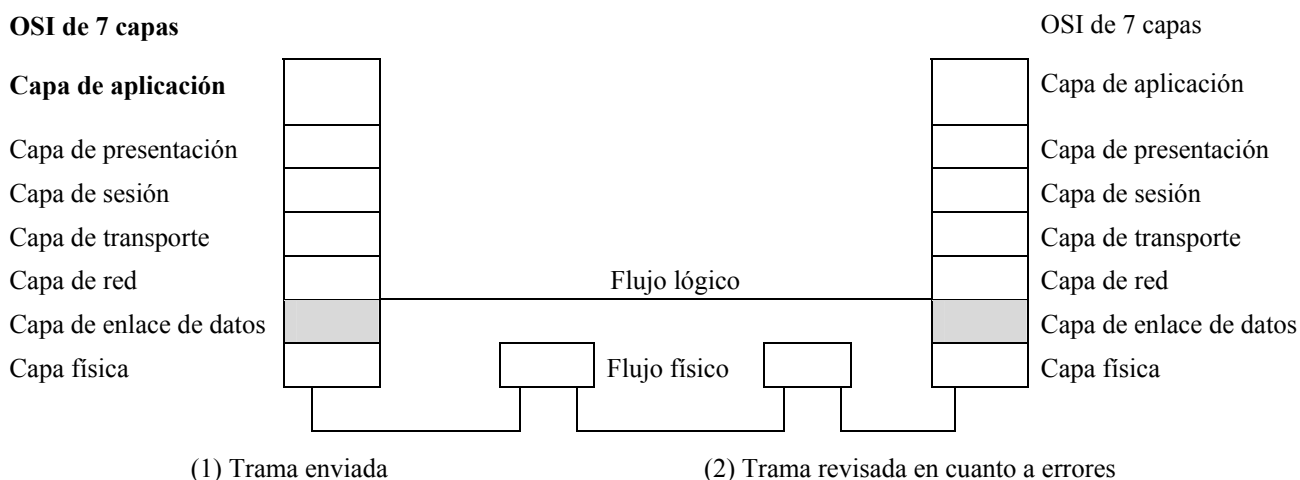
- C/R: bit del campo de instrucción/respuesta
- FECN: bit de notificación explícita de congestión hacia adelante (*forward explicit congestion notification*)
- BECN: bit de notificación explícita de congestión hacia atrás (*backward explicit congestion notification*)
- DE: bit indicador de elección de descarte (*discard eligibility indicator*)
- DC: bit DLCI o bit indicador de control de núcleo-DL (*DL-core control indicator*)
- EA: bit de ampliación de dirección (*address extension*)

## 2.5.6 Operaciones de la capa de enlace de datos con la retransmisión de tramas

### 2.5.6.1 Funcionamiento con un enlace

La retransmisión de tramas procede a efectuar una revisión de errores en los datos en cada nodo de la red, así como en todos los encaminadores que utilicen el soporte lógico de este servicio. La convencional operación de verificación de redundancia cíclica (VRC) se aplica al campo de secuencia de verificación de trama (FCS). Sin embargo, si esta verificación revela que la trama sufrió distorsión durante la transmisión por el canal de comunicación, no sólo se descarta la trama sino que tampoco se envía ningún acuse de recibo negativo al emisor. La figura 2.5.3 muestra estas operaciones.

**Figura 2.5.3 – Enfoque de la retransmisión de tramas**



### 2.5.6.2 Funcionamiento con más de un enlace

La figura 2.5.3 indica además cómo retransmite la trama cada nodo intermedio de una red de retransmisión de tramas. La operación avanza nodo por nodo, y se pide a cada nodo que realice la verificación FCS. También cabe la opción de gestionar la congestión mediante el empleo de los bits de notificación de congestión del servicio de retransmisión de trama. Puede además descartar tráfico por problemas de congestión y por mala verificación FCS, o por cualquier otra razón que la red elija a este respecto. Por supuesto, al descartar tramas de usuario, la red se arriesga a no satisfacer el requisito de calidad de servicio (QoS) impuesto por el usuario.

Conviene hacer aquí una pausa y reflexionar sobre las razones que justificaban las operaciones que se desmantelan. En primer lugar, los errores son muy raros en los canales de comunicaciones modernos (especialmente los de fibra óptica). Por lo tanto, no es práctico efectuar una recuperación de los errores dentro de la red. En segundo término, las estaciones de usuario final suelen de todos modos realizar detección de errores de extremo a extremo y las retransmisiones pertinentes. En consecuencia, la eliminación de la recuperación de errores en la capa de enlace de datos viene a suprimir una operación redundante.

### 2.5.7 Anchura de banda por demanda

Una red con retransmisión de tramas permite al usuario obtener diferentes niveles de capacidad de transmisión de un modo dinámico, siempre que la red elija implantar el concepto denominado anchura de banda por demanda. Se proporciona al usuario una línea de acceso a la red con retransmisión de tramas. El usuario puede enviar tráfico a la red a la velocidad de acceso, pero la tarificación aplicada sólo tendrá en cuenta la porción de la línea que se utilice durante un periodo de tiempo.

### 2.5.8 Tráfico descartado

La red con retransmisión de tramas tiene autorización para descartar tráfico del usuario si éste infringe su contrato con la red por enviar tráfico en exceso. Se permite asimismo al usuario etiquetar el tráfico que puede descartar la red de un modo selectivo en el caso de producirse congestión.

### 2.5.9 Notificación de congestión

La red puede notificar a los usuarios que está sufriendo problemas de congestión, y/o que un usuario está provocando un exceso de tráfico en la red. El usuario puede servirse de esta notificación para disminuir su velocidad de transmisión a la red.

## 2.6 Redes basadas en ATM

La integración de la telecomunicación con el procesamiento de la información, unida al reciente progreso en el campo de las presentaciones audiovisuales en las estaciones de trabajo con computadores, está descubriendo nuevos horizontes para las aplicaciones de marketing y distribución. La información contenida en productos multimedios con imágenes fijas y móviles, secuencias de sonidos y voz, gráficos y textos, puede ayudar a los clientes que desean informarse sobre los servicios. Además de la presentación de productos, la conexión de multimedios en red proporciona una novedosa oportunidad para sostener pequeñas videoconferencias con independencia de la distancia. Se requieren redes de banda ancha de alta prestación para ofrecer una conexión de alta calidad; el interés se centra aquí en las redes basadas en el ATM, capaces de utilizar con flexibilidad las anchuras de banda.

### 2.6.1 Elementos de red ATM

Es un lugar común que el ATM ha hecho realidad la RDSI-BA, pero no se explica con exactitud el porqué. Debe señalarse que la RDSI-BA fue una ampliación de la RDSI (en la que se incluían servicios de banda ancha como los de datos a alta velocidad). La RDSI-BA funciona, pues, como red de comunicaciones. Los servicios de banda ancha creaban problemas en cuanto a conmutación y distribución de servicios en el tiempo, que pueden tratarse adecuadamente en el ATM. Las funciones relacionadas con ATM se implementan en los elementos de la configuración de referencia RDSI-BA (figura 2.6.1).

La **terminación de red de banda ancha 1 (B-NT1)** ejecuta principalmente funciones de capa baja tales como:

- terminación de transmisión de línea,
- tratamiento de la interfaz de transmisión,
- funciones de mantenimiento.

La **terminación de red de banda ancha 2 (B-NT2)** ejecuta:

- funciones de adaptación para diferentes medios y distintos protocolos además de la delimitación de células,
- almacenamiento en tampón de las células ATM,
- multiplexación/demultiplexación,
- tratamiento de los protocolos de señalización,

- asignación de recursos y control de parámetros de utilización,
- tratamiento de la interfaz,
- conmutación de las conexiones internas.

El **equipo terminal de banda ancha 1 (B-TE1)** conecta los terminales de usuario y se encarga de la terminación de todos los protocolos extremo a extremo.

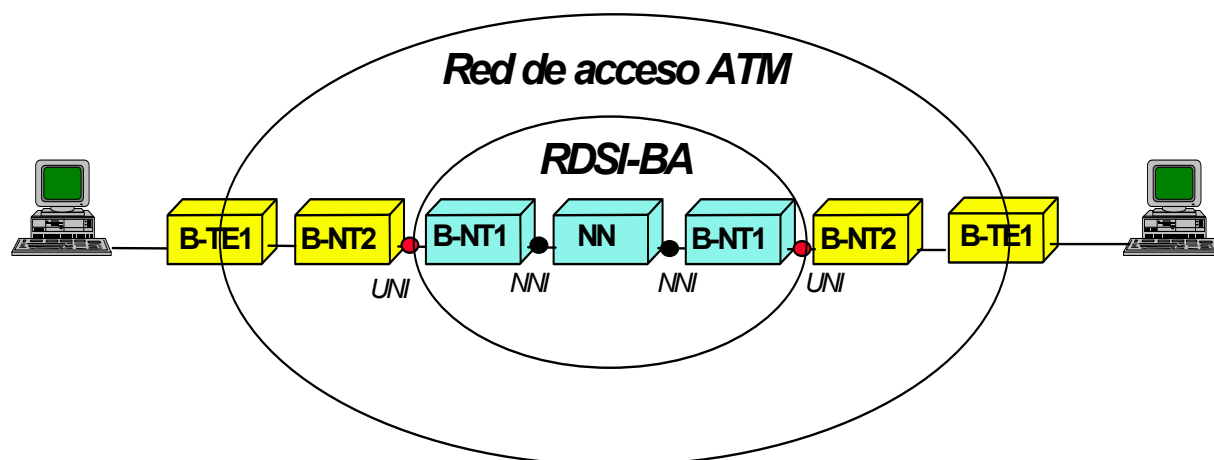
Estas unidades están separadas por la interfaz de nodo de red (NNI, *network-node interface*) y la interfaz usuario-red (UNI, *user-network interface*).

Se entiende por **interfaz** la frontera compartida entre dos entidades, a través de la cual éstas se comunican. El UIT-T ha especificado dos tipos principales de interfaces:

- **Interfaz usuario-red (UNI)** – Conecta sistemas de extremo ATM (por ejemplo, computadores centrales, encaminadores) a un conmutador ATM. El encabezamiento de la célula en la UNI contiene un campo de control de flujo genérico (GFC, *generic flow control*) que proporciona control de flujo para el tráfico originado en el equipo del usuario.
- **Interfaz de nodo de red (NNI)** – Puede definirse como una interfaz que conecta dos conmutadores ATM. Consiste en un enlace físico o lógico cualquiera, a través del cual dos conmutadores ATM intercambian el protocolo NNI (también llamada interfaz de red a red). Las células de NNI no tienen campo GFC.

El campo GFC se utiliza muy raramente (ni siquiera está definido en la especificación UNI del Foro ATM). No existe, pues, diferencia entre las células UNI y NNI a excepción de los primeros cuatro bits.

Figura 2.6.1 – Configuración de referencia RDSI-BA



El ATM desempeñará un papel fundamental en la evolución de las redes de banda ancha actuales y futuras. Implica una tecnología muy compleja; hay quien cree que es la más compleja jamás elaborada en la industria de la intercomunicación por redes. Los principales componentes de una red ATM son los conmutadores ATM de alta calidad funcional provistos de enlaces punto a punto o interfaces ATM y apoyados en un soporte lógico de extremado refinamiento.

Hay diferentes tipos y aplicaciones posibles de redes ATM:

La **RDSI de banda ancha pública (RDSI-BA)** compuesta por nodos de conmutación ATM y unidades ATM distantes fue la idea original para aplicar el modo de transferencia asíncrono. Los servicios considerados se basaban sobre todo en vídeo (videotelefonía, por ejemplo), y toda la serie de servicios suplementarios desarrollados para la RDSI de banda estrecha se adaptó también a la RDSI de banda ancha. Esta clase de red no llegó a instalarse porque la tendencia se desplazó hacia las aplicaciones de datos, con un predominio del IP (protocolo Internet).

No obstante, se están utilizando *redes públicas basadas en ATM* consistentes en nodos de conmutación ATM (en los que los trayectos son ajustados por señalización del usuario) y transconectores ATM (en los que los trayectos son ajustados por gestión) para la interconexión de otras redes, como son las redes de datos por ATM, retransmisión de tramas o IP, e incluso entre conmutadores de banda estrecha.

La tercera categoría comprende las *redes privadas basadas en ATM*, que se utilizan en sustitución de otras tecnologías como la FDDI (distribución de datos por fibra óptica) en campus universitarios. Consiste en nodos de conmutación ATM especializados que se adaptan a las necesidades del mundo de los datos, especialmente al transporte de datagramas por IP.

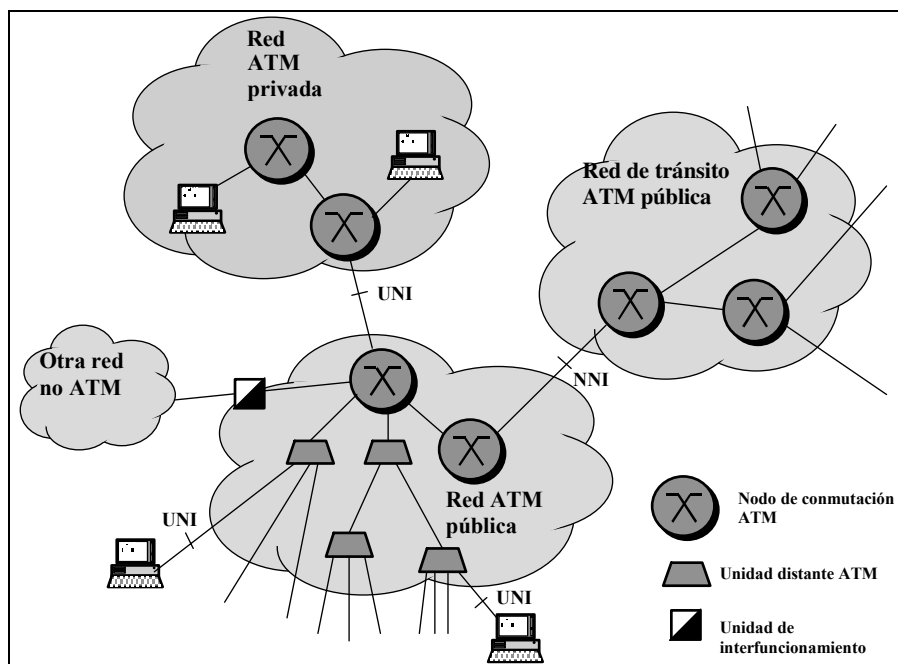
La figura 2.6.2 representa un ejemplo de configuración con tres redes basadas en ATM: la red privada, la red pública susceptible de utilizarse para RDSI-BA pero también como red de acceso para la interconexión de otras redes, y por último una red pública de tránsito ATM para interconectarse con otras redes ATM, a la vez como parte de una RDSI-BA y de una red de interconexión ATM.

Las células salientes se reciben en modo asíncrono de la capa ATM. La generación y verificación de la secuencia de control de errores del encabezamiento genera y verifica el código de control de errores para garantizar que los datos son válidos.

Las células se empaquetan luego en el formato de trama SDH (SONET). Las células desocupadas deben ser insertadas en la trama cuando no haya «células reales» disponibles (desacoplo de la velocidad celular). Tras adaptarse al medio físico (fibra óptica), las tramas SDH se envían en modo asíncrono.

En el sentido opuesto se reciben tramas SDH entrantes. En esas tramas se identifican las células ATM, que se extraen (delimitación de células) y se transfieren a la capa ATM.

**Figura 2.6.2 – Red ATM**





En la RDSI-BA, la utilización del ATM permite una multiplicidad de tipos/características de servicios y la separación lógica de la señalización respecto de los flujos de información del usuario. Un usuario puede tener múltiples entidades de señalización conectadas a la gestión del control de llamadas en la red a través de conexiones separadas de canal virtual ATM. Las secciones siguientes identifican las capacidades de señalización que necesita la RDSI-BA y los requisitos para establecer trayectos de comunicación para señalización.

### Interfaces del Foro ATM

La conexión entre un conmutador ATM privado y un conmutador ATM público se hace a través de la UNI. Según el Foro ATM, ha de llamarse **UNI pública** (no intercambia la información de la NNI).

La interfaz usuario-red define diferentes aspectos de la transmisión y adaptación a diferentes *medios físicos*, que conciernen a las velocidades binarias adoptadas y otras características electroópticas de las interfaces y señales. Las interfaces se clasifican atendiendo principalmente a estas especificaciones. El Foro ATM define especificaciones para interfaces **UNI** como las siguientes: la interfaz ATM dependiente del medio físico para 155 Mbit/s por cable de pares trenzados; la interfaz física DS1, UTOPIA (*Universal Test & Operations PHY Interface for ATM*, interfaz físico universal de operaciones y pruebas para ATM), UNI pública E1 (E3), etcétera.

No obstante, hay una clasificación común de interfaces con arreglo a su finalidad, aceptada también por el Foro ATM. Algunas de las interfaces se enumeran seguidamente:

**Interfaz nodo a red privada (P-NNI, *private network-to-node interface*)** – Especifica el protocolo mediante el cual se comunican los conmutadores ATM dentro de una red ATM privada, incluyendo las redes privadas conmutadas multiprotocolo.

**Interfaz RDSI de banda ancha entre operadores (B-ICI, *broadband inter-carrier interface*)** – Define las comunicaciones entre conmutadores de redes públicas (af-bici-0068.000).

**Interfaz usuario-red con emulación de LAN (LUNI, *LAN emulation user network interface*)** – Permite que las LAN existentes se comuniquen por red ATM con otras LAN y con las estaciones ATM anexas.

**Interfaz usuario-red por tramas (FUNI, *frame usernetwork interface*)** – Define una interfaz basada en tramas para los servicios ATM.

**Interfaz usuario-red doméstico (Home UNI) e Interfaz de red de acceso (ANI, *access network interface*)** – Están concebidos para aplicación residencial en banda ancha.

### 2.6.2 Funcionamiento de la red ATM

Las redes ATM están fundamentalmente orientadas a la conexión. Antes de iniciar cualquier transferencia de datos se han de establecer circuitos virtuales. Existen dos tipos de circuitos virtuales: trayectos virtuales identificados por identificadores de trayecto virtual (VPI, *virtual path identifiers*) y canales virtuales identificados por combinaciones de VPI y VCI (*virtual channel identifier*, identificador de canal virtual).

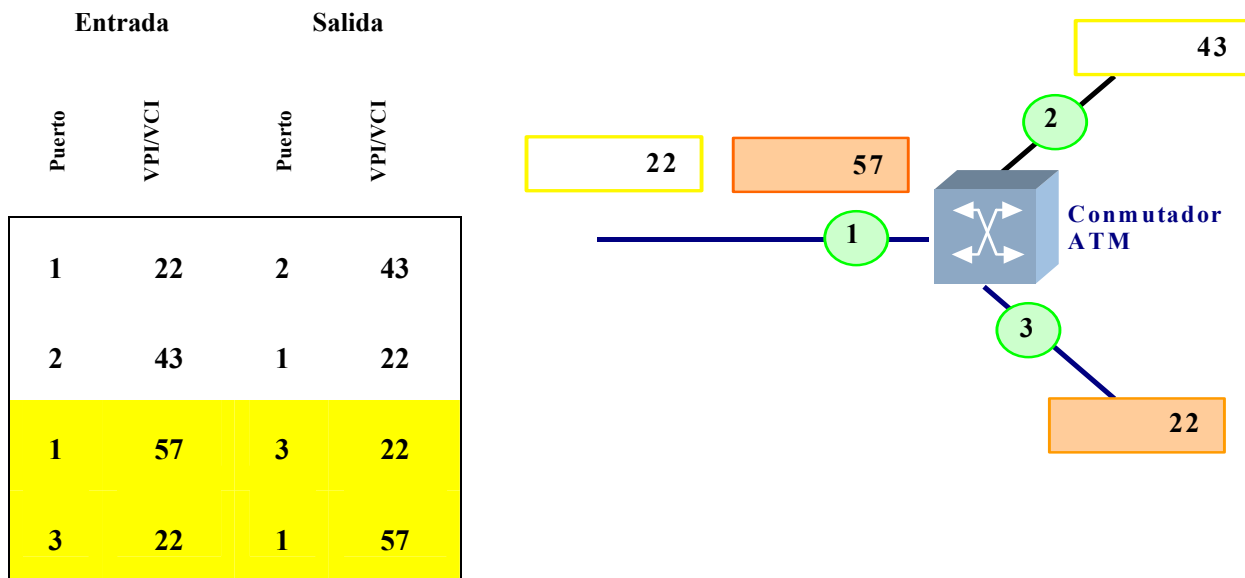
Los trayectos virtuales están constituidos por canales virtuales agrupados, que se conmutan todos transparentemente a través de la red ATM debido a tener un VPI común.

El funcionamiento básico de un conmutador ATM es bastante sencillo: recibe células por un cierto enlace dentro de un VCI o VPI conocido, consulta el valor de la conexión en una tabla de traducción local para determinar el puerto (o puertos) de salida de la conexión y el nuevo valor de VPI/VCI en aquel enlace, y finalmente transmite la célula por ese enlace de salida.

Las tablas de traducción locales se establecen por un mecanismo externo antes de transmitir los datos. El mecanismo determina dos tipos principales de conexiones ATM:

- **Conexiones virtuales permanentes (PVC)** – Un mecanismo externo establece un conjunto de conmutadores entre el sistema ATM de origen y el de destino; éstos se programan con los valores de VPI/VCI apropiados. De este modo, la PVC necesita alguna operación manual (habitualmente no deseable).
- **Conexiones virtuales conmutadas (SVC)** – Un protocolo de señalización establece automáticamente la conexión. No requiere ninguna de las interacciones manuales necesarias para el establecimiento de la PVC. Cabe, por tanto, esperar que la SVC tendrá una extensa utilización, especialmente para los protocolos de capa superior por ATM.

Figura 2.6.3 – Funcionamiento del conmutador ATM

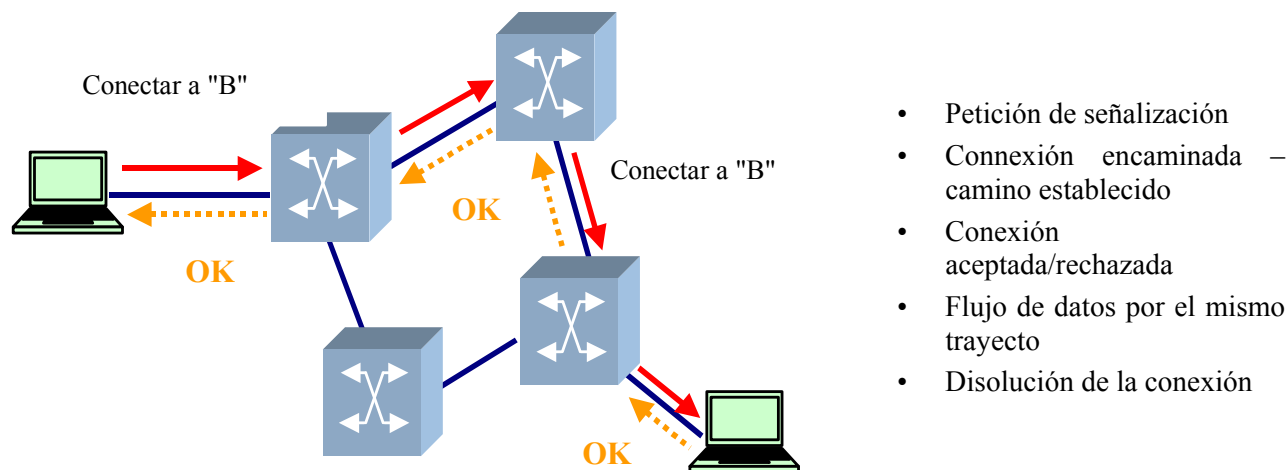


Un sistema de extremo ATM que desee establecer una conexión a través de la red ATM ha de inicializar la señalización. Para ello envía células por un canal virtual con VPI=0 y VCI=5 (este canal virtual está reservado para tráfico de señalización únicamente).

Tras la inicialización, la señalización se encamina a través de la red, de conmutador a conmutador. La petición de señalización se va transfiriendo entre los procesos de señalización o de control de llamada asociados con los conmutadores (la capacidad de control de llamada suele estar integrada en los conmutadores). En ese proceso se establecen los identificadores de conexión hasta que se alcanza el sistema de extremo de destino. Dicho sistema de extremo puede aceptar o confirmar la petición de conexión. Pero también puede rechazarla, liberando la conexión. Cuando la conexión se ha establecido a lo largo del trayecto seguido por la petición de conexión, los datos circulan por ese mismo trayecto.

Se atribuyen identificadores de conexión (valores de VPI/VCI) en uno y otro sentido de la conexión. Los parámetros de tráfico pueden, sin embargo, ser diferentes para cada sentido. Por ejemplo, la anchura de banda en uno de los sentidos podría ser cero.

---

**Figura 2.6.4 – Establecimiento de conexión por señalización ATM**


- Petición de señalización
- Conexión encaminada – camino establecido
- Conexión aceptada/rechazada
- Flujo de datos por el mismo trayecto
- Disolución de la conexión

---

Pueden establecerse diferentes tipos de conexiones ATM, ya sea por canales virtuales permanentes o conmutados (figura 2.6.5). Los dos tipos principales son:

**Configuración punto a punto (en la UNI)** – Es la que conecta dos sistemas de extremo ATM que pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

**Configuración punto a multipunto (en la UNI)** – Es una configuración con más de un equipo terminal soportada por una sola terminación de red en una interfaz usuario-red. Estas conexiones pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

Cuando la terminación es una sola, el sistema de extremo de origen se denomina *nodo raíz*. Los sistemas de extremo de múltiples destinos se llaman *hojas*. Dentro de la red se realiza una repetición de las células, habitualmente por los conmutadores ATM y en raras ocasiones por los sistemas de extremo.

Las conexiones punto a multipunto son unidireccionales, lo que significa que la raíz puede transmitir datos a las hojas, pero éstas no pueden transmitir a la raíz ni tampoco entre sí.

Estos dos tipos de conexiones ATM no guardan analogía alguna con:

- **Difusión selectiva**, la capacidad de comunicación unidireccional desde un único punto de acceso de origen a un número limitado (mayor que uno) de puntos de acceso de destino especificados (I.140).
- **Difusión**, la capacidad de comunicación unidireccional desde un único punto de acceso de origen a un número ilimitado (mayor que uno) puntos de acceso de destino no especificados (I.140).

Figura 2.6.5 – Tipos de conexiones ATM

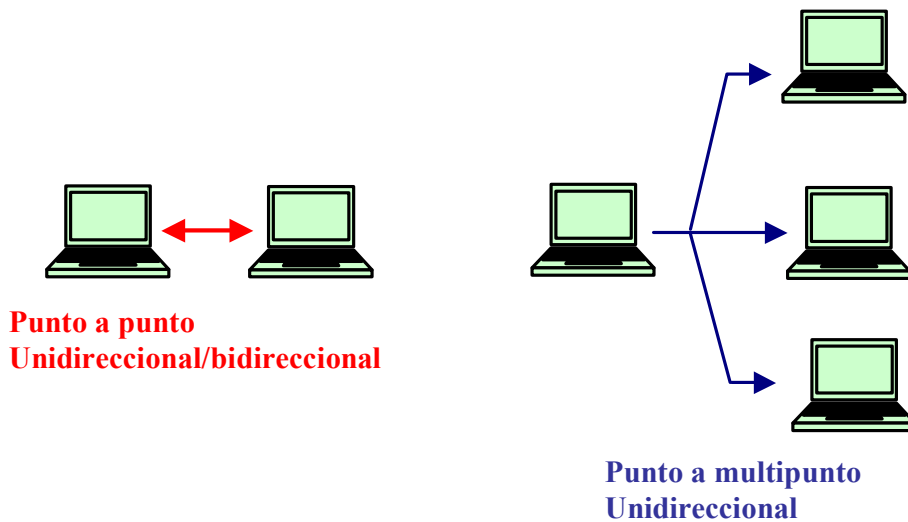
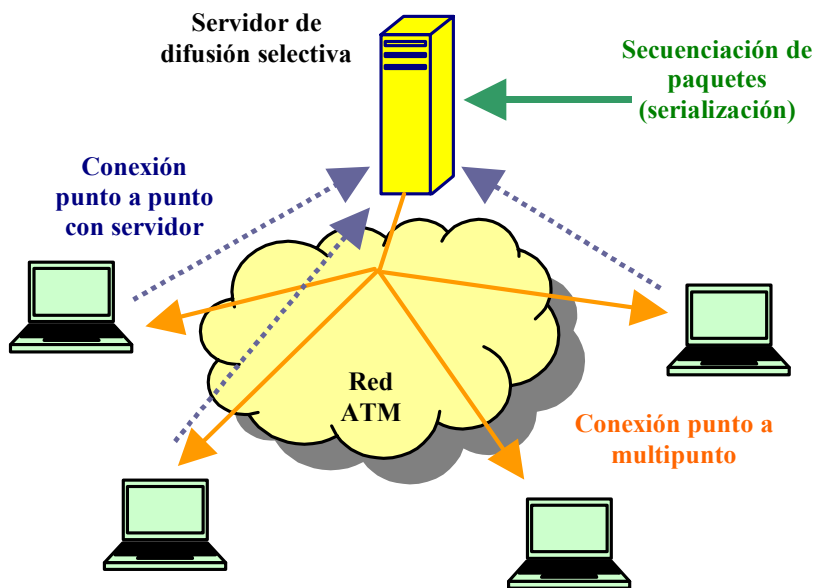


Figura 2.6.6 – Funcionamiento con servidor de difusión selectiva



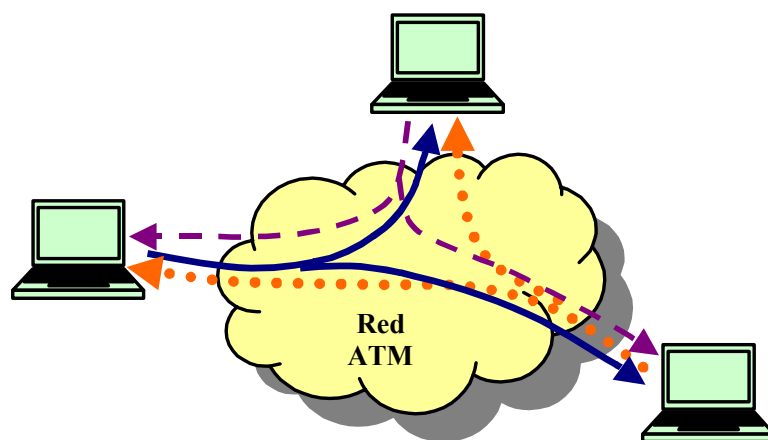
Estas son comunes en la mayor parte de las tecnologías de medios compartidos (como Ethernet o las redes de anillo con paso de testigo, por ejemplo). En tales tecnologías, la difusión selectiva permite que múltiples sistemas de extremo puedan tanto recibir datos de los sistemas múltiples como transmitir datos hacia esos sistemas. Lo que en ATM equivaldría a estas comunicaciones de difusión selectiva (LAN) serían las conexiones bidireccionales multipunto a multipunto, pero esto no lo admite la AAL5 (capa de adaptación ATM). Concretamente, la AAL5 no tiene previsto en el formato de las células intercalar en una sola conexión células procedentes de diferentes paquetes AAL5. Para que sea posible el proceso de reensamblado en destino, las células deben recibirse en secuencia, sin ningún intercalado. En consecuencia, las conexiones punto a multipunto por la AAL5 de ATM han de ser forzosamente unidireccionales. Debe señalarse que la AAL5 es la capa de adaptación más común concebida para aplicaciones multimedia, y que la AAL3/4, más compleja, admite intercalar células de diferentes paquetes.

Con el fin de aceptar diferentes secuencias de tráfico obtenidas de las LAN que dependen de la existencia de capacidades de difusión selectiva o general a bajo nivel, el ATM requiere cierta capacidad de difusión selectiva. Se han propuesto tres métodos como soluciones:

- 1) **Difusión selectiva por trayecto virtual** – Es un mecanismo por el cual un trayecto virtual multipunto a multipunto enlaza entre sí todos los nodos del grupo de difusión selectiva, y a cada nodo se le asigna un valor VCI único dentro del trayecto virtual. Un protocolo que asigne valores VCI singularizados a los nodos será probablemente muy complejo (todavía no existe).
- 2) **Servidor de difusión selectiva** – En este mecanismo (figura 2.6.6) todos los nodos que deseen transmitir a un grupo de difusión selectiva establecen una conexión punto a punto con un dispositivo externo denominado servidor de difusión selectiva. El servidor de difusión selectiva se conecta a todos los nodos que desean recibir paquetes de difusión selectiva a través de una conexión punto a multipunto. La disposición es bastante complicada: el servidor de difusión selectiva recibe el paquete a través de conexiones punto a punto, y luego los retransmite por la conexión punto a multipunto, tras cerciorarse de que los paquetes están serializados.
- 3) **Conexiones punto a multipunto superpuestas** – En esta configuración (figura 2.6.7), todos los nodos del grupo de difusión selectiva establecen conexión punto a multipunto con cada uno de los demás nodos del grupo, lo que permite que cada nodo transmita a y reciba de todos los nodos restantes.

---

**Figura 2.6.7 – Difusión selectiva por conexiones punto a multipunto superpuestas**



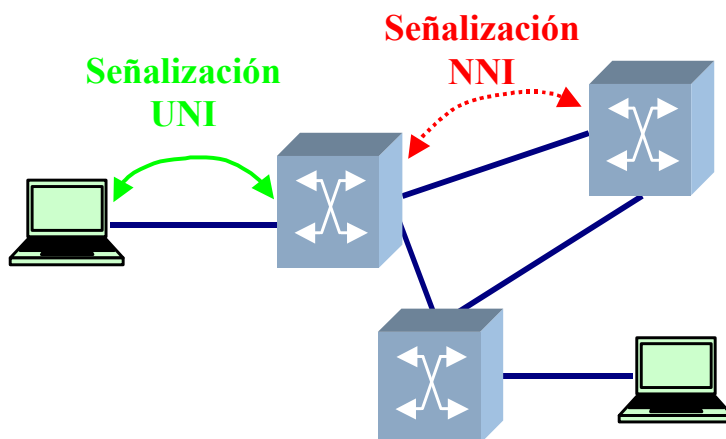
En el último mecanismo citado, cada nodo requiere N conexiones en cada grupo, siendo N el número total de nodos que transmiten. Con el servidor de difusión selectiva sólo se necesitan dos conexiones por nodo en un grupo de difusión selectiva, pero requiere un proceso de registro para informar a los nodos de cuáles son los demás nodos del grupo. El servidor de difusión selectiva puede ajustarse más a la cantidad de recursos de conexión disponibles, pero introduce un procesador centralizado susceptible de crear un embotellamiento en la red.

No existe una solución ideal para realizar la de difusión selectiva en la tecnología ATM. Los protocolos de interconexión de redes en ATM son muy complejos.

### 2.6.3 Encaminamiento en ATM

El ATM está fundamentalmente orientado a la conexión<sup>2</sup> de manera que las peticiones de conexión tienen que ser encaminadas a través de la red desde el nodo solicitante al nodo de destino. Del mismo modo se encaminan los paquetes dentro de una red de conmutación de paquetes. Los protocolos NNI tienen la misma función que los protocolos de encaminamiento en las actuales redes de encaminamiento.

Figura 2.6.8 – Señalización UNI y NNI



Los protocolos NNI constan de dos componentes:

- El protocolo de señalización NNI, utilizado para retransmitir las peticiones de conexión ATM dentro de las redes interpuestas entre la UNI de origen y la de destino. Las peticiones de señalización de las UNI se transforman en señalización NNI en el conmutador de origen (ingreso), transformación que se deshace para volver a señalización UNI en el conmutador de destino (egreso).
- El protocolo de encaminamiento por circuito virtual, utilizado para encaminar las peticiones de señalización a través de la red. Por esa ruta se establece la conexión ATM y por ella circularán los datos.

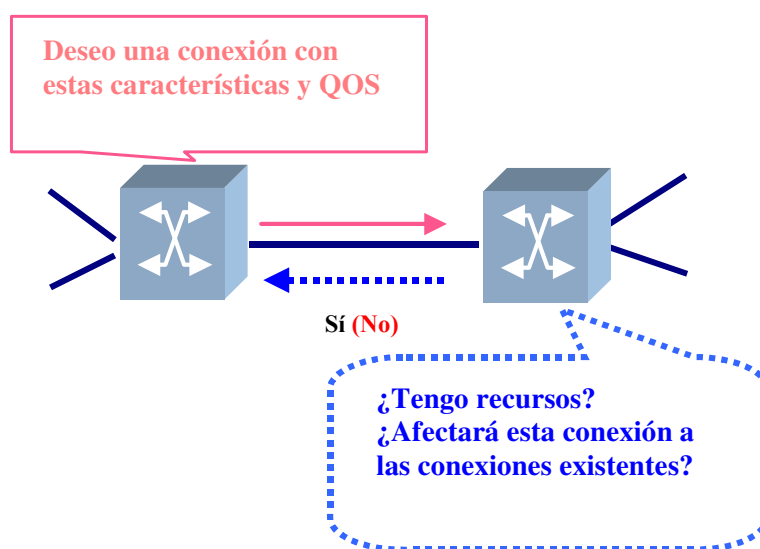
<sup>2</sup> **Orientado a conexión:** un modo de transferencia de información en el que se establece la conexión entre los usuarios de extremo antes de transferir la información.

**Sin conexión:** un modo de transferencia de información en el cual los bloques de datos a transferir se direccionan y encaminan individualmente a su destino. Compárese con el orientado a conexión.

El protocolo NNI es mucho más complejo que cualquier otro protocolo de encaminamiento existente por dos razones:

- ha de permitir una mayor capacidad de ajuste escalonado que en las redes de encaminamiento existentes;
- ha de dar soporte a una elevada calidad de servicio (QoS, *quality of service*).

**Figura 2.6.9 – Control de admisión de conexión**



La QoS garantizada es la gran ventaja del ATM y uno de las principales justificaciones para introducir en las redes de comunicaciones una tecnología tan compleja y costosa. En la petición de establecimiento de conexión, se especifica también una cierta QoS. Dependiendo de las capacidades del servicio ATM y de la QoS, se especifica una determinada combinación de elementos QoS (tales como la proporción de pérdida de células, el retardo de la célula y las variaciones del mismo). De acuerdo con esto, los conmutadores ATM ejecutan un procedimiento de control de admisión, ilustrado en la figura 2.6.9.

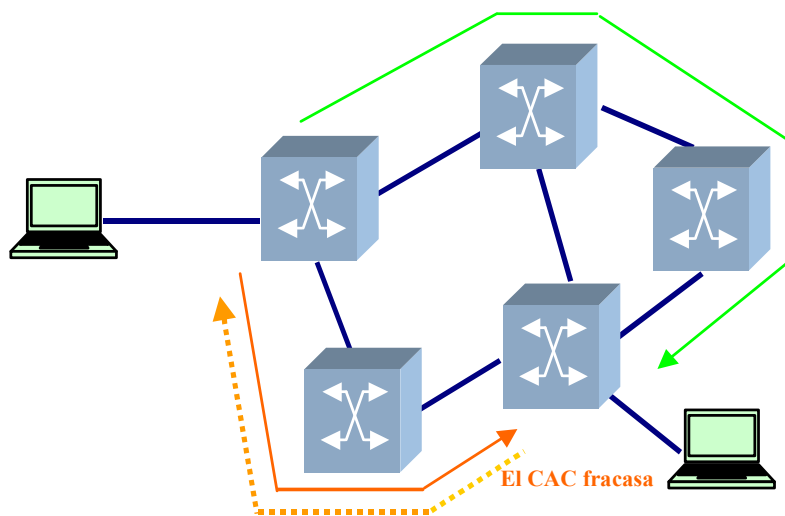
**Control de admisión de conexión (CAC)** – Es el conjunto de acciones emprendidas por la red en la fase de establecimiento de la llamada (o durante la fase de renegociación de la llamada), dentro de la parte control de los nodos de la red, con el fin de determinar si puede aceptarse o rechazarse una conexión de trayecto canal virtual/trayecto virtual (VC/VP) (o si puede admitirse una petición de reasignación). El encaminamiento es una parte de las acciones CAC (ETSI, TR 101 287).

El conmutador solamente acepta la conexión en caso de no haberse denunciado ninguna violación de las garantías establecidas. El CAC es una función de conmutación local, y depende de la arquitectura del conmutador y de las decisiones locales relativas al rigor de las garantías QoS.

El protocolo de encaminamiento por circuito virtual (VC) debe asegurar que una petición de conexión se encamine por un trayecto que conduzca al destino y que tenga una alta probabilidad de satisfacer la QoS solicitada en el establecimiento de la conexión –es decir, que atraviese conmutadores cuyo CAC local no rechace la llamada.

El protocolo utiliza un protocolo de encaminamiento sobre topología de estados, en el cual los nodos envían raudales de información relativa a la QoS y la asequibilidad en el interior de la red, y los recursos de tráfico que en ella se encuentran disponibles.

Figura 2.6.10 – Operación de vuelta atrás



Cada nodo de la red sigue realizando su propio CAC sobre la petición que le llega, puesto que su propio estado podría haberse modificado desde la última vez que lo divulgó y por tanto haber cambiado con respecto a la información utilizada en el control de admisión de la conexión. Existe, pues, la posibilidad de que la petición de conexión fracase en algún nodo intermedio. Es más probable que esto suceda en redes grandes, con numerosos niveles de jerarquía, donde no pueda reunirse la información con exactitud. El protocolo PNNI (Foro ATM) soporta, por ejemplo, la noción de vuelta atrás (*crankback*), ilustrada en la figura 2.6.10. Este procedimiento implica que una conexión bloqueada al seguir un determinado trayecto se devuelve hacia atrás, a un nodo intermedio en la parte anterior del trayecto. Este nodo intermedio intenta descubrir otro trayecto hacia el destino final, utilizando el nuevo y más exacto estado de la red.

#### 2.6.4 Emulación de LAN

Dada la enorme base de LAN y WAN instaladas y los protocolos de capa de enlace que operan sobre estas redes, será esencial para el éxito del ATM la capacidad de interfuncionamiento entre esas tecnologías y el ATM. Muy pocos usuarios tolerarán la presencia de islas de ATM sin poder conectarse con el resto de la red de la empresa. La clave de esa conectividad está en el uso de los mismos protocolos de capa de red (por ejemplo, el IP) tanto en las redes existentes como en la red ATM.

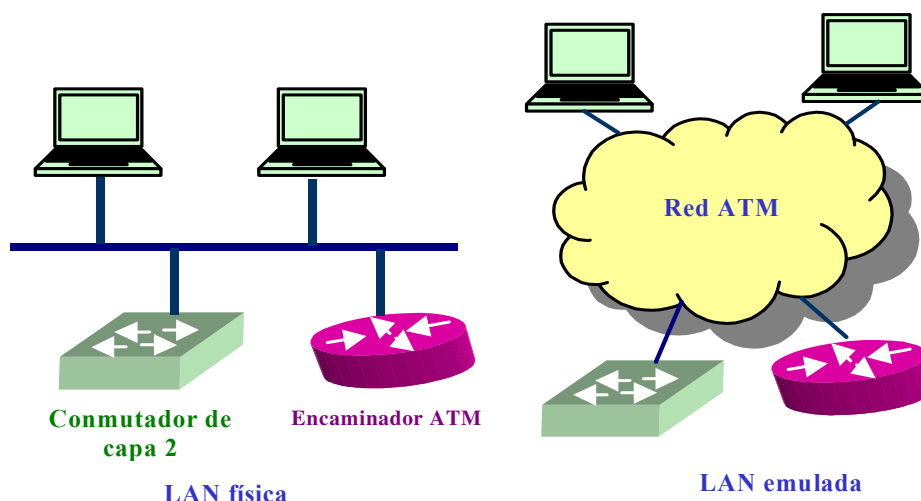
Existen, sin embargo, dos modos esencialmente diferentes de utilizar protocolos de capa de red a través de una red ATM. Un método, llamado funcionamiento en modo autóctono, consiste en emplear mecanismos de resolución de direcciones para transformar directamente las direcciones de la capa de red en direcciones ATM, tras lo cual los paquetes de la capa de red son transportados por la red ATM. El otro método para transportar los paquetes de la capa de red a través de una red ATM es el llamado emulación de LAN (LANE, *LAN emulation*).

Como sugiere su nombre, el protocolo LANE define una interfaz de servicio para protocolos de capa superior (es decir, la capa de red), que es idéntica a la de las LAN existentes, y los datos enviados por la red ATM están encapsulados en el formato de paquete apropiado. No se hace intento alguno de emular el protocolo real de control de acceso al medio de la LAN implicada.



En otras palabras, los protocolos LANE hacen que una red ATM se asemeje en aspecto y comportamiento a una LAN Ethernet o de anillo con paso de testigo –si bien funcionando a velocidad muy superior a la que tienen esas redes en la realidad.

**Figura 2.6.11 – LAN física y emulada**



### 2.6.5 Ejemplos de red ATM

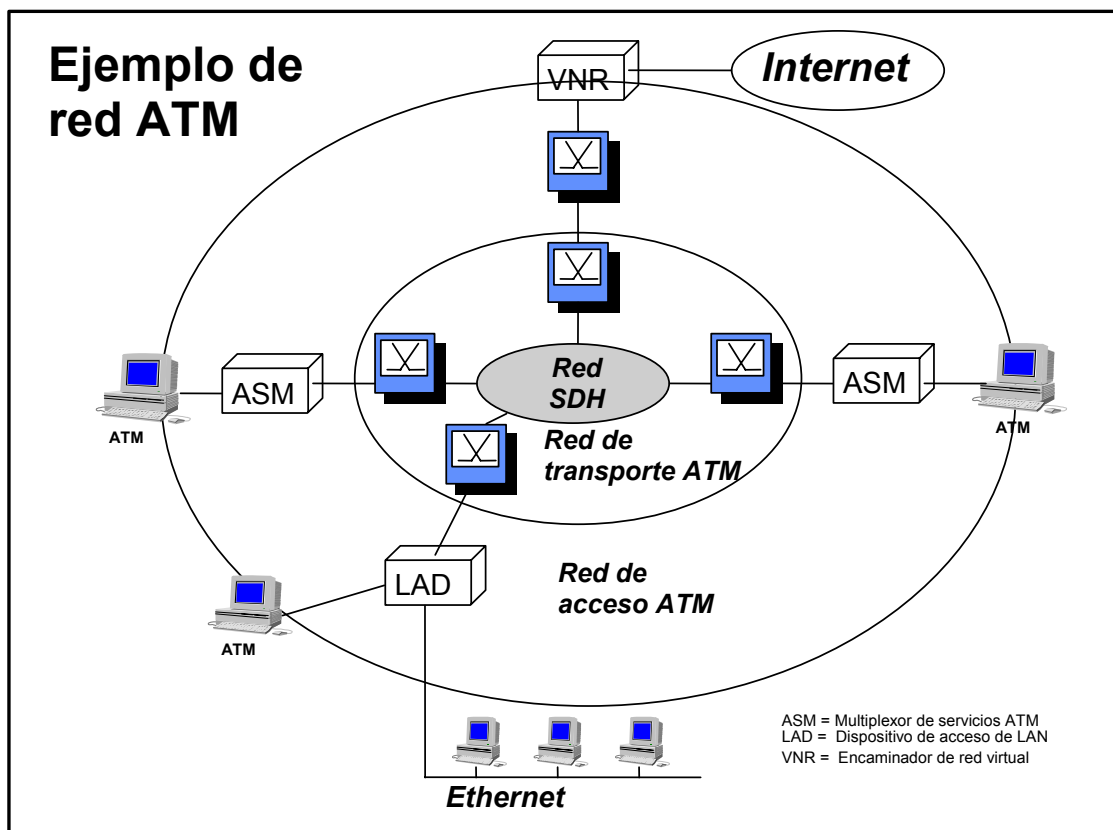
La red representada en la figura 2.6.12 consta de una parte de acceso y una parte de transporte. Las señales ATM son generadas en los terminales ATM situados en el equipo de las instalaciones del cliente y se conectan a los multiplexores de servicios ATM o a los dispositivos de acceso de una LAN. Los multiplexores de servicios ATM permiten la conexión de diversas interfaces de servicio a una sola interfaz ATM. Los dispositivos de acceso de LAN se utilizan para conectar los sistemas heredados que aún existen, como Ethernet o la red de anillo con testigo, a una sola interfaz ATM. La Internet puede conectarse a través de un encaminador de red virtual.

Además de la integración (adaptación) de servicios como los de voz y vídeo, va ganando importancia la integración (adaptación) de protocolos de datos como el IP (protocolo de Internet). En este caso no sólo ha de realizarse el empaquetado de los paquetes de datos en células sino que también han de aclararse los aspectos de direccionamiento y encaminamiento. El Foro ATM y el grupo operativo de ingeniería de Internet (IETF, *Internet engineering task force*) son los agentes impulsores en el campo de «IP por ATM», con el resultado de un nuevo servicio GFR (Foro ATM, mayo de 1999). El UIT-T ha publicado también una Recomendación Y.1310 sobre IP por ATM.

El papel primordial de los parámetros y procedimientos de control de tráfico y control de congestión consiste en proteger la red y el usuario a fin de alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de la red. Otro cometido adicional es el de optimizar el empleo de los recursos de la red.

En la RDSI-BA, se define la congestión como un estado de los elementos de la red (por ejemplo, conmutadores, concentradores, transconectores y enlaces de transmisión) en el cual la red no es capaz de alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento negociados para las conexiones ya establecidas y/o para las nuevas peticiones de conexión.

Figura 2.6.12 – Ejemplo de red ATM



En general, la congestión puede ser debida a:

- fluctuaciones estadísticas impredecibles de los flujos de tráfico,
- condiciones de fallo dentro de la red.

La congestión ha de distinguirse del estado en el que el desbordamiento de memorias tampón está produciendo la pérdida de células, pero todavía se logra la calidad de servicio negociada. Las incertidumbres de las configuraciones de tráfico en banda ancha y la complejidad del control de tráfico y el control de congestión sugieren adoptar un enfoque cauteloso para la definición de los parámetros del tráfico y los mecanismos de control de tráfico y control de congestión. Puede ser apropiado considerar conjuntos suplementarios de estas facilidades, a los que se añadirán nuevos mecanismos de control de tráfico para conseguir mejorar la eficacia de la red.

Puesto que las conexiones son unidireccionales, para realizar los dos sentidos de una comunicación se asocian dos conexiones ATM, identificadas por el mismo VPI/VCI en una interfaz dada. Debe advertirse que los procedimientos de control del tráfico aplicados a una conexión unidireccional (sentido de avance) pueden implicar que circulen células por la conexión asociada en el otro sentido (retroceso). Además, los procedimientos de control de tráfico pueden utilizar flujos de células en el sentido de avance para controlar el otro sentido (retroceso).

Los requisitos de QoS expresan las clases de QoS solicitadas por el usuario. Puede hablarse de compromisos en QoS cuando la red se ha comprometido realmente a cumplir unos objetivos de calidad de servicio, en el supuesto de que el flujo de células generado por el usuario se ajuste a un contrato de

tráfico. Las indicaciones de QoS serán pertinentes cuando no exista contrato de tráfico alguno entre el usuario y la red, esto es, en los casos en que se apliquen reglas de ingeniería de tráfico para explotar la red que no permitan establecer compromisos con el usuario.

Hoy en día, los proyectos más atractivos se basan en la transmisión por satélite, ya sea por la técnica ATM o por los protocolos de Internet. Estas redes desempeñan un papel muy importante en la instalación de redes globales [3] por ser complementarias a las redes terrenales fijas o móviles del futuro. El Foro ATM trabaja intensamente en la preparación de especificaciones para la transmisión por satélite. Se dedica además gran atención a las categorías de servicios ATM asequibles para el tráfico TCP/IP [4]. Existen numerosos escenarios de interconexión de redes, así como notificaciones experimentales [3]-[5] sobre la hipótesis de que la red mundial debe basarse en la interconexión de la red ATM con la Internet. Indicaremos aquí (figura 2.6.13) una arquitectura posible [3] basada en redes de satélite conectadas a la red ATM fija. El sistema de satélite utilizado puede ser geostacionario (GEO) o probablemente de órbitas terrestres medias/bajas (MEO/LEO), controladas desde la estación de control de la red. Dicha estación es responsable de la gestión del encaminamiento y la llamada (habitualmente hay una estación por satélite). Su interconexión con otras partes de la red terrenal se obtiene por medio del sistema de señalización N° 7. De ahora en adelante, prescindiremos de los grandes problemas arquitecturales y técnicos y nos concentraremos sobre los tipos de tráfico posibles.

En el entorno descrito, el tráfico se produce por ráfagas y solamente puede modelarse en ciertas condiciones restringidas, o para ciertas aplicaciones específicas. La principal característica de la red es que casi todos los parámetros varían (por ejemplo, número de usuarios, topología de la red, velocidades, anchura de banda requerida). El supuesto básico de la red telefónica anterior, la distribución de Poisson, no ha resultado aceptable en las redes de datos. Por el contrario, para el seguimiento y control de los parámetros de tráfico, se han de establecer nuevas rutinas complejas que necesitan enorme potencia de cálculo, alta velocidad de procesamiento y control en tiempo real.

### 2.6.5.1 Características de tráfico en ATM

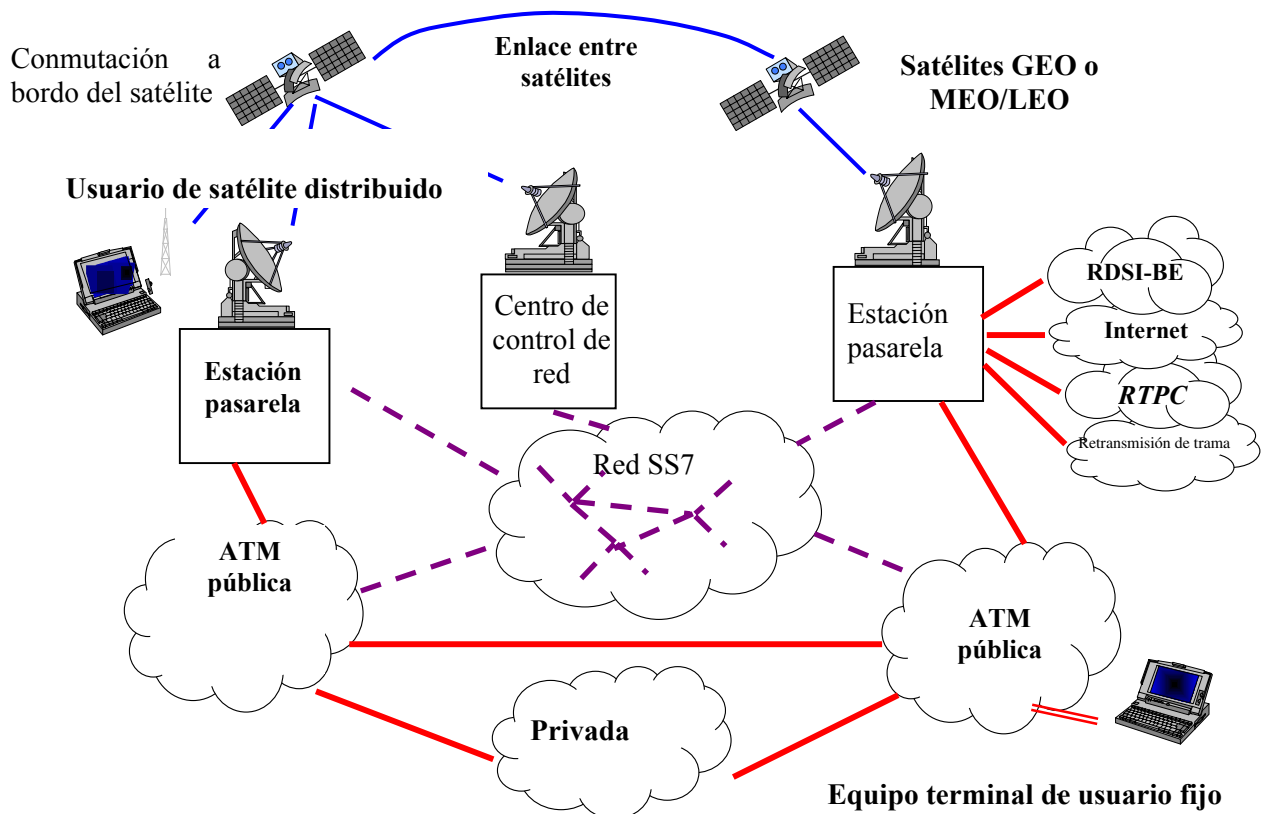
Las mediciones de tráfico en presencia de datos arrojaron resultados sorprendentes. Se observaron ráfagas de paquetes con fuertes variaciones en su velocidad [6]. Hasta ese momento se desconocía el comportamiento del tráfico. Una «interpretación intuitiva» lo expresaba como «*picos de tráfico origen de pérdidas reales) superpuestos a ondulaciones de más largo periodo, que a su vez cabalgan sobre ondas todavía más lentas*». Era una explicación muy descriptiva de un tráfico de tipo fractal.

Las matemáticas han contribuido al éxito de la teoría del teletráfico en redes vocales. Los investigadores esperaban que sucediera lo mismo con el tráfico de datos. No obstante, las matemáticas aplicables a la telefonía clásica eran de una variabilidad limitada en el tiempo (los procesos del tráfico son independientes o sus correlaciones temporales decrecen con rapidez exponencial), y en el espacio (debido a la independencia entre los usuarios, las cantidades relacionadas con el tráfico también decrecen a ritmo exponencial). Existen numerosas inferencias de la variabilidad espacial en el tráfico de datos, lo que produce la intensa distribución de colas con varianza infinita. Por añadidura, la elevada variabilidad temporal en los patrones de tráfico indica la dependencia a largo plazo de los datos. Se demostró [10] que el tráfico SS 7 presenta la propiedad de dependencia a largo plazo, mientras que los tiempos de ocupación deben modelarse por una distribución de colas intensa (lo que está en desacuerdo con el decrecimiento exponencial en el modelo de Poisson). Se plantea, además, un problema muy importante de sincronización del tráfico en el ámbito de la red como consecuencia de la periodicidad en el tráfico IP de generación automática (es decir, en los mensajes de encaminamiento) [11]. Podemos, pues, concluir que los descriptores estadísticos del tráfico de datos conducen a elaborar modelos fractales del teletráfico.

Se advirtió que las ráfagas de tráfico sobrevienen en escalas de tiempo muy diferentes. Garrett fue el primero en darse cuenta de que el tráfico ATM del tipo VBR (*variable bit rate*, velocidad binaria variable) es genéricamente fractal. Fue él quien digitalizó y comprimió la película *Guerra de las Galaxias* [11]. Se demostró que las trazas tomadas de la versión JPEG (*Joint Photographic Expert Group*) de esa

película tenían carácter fractal [11]. Nuevas investigaciones [17] comprobaron que las trazas descritas presentaban también propiedades multifractales. Todos estos hechos contrastan vivamente con los modelos de tráfico corrientemente utilizados en la teoría y la práctica de la ingeniería.

Figura 2.6.13 – Red ATM mundial, según [3]-[4]



### 2.6.5.2 Control de la red neural en el nodo ATM

El logro de una elevada utilización, manteniendo la calidad del servicio, es el objetivo de una eficaz estrategia de gestión del tráfico ATM. Concebir esa estrategia por medio de técnicas de programación es una tarea difícil. En redes de telecomunicación tan grandes y complejas, el tráfico cambia de un modo impredecible, presentando variaciones a corto y largo plazo, y el número de nodos y enlaces es tan elevado que el control de red tradicional puede no ser eficaz dado el alto grado de complejidad.

La caracterización y predicción del tráfico con base en una red neural (NN) es una propiedad inherente de dichas redes. Por consiguiente, las NN utilizadas en el control de admisión se encargan de clasificar el tráfico en aceptable e inaceptable, y las NN del control de congestión necesitan primeramente predecir el ritmo de llegada a fin de sugerir las acciones de control óptimas. Para este propósito se utilizan corrientemente NN de realimentación positiva, con algoritmo de aprendizaje retropropagado.

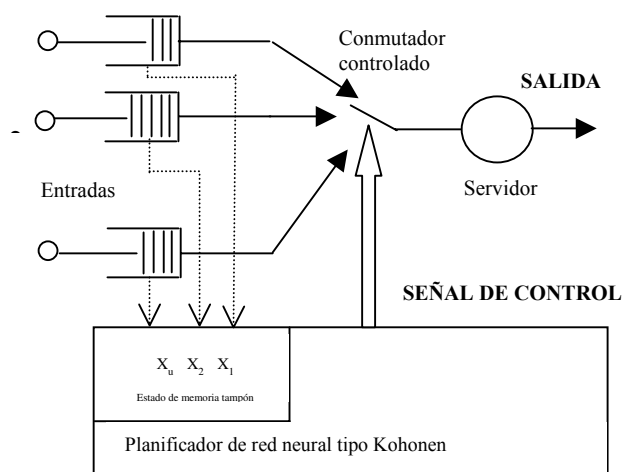
El control de admisión implica que cada nueva llamada genera una petición de conexión. En esa petición se incluye la QoS exigida por la llamada. Si esa QoS puede obtenerse sin alterar la de las llamadas

existentes, la llamada nueva se admite, y en caso contrario se rechaza. Por tanto se requiere una estimación de la QoS basada en la observación de las configuraciones de tráfico y el estado de almacenamiento temporal (número de células en memorias tampón que esperan servicio). El último parámetro es importante para determinar la proporción de células perdidas (CLR), el retardo de las células y las variaciones del retardo. Es muy difícil adiestrar una NN para que aprenda un parámetro QoS como es la CLR, ya que este parámetro depende del ritmo de generación del tráfico, incluso si el número de conexiones se mantiene constante [21]. De ahí que debe adiestrarse la NN para que aprenda el valor medio de aquellos valores. Sin embargo, debido a la amplia gama exponencial de la CLR (desde  $10E0$  hasta  $10E-12$ ) es difícil deducir su valor medio con exactitud. En [22] se propone un método llamado *objetivo relativo* para resolver este problema.

En algunos casos es deseable que la NN tenga capacidades de adiestramiento en línea o en tiempo real. En [22] se ha propuesto el método de salida virtual para estimar CLP muy pequeñas a partir de los datos de pérdida de células virtuales. Aplicando este método se obtuvo una estimación exacta de la proporción de células perdidas (CLR) para una memoria tampón de tamaño real 100 células y con diferente número de conexiones que van desde 20 a 40 fuentes de voz.

Otro enfoque, que utiliza la red neural autoorganizada adaptable [18]-[20], se aplicó con éxito a las memorias tampón de control de entrada en un nodo ATM de entrada múltiple y salida única (figura 2.6.14). El método toma en cuenta los estados de memorias tampón,  $x_i$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ , así como los cambios de la señal de entrada (es decir, la propensión a las ráfagas), con lo que se evita el desbordamiento de tales memorias. La flexibilidad y la adaptabilidad de la red se mejoran aplicando el algoritmo *winner-take-most* (el que gana se lleva la mejor parte). La entrada ganadora se conecta a la salida a través de un conmutador controlado.

Figura 2.6.14 – Planificador ATM de red neural [19]



Se observan parámetros de calidad funcional de la red como el retardo, la pérdida y la fluctuación de fase, mientras la NN aprende a transportar diversas combinaciones de llamadas y sus relaciones. El enfoque basado en NN estima el comportamiento íntegro del tráfico en materia de congestión a partir de su repercusión en la cola de salida, midiendo por ejemplo el retardo medio de la célula, la pérdida de células y la fluctuación de fase.

El mecanismo de vigilancia del tráfico, basado en las redes neurales, ha demostrado ser más eficaz que los algorítmicos debido a la naturaleza alineal y variable en el tiempo del tráfico. El algoritmo de vigilancia debería ser capaz de: 1) detectar cualquier situación irregular del tráfico, 2) seleccionar el margen de los parámetros revisados (es decir, el algoritmo podría determinar si el comportamiento del usuario cae dentro de una región aceptable), y 3) reaccionar con rapidez ante cualquier violación de los parámetros de tráfico.

Todos los ejemplos descritos anteriormente indican que las redes neurales pueden aplicarse a resolver problemas concretos, o bien formar parte del control de tráfico general. Todos ellos requieren la comprensión del comportamiento del tráfico y tienen en cuenta las características específicas de la estructura de red subyacente.

## Referencias

- [1] ATM Forum Specifications.
- [2] ITU-T Recommendations.
- [3] A. Alles, «ATM Networking», *Engineering InterOp*, Las Vegas, marzo de 1995.
- [4] I. Mertzanis, G. Sfikas, R. Tafazolli, B. Evans, «Protocol architectures for satellite ATM broadband networks», *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 37, N.º 3, págs. 46-54, marzo de 1999.
- [5] R. Goyal, R. Jain, M. Goyal, S. Fahmy, B. Vandalore, «Traffic management for TCP/IP over satellite networks», *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 37, N.º 3, págs. 56-61, marzo de 1999.
- [6] TEN-155: Trans-European Network with access ports of 155 Mbps, <http://www.dante.net/ten-155>.
- [7] H. Fowl, W. Leland, «Local area network traffic characteristics with implications for broadband network congestion management», *IEEE J. on Sel. Areas in Comm.*, Vol. 9, N.º 7, págs. 1139-1149, sept. 1991.
- [8] V. Paxson, S. Floyd, «Wide area traffic: the failure of Poisson modeling», *IEEE/ACM Trans. Networking*, Vol.3, N.º 3, junio de 1995.
- [9] M. Garrett, A service Architecture for ATM: From Applications to Scheduling, *IEEE Network Magazine*, Vol. 10, N.º 3, mayo/junio 1996.
- [10] M. Garrett, «Contributions toward real-time services on packet switched networks», *PhD. Thesis*, Columbia Univ., NY, 1993.
- [11] D. Duffy, A. McIntosh, M. Rosenstein, W. Willinger, «Statistical analysis of CCSN/SS& traffic data from working CCS subnetworks», *IEEE J. on Sel. Areas in Comm.*, Vol. 12, N.º 3, págs. 544-551, abril de 1994.
- [12] S. Floyd, V. Jacobson, «The synchronization of periodic routing messages», *IEEE/ACM Trans. on Networking*, Vol. 2, págs. 122-136, 1994.
- [13] B. Ryu, «Fractal network traffic modeling: past, present and future», <http://www.hrl.com/people/ryu>.
- [14] R. Riedi, W. Willinger, «Toward an improved understanding of network traffic dynamics», to appear in *Self-similar Network traffic and performance evaluation*, J. Wiley, junio de 1999.
- [15] A. Adas, «Traffic models in broadband networks», *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 35, N.º 7, págs. 82-89, julio de 1997.
- [16] H. Michiel, K. Laevens, «Teletraffic engineering in a broadband era», *Proc. IEEE*, Vol. 85, N.º. 12, págs.. 2007-2034, dic. 1997.

- [17] W. Willinger, V. Paxon, «Discussion of *Heavy tail modeling and teletraffic data*», <http://www.aciri.org/vern/papers>.
- [18] B. Reljin, I. Reljin, «Neural networks in teletraffic control: Pro et contra?», in *Proc. TELSIS'99*, Nish (Yugoslavia), págs. 518-527, oct. 1999.
- [19] I. Reljin, «Neural networks application in high speed communication networks», in *Proc. NEUREL'97*, Belgrade (Yugoslavia), págs. 111-114, sept. 1997.
- [20] I. Reljin, «Neural network based cell scheduling in ATM node», *IEEE Communications Letters*, Vol. 2, N.º 3, págs.78-81, marzo de 1998.
- [21] I. Reljin, «Neural network control in ATM node», in *Proc. Etc.'98*, Timisoara (Romania), págs.288-293, sept. 1998.
- [22] A. Hiramatsu, «ATM communications network control by neural networks», *IEEE Trans. Neural Networks*, Vol. 1, 1990.

## 2.7 Interfuncionamiento entre redes

Esta sección define los principios y las disposiciones detalladas aplicables al interfuncionamiento de redes diferentes con el fin de prestar un servicio de transmisión de datos. Esta sección especifica también, en un contexto general de red, la interacción necesaria entre los elementos de las interfaces de usuario, los sistemas de señalización entre centrales y otras funciones de red para el soporte de servicios de transmisión de datos, servicios telemáticos y servicio de red en modo de conexión OSI, según convenga. Además, define el principio de realización de facilidades de usuario internacionales y utilidades de red para los servicios de transmisión de datos.

### 2.7.1 Aspectos generales

La rápida evolución de los servicios de transmisión de datos ha dado lugar a un gran número de normas internacionales en ese campo. La creciente complejidad del conjunto total de estas normas suscita la necesidad de racionalizar los aspectos comunes con miras a lograr una relación coherente entre tales normas.

Los servicios de transmisión de datos y las facilidades de usuario pueden ser prestados por diferentes tipos de redes públicas, tales como las RDCP y las RDSI (véanse además las Recomendaciones I.500 e I.510). En consecuencia, puede aparecer la demanda de interconectar estas redes para que un DTE de una red pueda comunicarse de manera uniforme con un DTE de la misma red, o con un DTE de otra red del mismo tipo, o incluso con un DTE de una red de otro tipo.

La señalización entre las redes de diversas clases puede ser del tipo definido por Recomendaciones como las X.70, X.71, X.75, o señalización por canal común como en la Recomendación X.61. En particular, en una interfaz de señalización entre redes pueden intercambiarse utilidades de red entre las redes involucradas. Dichas utilidades de red pueden ser tratadas por diferentes tipos de redes.

Además, el modelo de referencia comprendido en la Recomendación X.200 (modelo de referencia de la interconexión de sistemas abiertos para aplicaciones UIT-T) tiene que dar a diferentes usuarios la capacidad de comunicarse entre sí, fomentando la implantación de características de comunicación compatibles. Se espera que en los diseños futuros de terminales de usuario se promueva el uso de este modelo de referencia.

Como el modelo de referencia define, una de las principales funciones de la capa de red es la de establecer una conexión de red entre los usuarios de servicios de red (dentro de los sistemas de extremo). Esto puede conllevar la concatenación de redes desiguales. Por consiguiente, las disposiciones y

procedimientos para la señalización interredes entre las RDP y otras redes públicas deberían dar al usuario facultad para utilizar servicios de transmisión de datos, servicios telemáticos y servicio de red en modo conexión OSI a través de conexiones derivadas de una red o de varias redes concatenadas.

NOTA – Esto no implica que se requiera ninguna red pública individual para materializar todos los mecanismos relacionados con el servicio de red en modo conexión OSI.

La figura 2.7.1 expone un resumen de las Recomendaciones de interfuncionamiento pertinentes, que se agrupan en tres categorías principales:

- a) aspectos generales de interfuncionamiento;
- b) descripción de cada caso de interfuncionamiento;
- c) descripción de las interfaces de señalización entre redes.

### **2.7.2 Principios de interfuncionamiento que sólo involucran capacidades de transmisión**

Las diferentes categorías de interfuncionamiento pueden involucrar funciones de diferentes niveles:

- a) en ciertos casos sólo se aplican las funciones relacionadas con la transferencia transparente de información entre dos DTE a través de la red (o redes) (la capacidad de transmisión);
- b) en otros casos, se incluyen también funciones adicionales construidas sobre las relacionadas con la transferencia transparente de información (la capacidad de transmisión).

#### **2.7.2.1 Composición y descomposición de subredes**

La consideración de las diferentes condiciones para el interfuncionamiento que sólo involucran capacidades de transmisión requiere el desarrollo de conceptos apropiados a los diferentes tipos de redes que pueden estar implicadas. En particular, el concepto de subred y de los diferentes tipos de subredes está dirigido a elaborar un marco apropiado para el estudio del interfuncionamiento entre redes.

#### **2.7.2.2 Principios de interfuncionamiento entre subredes**

El interfuncionamiento entre subredes debería basarse en consideraciones sobre la funcionalidad de las subredes involucradas. En tal interfuncionamiento no hace falta considerar ningún sistema intermedio individual que intervenga en una conexión de red determinada. Cada red habría de considerarse de un modo global, en asociación con cualesquiera funciones de interfuncionamiento apropiadas siempre que sea necesario. A los efectos de interfuncionamiento entre dos redes, las porciones de equipo de red se representarán como subredes interconectadas.

### **2.7.3 Categorías de interfuncionamiento**

Se describen aquí las categorías de interfuncionamiento que involucran funciones relacionadas con la capacidad de transmisión solamente. Se consideran dos diferentes categorías de interconexión entre dos redes:

- a) interfuncionamiento por correspondencia del control de llamada;
- b) interfuncionamiento por acceso de puerto.

#### **2.7.3.1 Interfuncionamiento por correspondencia del control de llamada**

Los posibles ejemplos de este tipo de interfuncionamiento se dan entre las RPDCC que utilizan la X.71, entre la RPDCP y la RDSI siguiendo la X.75, y entre la RPDCC y la RPDCP en el caso de que la información de control de llamada de la RPDCC se haga corresponder con la información de control de llamada de la RPDCP.



### **2.7.3.2 Interfuncionamiento por acceso de puerto**

Los posibles ejemplos de este tipo de interfuncionamiento se dan entre la RTPC y la RPDCP, estableciendo primeramente una conexión (conmutada o por línea directa) a través de la RTPC hacia un puerto de la RPDCP, tras lo cual se activan procedimientos por esa misma conexión para establecer una conexión a través de la RPDCP.

### **2.7.4 Relaciones con respecto a la gestión**

La información de gestión para el control de llamadas del usuario, gestión interna de la red o intercambio de tal información entre las redes, pueden proporcionarla las mismas y/o separadas entidades que se intercambian información de control de llamadas solicitada por el usuario e información de usuario a usuario. La red puede descomponerse en dos o más entidades lógicas:

- a) entidades que se intercambian información de usuario a usuario y, en algunos casos, información de control de llamadas del usuario,
- b) entidades separadas que proporcionan el intercambio de información de gestión.

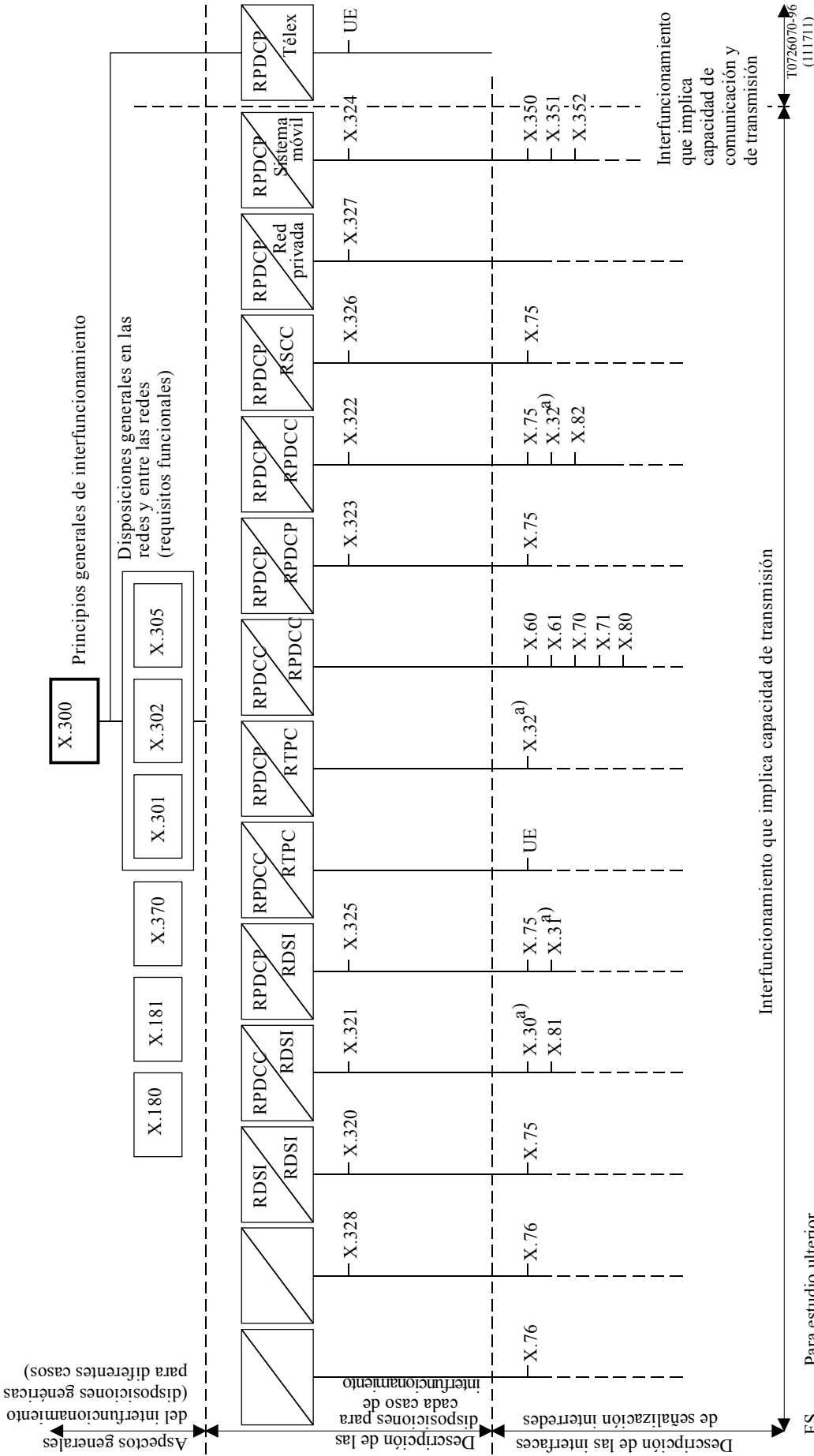
Ejemplo: la RTPC con el sistema de señalización N° 7.

El sistema de señalización N° 7 utiliza protocolos dispuestos en capas para intercambiar información de control de llamada y de gestión fuera del flujo de información del usuario. Las disposiciones detalladas para el intercambio de información de gestión son el tema de Recomendaciones separadas (Recomendación X.370 y Recomendaciones de la serie Q.700).

### **2.7.5 Ejemplos de casos de interfuncionamiento**

#### **2.7.5.1 Interfuncionamiento RDSI – RDSI**

El interfuncionamiento entre redes requiere el enlace físico y lógico de las redes con miras a poder comunicarse de extremo a extremo. La figura 2.7.2 ilustra el enlace de dos redes RDSI de diferentes operadores, lo que suele denominarse una interconexión.



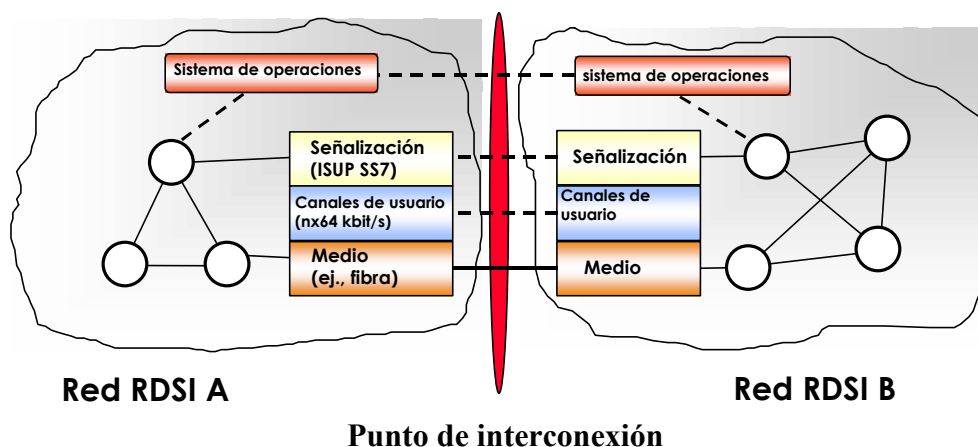
FS Para estudio ulterior

FRDTS Servicio de transmisión de datos con retransmisión de trama

a) Esta Recomendación se considera principalmente como una interfaz de usuario.

Figura 2.7.1 – Estructura de las Recomendaciones de la serie X relacionadas con el interfuncionamiento

Figura 2.7.2 – Enlace físico y lógico de redes RDSI



Además del enlace real de las redes, la interconexión de redes de conmutación RDSI requiere centrales provistas de las funciones específicas de interfuncionamiento. Los operadores de redes materializan estas funciones en centrales escogidas, corrientemente llamadas centrales pasarela. Se las llama pasarelas internacionales cuando realizan la interconexión tradicional entre operadores de distintos países. En los mercados de telecomunicación liberalizados también existen centrales pasarela dentro de las redes nacionales para interconectar las redes de operadores en competencia.

Las centrales pasarela de redes diferentes están interconectadas por grupos de enlaces entre centrales, compuestos por  $n$  enlaces MIC de 2 Mbit/s.

Las funciones específicas de interfuncionamiento comprenden:

- criba del tráfico de entrada y de salida (por ejemplo, para rechazar uso no autorizado de servicios y facilidades),
- interfuncionamiento de señalización entre protocolos externos e internos,
- registro de los datos de llamada para la contabilidad entre los operadores.

Como las dos redes son del mismo tipo, las funciones de interfuncionamiento quedan restringidas al plano de control. No se incluye función de este tipo en la comunicación del usuario (a diferencia del segundo caso de interfuncionamiento expuesto más adelante).

Las capacidades de señalización determinan el conjunto de servicios disponibles a través de las redes. Si bien la señalización interna sólo incumbe al operador de la red, para el interfuncionamiento es necesario acordar un tipo de señalización y un conjunto de capacidades. En el caso RDSI – RDSI se aplica el sistema de señalización SS7 basado en las normas internacionales.

Debido a la reciente liberalización de numerosos mercados de telecomunicación, el conjunto de servicios admitidos se ha convertido también en materia reglamentable. Se ha de soportar el conjunto mínimo de servicios que exijan las obligaciones de servicio universales para el mercado respectivo. Desde luego, esto se garantiza por la norma Parte usuario de RDSI (ISUP) SS7. Además, la ISUP soporta más servicios y características, que pueden ser objeto de acuerdos suplementarios entre operadores de redes RDSI.

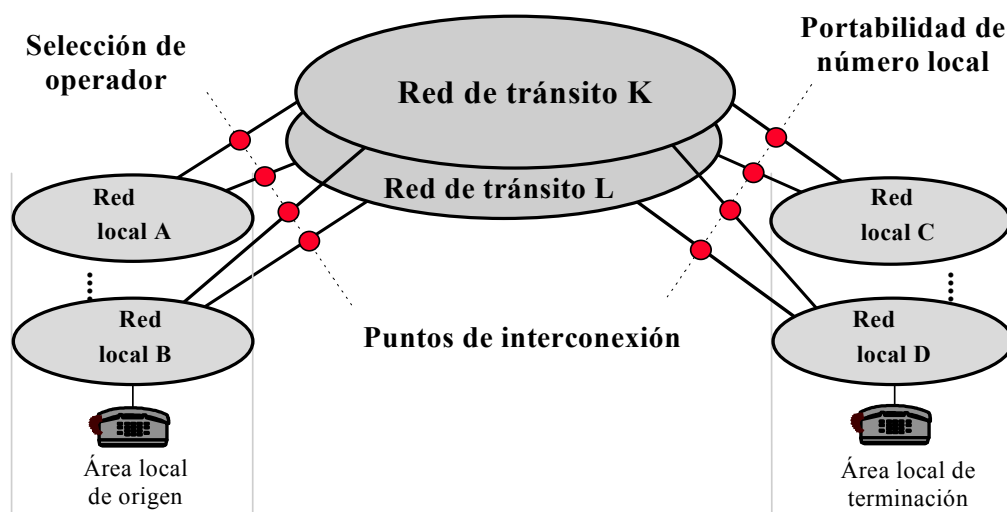
El interfuncionamiento en el nivel de transporte SS7 por medio de una subred SS7 separada asegura que las redes puedan interfuncionar, al tiempo que se preserve la autonomía e integridad de cada una de las redes explotadas.

La liberalización de los mercados de telecomunicación ha provocado nuevas necesidades para el interfuncionamiento entre redes RDSI, tales como el soporte de:

- selección de operador,
- portabilidad del número.

La selección de operador divide el mercado de telecomunicación en segmento local y segmento de larga distancia. Prácticamente, las redes se descomponen en redes locales y redes de tránsito. Dentro de las áreas de llamada local definidas por la numeración, compiten entre sí redes locales de diferentes operadores. Las redes locales pertenecientes a distintas áreas de llamada local se interconectan mediante redes de tránsito.

**Figura 2.7.3 – Interfuncionamiento de redes con selección de operador y portabilidad del número**



Como se indica en la figura 2.7.3, en el caso de una llamada de larga distancia, la selección de operador determina el encaminamiento de la llamada hacia el punto de interconexión del área local de origen y el interfuncionamiento que allí tiene lugar. En el área local de terminación, la portabilidad del número exige nuevos métodos de encaminamiento para seleccionar el punto de interconexión y el interfuncionamiento adecuado con las redes locales de destino.

### 2.7.5.2 Interfuncionamiento RDSI – red de paquetes

El interfuncionamiento entre la RDSI y la red pública de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) es un medio para el «soporte de equipos terminales en modo paquete por una RDSI».

La UIT especifica en la Recomendación X.31 este escenario de interfuncionamiento RDSI-RPDCP, el cual ofrece acceso a servicios portadores en modo paquete a los terminales conectados a una RDSI.

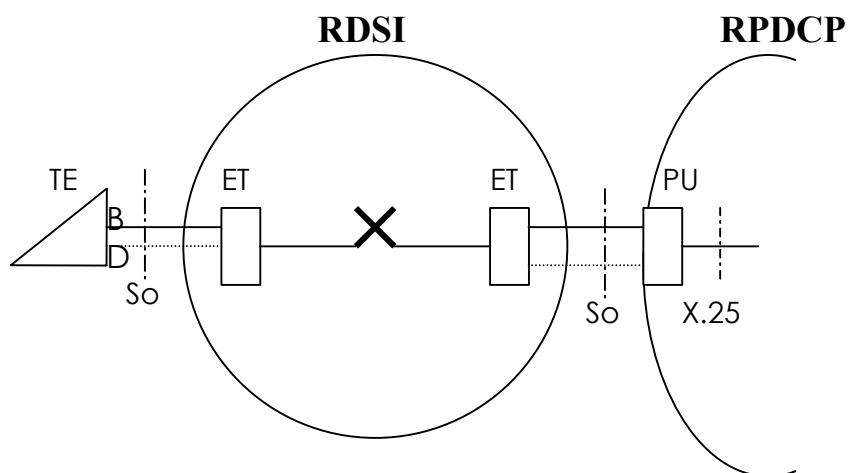
La X.31 distingue entre dos escenarios de interfuncionamiento:

- integración mínima,
- integración máxima.

#### 2.7.5.2.1 Escenario de integración mínima X.31 (CASO A)

El modelo de referencia para este caso se ilustra en la figura 2.7.4.

Figura 2.7.4 – Caso A de X.31



Un terminal de RDSI, TE, con capacidad de protocolo X.25, o un DTE de X.25 adaptado a la interfaz S<sub>0</sub> de RDSI, accede a la RPDCP a través de canal (o canales) B que terminan en un puerto de unidad de interfuncionamiento, PU.

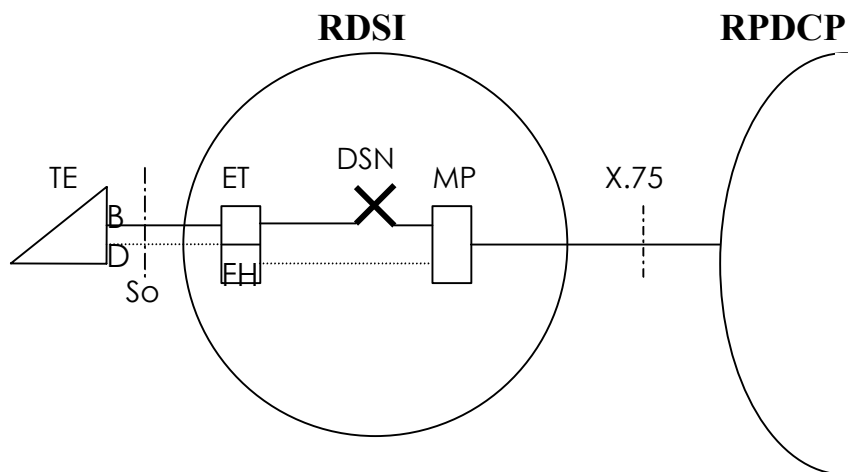
En esta disposición, la RDSI se limita a proporcionar acceso transparente a un puerto apropiado de la red de paquetes X.25. El acceso puede ser no conmutado o conmutado por demanda a través de circuitos de 64 kbit/s de la RDSI.

El canal D puede aquí utilizarse solamente para señalización (establecimiento de conexión por marcación al PU), no para ninguna transferencia de paquetes según X.25.

**2.7.5.2.2 Escenario de integración máxima X.31 (CASO B)**

El modelo de referencia para este caso se ilustra en la figura 2.7.5.

Figura 2.7.5 – Caso B de X.31



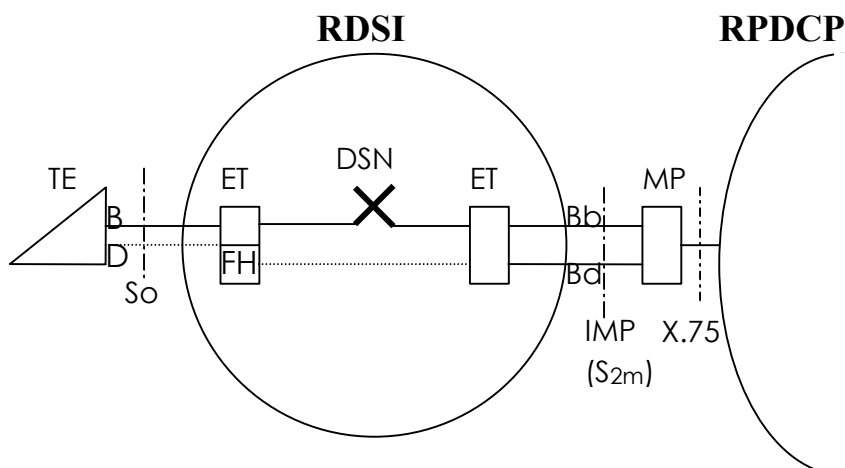
Un terminal de RDSI, TE, con capacidad de protocolo X.25, o un DTE de X.25 adaptado a la interfaz  $S_0$  de RDSI, accede a una función de manejo de paquetes (MP) en X.25, perteneciente a la RDSI, a través de canal (o canales) B y/o de canal D. Este escenario implica que el conmutador RDSI proporciona una función suplementaria de manejo de trama (FH) en la terminación de central (ET), la cual termina los canales D también para el tráfico de paquetes X.25 y da paso a ese tráfico, a través de la red de conmutación digital (DSN), al MP.

El MP de la RDSI juega el papel de unidad de interfuncionamiento hacia la RPDCP, utilizando en el caso general la interfaz y el protocolo X.75 para el acceso al siguiente nodo de conmutación RPDCP.

### 2.7.5.3 Escenario europeo de integración máxima

El ETSI ha ido un paso más allá en la regulación del acceso a la RPDCP, y ha normalizado, en la ETS 300 099, la siguiente configuración de interfuncionamiento RDSI-RPDCP, representada en la figura 2.7.6:

Figura 2.7.6 – Escenario de integración máxima según el ETSI



En el escenario ETSI la función MP está localizada fuera de la RDSI, a menudo próxima a la RPDCP pero todavía perteneciente lógicamente a la RDSI. Se accede a MP a través de una interfaz de manejo de paquetes (IMP), que físicamente es una interfaz de velocidad primaria RDSI.

En la IMP se definen dos tipos de canales de tráfico de paquetes a 64 kbit/s:

- canales Bb, prolongación transparentes de los canales B del lado usuario;
- canales Bd, que concentran en un canal de 64 kbit/s (mediante multiplexación LAPD en la capa 2) el tráfico de paquetes de numerosos usuarios por el canal D.

Ambos tipos de canal pueden ser establecidos por demanda mediante señalización, o bien de un modo semipermanente.

También en este escenario el MP de la RDSI asume el papel de unidad de interfuncionamiento que utiliza X.75 como interfaz neutra hacia una o varias RPDCP. La función MP sólo puede proporcionarse en unas pocas ubicaciones de cada red, en este caso con acceso a distancia (a través de centrales RDSI de tránsito) desde numerosas centrales locales RDSI con canales Bb y Bd conectados.

Se requiere una función de manejo de trama por cada central RDSI para soporte del tráfico de paquetes por el canal D.

Para conexiones conmutadas, esta configuración cubre ambos escenarios X.31, Caso A y Caso B:

- en el acceso del Caso A, sólo pueden establecerse conexiones en modo circuito (capacidad de portador) desde el terminal del usuario a través del canal (o los canales) B;
- en el acceso del Caso B, las conexiones en modo paquete (capacidad de portador) pueden facultativamente establecerse por el canal B o por el canal D.

La configuración ETSI está introducida en numerosas redes de telecomunicación europeas.

Por lo general, cuando se incluye una función MP, una parte de esa función es la traducción de números entre los números de abonado E.164 de la RDSI y el sistema de numeración X.121 de la RPDCP.

### **2.7.6 Recomendaciones relacionadas con el interfuncionamiento**

Para más información, se describen en el punto 2.10 las Recomendaciones UIT-T relacionadas con cuestiones de interfuncionamiento.

## **2.8 Tipos de nuevos servicios**

Esta sección se centra principalmente en los servicios de telecomunicación relacionados con la red, cuya clasificación ya está elaborada o en proceso de elaboración en el seno del UIT-T. Además, al final de la sección se exponen brevemente las tendencias futuras en materia de servicios de telecomunicación.

### **2.8.1 Servicios de RDSI-BE**

Generalmente los servicios vienen definidos por las capacidades de comunicación ofrecidas a los clientes y los proveedores de servicios de telecomunicación, cuya base consiste en un conjunto de capacidades de red definidas por funciones y protocolos normalizados.

A medida que avanzaban los trabajos sobre especificaciones de la RDSI, se hacía necesaria una clasificación más precisa de los servicios de telecomunicación. La Recomendación I.210 del UIT-T contiene una clasificación detallada de tales servicios.

Desde un punto de vista estático, un servicio de telecomunicación se compone de:

- atributos técnicos tal como los percibe el cliente,
- otros atributos asociados con la prestación del servicio, por ejemplo, de carácter operativo o comercial.

La realización de los atributos técnicos de un servicio de telecomunicación requiere combinar capacidades de la red y del terminal con otros sistemas de prestación de servicios.

Las capacidades requeridas para el pleno soporte de un servicio de telecomunicación comprenden:

- capacidades de red;
- capacidades de terminal, en caso necesario;
- otras capacidades de prestar servicios, en caso necesario;
- características operativas y comerciales asociadas con la prestación del servicio (por ejemplo, aspectos de ventas o marketing).

Los servicios de telecomunicación se dividen en dos grandes familias: servicios portadores y teleservicios (cuadro 2.8.1).

- *Servicios portadores*

Los servicios portadores proporcionan capacidades tan sólo para la transmisión de señales entre las interfaces usuario-red. Ejemplos son los servicios portadores en modo circuito, los servicios portadores en modo paquete y los servicios portadores en modo trama.

- *Teleservicios*

Los teleservicios proporciona capacidades completas, incluyendo las funciones del equipo terminal, para la comunicación entre usuarios. Ejemplos son la telefonía, la telefonía de 7 kHz y el telefax de grupo 4.

- *Servicios suplementarios*

Los servicios suplementarios modifican o suplementan un servicio de telecomunicación fundamental, es decir, un servicio portador o un teleservicio. Son ejemplos la identificación de números, el desvío de llamadas, la llamada en conferencia y la información de tarificación.

**Cuadro 2.8.1 – Clasificación de los servicios de telecomunicación**

Servicio de telecomunicación			
Servicio portador		Teleservicio	
Servicio portador básico	Servicio portador básico + servicios suplementarios	Teleservicio básico	Teleservicio básico + servicios suplementarios

Entre tanto el UIT-T ha descrito en detalle un gran número de servicios (cerca de 60) de RDSI individuales siguiendo un método de modelado en tres etapas. El método constituye un enfoque jerarquizado que engloba descripciones del servicio, flujos de información y definiciones de protocolos. A veces también se denominan servicios RDSI totalmente normalizados. Las descripciones de los servicios individuales pueden hallarse en las Recomendaciones de las series I.230, I.240 e I.250 del UIT-T.

## 2.8.2 Servicios de banda ancha

A medida que avanzaban los trabajos sobre ATM, el UIT-T ha elaborado una clasificación de los servicios de banda ancha (Recomendación I.211). Las redes de banda ancha basadas en ATM ofrecen, en principio, mucha más flexibilidad que la RDSI normal para el soporte de servicios de telecomunicación.

**Figura 2.8.11 – Tipos de servicios de telecomunicación**

Servicios interactivos	
–	Servicios conversacionales
–	Servicios de mensajería
–	Servicios de consulta
Servicios de distribución	
–	Servicios de distribución sin control de presentación individual del usuario
–	Servicios de distribución con control de presentación individual del usuario



Desde la perspectiva de la red, y no desde la perspectiva del usuario, los servicios se clasifican en dos categorías principales: servicios interactivos y servicios de distribución.

- **Servicios interactivos**

**Servicios conversacionales** – En general proporcionan los medios para la comunicación bidireccional con transferencia de información extremo a extremo en tiempo real (no con almacenamiento y retransmisión) de usuario a usuario o entre usuario y computador central (por ejemplo, para procesamiento de datos). El flujo de información del usuario puede ser bidireccional simétrico, bidireccional asimétrico y, en ciertos casos específicos (como la vigilancia por vídeo), el flujo de información puede ser unidireccional. La información es generada por el usuario o usuarios emisores, y está dedicada a uno o más interlocutores en el extremo receptor de la comunicación.

**Servicios de mensajería** – Ofrecen comunicación entre usuarios individuales a través de unidades de memoria provistas de funciones de almacenamiento y retransmisión, buzón de correo y/o tratamiento de mensajes (por ejemplo, preparación, procesamiento y conversión de información).

**Servicios de consulta** – El usuario de estos servicios puede extraer información almacenada en centros de información dispuestos para uso público. Esta información será enviada al usuario sin más que solicitarla. La información puede extraerse a título individual. Además, el usuario puede controlar el momento en que ha de empezar una secuencia de información.

- **Servicios de distribución**

**Servicios de distribución sin control de presentación individual del usuario** – Se incluyen aquí los servicios de difusión. Estos servicios proporcionan un flujo continuo de información que se distribuye desde un origen centralizado a un número ilimitado de receptores autorizados conectados a la red. El usuario puede acceder a ese flujo de información sin tener capacidad de determinar en qué instante va a comenzar la distribución de una secuencia de información. El usuario no puede controlar el inicio ni el orden de presentación de la información difundida. Dependiendo del momento de acceso del usuario, la información no le será presentada desde su comienzo.

**Servicios de distribución con control de presentación individual del usuario** – Los servicios de este tipo distribuyen también información desde un origen centralizado a un gran número de usuarios. Sin embargo, la información se entrega como una secuencia de entidades de información (por ejemplo, tramas) que se repiten cíclicamente. El usuario tiene, pues, capacidad de acceso individual a la información de distribución cíclica y puede controlar el inicio y el orden de la presentación. Debido a la repetición cíclica, las entidades de información seleccionadas por el usuario se le presentarán siempre desde su comienzo.

Entre tanto, el UIT-T ha publicado tres descripciones de servicios para comunicación de datos en banda ancha considerando las capacidades, más flexibles del ATM (UIT-T F.811 a F.813). Estos servicios abarcan el transporte en una zona extensa del explosivo tráfico de datos producido en las redes de área local, en el que predomina el modo sin conexión.

### 2.8.3 Ejemplos de nuevos servicios de banda ancha

El cuadro 2.8.2 contiene ejemplos de servicios, con sus aplicaciones y algunos posibles valores de atributo que describen las principales características de tales servicios.

La identificación y la plena especificación de servicios concretos a fines de normalización sólo podrá realizarse tras un detenido examen de las necesidades de los usuarios, mediante una investigación de mercado, por ejemplo. La especificación completa de estos servicios deberá basarse en la aplicación de una metodología de descripción adecuada.

Cuadro 2.8.2 – Clases de servicios y sus posibles aplicaciones

Clase de servicio	Tipo de información	Ejemplos de servicios de banda ancha	Aplicaciones	Algunos valores de atributo posibles
Servicios conversacionales	Imágenes móviles (vídeo) y sonido	Videotelefonía en banda ancha	Comunicación para la transferencia de voz (sonido), imágenes móviles e imágenes fijas exploradas por vídeo y documentos entre dos ubicaciones (persona a persona) <ul style="list-style-type: none"> <li>– teleeducación</li> <li>– telecompra</li> <li>– telepublicidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda/reservado/permanente</li> <li>– Punto a punto/multipunto</li> <li>– Bidireccional simétrico/bidireccional asimétrico</li> <li>– Valor para velocidad de transferencia de información (está en estudio)</li> </ul>
		Videokonferencia en banda ancha	Comunicación multipunto para la transferencia de voz (sonido), imágenes móviles e imágenes fijas exploradas por vídeo y documentos entre dos o más ubicaciones (persona a grupo, grupo a grupo) <ul style="list-style-type: none"> <li>– teleeducación</li> <li>– telecompra</li> <li>– telepublicidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda /reservado/permanente</li> <li>– Punto a punto/multipunto</li> <li>– Bidireccional simétrico/bidireccional asimétrico</li> </ul>
		Vigilancia por vídeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Seguridad de edificios</li> <li>– Observación del tráfico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda/reservado/permanente</li> <li>– Punto a punto/multipunto</li> <li>– Bidireccional simétrico/bidireccional asimétrico</li> </ul>
		Servicio de transmisión de información en vídeo/audio	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Transferencia de señal de TV</li> <li>– Diálogo en vídeo/audio</li> <li>– Contribución de información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda/reservado/permanente</li> <li>– Punto a punto/multipunto</li> <li>– Bidireccional simétrico/bidireccional asimétrico</li> </ul>
	Sonido	Señales de programa de sonido múltiples	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Canales de comentario multilingües</li> <li>– Transferencias de programa múltiples</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda/reservado/permanente</li> <li>– Punto a punto/multipunto</li> <li>– Bidireccional simétrico/bidireccional asimétrico</li> </ul>
	Datos	Servicio de transmisión de información digital sin restricciones a alta velocidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Transferencia de datos a alta velocidad</li> <li>– Interconexión de LAN (red de área local)</li> <li>– Interconexión de MAN (red de área metropolitana)</li> <li>– Interconexión computador-computador</li> <li>– Transferencia de vídeo e información de otros tipos</li> <li>– Transferencia de imágenes fijas</li> <li>– CAD/CAM interactiva en múltiples ubicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda/reservado/permanente</li> <li>– Punto a punto/multipunto</li> <li>– Bidireccional simétrico/bidireccional asimétrico</li> <li>– Con conexión/sin conexión</li> </ul>

Clase de servicio	Tipo de información	Ejemplos de servicios de banda ancha	Aplicaciones	Algunos valores de atributo posibles
		Servicio de transferencia de ficheros de gran volumen	– Transferencia de ficheros de datos	– Por demanda – Punto a punto/multipunto – Bidireccional simétrico/ bidireccional asimétrico
		Teleacción de alta velocidad	– Control en tiempo real – Telemedida – Alarmas	
	Documento	Telefax de alta velocidad	Transferencia usuario a usuario de texto, imágenes, dibujos, etc.	– Por demanda – Punto a punto/multipunto – Bidireccional simétrico/ bidireccional asimétrico
		Servicio de comunicación de imagen de alta resolución	– Imágenes profesionales – Imágenes clínicas – Juegos a distancia y redes de juegos	
		Servicio de comunicación de documentos	Transferencia usuario a usuario de documentos mixtos	– Por demanda – Punto a punto/multipunto – Bidireccional simétrico/ bidireccional asimétrico
Servicios de mensajería	Imágenes móviles (vídeo) y sonido	Servicio de correo de vídeo	Servicio de buzón electrónico para la transferencia de imágenes móviles y el sonido asociado	– Por demanda – Punto a punto/multipunto – Bidireccional simétrico/ bidireccional asimétrico (en estudio)
	Documento	Servicio de correo de documentos	Servicio de buzón electrónico para documentos mixtos	– Por demanda – Punto a punto/multipunto – Bidireccional simétrico/ bidireccional asimétrico (en estudio)
Servicios de consulta	Texto, datos, gráficos, sonido, imágenes fijas, imágenes en movimiento	Videotex en banda ancha	– Videotex incluyendo imágenes móviles – Educación y capacitación a distancia – Teleprogramación – Telecompra – Telepublicidad – Consulta de noticias	– Por demanda – Punto a punto – Bidireccional asimétrico
		Servicios de extracción de vídeo	– Fines recreativos – Educación y capacitación a distancia	– Por demanda/reservado – Punto a punto/multipunto f) – Bidireccional asimétrico
		Servicio de extracción de imágenes de alta resolución	– Fines recreativos – Educación y capacitación a distancia – Comunicación de imágenes profesionales – Comunicación de imágenes clínicas	– Por demanda/reservado – Punto a punto/multipunto – Bidireccional asimétrico

Clase de servicio	Tipo de información	Ejemplos de servicios de banda ancha	Aplicaciones	Algunos valores de atributo posibles
		Servicio de extracción de documentos	Extracción de «documentos mixtos» de centros de información, archivos, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda/reservado</li> <li>– Punto a punto/multipunto</li> <li>– Bidireccional asimétrico</li> </ul>
		Servicios de extracción de datos	Teleprogramación	
Servicios de distribución sin control de presentación individual del usuario	Vídeo	Servicios de distribución de TV de la calidad actual (PAL, SECAM, NTSC)	Distribución de programas de TV	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda (selección)/ permanente</li> <li>– Difusión</li> <li>– Bidireccional asimétrico/ unidireccional</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Servicios de distribución de TV de calidad mejorada</li> <li>– Servicio de distribución de TV de definición mejorada</li> <li>– TV de alta calidad</li> </ul>	Distribución de programas de TV	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda (selección)/ permanente</li> <li>– Difusión</li> <li>– Bidireccional asimétrico/ unidireccional</li> </ul>
		Servicio de distribución de TV de alta definición	Distribución de programas de TV	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda (selección)/ permanente</li> <li>– Difusión</li> <li>– Bidireccional asimétrico/ unidireccional</li> </ul>
		TV de pago (pago por visión, pago por canal)	Distribución de programas de TV	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda (selección)/ permanente</li> <li>– Difusión/multipunto</li> <li>– Bidireccional asimétrico/ unidireccional</li> </ul>
	Texto, gráficos, imágenes fijas	Servicios de distribución de documentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Periodismo electrónico</li> <li>– Edición electrónica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Por demanda (selección)/ permanente</li> <li>– Difusión/multipunto</li> <li>– Bidireccional asimétrico/ unidireccional</li> </ul>
Servicios de distribución sin control de presentación individual del usuario	Datos	Servicio de distribución de información digital sin restricciones a alta velocidad	Distribución de datos sin restricciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Permanente</li> <li>– Difusión</li> <li>– Unidireccional</li> </ul>
	Imágenes móviles y sonido	Servicio de distribución de información de vídeo	– Distribución de señales de vídeo/audio	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Permanente</li> <li>– Difusión</li> <li>– Unidireccional</li> </ul>
Servicios de distribución con control de presentación individual del usuario	Texto, gráficos, sonido, imágenes fijas	Videografía en difusión general por canal completo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Educación y capacitación a distancia</li> <li>– Telepublicidad</li> <li>– Consulta de noticias</li> <li>– Teleprogramación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Permanente</li> <li>– Difusión</li> <li>– Unidireccional</li> </ul>

### 2.8.4 Servicios multimedia

En los primeros tiempos la comunicación por multimedia se consideraba como la aplicación «destructora» de las redes de banda ancha basadas en ATM. Desde entonces, se pretende cubrir todas las redes de comunicación con multimedia de calidad de servicio bastante dispar. La calidad de servicio ofrecida por redes de banda ancha ATM es muy elevada.

El servicio de videotelefonía en la RDSI fue el primer servicio definido por el UIT-T (F.721) para transportar información multimedia, a saber voz, vídeo y datos. La recomendación sobre terminales correspondiente (H.320), en unión de un conjunto de definiciones de protocolos, asegura la compatibilidad para la comunicación extremo a extremo fundamental. No obstante, se ha dejado una gran libertad para explotar las ventajas de los algoritmos de compresión de voz/vídeo y de la tecnología de la información. En particular, la recomendación sobre terminales admite una variedad de algoritmos codificadores y diversas velocidades de transferencia de información. Ofrece por tanto flexibilidad para adaptar a la aplicación requerida la calidad de servicio y los gastos en equipo terminal y comunicaciones.

Con el rápido avance de las técnicas de compresión voz/vídeo y la tecnología de la información, se hizo evidente que la comunicación multimedia podía apoyarse con gran eficacia en redes diferentes, entre ellas las TCP/IP y las móviles. Teniendo en cuenta que las diferentes capacidades de red pueden dar lugar a distintas calidades de servicio, por ejemplo, una menor resolución de la imagen, la Recomendación marco del UIT-T para los servicios audiovisuales/multimedia (F.700) abarca entre otros aspectos este importante punto.

Con base en la Recomendación para sistemas videotelefónicos de banda estrecha (H.320), el UIT-T tiene en estudio un conjunto de nuevas recomendaciones sobre terminales multimedia y componentes de interfuncionamiento para otros entornos de red. Son ejemplos la RDSI-BA (H.321), las LAN (H.322), el modo paquete (H.323) y la comunicación multimedia a baja velocidad binaria (H.324). Con ello se pretende tener en cuenta el estado de la técnica de compresión y garantizar una comunicación compatible de extremo a extremo. En esencia, el resultado es comparable a la mejor negociación de velocidad binaria que hoy pueda conseguirse para comunicaciones por módem en redes analógicas.

## 2.9 Tendencias futuras

Como resultado de la liberalización en numerosos países, las ofertas de servicios futuros tendrán que afrontar una competencia más encarnizada. Habrá nuevos agentes en liza, tales como otros operadores, proveedores de servicios, proveedores de contenidos y autoridades reguladoras, que influirán notablemente en el mercado de la telecomunicación. Si a esto se une el creciente influjo de la tecnología de la información más avanzada, será necesario exigir una mayor flexibilidad a los futuros servicios de telecomunicaciones. La flexibilidad atañe, por ejemplo, a las velocidades de transferencia y modos de transferencia de la información, a la calidad de servicio apropiada y a la capacidad de acomodar con facilidad las funciones de comunicación de capas superiores a las necesidades de una comunicación determinada.

Además de los tipos de servicios básicos existen los denominados servicios de valor añadido, que pueden ser ofrecidos al usuario a través de los servidores respectivos. Para acceder a los servicios de valor añadido el usuario puede utilizar servicios portadores y teleservicios. Valgan como ejemplos innumerables servicios de red inteligente, correo electrónico, banco electrónico y telecompra. El UIT-T ha emitido varias Recomendaciones sobre plataformas para servicios de valor añadido, por ejemplo, para sistemas de tratamiento de mensajes (series F.400/X.400), sistemas directorio (serie F.500) y red inteligente (serie Q.1200). Estas recomendaciones tienen en cuenta que el uso de la tecnología de la información aporta una flexibilidad considerable.

Hasta ahora las especificaciones para la expansiva infraestructura de las telecomunicaciones móviles se han elaborado principalmente fuera del UIT-T. Las redes móviles de la tercera generación requieren nuevos conceptos como las capacidades de servicios multimedia, el acceso a Internet y mantener el mismo aspecto y sensaciones del servicio en condiciones de itinerancia. El UIT-T ha de considerar estos factores para el desarrollo de las recomendaciones de las IMT-2000. Términos clave de este servicio son CAMEL (*customized application for mobile enhanced new logic*, aplicación personalizada para una nueva lógica mejorada del móvil), VHE (*virtual home environment*, entorno doméstico virtual) y CFM (convergencia fijo-móvil).

Las especificaciones de la expansiva Internet se han preparado también fuera del UIT-T, en la agrupación operativa de ingeniería de Internet. Las especificaciones llamadas RFC (*request for comments*, petición de comentarios) parecen seguir más bien un enfoque de abajo a arriba. Un servicio de tipo Internet está constituido por los respectivos protocolos de transporte/aplicación y las funciones de servidor/cliente. Puede utilizarse este enfoque servidor/cliente para un grupo de futuros servicios de telecomunicaciones.

Los servicios de seguridad –la autenticación, la encriptación y la signatura electrónica– son requisito previo para un conjunto de aplicaciones interesantes, como el acceso a servicios móviles y el comercio electrónico. Cabe esperar que estos servicios incrementen el uso de las tarjetas inteligentes en telecomunicaciones.

Será más probable que los nuevos servicios típicos de la RI sean creados fuera de los organismos de normalización. Se espera que esta tendencia influya en la generación de nuevos servicios de telecomunicación a medida que progresa la convergencia entre las telecomunicaciones y la tecnología de la información. Sin embargo, también se tiende a lograr comunicaciones extremo a extremo compatibles basadas en normas convenidas mutuamente. Casi todas las zonas de telecomunicación que prometen nuevos servicios rentables crean hoy rápidamente su propio foro de usuarios.

### 2.9.1 Servicios de red inteligente

Al digitalizarse en la década de 1980, la mayoría de los conmutadores y las redes tomaron la apariencia de computadores. En un principio, los servicios se programaban en lenguajes del tipo CHILL y tenían que instalarse manualmente en cada conmutador. Pronto se cayó en la cuenta de que convendría más instalar y gestionar un nuevo tipo de servicios, denominados de red inteligente (RI), desde una sola central que empleara un lenguaje de nivel más alto. Esto movió al UIT-T a normalizar el concepto de red inteligente (serie Q.1200).

El primer conjunto de recomendaciones RI del UIT-T, llamado conjunto de capacidades 1, solamente permite servicios con un control limitado sobre la infraestructura de conmutación. El conjunto de capacidades 2, ahora en desarrollo, proporcionará un control mayor, permitiendo así ofrecer servicios más refinados al usuario. Con el rápido avance de la tecnología de la información, el potencial de las RI apenas ha empezado a desplegarse. En el futuro, las RI desempeñarán un papel esencial en la prestación de servicios de telecomunicación a través de diferentes redes y modos de transferencia de información como las redes telefónicas, las redes móviles y la Internet.

Mediante las RI puede prestarse una extensa gama de servicios de valor añadido; estos servicios pueden agruparse en cierto número de familias, como por ejemplo:

- Traducción de números y servicios de encaminamiento

Estos servicios traducen el número marcado a un número de destino, basado en diversos criterios como el día de la semana, el origen de la llamada o el encaminamiento hacia un centro de la empresa más cercano al llamante.

- Servicios de tarificación especiales

Son servicios que permiten dividir la tarificación con base en diversos criterios. Como ejemplos, los de llamada gratuita y de tipo quiosco.

- Servicios de tarjeta de llamada

Permiten hacer llamadas desde cualquier terminal con cargo a una cuenta del abonado de este servicio.

- Servicios de estilo de vida

Estos servicios permiten que las llamadas sean tratadas de un modo especificado por el usuario, por ejemplo, sujeto a ciertas condiciones de filtrado.

- Servicios de red de empresa

Ofrecen servicios de red empresarial como las redes privadas virtuales o el centrex de área extensa.

- Servicios orientados al operador

Estos servicios permiten, por ejemplo, diversas opciones de criba o mantener el número en caso de cambio de ubicación o del proveedor del servicio.

Aprovechando las capacidades que ofrece la tecnología de la información, las RI incluyen una función entorno de creación del servicio (SCE, *service creation environment*). Esta función utiliza una metodología de diseño gráfico para la creación de nuevos servicios. Se crea un servicio nuevo utilizando bloques constructivos independientes del servicio (SIB, *service independent building blocks*), programables, extraídos de una abundante biblioteca. El servicio se personaliza luego de acuerdo con las necesidades del proveedor de servicio mediante la introducción en línea de todos los datos que requieren los SIB.

## 2.9.2 Ejemplos de nuevos servicios de red inteligente

Con la introducción de la red inteligente (RI) se han enriquecido sobremanera los tradicionales servicios de telefonía, principalmente para acompañarse a la evolución de un mercado en continua variación. Hoy día, entre los servicios generalizados de RI se cuentan los servicios de tarjeta de llamada, los de traducción de números y encaminamiento (como la llamada gratuita, el quiosco y el número de acceso universal), y los servicios de red empresariales (como son las redes privadas virtuales y el centrex de área extensa).

Una de las últimas revoluciones en la telecomunicación es sin duda alguna el explosivo crecimiento de Internet y otras redes y servicios de datos basadas en el IP<sup>3</sup>. La transmisión de voz sobre red IP (VoIP) ha llegado a constituir una tecnología consolidada, y la telefonía IP se ha convertido en un verdadero negocio.

Para elevar al máximo las posibilidades de las futuras redes multiservicio, los servicios deberán tener en cuenta las diferentes filosofías de «inteligencia» de red aplicadas en los mundos de la conmutación de circuitos (voz) y de los datos (IP).

---

<sup>3</sup> El término «Internet» designa la red IP de acceso público, optimizada y no gestionada (la *World Wide Web*), mientras que el término «red IP» se utilizará para toda infraestructura IP sea privada o pública, gestionada o no gestionada.

- Modelo de la conmutación de señales de voz: en la red reside una gran cantidad de inteligencia dado que el equipo de usuario final –el teléfono– es un aparato muy sencillo. La red debe además garantizar un caudal, crítico en cuanto al tiempo, tras haber logrado establecer la llamada. Los servicios han migrado progresivamente desde el equipo de conmutación a la red inteligente. Se ha conseguido así potenciar el control de la llamada, extender las redes, mejorar la capacidad de gestionar el perfil del servicio y del usuario, y se ha satisfecho uno de los más importantes objetivos de las actuales redes orientadas al servicio –lanzar con más rapidez productos al mercado.
- Modelo de las redes de datos: la red ante todo proporciona el transporte de los datos. La mayor parte de la inteligencia requerida para utilizar los datos transportados reside en aplicaciones que se ejecutan en computadores centrales conectados a la red de datos. Estos computadores pueden ser parte intrínseca de la red del operador, o residir en plataformas del proveedor del servicio o del usuario final. La evolución va aquí a proporcionar principalmente una calidad de servicio (QoS) mejor y garantizada, expresada por disponibilidad de la red y de anchura de banda, retardo, fiabilidad, eficacia, etc.

Ciertos desarrollos están forzando la convergencia de ambos modelos. Uno de ellos consiste en emplear cada vez más la red de telefonía conmutada para el acceso a distancia a Internet (marcando a un proveedor de servicio Internet). Otro es la creciente aplicación de la tecnología de voz paquetizada (VoIP) para establecer llamadas telefónicas con origen y terminación en la red vocal o en la de datos.

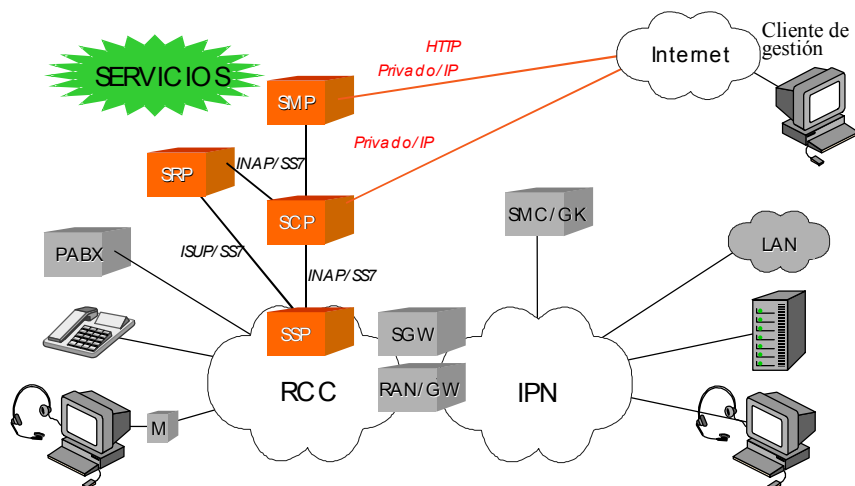
Aunque se tiende a considerar como dos mundos separados la red (fija o móvil) con conmutación de circuitos (RCC) «tradicional» y la «incipiente» red IP (IPN, *IP network*), éstas son a la vez complementarias (la RCC para el acceso y la Internet para los servicios) y competitivas (VoIP). La red inteligente puede jugar un papel importante para su aglutinación, enriqueciendo ambos tipos de red.

Por tanto, desde la perspectiva de la red inteligente, la convergencia de las redes de voz y de datos significará una evolución más que una revolución.

### 2.9.2.1 Un nuevo cometido de los servicios «clásicos» RI (etapa de «reutilización»)

La mayoría de los actuales abonados de Internet utilizan la red telefónica conmutada (analógica o digital) para acceder a su proveedor de servicio (telefónico) Internet (ISP, *Internet service provider*) marcando el nodo de acceso distante (RAN, *remote access node*) del ISP o la pasarela VoIP del ITSP. Puesto que la red inteligente está ya instalada en este entorno, se la puede utilizar para prestar una serie de servicios a usuarios de Internet y proveedores de servicios.

Figura 2.9.2 – Arquitectura de red para escenario de «reutilización»





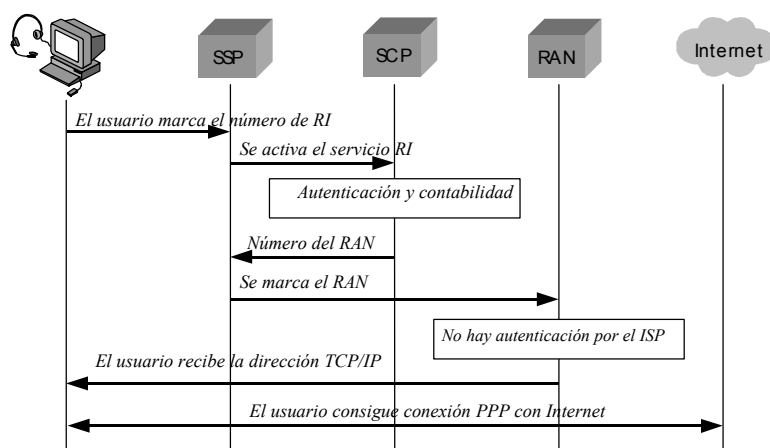
Aunque la arquitectura de red que materializa este entorno (figura 2.9.2) pueda parecer «poco original» desde una perspectiva centrada en IP, la solución es de fácil realización para operadores establecidos y generará muy pronto beneficios y valores adicionales para los operadores de redes (conmutadas), proveedores de servicios Internet y usuarios finales.

### 2.9.2.2 Ejemplo de servicio: un sencillo «pago por navegar»

En el escenario actual de acceso a Internet, el papel del operador de red se limita a ofrecer una conexión (local) desde el usuario final al ISP. En general, el usuario Internet tiene un acuerdo de abono con un proveedor de servicio, el cual le permite acceder a Internet durante un periodo de tiempo máximo a una tarifa «plana».

El servicio «pago por navegar» permite el encaminamiento y la tarificación flexibles de las llamadas marcadas a través de Internet. Cualquier usuario del servicio puede marcar, de modo anónimo, a través de un número de la RI el equipo de acceso (RAN) del proveedor de servicio Internet (IPS), sin necesidad de abonarse con éste último (figura 2.9.3). El operador de red o proveedor de servicio RI carga al usuario el coste (por tiempo) de una llamada telefónica, más un suplemento por el acceso a Internet que luego se reembolsa al ISP.

Figura 2.9.3 – Flujo del servicio «pago por navegar»



### 2.9.2.3 Ejemplo de servicio: «Navegar y Hablar» en espera de llamada

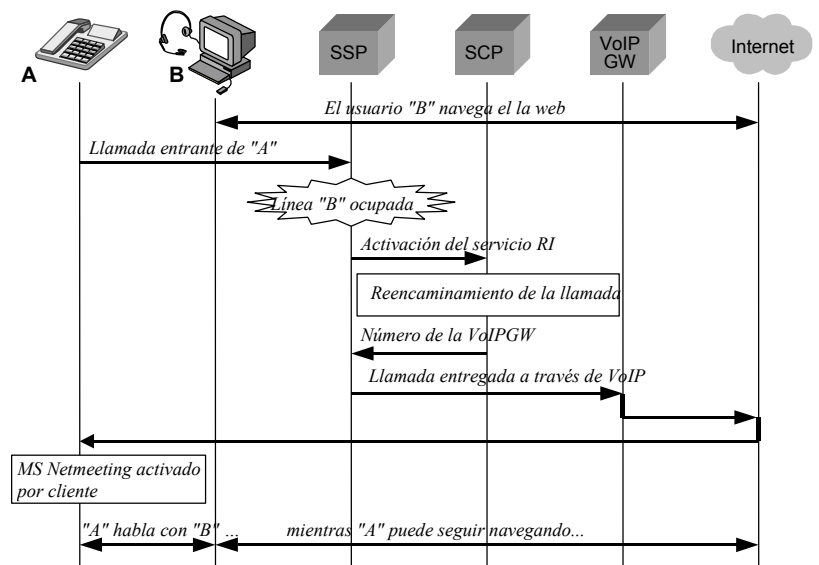
Los usuarios telefónicos con una sola línea analógica que se conectan frecuentemente a Internet (más de 1 hora al día) están bloqueando su línea para llamadas entrantes y salientes. La inversión en una segunda línea, RDSI o xDSL (en caso de que las haya) tal vez les resulte demasiado costosa. La RI les ofrece una diversidad de mecanismos alternativos para establecimiento de llamada, entrega de llamada, notificación de llamada y completión de llamada (figura 2.9.4).

En tales condiciones, mientras que el usuario navega, las llamadas entrantes pueden ser entregadas a su aparato telefónico (con desconexión/reconexión automáticas al ISP), a una segunda línea (fija o móvil, a su buzón de voz, etcétera). Al madurar la tecnología VoIP, podrá utilizarse como canal de comunicación alternativa. En ese caso, las llamadas entrantes pueden ser reencaminadas a una pasarela VoIP (VoIP GW) y entregadas a través de Internet al PC del internauta (el cual estará equipado con un cliente de VoIP como es el MS Netscape) (figura 2.9.4).

Figura 2.9.4 – Interfaz de cliente «Navegar y Hablar»



Figura 2.9.5 – Flujo del servicio «navegar y hablar» (con entrega de llamada a través de VoIP)

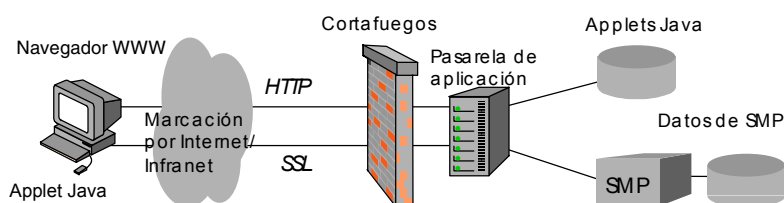


### 2.9.2.4 Ejemplo de servicio: gestión de servicio RI basada en la web

Con la capacidad de extenderse entre abonados profesionales y residenciales que tienen los servicios de red inteligente, la gestión de estos servicios (es decir, el cambio de los perfiles) podría muy pronto significar un importante factor del coste y un atolladero para el operador. De hecho, el abonado probablemente está en mejor situación y es capaz de gestionar su propio servicio.

Ya en los servicios profesionales (por ejemplo, en el servicio avanzado de llamada gratuita) puede realizarse la gestión, dentro de las limitaciones impuestas por el proveedor, con mínima intervención del operador. Tanto los cambios lógicos de servicio como las supervisiones de servicio con fines estadísticos, se efectúan de un modo seguro (utilizando las últimas técnicas criptográficas) a través de Internet sin tener que instalar soporte lógico alguno en las dependencias del cliente.

**Figura 2.9.6 – Gestión de servicio basada en la web**



En la figura 2.9.6, la interfaz de la web guía cómodamente al abonado por medio de hiperenlaces y *applets* Java a través de la lógica y gestión de datos del servicio y la gestión de supervisión del servicio.

Este servicio es fácilmente extensible a servicios de «estilo de vida» para abonados residenciales del futuro. Además, y en combinación con las técnicas de comercio electrónico, este servicio de gestión puede llegar a ser un completo servicio de autoabono basado en la web, en el que un abonado residencial tendría la facultad de escoger en un menú de servicios «estilo de vida», por ejemplo. Seleccionaría los servicios que le interesan, los configuraría y pagaría su importe en una sola sesión de navegación de cómodo manejo.

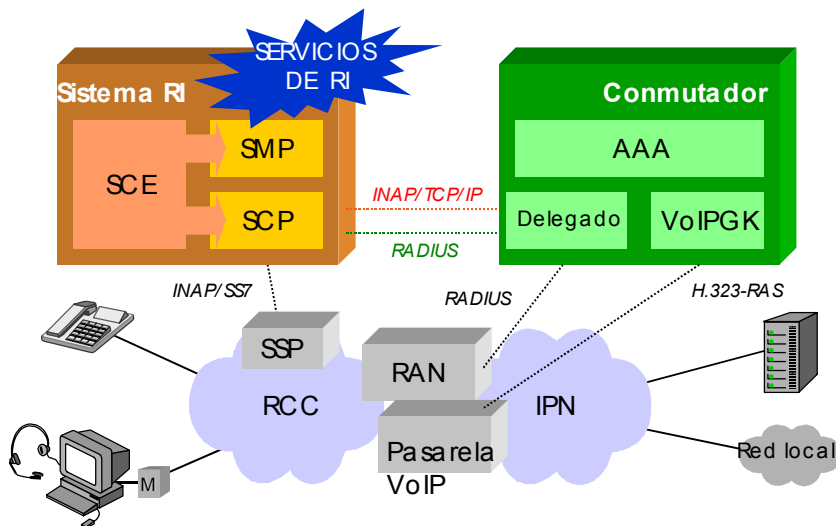
### 2.9.2.5 Ampliación de la red IP (etapa de «interfuncionamiento»)

En la red del proveedor de servicio Internet (ISP), la inteligencia se distribuye entre diferentes componentes (en su mayor parte materializados en el borde de la red IP o incluso en el terminal del usuario). Entre ellos figuran los servidores AAA, las pasarelas de marcación y VoIP, los guardianes (*gatekeepers*) de VoIP (VoIPGK), los servidores de nombre de directorio y de dominio, servidores de contenidos, *applets* Java y aplicaciones Windows, etcétera.

La figura 2.9.7 muestra cómo se realiza una interfaz entre el equipo SCP (explotado por el operador de la red vocal) y el equipo SMC (explotado por el operador de la red de datos). Esto permite que los elementos de red respectivos interfuncionen en dos direcciones:

- donde el SCP esté iniciando la conexión con el servidor AAA del SMC, ofreciendo el último una función de datos del servicio (SDF) a la RI;
- cuando el servidor ISP actúe como cliente del SCP, y pueda considerarse como un punto de conmutación del servicio IP (SSP) con respecto al SCP, y asumiendo el SCP el papel de «servidor de fondo» (back-end server) para la función guardián (*gatekeeper*) del SMC.

---

**Figura 2.9.7 – Escenario de «interfuncionamiento» RI-SMC**



---

Como solución a corto plazo, las interfaces propuestas y los servicios de interfuncionamiento resultantes son atractivas para los operadores que también estén proporcionando acceso a Internet y/o servicios telefónicos por IP, puesto que reutilizan de manera óptima la plataforma y los servicios de RI existentes a través de interfaces normalizadas entre los servidores ISP y el SCP.

Los dos siguientes ejemplos de servicios exponen de qué manera puede esta interfaz añadir valor tanto al operador de la red como al ISP.

El tercer ejemplo indica cómo pueden reutilizarse los conceptos de RI para ampliar el ámbito de los servicios de nombre de dominio (DNS, *domain name services*) con facilidades de control del servicio.

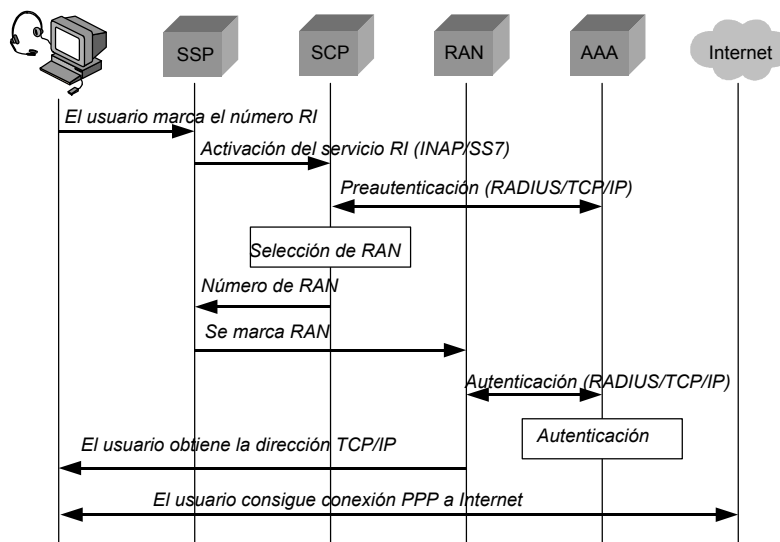
#### 2.9.2.5.1 Ejemplo de servicio: «redirigir a PoP» para acceso optimizado a Internet

Es un ejemplo de servicio de la «clásica» traducción de números en la RI, en el cual se utiliza la información actualizada que (solamente) se encuentra en el servidor AAA del SMC.

Cuando un usuario de la RTPC marca un RAN, a veces está ocupada la línea por haber más usuarios solicitando acceso que puertos disponibles. Si se marca el ISP a través de un número RI, el servicio «redirigir a PoP» interrogará al servidor AAA sobre los puertos vacantes en una determinada VPN-IP, y redirigirá la llamada a otro RAN que tenga puertos libres (Figura 2.9.8).

Dado que el nivel de servicio («calidad de acceso») solicitado por el usuario y el precio que está dispuesto a pagar por ello puede variar con el tiempo, el perfil de abonado debe ser gestionado individualmente.

Figura 2.9.8 – Flujo del servicio «redirigir a PoP»

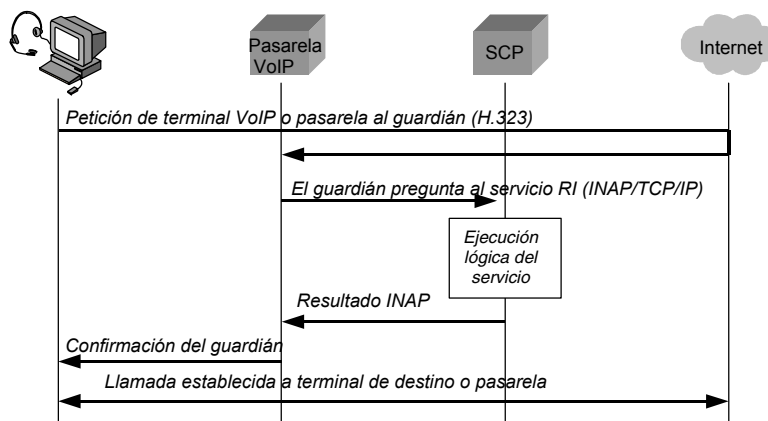


### 2.9.2.5.2 Ejemplo de servicio: servicios «de fondo» para voz por IP

Para que el servicio VoIP se introduzca eficazmente, habrá que poder ofrecer servicios de RI «tradicionales» a los usuarios de VoIP del mismo modo que se ofrecen a los usuarios RTPC (por ejemplo, servicios de quiosco, llamada gratuita, UPN, voz por VPN, etc.).

Para que ello sea posible, el guardián (*gatekeeper*) (en este caso ubicado en el SMC) direccionará la lógica de servicio RI a través de una interfaz del tipo INAP con miras a reutilizar en el mayor grado posible las facilidades y servicios de RI existentes (Figura 2.9.9).

Figura 2.9.9 – Flujo de servicio «de fondo»



### 2.9.2.5.3 Ejemplo de servicio: DNS inteligente

El servicio nombre de dominio inteligente (I-DNS) fusiona el DNS normal de la industria con una plataforma de servicios RI. Esto proporciona flexibilidad para encaminar de manera inteligente las direcciones de dominios Internet.

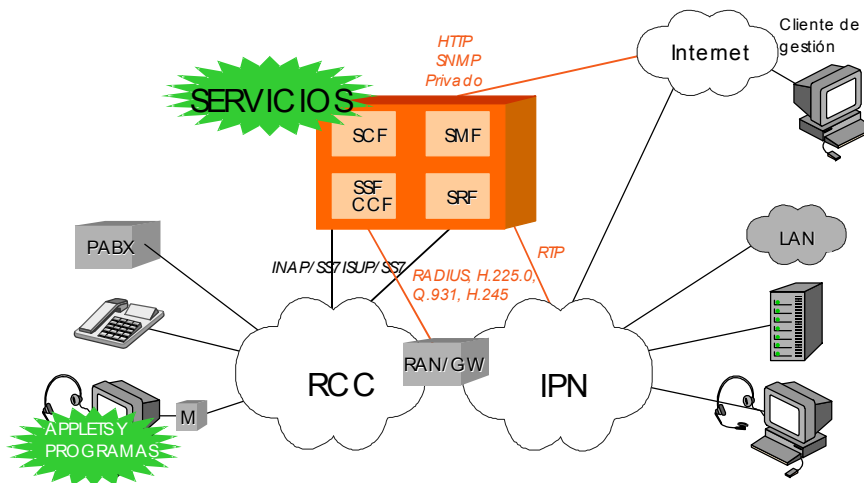
El DNS dinámico es una alteración del servidor de nombre convencional que permite marcar una inscripción de la base de datos, la cual iniciará un servicio en el SCP y esperará una respuesta en un puerto previamente designado. En tales condiciones, el I-DNS presta una especie de función de conmutación de servicio que activa la ejecución de un guión del servicio RI.

Este servicio permitirá que los ISP, operadores de telecomunicaciones y proveedores de servicios instalen rápidamente servicios rentables. Mediante el servidor DNS inteligente, los ISP pueden añadir a la tasación una prima por las conexiones y velocidades preferidas. Además, es posible vender la publicidad a tarifas más elevadas porque su entrega puede acomodarse a criterios como la hora del día o los perfiles del cliente. Aparte de proporcionar ingresos adicionales, esta solución puede también utilizarse para realzar la calidad de funcionamiento de la red y atender las demandas de fiabilidad del cliente.

Como alternativa, puede implementarse la función «guardián» (o controlador de pasarela de medios) como un servidor de llamada en la red IP. Dicho servidor ofrece facilidades similares a la función de control de llamada (CCF) y la función de conmutación de servicios (SSF) que hoy pueden encontrarse en los conmutadores de redes públicas de telefonía.

La red inteligente tiene que desempeñar un papel decisivo en este contexto: al localizar las principales funciones RI fuera (tanto lógica como físicamente) de las subredes respectivas, el sistema RI podrá actuar como plataforma de inteligencia para la red combinada de voz-datos.

Figura 2.9.10 – Plataforma de inteligencia integrada RI para VoIP



La evolución de la plataforma de inteligencia engloba la posterior integración de las facilidades de RI, servidores ISP y agentes de llamadas, junto con las funciones de gestión y de distribución en un único *nodo de servicio IP* (Figura 2.9.10). La funcionalidad que ofrece este nodo de servicio Internet abarca bases de datos comunes, perfiles de usuario, creación, prestación y gestión de servicios, etcétera.

A diferencia del escenario «de fondo» la plataforma de RI es capaz de manejar interfaces «no RI», tales como los H.323, SIP y MGCP. Esto permitirá que el proveedor de servicio instale servicios en redes de voz múltiples (por ejemplo, RTPC e IP) mientras opera en una sola plataforma «frontal» (*front-end*) para control de servicio, gestión de servicio y creación de servicios.

Esto significa que la función guardián, incluyendo el control de llamada, estará integrada en la plataforma RI, enriqueciendo así la función básica del guardián (como exige, por ejemplo, la norma H.323) con facilidades y servicios plenamente de RI, como son las redes privadas virtuales, los servicios de tarjeta de llamada, la respuesta de voz interactiva, la mensajería unificada, etcétera.

### 2.9.2.6 Seguimiento de la evolución de las normas (etapa «interoperativa»)

Dado el enorme crecimiento de la Internet, el mercado potencial de la telefonía por IP y el despegue de los servicios de convergencia voz-datos, las grandes organizaciones de normalización están, en su mayoría, contemplando las redes y servicios IP y VoIP.

Algunas de las principales iniciativas en el área de voz y multimedios por IP se desarrollan en los grupos de trabajo TIPHON del ETSI (arquitecturas de red para VoIP), en la Comisión de Estudio 16 del UIT-T (servicios y sistemas multimedios, H.323), PINT IETF (interfuncionamiento RTPC-Internet, servicios «clic...»), MEGACO (descomposición de la pasarela en parte de transporte y parte de control, y definición de MGCP, protocolo de control de pasarela de medios), SIGTRAN señalización RTPC por paquetes en redes IP) y MMUSIC (conferencias por Internet, protocolo de iniciación de sesión SIP, etcétera), en iNOW! (iniciativa de operadores y suministradores para reforzar la capacidad de interfuncionar en VoIP), y varios otros.

En este momento, la mayoría de las iniciativas de normalización mencionadas están en vías de convergencia, pero todavía queda un enorme volumen de trabajo a realizar para conseguir que la red IP sea tan fiable (QoS), gestionable (incluyendo tarificación y facturación) y rica en servicios como las redes de conmutación de circuitos tradicionales.

Aunque el mundo de los datos inicialmente se resistía a adoptar las arquitecturas y protocolos de la telefonía «vieja», la tendencia actual apunta a aprovechar, adaptar y ampliar todo lo que sea útil. Con el fin de atender a la congestión de la red y al interfuncionamiento de los operadores, se advierte un marcado interés por la SS N° 7. A la par de la SS N° 7, se está evaluando de nuevo el papel de la red inteligente, revalorizada en un entorno «dominado por el IP».

Muchas de las arquitecturas propuestas y solicitadas por los principales suministradores y operadores (de telecomunicaciones y datos) recurren a conceptos, protocolos y servicios de la red inteligente. Asimismo aparecen en escenarios de «reutilización», «interfuncionamiento» e «integración».

## 2.10 Normas de la UIT

### 2.10.1 RDSI

#### 2.10.1.1 Estructura general

- Descripción de las RDSI

I.120 (3/93)	Redes digitales de servicios integrados (RDSI)
I.122 (3/93)	Marco para los servicios portadores en modo trama

- Métodos generales de modelado

I.130 (11/88)	Método de caracterización de los servicios de telecomunicación soportados por una RDSI y de las capacidades de red de una RDSI
---------------	--

- Atributos de las redes de telecomunicaciones y los servicios de telecomunicación

I.140 (3/93)	Técnica de los atributos para la caracterización de los servicios de telecomunicación soportados por una RDSI y de las capacidades de red de una RDSI
I.141 (11/88)	Atributos de las capacidades de tasación de una RDSI

### 2.10.1.2 Capacidades de servicio

- Aspectos generales de los servicios en una RDSI

I.210 (3/93)	Principios de los servicios de telecomunicación soportados por una red digital de servicios integrados y medios para describirlos
I.220 (11/88)	Descripción dinámica de los servicios de telecomunicación básicos
I.221 (3/93)	Características específicas comunes a los servicios

- Servicios portadores soportados por una RDSI

I.230 (11/88)	Definición de las categorías de servicios portadores
I.231	Categorías de servicios portadores en modo circuito
I.232	Categorías de servicios portadores en modo paquete
I.233	Servicios portadores en modo trama
I.241	Teleservicios soportados por una RDSI
I.250 ~ I.259	Servicios suplementarios en una RDSI

### 2.10.1.3 Aspectos y funciones globales de la red

- Principios funcionales de la red y modelos de referencia

I.310 (3/93)	Principios funcionales de la red en una RDSI
I.320 (11/93)	Modelo de referencia de protocolo de la RDSI
I.324 (10/91)	Arquitectura de la RDSI
I.325 (3/93)	Configuraciones de referencia para los tipos de conexión de RDSI

- Numeración, direccionamiento y encaminamiento. Tipos de conexión

I.330 (11/88)	Principios de numeración y direccionamiento en la RDSI
I.340 (11/88)	Tipos de conexión RDSI
E.165/Q.11ter (11/88)	Calendario para la aplicación coordinada de la plena capacidad del plan de numeración de la RDSI (Recomendación E.164)
E.172 (10/92)	Plan de encaminamiento en la RDSI



- Objetivos de calidad de funcionamiento

I.350 (3/93)	Aspectos generales de calidad de servicio y de calidad de funcionamiento en las redes digitales, incluidas las RDSI
I.352 (3/93)	Objetivos de calidad de funcionamiento de la red para los retardos de procesamiento de la conexión en una RDSI
I.353 (8/96)	Eventos de referencia para definir los parámetros de calidad de funcionamiento de la red digital de servicios integrados (RDSI) y de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)
I.354 (3/93)	Objetivos de calidad de funcionamiento de la red para comunicaciones en modo paquete en una RDSI
I.355 (3/95)	Características de disponibilidad de los tipos de conexión de la RDSI a 64 kbit/s

- Funciones y requisitos generales de la red

I.370 (10/91)	Gestión de la congestión para el servicio portador RDSI de retransmisión de trama
I.372 (3/93)	Requisitos de la interfaz red-red del servicio portador de retransmisión de trama
I.373 (3/93)	Capacidades de red para la telecomunicación personal universal
I.376 (3/95)	Capacidades de la RDSI para sustentar el servicio de teleacción

- Ingeniería de tráfico de RDSI

E.701 (10/92)	Conexiones de referencia para ingeniería de tráfico
E.711 (10/92)	Modelado de la demanda de los usuarios
E.720 (11/88)	Concepto de grado de servicio en la RDSI
E.721 (8/91)	Parámetros y valores objetivo de grado de servicio de red para servicios con conmutación de circuitos en la RDSI en evolución

#### 2.10.1.4 Aspectos de la interfaz usuario-red

- Interfaces usuario-red de la RDSI

I.410 (10/84)	Aspectos generales y principios relativos a las Recomendaciones sobre interfaces usuario-red de la RDSI
I.411 (3/93)	Configuraciones de referencia de las interfaces usuario-red de la RDSI
I.412 (11/88)	Estructuras de interfaz y capacidades de acceso de las interfaces usuario-red de la RDSI
I.420 (10/84)	Interfaz usuario-red básica
I.421 (10/84)	Interfaz usuario-red a velocidad primaria

- Recomendaciones relativas a la capa 1

I.430 (11/95)	Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red básica
I.431 (3/93)	Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red a velocidad primaria

- Recomendaciones relativas a la capa 2

I.440/Q.920 (3/93)	Aspectos generales de la capa de enlace de datos de la interfaz usuario-red de la RDSI
I.441/Q.921 (9/97)	Interfaz usuario-red de la RDSI – especificación de la capa de enlace de datos

- Recomendaciones relativas a la capa 3

I.450/Q.930 (3/93)	Aspectos generales de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la RDSI
I.451/Q.931 (5/98)	Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la RDSI para el control de llamada básica

### 2.10.1.5 Aspectos de la interfaz entre redes

- Interfaces entre redes

I.500 (3/93)	Estructura general de las Recomendaciones relativas al interfuncionamiento de la RDSI
I.501 (3/93)	Interfuncionamiento de servicios

### 2.10.1.6 Operaciones y otros aspectos

- Principios de mantenimiento

I.601 (11/88)	Principios generales del mantenimiento del acceso de abonado y de las instalaciones de abonado de RDSI
---------------	--

### 2.10.1.7 Gestión de red

M.3211.1 (5/96)	Servicio de gestión de la red de gestión de las telecomunicaciones: gestión de averías y de la calidad de funcionamiento del acceso de RDSI
M.3600 (10/92)	Principios de gestión de las RDSI
M.3603 (10/92)	Aplicación de los principios de mantenimiento al acceso a velocidad básica de RDSI
M.3604 (10/92)	Aplicación de los principios de mantenimiento al acceso a velocidad primaria de RDSI
M-3605 (10/92)	Aplicación de los principios de mantenimiento al acceso básico RDSI multiplexado estáticamente
M.3621 (7/95)	Gestión integrada del acceso del cliente a la RDSI
M.3660 (10/92)	Servicios de gestión de interfaz RDSI

**2.10.1.8 Señalización**

- Servicios básicos

Q.730 (9/97)	Servicios suplementarios de la parte usuario de RDSI
Q.761 (9/97)	Sistema de señalización N° 7 – Descripción funcional de la parte usuario de la RDSI
Q.850 (5/98)	Utilización de los elementos de información causa y ubicación en el sistema de señalización digital de abonado N° 1 y en la parte usuario de RDSI del sistema de señalización N° 7
Q.920/I.440 (3/93)	Aspectos generales de la capa enlace de datos de la interfaz usuario-red de la RDSI
Q.921/I.441 (9/97)	Interfaz usuario-red de la RDSI – Especificación de la capa de enlace de datos
Q.922 (2/92)	Especificación de la capa de enlace de datos de la RDSI para servicios portadores en modo trama
Q.931 (5/98)	Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la RDSI para el control de llamada básica

**2.10.2 Red inteligente****2.10.2.1 Estructura general**

- Descripción de la RI

I.312/Q.1201 (10/92)	Principios de la arquitectura de la red inteligente
I.328/Q.1202 (9/97)	Red inteligente – Arquitectura del plano de servicios
I.329/Q.1203 (9/97)	Red inteligente – Arquitectura del plano funcional global

**2.10.2.2 Capacidades de servicio**

Q.1211 (3/93)	Introducción al conjunto de capacidades 1 de red inteligente
Q.1219 (4/94)	Guía de usuario de red inteligente para el conjunto de capacidades 1
Q.1221 (9/97)	Introducción al conjunto de capacidades 2 de red inteligente
Q.1222 (9/97)	Plano de servicio para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente
Q.1551 (6/97)	Aplicación del conjunto de capacidades 1 de los protocolos de aplicación de red inteligente para el conjunto de servicios 1 de la telecomunicación personal universal

**2.10.2.3 Aspectos de la interfaz de red inteligente**

Q.1208 (9/97)	Aspectos generales del protocolo de aplicación de red inteligente
Q.1218 (10/95)	Recomendación sobre interfaces del conjunto de capacidades 1 de la red inteligente
Q.1228 (9/97)	Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente

- Ingeniería de tráfico de RI

E.724 (2/96)	Parámetros y objetivos de grado de servicio en los servicios de red inteligente
E.734 (10/96)	Métodos de asignación y dimensionado de los recursos de red inteligente (RI)
E.744 (10/96)	Requisitos de control del tráfico y de congestión en redes del sistema de señalización N° 7 y redes con estructura de red inteligente

#### 2.10.2.4 Gestión y señalización

Q.1400 (3/93)	Marco de arquitectura para desarrollar protocolos de señalización y de operaciones, administración y mantenimiento utilizando conceptos de la interconexión de sistemas abiertos
Q.1600 (9/97)	Sistema de señalización N° 7 – Interacción entre la parte usuario de la RDSI y el protocolo de aplicación de la red inteligente

### 2.10.3 Red con conmutación de paquetes

#### 2.10.3.1 Estructura general y capacidades de servicio

X.1 (10/96)	Clases de servicio internacional de usuario en redes públicas de datos y en redes digitales de servicios integrados y categorías de acceso a estas redes
X.2 (10/96)	Servicios de transmisión de datos y facilidades facultativas de usuario internacionales en redes públicas de datos y en redes digitales de servicios integrados
X.861 (12/97)	Interconexión de sistemas abiertos – Procesamiento distribuido de transacciones: definición del servicio
X.881 (7/94)	Tecnología de la información – Operaciones a distancia – Realizaciones de interconexión de sistemas abiertos: definición de servicio del elemento de servicio de operaciones a distancia
X.901 (8/97)	Tecnología de la información – Procesamiento distribuido abierto – Modelo de referencia: visión de conjunto

#### 2.10.3.2 Sistemas de tratamiento de mensajes

F.400/X.400 (7/96)	Visión de conjunto del sistema y del servicio de tratamiento de mensajes
X.402 (11/95)	Tecnología de la información – Sistemas de tratamiento de mensajes: Arquitectura global
X.460 (4/95)	Tecnología de la información – Gestión de sistemas de tratamiento de mensajes: modelo y arquitectura

#### 2.10.3.3 Aspectos y funciones de red globales

- Principios funcionales de red y modelos de referencia

X.92 (11/88)	Conexiones ficticias de referencia para redes públicas de datos síncronas
X.641 (12/97)	Tecnología de la información – Calidad de servicio: marco

- Denominación, direccionamiento y registro

X.110 (10/96)	Principios de encaminamiento y plan de encaminamiento internacionales para redes públicas de datos
X.121 (10/96)	Plan de numeración internacional para redes públicas de datos
E.166/X.122 (3/98)	Interfuncionamiento de los planes de numeración de las Recomendaciones E.164 y X.121
X.650 (10/96)	Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia básico: denominación y direccionamiento
X.660 (9/92)	Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Procedimientos para la operación de autoridades de registro para interconexión de sistemas abiertos: procedimientos generales

- Requisitos de protocolos

X.222 (4/95)	Utilización de los procedimientos de enlace de datos compatibles con los procedimientos de acceso al enlace equilibrado X.25 para proporcionar el servicio de enlace de datos con conexión OSI
X.233 (8/97)	Tecnología de la información – Protocolo para proporcionar el servicio de red sin conexión: especificación del protocolo
X.235 (4/95)	Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Protocolo de sesión en modo sin conexión: especificación del protocolo
X.260 (10/96)	Tecnología de la información – Marco para la identificación y el encapsulado de protocolo
X.419 (11/95)	Tecnología de la información – Sistemas de tratamiento de mensajes: especificaciones de protocolo

#### 2.10.3.4 Aspectos de la interfaz usuario-red

- Interfaces usuario-red de RDSI

X.20 (11/88)	Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para servicios de transmisión arrítmica en las redes públicas de datos
X.21 (9/92)	Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para funcionamiento síncrono en redes públicas de datos
X.25 (10/96)	Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y están conectados a redes públicas de datos por circuitos especializados
X.30/I.461 (3/93)	Soporte de equipos terminales de datos basados en las Recomendaciones X.21, X.21 <i>bis</i> y X.20 <i>bis</i> por una red digital de servicios integrados
X.31/I.462 (11/95)	Soporte de equipos terminales en modo paquete por una red digital de servicios integrados
X.35(11/93)	Interfaz entre una red pública de datos con conmutación de paquetes y una red privada de datos con conmutación de paquetes basada en los procedimientos y mejoras de la Recomendación X.25 para definir una función de pasarela que se proporciona en la RPDCP
X.37 (4/95)	Encapsulado en paquetes X.25 de diferentes protocolos que incluyen la retransmisión de tramas

**2.10.3.5 Gestión de redes de interconexión de sistemas abiertos**

X.610 (9/92)	Prestación y soporte del servicio de red en modo conexión para interconexión de sistemas abiertos
X.613 (9/92)	Tecnología de la información – Utilización del protocolo de capa de paquete de Recomendación X.25 junto con las Recomendaciones X.21/X.21bis para proporcionar el servicio de red en modo conexión para interconexión de sistemas abiertos
X.614 (9/92)	Tecnología de la información – Utilización del protocolo de capa de paquete Recomendación X.25 para proporcionar el servicio de red en modo conexión para interconexión de sistemas abiertos a través de la red telefónica
X.625 (10/96)	Tecnología de la información – Protocolo para la prestación del servicio de red en modo sin conexión: prestación del servicio subyacente por canales B con conmutación de circuitos de la red digital de servicios integrados (RDSI)

**2.10.3.6 Operación y otros aspectos**

- Principios de mantenimiento

X.160 (10/96)	Arquitectura del servicio de gestión de red de cliente para redes públicas de datos
X.161 (8/97)	Definición de servicios de gestión de red de cliente en redes públicas de datos
X.162 (8/97)	Definición de la información de gestión para el servicio de gestión de red de cliente en redes públicas de datos que se ha de utilizar con la interfaz CNMc
X.163 (4/95)	Definición de información de gestión para el servicio de gestión de red de cliente en las redes públicas de datos que se ha de utilizar con la interfaz CNMe

**2.10.3.7 Gestión de red**

X.282 (4/95)	Elementos de información de gestión relacionados con la capa de enlace de datos de interconexión de sistemas abiertos
X.283 (12/97)	Tecnología de la información – Elementos de información de gestión relacionados con la capa de red de interconexión de sistemas abiertos
X.284 (12/97)	Tecnología de la información – Elementos de información de gestión relacionados con la capa de transporte de interconexión de sistemas abiertos
X.703 (10/97)	Tecnología de la información – Arquitectura de gestión distribuida abierta
X.710 (10/97)	Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Servicio común de información de gestión
X.721 (2/92)	Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Estructura de la información de gestión: definición de la información de gestión
X.730 (1/92)	Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Gestión de sistemas: función de gestión de objetos

**2.10.3.8 Señalización**

X.60 (11/88)	Señalización por canal común para aplicaciones de datos con conmutación de circuitos
X.61/Q.741 (11/88)	Sistema de señalización N° 7 – Parte usuario de datos
X.75 (10/96)	Sistema de señalización con conmutación de paquetes entre redes públicas que proporcionan servicios de transmisión de datos
X.76 (4/95)	Interfaz red-red entre redes públicas de datos que proporcionan el servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas

**2.10.4 Retransmisión de tramas****2.10.4.1 Estructura general**

- Descripción del servicio

I.233.1 (10/91)	Servicio portador RDSI con retransmisión de tramas
I.233.2 (10/91)	Servicio portador RDSI con conmutación de tramas

**2.10.4.2 Requisitos y funciones generales de la red**

Q.922 (2/92) Anexo A	Especificación de la capa de enlace de datos de la RDSI para servicios portadores en modo trama
----------------------	---

**2.10.4.3 Aspectos de la interfaz usuario-red**

I.430 (11/95)	Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red básica
I.431 (3/93)	Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red a velocidad primaria

**2.10.4.4 Operación y otros aspectos**

- Principios de mantenimiento

I.620 (10/96)	Principios y funciones de operación y mantenimiento de la retransmisión de tramas
---------------	---

**2.10.4.5 Señalización**

Q.933 (10/95)	Especificaciones de señalización para el control y la monitorización de la situación de conexiones virtuales conmutadas y permanentes en modo trama
---------------	---

**2.10.5 Redes basadas en ATM****2.10.5.1 Estructura general**

- Descripción de las RDSI de banda ancha

I.121 (4/91)	Aspectos de banda ancha de la RDSI
I.150 (11/95)	Características funcionales del modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA

### 2.10.5.2 Capacidades de servicio

- Aspectos generales de los servicios en una RDSI-BA

I.211 (3/93)	Aspectos de servicio de la red digital de servicios integrados de banda ancha
--------------	---

#### 2.10.5.3.1 Aspectos y funciones generales de la red global

- Principios funcionales y modelos de referencia de la red

I.311 (8/96)	Aspectos generales de red de la RDSI-BA
I.313 (9/97)	Requisitos de red de la RDSI-BA
I.321 (4/91)	Modelo de referencia de protocolo RDSI-BA y su aplicación
I.326 (11/95)	Arquitectura funcional de redes de transporte basadas en ATM
I.327 (3/93)	Arquitectura funcional de la RDSI-BA

- Requisitos de las capas de protocolo

I.361 (11/95)	Especificación de la capa ATM de la RDSI-BA
I.363.1~5	Especificación de la capa de adaptación ATM de la RDSI-BA (AAL tipo 1, 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> , 5)
I.364 (11/95)	Soporte del servicio portador en banda ancha sin conexión para datos por la RDSI-BA
I.365.1~4	Subcapas de la capa de adaptación del ATM de la RDSI-BA (FR-SSCS, SSCF)

- Requisitos y funciones generales de la red

I.371 (8/96)	Control de tráfico y control de congestión en la RDSI-BA
I.371.1 (6/97)	Control de tráfico y control de congestión en la RDSI-BA: definiciones de conformidad para la transferencia de bloques ATM y la velocidad binaria disponible

- Numeración, direccionamiento y encaminamiento. Tipos de conexión

E.177 (10/96)	Encaminamiento en la RDSI-BA
E.191 (10/96)	Numeración y direccionamiento en la RDSI-BA

- Ingeniería de tráfico de RDSI

E.716 (10/96)	Modelado de la demanda de usuario en la RDSI-BA
E.728 (3/98)	Parámetros de grado de servicio para la señalización RDSI-BA
E.736 (5/97)	Métodos para el control de tráfico a nivel de célula en la RDSI-BA

- Objetivos de calidad de funcionamiento

I.356 (10/96)	Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa ATM de la RDSI-BA
I.357 (8/96)	Disponibilidad de conexiones semipermanentes de la RDSI-BA
I.358 (6/98)	Calidad del procesamiento de llamadas para conexiones de canal virtual conmutado en una RDSI-BA



**2.10.5.4 Aspectos de la interfaz usuario-red**

- Interfaces usuario-red de la RDSI-BA

I.413 (3/93)	Interfaz usuario-red de la RDSI-BA
--------------	------------------------------------

- Recomendaciones relativas a la capa 1

I.432	Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física (operación a 155 520 kbit/s y 622 080 kbit/s, 1 544 kbit/s y 2 048 kbit/s, 51 840 kbit/s y 25 600 kbit/s)
-------	---

**2.10.5.5 Operación y otros aspectos**

- Principios de mantenimiento

I.610 (11/95)	Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA
---------------	---

**2.10.5.6 Gestión de redes**

M.3207.1 (5/96)	Servicio de gestión de la red de gestión de las telecomunicaciones: aspectos de mantenimiento de la gestión de la RDSI
M.3610 (5/96)	Principios de aplicación del concepto de red de gestión de las telecomunicaciones a la gestión de la RDSI-BA

**2.10.5.7 Señalización**

Q.2010 (2/95)	Descripción general de la red digital de servicios integrados de banda ancha – Conjunto 1 de capacidades de señalización, versión 1
Q.2120 (2/95)	Protocolo de metaseñalización de la RDSI-BA
Q.2210 (7/96)	Funciones y mensajes de nivel 3 de la parte transferencia de mensajes que utilizan los servicios de la Recomendación UIT-T Q.2140.
Q.2650 (2/95)	Aspectos comunes de los protocolos de aplicación de la RDSI-BA para la señalización de acceso, la señalización de red y el interfuncionamiento: Interfuncionamiento entre la parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N° 7 y el sistema de señalización de abonados digitales N° 2 (DSS2)
Q.2721.1 (7/96)	Parte usuario de la RDSI-BA – Visión general de la interfaz de nodo de red RDSI-BA – Conjunto 2 de capacidades de señalización, etapa 1
Q.2722.1 (7/96)	Parte usuario de la RDSI-BA – Especificación de la interfaz de nodo de red para el control de la llamada/conexión punto a multipunto
Q.2761 (2/95)	Descripción funcional de la parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N° 7
Q.2762 (2/95)	Funciones generales de mensajes y señales de la parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N° 7
Q.2766.1 (5/98)	Capacidad de trayecto virtual conmutado
Q.2767.1 (5/98)	Capacidad de conexión virtual permanente flexible
Q.2931 (2/95)	Sistema de señalización digital de abonado N° 2 – Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red para el control de llamada/conexión básica

Q.2932	Sistema de señalización digital de abonado N° 2 – Protocolo funcional genérico
Q.2934 (5/98)	Sistema de señalización digital de abonado N° 2 – Capacidad de trayecto virtual conmutado
Q.2971 (10/95)	Sistema de señalización digital de abonado N° 2 – Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red para el control de llamada/conexión punto a multipunto

## 2.10.6 Interfuncionamiento entre redes

### 2.10.6.1 Aspectos de interfaces entre redes

- Interfaces entre redes

I.510 (3/93)	Definiciones y principios generales del interfuncionamiento de la red digital de servicios integrados
I.511 (11/88)	Interfaz de capa 1 entre las RDSI
I.515 (3/93)	Intercambio de parámetros para el interfuncionamiento de la RDSI
I.520 (3/93)	Disposiciones generales para el interfuncionamiento entre las RDSI
I.525 (8/96)	Interfuncionamiento de redes que funcionan a velocidades binarias inferiores a 64 kbit/s y RDSI-BA
I.530 (3/93)	Interfuncionamiento entre una RDSI y una red telefónica pública conmutada (RTPC)
I.540/X.321 (10/96)	Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de circuitos (RPDCC) y las RDSI para la prestación de servicios de transmisión de datos
I.550/X.325 (10/96)	Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) y las RDSI para la prestación de servicios de transmisión de datos
I.555 (9/97)	Interfuncionamiento de los servicios portadores con retransmisión de tramas
I.570 (3/93)	Interfuncionamiento de redes digitales de servicios integrados públicas y privadas
I.571 (8/96)	Conexión de redes privadas basadas en VSAT a la RDSI pública
I.580 (11/95)	Disposiciones generales para el interfuncionamiento entre la RDSI-BA y la RDSI basada en la velocidad de 64 kbit/s
I.581 (9/97)	Disposiciones generales para el interfuncionamiento RDSI-BA
X.300 (10/96)	Principios generales de interfuncionamiento entre redes públicas y entre redes públicas y otras redes para la prestación de servicios de transmisión de datos
X.320 (10/96)	Disposiciones generales para el interfuncionamiento entre redes digitales de servicios integrados (RDSI) para la prestación de servicios de transmisión de datos
X.321/I.540 (10/96)	Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de circuitos (RPDCC) y las RDSI para la prestación de servicios de transmisión de datos

X.322 (11/88)	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
X.323 (11/88)	Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP)
X.325/I.550 (10/96)	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
X.327 (11/93)	Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento entre las redes públicas de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) y las redes privadas de datos para la prestación de servicios de transmisión de datos
X.328 (10/96)	Disposiciones generales sobre el interfuncionamiento de redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas y redes digitales de servicios integrados (RDSI) para la prestación de servicios de transmisión de datos

- Numeración, direccionamiento y encaminamiento. Tipos de conexión

E.166/X.122 (3/98)	Interfuncionamiento de los planes de numeración de las Recomendaciones E.164 y X.121
--------------------	--

### 2.10.6.2 Señalización

Q.1031 (11/88)	Requisitos generales de señalización para el interfuncionamiento entre la RDSI o la RTPC y la RMTP
Q.1032 (11/88)	Requisitos de señalización relativos al encaminamiento de llamadas a abonados móviles
Q.2660 (2/95)	Interfuncionamiento de la parte usuario de la RDSI-BA del sistema de señalización N° 7 y la parte usuario de la RDSI-BE
X.77 (8/97)	Interfuncionamiento entre redes RPDCP vía RDSI-BA
X.80 (11/88)	Interfuncionamiento de sistemas de señalización entre centrales para servicios de datos con conmutación de circuitos
X.81 (11/88)	Interfuncionamiento entre una RDSI en modo conmutación de circuito y una red pública de datos con conmutación de circuitos (RPDCC)

### 2.10.7 Tipo de servicio

#### 2.10.7.1 RDSI

F.721 (8/92)	Teleservicio de videotelefonía para la RDSI
F.731 (7/97)	Servicios de conferencia multimedios en la RDSI
I.231.1~10	Categorías de servicios portadores en modo circuito (modo circuito a $n \times 64$ kbit/s o servicio portador estructurado a 8 kHz sin restricciones, etc.)

I.232.1~3	Categorías de servicios portadores en modo paquete (llamada virtual y circuito virtual permanente, servicio portador sin conexión y de señalización de usuario)
I.233.1~2	Servicios portadores en modo trama (servicio portador RDSI con retransmisión de tramas y conmutación de tramas)
I.241.1~8	Teleservicios soportados por una RDSI (telefonía, teletex, telefax 4, modo mixto, videotex, télex, teleservicio de telefonía a 7 kHz, teleacción, etc.)
I.250 ~ I.259	Servicios suplementarios en la RDSI <ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificación de números (DDI, MSN, CLIP/R, COLP/R, etc.)</li> <li>– Ofrecimiento de llamadas (TLL, reenvío de llamadas, búsqueda de línea, etc.)</li> <li>– Compleción de llamadas (llamada en espera, retención de llamada, etc.)</li> <li>– Pluripartitos (llamada en conferencia, tripartito, conferencia con cita, etc.)</li> <li>– Comunidades de intereses (grupo cerrado de usuarios, planes de numeración privados y PAMN, etc.)</li> <li>– Tarificación (aviso del importe de la comunicación al establecerse la llamada, durante la llamada, al final de la llamada, etc.)</li> <li>– Transferencia de información adicional (señalización de usuario a usuario)</li> <li>– Movilidad y modificación (portabilidad del terminal, modificación en el curso de la llamada)</li> <li>– Cribado (cribado por dirección)</li> </ul>

### 2.10.7.2 Red basada en ATM

F.732 (10/96)	Servicios de conferencia multimedios en la RDSI-BA
F.811 (7/96)	Servicio portador en banda ancha con conexión
F.812 (8/92)	Servicio portador en banda ancha sin conexión para datos
F.813 (2/95)	Servicio de trayecto virtual para comunicaciones reservadas y permanentes

### 2.11 Lista de abreviaturas

AAL	Capa de adaptación ATM ( <i>ATM adaptation layer</i> )
ANI	Interfaz de red de acceso ( <i>access network interface</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
B-ICI	Interfaz entre portadoras de RDSI-BA ( <i>broadband ISDN inter-carrier interface</i> )
BRI	Interfaz de velocidad básica ( <i>basic rate interface</i> )
B-TE	Equipo terminal de banda ancha ( <i>broadband terminal equipment</i> )

CAC	Control de admisión de conexión ( <i>connection admission control</i> )
CAMEL	Aplicación personalizada para una nueva lógica mejorada del móvil ( <i>customized application for mobile enhanced new logic</i> )
CCAF	Función agente de control de llamada ( <i>call control agent function</i> )
CCF	Función de control de llamada ( <i>call control function</i> )
CFM	Convergencia fijo-móvil
CLP	Probabilidad de pérdida de células ( <i>cell loss probability</i> )
CLR	Proporción de pérdida de células ( <i>cell loss ratio</i> )
CRC	Verificación de redundancia de código ( <i>code redundancy check</i> )
CS	Conjunto de capacidades ( <i>capability set</i> )
DCE	Equipo de terminación del circuito de datos ( <i>data circuit-terminating equipment</i> )
DLCI	Identificador de conexión de enlace de datos ( <i>data link connection identifier</i> )
DNHR	Encaminamiento dinámico no jerárquico ( <i>dynamic non-hierarchical routing</i> )
DNS	Servicio de nombre de dominio ( <i>domain name service</i> )
DSL	Línea de abonado digital ( <i>digital subscriber line</i> )
DSN	Red de conmutación digital ( <i>digital switched network</i> )
DSS 1	Sistema de señalización digital de abonado ( <i>digital subscriber signalling system</i> )
DTE	Equipo terminal de datos ( <i>data terminal equipment</i> )
ETSI	Instituto europeo de normalización de telecomunicaciones ( <i>european telecommunication standardization institute</i> )
FCS	Secuencia de verificación de trama ( <i>frame check sequence</i> )
FRDTS	Servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas ( <i>frame relay data transmission service</i> )
FUNI	Interfaz usuario-red por tramas ( <i>frame user network interface</i> )
GFC	Control de flujo genérico ( <i>generic flow control</i> )
GSM	Sistema mundial de comunicaciones móviles ( <i>global system of mobile communications</i> )
GW	Pasarela ( <i>gateway</i> )
HDLC	Control de alto nivel del enlace de datos ( <i>high data link control</i> )
Home UNI	Interfaz usuario-red doméstico ( <i>home user network interface</i> )
IDN	Número de datos internacional ( <i>international data number</i> )
INAP	Parte aplicación de red inteligente ( <i>intelligent network application part</i> )
IPN	Red Internet ( <i>internet network</i> )
ISUP	Protocolo de parte usuario RDSI ( <i>ISDN user part protocol</i> )

ITSP	Proveedor de servicio (de telefonía) Internet ( <i>Internet (telephony) service provider</i> )
LANE	Emulación de LAN ( <i>LAN emulation</i> )
LAPB	Procedimiento de acceso al enlace equilibrado ( <i>link access procedure balanced</i> )
LAPD	Procedimiento de acceso al enlace por el canal D ( <i>link access procedure for D channel</i> )
LEX	Central local ( <i>local exchange</i> )
LT	Terminal de línea ( <i>line terminal</i> )
LUNI	Interfaz usuario-red con emulación de LAN ( <i>LAN emulation user network interface</i> )
MIC	Modulación por impulsos codificados
MTP	Parte transferencia de mensajes ( <i>message transfer part</i> )
NNI	Interfaz de nodo de red ( <i>network node interface</i> )
NT	Terminación de red ( <i>network termination</i> )
NT-1	Terminación de red 1 ( <i>network line terminator</i> )
OSI	Interconexión de sistemas abiertos ( <i>open system interconnection</i> )
PABX	Centralita privada automática ( <i>public branch exchange</i> )
PAD	Empaquetado/desempaquetado de datos ( <i>packet assembler/disassembler</i> )
PC	Computador personal ( <i>personal computer</i> )
PDU	Unidad de datos por paquetes ( <i>packet data unit</i> )
PH	Tratamiento de paquetes ( <i>packet handling</i> )
P-NNI	Interfaz de nodo de red privada ( <i>private network-to-node interface</i> )
PRI	Interfaz de velocidad primaria ( <i>primary rate interface</i> )
PSE	Central de conmutación de paquetes ( <i>packet switching exchange</i> )
PVC	Conexión/circuito virtual permanente ( <i>permanent virtual circuit/connection</i> )
QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )
RAN	Nodo de acceso distante ( <i>remote access node</i> )
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RDSI-BE	Red digital de servicios integrados de banda estrecha
REX	Central regional ( <i>regional exchange</i> )
RI	Red inteligente
RMTP	Red móvil terrestre pública
RPDCP	Red pública de datos con conmutación de paquetes
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SCF	Función de control de servicios ( <i>service control function</i> )
SCN	Red de comunicación de servicios ( <i>service communication network</i> )
SCN	Red de conmutación de circuitos ( <i>switched circuit network</i> )

SCP	Punto de control de servicio ( <i>service control point</i> )
SDF	Función de datos del servicio ( <i>service data function</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SDU	Unidad de datos del servicio ( <i>service data unit</i> )
SIB	Bloque constructivo independiente del servicio ( <i>service independent building block</i> )
SRP	Punto de retransmisión de señalización ( <i>signalling relay point</i> )
SSF	Función de conmutación de servicios ( <i>service switching function</i> )
SSP	Punto de conmutación de servicios ( <i>service switching point</i> )
STP	Punto de transferencia de señalización ( <i>signalling transfer point</i> )
SVC	Conexión/circuito virtual conmutado ( <i>switched virtual circuit/connection</i> )
TA	Adaptador de terminal ( <i>terminal adapter</i> )
TCP/IP	Protocolo de control de transmisión/protocolo Internet ( <i>transmission control protocol/Internet protocol</i> )
TE	Equipo terminal ( <i>terminal equipment</i> )
TEX	Central interurbana (de tránsito) ( <i>toll (transit) exchange</i> )
TUP	Parte usuario de telefonía ( <i>telephone user part</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user network interface</i> )
URS	Abonado con itinerancia universal ( <i>universal roaming subscriber</i> )
VC	Circuito virtual ( <i>virtual circuit</i> )
VCI	Identificador de canal virtual ( <i>virtual channel identifier</i> )
VHE	Entorno doméstico virtual ( <i>virtual home environment</i> )
VoIP	Voz por Internet ( <i>voice overInternet</i> )
VP	Trayecto virtual ( <i>virtual path</i> )
VPI	Identificador de trayecto virtual ( <i>virtual path identifier</i> )
VPN	Red privada virtual ( <i>virtual private network</i> )
WAN	Central de área extensa ( <i>wide area exchange</i> )
WLL	Bucle local inalámbrico ( <i>wireless local loop</i> )

## ANEXO 2A

## Estudio del caso de China

## ÍNDICE

1	Información fundamental .....	101
1.1	Estado actual del país .....	101
1.2	Administración y entidades operadoras de telecomunicaciones .....	101
1.2.1	Ministerio de Industrias de la Información .....	101
1.2.2	Principales operadores de telecomunicaciones en China .....	102
1.3	Estado actual de desarrollo de las comunicaciones en China .....	103
1.4	Políticas de desarrollo de las telecomunicaciones en China .....	104
2	Redes y servicios de telecomunicación .....	106
2.1	Desarrollo de la red de telecomunicación .....	106
2.1.1	Capacidad de comunicación .....	106
2.1.2	Comunicaciones por satélite .....	106
2.1.3	Construcción de cables internacionales de fibra óptica .....	106
2.1.4	Comunicaciones de emergencia .....	107
2.1.5	Construcción de redes de apoyo .....	107
2.2	Desarrollo de los servicios de telecomunicación .....	107
2.2.1	Nivel global de los servicios de telecomunicación .....	107
2.2.2	Comunicaciones móviles .....	108
2.2.3	Comunicaciones de datos .....	109
2.2.4	Nuevos servicios de telecomunicación .....	109
2.2.5	Servicios de telecomunicación internacionales .....	110
2.3	Experiencia y problemas en la introducción de nuevos servicios .....	111
3	Desarrollo actual de la red .....	112
3.1	Visión de conjunto .....	112
3.2	Red telefónica pública conmutada (RTPC) .....	112
3.3	Red Internet de China .....	112
3.4	Redes de transmisión interurbana .....	113
3.5	Redes de sincronización digitales .....	113
3.6	Redes inteligentes .....	114
3.7	Redes de acceso .....	114
4	Objetivos de desarrollo del sector de las telecomunicaciones en China .....	114
4.1	Principales objetivos de desarrollo de la industria de telecomunicaciones en el año 2000 .....	114



## **1 Información fundamental**

### **1.1 Estado actual del país**

La República Popular de China está situada al este de Asia, bañando el Océano Pacífico su costa oriental. La superficie total del país ronda los 9,6 millones de kilómetros cuadrados, que equivalen al 6,5% del suelo terrestre de nuestro planeta. La longitud de sus costas supera los 18 000 km. China es un país unificado que comprende numerosas nacionalidades (56 en total), de las cuales corresponde a la nacionalidad Han una abrumadora mayoría (alrededor del 94% de la población total). China comprende 23 provincias, cinco regiones autónomas y tres zonas metropolitanas gobernadas directamente. La topografía china es variada y compleja: tierras elevadas al oeste y bajas al este. En porcentajes, se reparten así: un 33% de montañas, 26% de mesetas, 19% de cuencas fluviales, 12% de llanuras y 10% de tierra montuosa.

China es país de vasta extensión y producción abundante. Tiene gran riqueza de recursos: agua, animales, minerales y geotermia. Hay más de 100 millones de hectáreas de tierra cultivada, 319,08 millones de hectáreas de prados (224,34 millones de hectáreas disponibles) y 115,25 millones de hectáreas de bosques (el 12% del territorio total).

China es el país más poblado del mundo. Su población superaba los 1 250 millones al terminar 1999. Pero su distribución superficial es muy irregular, con una gran densidad en la parte oriental especialmente (más de 300 personas por kilómetro cuadrado en las zonas costeras), y muy diseminada en la parte occidental (poco más de 40 personas por kilómetro cuadrado).

La economía nacional se ha desarrollado a un ritmo muy rápido, y su política de reforma y apertura ha dado resultados destacados y grandes logros durante el Noveno Plan Quinquenal. El PIB de los primeros dos años de ese periodo creció en más del 8% anual, mientras que en 1998 y 1999 se obtuvieron crecimientos anuales de 7,8% y 7,1%, respectivamente, con menor CPI. El PIB alcanzó en 1999 el valor de 8,319 billones de yuan (RMB), es decir 1 billón USD y un CPI inferior en un 2,9% al de 1998. China está impulsando vigorosamente sus programas de modernización en la industria, agricultura, defensa nacional y ciencia y tecnología. Por todas partes de China se levantan empresas de alta tecnología. En especial, la tasa de crecimiento de la industria de telecomunicaciones e información ha sobrepasado la del PIB durante muchos años consecutivos. El rápido desarrollo de la industria de la información tiene enormes y favorables repercusiones en todas las demás industrias y contribuye en gran medida a la economía nacional.

### **1.2 Administración y entidades operadoras de telecomunicaciones**

#### **1.2.1 Ministerio de Industrias de la Información**

El Ministerio de Industrias de la Información (MII) fue creado el 31 de marzo de 1998 mediante la fusión de los anteriores MPT y MEI. El MII es un departamento funcional dentro del Consejo de Estado, que gobierna la industria de la información. Ejecuta funciones de gobierno importantes, tales como:

- Formula la estrategia de desarrollo, las directrices, políticas y planes globales de la industria de información de la nación; ejerce supervisión y control sobre los mercados de telecomunicación e información para asegurar una competición justa y un servicio universal.

- Promulga leyes y reglamentos, emite reglas administrativas y supervisa el cumplimiento de tales leyes y reglamentos.
- Establece políticas y normas técnicas para la industria de fabricación de productos electrónicos y de tecnología de la información, la industria de la comunicación y la industria del soporte lógico, así como para las redes de transmisión de radio y televisión.
- Formula la política de tarifas para la industria de la información y los planes de desarrollo para la informatización de la economía nacional.
- Se encarga de la distribución y gestión a escala nacional de los recursos públicos de comunicaciones, como son las frecuencias radioeléctricas, las posiciones orbitales de satélites, los números en la red de comunicaciones, los nombres y direcciones de dominios, además de reglamentar las frecuencias radioeléctricas, establecer el sistema de concesión de licencias, etcétera.

El MII supervisa además la Agencia de Correos del Estado, con autorización del Consejo de Estado.

El Ministerio comprende nueve departamentos y cuatro agencias:

- Oficina general,
- Departamento de política y ordenamiento,
- Departamento de planificación,
- Departamento de ciencia y tecnología,
- Departamento de reestructuración y operación de empresas,
- Agencia de administración de las telecomunicaciones,
- Departamento de ordenamiento y compensación financiera,
- Departamento de productos electrónicos y tecnología de la información,
- Agencia de la electrónica militar,
- Departamento de promoción de la informatización,
- Agencia de ordenamiento radioeléctrico,
- Departamento de asuntos exteriores,
- Departamento de personal.

### 1.2.2 Principales operadores de telecomunicaciones en China

China Telecommunications Corporation (Corporación de telecomunicaciones de China) es la mayor empresa de telecomunicaciones en el país. A finales de 1999 contaba con casi 110 millones de abonados a la telefonía fija. En sus redes públicas de telecomunicaciones se ofrecen servicios vocales, de datos, facsímil y varios otros, y en su red Internet se prestan servicios de telefonía y datos por IP. China Mobile Communications Corporation (Corporación de comunicaciones móviles de China) solamente explota diversos servicios móviles, que suponen aproximadamente el 94,5% del mercado de comunicaciones móviles GSM.

Con la aprobación del Consejo de Estado, el 19 de julio de 1994 se fundó oficialmente la United Telecommunication Co. Ltd (nombre abreviado, Unicom), conjuntamente patrocinada por el Ministerio de Industrias Electrónicas, el Ministerio de Industrias Eléctricas y el Ministerio de Ferrocarriles. Unicom es una entidad con independencia económica y personalidad legal, bajo gestión industrial del MPT en lo que atañe a la actividad de Telecomunicaciones.

China United Telecom (Unicom) explota servicios móviles, poseyendo el 5,45% del mercado de comunicaciones móviles GSM que a fines de agosto de 1999 contaba 3,25 millones de abonados y 6771 estaciones de base; también explota servicios de radiobúsqueda, en los que ha alcanzado una mayoritaria cuota de mercado, así como servicios de Internet. Jitong Communications Corporation explota en su red servicios de datos y servicios de Internet.

### 1.3 Estado actual de desarrollo de las comunicaciones en China

Desde los años 1990, China ha acelerado el proceso de reforma de las telecomunicaciones y apertura al mundo exterior. La industria de telecomunicaciones en China ha saltado desde la fase de despegue hasta un periodo de muy rápido desarrollo. La estadística oficial de telecomunicaciones publicada al final de 1999 señala que:

- el número total de abonados ha llegado a 110 millones en la red fija y a 43,24 millones en la red de comunicaciones móviles;
- la capacidad total de las centrales ha alcanzado 17,10 millones de líneas, y los abonados al correo electrónico ascienden a 35,6 millones.

Las estadísticas de finales de 1999 asimismo exponen que:

- el número total de teléfonos públicos ha llegado a 3,008 millones;
- la capacidad total de las centrales automáticas interurbanas se ha elevado hasta 4,928 millones de terminales de circuitos, un 2,1% de aumento;
- el número total de enlaces interurbanos ha alcanzado 1,75 millones.

La longitud total de los cables de fibra óptica alcanzaba 949 632 kilómetros de cable, con aumento del 30%, y el número total de puertos DDN era de 484 665, incrementado en el 28,9%. Se ha previsto una plataforma tándem de alta velocidad para la Internet nacional. Ha mejorado la calidad operativa global de la red de telecomunicaciones y se han cumplido todos los objetivos marcados para 1999.

El rápido desarrollo de la industria de telecomunicaciones en China ha dado lugar a un notable crecimiento de los índices de penetración: el índice de penetración nacional de los teléfonos fijos ha llegado hasta 13 teléfonos cada 100 personas, y en términos de líneas principales ha alcanzado 8,64 líneas principales cada 100 ciudadanos. Y la penetración de los teléfonos móviles ha sido de 3,50 aparatos cada 100 ciudadanos a fines de 1999. El índice de penetración de la telefonía urbana ha llegado a 28,4 teléfonos por 100 ciudadanos.

El gobierno en todos sus niveles concede importancia al progresivo cumplimiento del objetivo de un servicio universal de acceso telefónico. Un 79,8% de pueblos con administración rural disfrutan de servicio de acceso telefónico. El número total de abonados telefónicos rurales ha alcanzado 34,179 millones, mejorando en el 43%. El número de teléfonos públicos de previo pago ha llegado a 3 millones. Con miras a aumentar la capacidad y mejorar la calidad de la red de telecomunicaciones en las zonas rurales, se han equipado en tales redes centrales SPC, sistemas de ganancia de pares, sistemas de acceso inalámbrico, sistemas de microondas, etcétera. Incluso en el futuro se dará servicio por satélite a una parte de las zonas alejadas. En las zonas rurales orientales de economía desarrollada el nivel del servicio de acceso telefónico universal se aproxima al de las zonas urbanas.

**Cuadro A.1 – Desarrollo de las capacidades de telecomunicación importantes en China**

	Unidad	1995	1996	1997	Índice de crecimiento de 1997 con respecto a 1996 (%)	Índice medio de crecimiento anual 1992- 1997 (%)	Final de 1999
Capacidad total de las centrales telefónicas urbanas y rurales	Millón de líneas	86,527	108,251	128,685	18,88	34,83	175,379
Capacidad total de centrales locales	Millón de líneas	72,036	92,912	112,692	21,29	43,44	153,461
Capacidad de centrales telefónicas móviles	Mil líneas	7967	15363	25857	68,31	124,54	81360
Capacidad de centrales telefónicas móviles digitales	Mil líneas	1178	5592	14010	150,54	410,99	67956,5
Capacidad de centrales automáticas interurbanas	Mil terminales de circuito	3519	4162	4368	4,95	52,94	5032
Circuitos interurbanos	Mil	736	998	1146	14,83	37,40	2299
Longitud total de cable óptico interurbano	Mil kilómetros	108	133	155	16,54	61,75	250,756
Líneas telefónicas principales	Millón	40,706	54,947	70,310	27,96	43,71	108,716

#### 1.4 Políticas de desarrollo de las telecomunicaciones en China

El rápido y sostenido desarrollo del sector de las comunicaciones en China se ha aprovechado del macroentorno de reforma y apertura, así como del crecimiento económico. Como efecto de las reformas y desarrollos de la pasada década, China ha adoptado una serie de políticas para promover eficazmente el desarrollo de acuerdo con la situación del Estado y las condiciones reales de la industria de las comunicaciones:

- El gobierno chino ha concedido gran importancia al desarrollo del sector de las comunicaciones, y lo considera como un requisito previo para el crecimiento económico y la apertura al mundo exterior, por lo cual ha prestado soporte político e intentado por todos los medios proteger y fomentar el desarrollo de las comunicaciones. Los gobiernos a diversos niveles han considerado como parte de sus obligaciones la construcción de una infraestructura de comunicación local y, en consecuencia, proporcionan las condiciones y garantías necesarias para esa construcción y organizan a personas de toda condición para que presten su apoyo al sector en la construcción de redes de comunicaciones.

- El plan global de desarrollo de las comunicaciones ha sido elaborado de manera que se garantice el desarrollo coordinado de las telecomunicaciones en todo el país. Se concede prioridad a la satisfacción de la demanda de comunicaciones en las regiones costeras orientales y en las zonas urbanas, que crece con gran rapidez, y al mismo tiempo se ha procurado afrontar el problema de desarrollo de las comunicaciones en las inmensas regiones del centro y el oeste, con economías menos desarrolladas. Tiene que haber un desarrollo coordinado de la transmisión y la conmutación, tanto interurbana como local, de la telefonía y los nuevos servicios dentro de las redes de telecomunicación.
- Debe aplicarse un esfuerzo concertado para construir una completa y uniforme red estatal de comunicaciones públicas, y entre tanto debería apoyarse el establecimiento de las redes privadas necesarias en otros sectores, sobre la base de servir de suplemento a las redes públicas.
- Se han establecido sistemas de concesión de licencias para la apertura de nuevos mercados nacionales de servicios de telecomunicación y algunos segmentos de mercado de comunicaciones radioeléctricas móviles, y además se han introducido mecanismos de competencia. La apertura llevada a cabo en el mercado de comunicaciones y el sistema de concesión de licencias permitirá conectar el equipo terminal del usuario a la red; se han ampliado las licitaciones abiertas en el país y en el extranjero para equipos importantes de la red; al mismo tiempo se ha ensanchado el mercado de construcción de comunicaciones con el fin de acelerar los trabajos correspondientes.
- En las empresas de comunicación se ha implantado una contabilidad escalonada y una administración escalonada y, siempre a condición de garantizar la necesaria centralización y uniformidad, mando y expedición en la red entera, se han transferido los derechos de operaciones comerciales autónomas a las empresas de comunicación con el fin de dejar que asuman la responsabilidad de construir las comunicaciones y explotar su negocio en las zonas a las que prestan servicio, vinculando entre sí los intereses de los empleados y los resultados de la empresa.
- Con el soporte de políticas estatales, las empresas de comunicaciones están allegando fondos a través de múltiples canales para asegurar el necesario régimen de inversiones en telecomunicaciones. Dichas empresas deben mejorar su efectividad económica y reforzar sus propias capacidades de ahorro y desarrollo a través de una mejor gestión de su actividad y de la reducción de los costes de construcción y explotación; sobre esta base, deben utilizarse en todo lo posible las facilidades de crédito y alquiler, tanto en el país como en el extranjero; la tasa por conexión telefónica inicial deberá recibir la aprobación del gobierno.
- Hay que intensificar la confianza en la ciencia y el progreso tecnológico, y acelerar la adopción de tecnología nueva a partir de un punto inicial elevado para la modernización de las redes de comunicación; debe realizarse una labor eficaz de formación de personal cualificado a fin de conseguir gradualmente una dotación de alta calidad técnica en los campos de instalación, mantenimiento, gestión de la empresa e investigación y desarrollo.
- Es preciso apoyar la apertura al mundo exterior, introducir activamente desde el extranjero equipos avanzados, tecnologías y capitales, aprovechar las modernas experiencias en gestión de empresas, y reforzar amistosamente la cooperación y el intercambio con diversos países del mundo en el dominio de las comunicaciones.

Las políticas de comunicaciones antes señaladas han tomado forma y adquirido desarrollo en el marco de la reforma y apertura al mundo exterior. La experiencia recogida en el gran desarrollo del sector de telecomunicaciones en China ha indicado que tales políticas y medidas se ajustan a la situación real de China y dan buenos resultados. La situación de la industria de comunicaciones en China seguirá cambiando continuamente al compás de la profunda reforma del sistema económico del Estado y el progresivo establecimiento de un sistema socialista de economía de mercado. El sector de las telecomunicaciones deberá no solamente apoyar las anteriores políticas de comprobada eficacia para China, sino también realizar serios estudios sobre macroentornos de comunicaciones y tomar como referencia las experiencias de otros países, llevando adelante sin dilación alguna la reforma de la industria de la comunicación y consiguiendo transformar una explotación extensa en una explotación intensa de manera que se satisfagan las necesidades de un mayor desarrollo del sector de las comunicaciones.

## **2 Redes y servicios de telecomunicación**

### **2.1 Desarrollo de la red de telecomunicación**

#### **2.1.1 Capacidad de comunicación**

La capacidad total de las centrales telefónicas en China ha alcanzado 160 millones de líneas al terminar 1999, ocupando el segundo lugar del mundo por su tamaño. Al final de 1998, todas las ciudades por encima del nivel de distrito tenían instaladas centrales SPC digitales y el 99,8% de la red entera se había ya digitalizado. A finales de 1999, el número total de circuitos de larga distancia ha llegado a 1,757 millones, casi todos ellos convertidos en digitales. La capacidad total de los conmutadores automáticos interurbanos ha llegado a 4,83 millones de terminales de circuito, y la capacidad total de los conmutadores de servicio móvil ha llegado a 43,31 millones de líneas de abonado. Al terminar 1999 había 1 781 084 circuitos interurbanos, 158,531 millones de líneas de centrales locales y 67,34 millones de líneas de centrales móviles, con 1 827 999 canales de comunicaciones móviles digitales GSM y 315 239 canales de comunicaciones móviles analógicos. La red pública de comunicación multimedios interconectada a escala nacional quedó esencialmente completada al ampliar a 177 MHz la anchura de banda de la pasarela internacional de la Internet pública e instalar la red ATM básica de banda ancha de 155 MHz que enlaza entre sí las ciudades capitales de provincia.

#### **2.1.2 Comunicaciones por satélite**

Hacia 1995 China tenía siete estaciones terrenas de tipo A para comunicaciones vía satélite, y una estación Intelsat T&TC (*tracking and telemetry control*, control de seguimiento y telemetría) y patrón de referencia; había más de 9 000 circuitos internacionales por satélite establecidos con 48 países y regiones; 21 estaciones terrenas se ubicaban en las capitales de provincia proporcionando 7 500 circuitos, por lo que la red nacional de comunicaciones por satélite en China es de magnitud apreciable.

Los servicios VSAT en China se desarrollan también con rapidez. En 1988 China comenzó a adoptar la tecnología de comunicación por satélites VSAT. Hacia 1995, los sectores de Correos y Telecomunicaciones habían completado sistemas de comunicaciones públicas por VSAT con 700 estaciones VSAT y más de 1 000 circuitos, que proporcionaban servicios de comunicación a zonas lejanas en Tibet, Sichuan, Guizhou, Yunnan y Guangxi. Entre tanto los sectores del carbón, el petróleo y la banca habían establecido sus propias redes privadas de comunicación vía satélites VSAT. En la actualidad, casi 10 000 estaciones VSAT, importadas de una docena de compañías extranjeras, han entrado o van a entrar en funcionamiento.

Durante 1998, China Telecom prosiguió la construcción de 15 nuevas estaciones terrenas de satélite y amplió 23 estaciones ya existentes, reforzando así notablemente la capacidad de la red de comunicaciones por satélite. Los terminales de circuitos nacionales en China llegaron a un total de 50 000 antes de acabar 1998. En ese mismo año se inauguraron servicios internacionales por satélite de China a algunos otros países del sudeste asiático y europeos. La explotación vía satélite en China ha totalizado unos ingresos de 342 millones de yuan (RMB) al final de 1999.

#### **2.1.3 Construcción de cables internacionales de fibra óptica**

China comenzó a invertir y participar en la construcción de cables internacionales de fibra óptica en 1989, y la construcción del cable óptico submarino China-Japón se completó a finales de 1993. En febrero de 1996 se puso en servicio el cable óptico submarino China-Corea. Mediante el esfuerzo conjunto de China y las partes interesadas, el cable óptico terrestre Trans-Asia-Europa (TAE) entró en servicio el 14 de octubre de 1998 tras cinco años de construcción. Se ha entregado además el cable óptico submarino internacional FLAG, en el que China ha participado e invertido.

### **2.1.4 Comunicaciones de emergencia**

Como parte importante de la red pública, las comunicaciones de emergencia han tenido un sistema de trabajo relativamente perfecto. Durante muchos años, estas comunicaciones han desempeñado un papel vital en misiones urgentes de salvamento y socorro y para informar sobre los grandes acontecimientos nacionales. Hasta ahora se han establecido siete oficinas de comunicaciones de emergencia en Beijing, Hubei, Shanghai, Shenyang, Sichuan, Xi'an y Guangdong, con lo que ha empezado a tomar forma la red de emergencia en el ámbito nacional. El equipo de las oficinas de emergencia comprende estaciones terrenas en banda C para vehículos y banda Ku; estaciones terrestres INMARSAT de tipos A, M y B; sistemas de conmutación SPC en contenedores de 1 000, 2 000 y 4 000 líneas; circuitos de microondas de un solo punto a múltiples direcciones y estaciones portátiles digitales en microondas, así como sistemas de telefonía móvil de 450 MHz y 900 MHz. Las centrales de telecomunicación de las provincias y regiones autónomas están equipadas con equipos de comunicaciones de 24 canales UHF y 100 W en onda corta y banda lateral única, con los sistemas de alimentación asociados. Durante el Noveno Plan Quinquenal, se construirá una red de comunicaciones de emergencia bastante eficiente a escala nacional, con el sistema VSAT en banda Ku como red de base y el complemento de diversas estaciones terrenas transportadas en vehículos.

El sistema de comunicaciones móviles y los sistemas de microondas jugaron un papel importante en las comunicaciones de emergencia durante la lucha contra las inundaciones de 1998. En esas circunstancias se utilizan sistemas de comunicaciones inalámbricas de avanzada tecnología con muy buenos resultados.

### **2.1.5 Construcción de redes de apoyo**

China ha establecido redes de señalización N° 7 que abarcan las ciudades capitales y las regiones relativamente desarrolladas. A finales de 1998, comenzó a perfilarse una red SS7 a escala nacional con 19 pares de HSTP, en la que el 80% del total de enlaces formaban red de señalización en malla y transportaban una diversidad de servicios, como los de red inteligente, por ejemplo. Se ha creado en 31 ciudades de provincia una red de sincronización digital independiente de las redes de servicio, capaz de proporcionar señales de reloj de alta precisión y gran fiabilidad a diversos sistemas digitales, y ya están tomando forma las redes de sincronización digital intraprovinciales.

China Telecommunications Corporation había instalado y puesto en servicio al final de 1998 unas 300 redes locales de gestión de telecomunicaciones, que atendían al 92% de las redes locales existentes. La red de gestión de transmisiones PDH a larga distancia estaba básicamente establecida, y en 1998 fue completada la construcción de subredes SDH con tres tipos de equipos relacionados con la red de gestión de transmisiones SDH.

## **2.2 Desarrollo de los servicios de telecomunicación**

### **2.2.1 Nivel global de los servicios de telecomunicación**

Al haberse añadido 21,386 millones de abonados locales en 1999, el número total de abonados locales ha alcanzado 108,807 millones, de los cuales 74,628 son urbanos y 34,179 millones, rurales. Al terminar 1999, los abonados móviles habían aumentado 17,955 millones y su número total ascendía a 43,238 millones, ocupando el tercer lugar del mundo. Había entonces 0,268 millones de abonados al servicio DDN y 6,02 millones de abonados EDI; 1,198 millones de abonados estaban atendidos por 169 redes multimedios, y los abonados a la RDSI-BE totalizaban 168 135. Los abonados a Internet en China llegaban a 8,9 millones y los de correo electrónico, a 35,60 millones (incluidos 26,70 millones con servicio gratuito) y 43,24 millones de abonados móviles, respectivamente.

Y también al final de 1999, los ingresos por servicios de telecomunicación han ascendido a 243 340 millones de yuan (CNY), con un 21,1% de aumento.

Cuadro A.2 – Desarrollo de los servicios de telecomunicación

	Unidad	1995	1996	1997	Crecimiento en 1997 con respecto a 1996 (%)	Índice medio de crecimiento anual 1992-1997 (%)	Final de 1999
Volumen de negocio total de las telecomunicaciones	Millones de yuan CNY	87 560	120 870	162 900	34,8	48,4	313,237
Telefonía de larga distancia	Millón	10 140	12 740	15 780	23,9	40,6	65,841
Telefonía nacional de larga distancia	Millón	9 700	12 240	14 970	22,3	41,2	19,42
Llamadas internacionales y llamadas con Hong-Kong, Taiwan, Macao	Millón	410	495,020	572,517	62,0	32,3	569,626
Número de abonados locales	Millón	32,636	42,778	52,444	22,6	41,6	108,715
Teléfonos residenciales	Millón	29,098	41,319	54,638	32,2	61,7	88,436
Teléfonos públicos de pago previo	Millón	0,850	1,373	1,939	41,2	87,4	2,974
Abonados de telefonía móvil	Millón	3,629	6,853	13,233	93,1	137,0	43,296
Abonados de radiobúsqueda	Millón	17.392	25,362	29,690	17,1	68,0	46,744
Abonados de conmutación de paquetes	Mil	28	56	85	51,8	–	109,144
Abonados de EDI	Mil	–	0,113	0,204	80,5	–	0,602

NOTA: 1 USD = 8,28 Yuan (CNY)

### 2.2.2 Comunicaciones móviles

En los últimos años los servicios y las redes de comunicaciones móviles en China se han desarrollado a velocidad vertiginosa. Dichas redes y servicios están explotados por dos corporaciones: la China Mobile Communications Corporation (separada de China Telecom a finales de 1999) y China Unicom Corporation. China Unicom comenzó a operar en GSM en junio de 1998, y su red de telefonía móvil digital abarca 149 ciudades (incluyendo algunas redes móviles recién terminadas y redes móviles explotadas en pruebas). Al terminar 1999, el número total de abonados móviles ascendía a 43,238 millones, siendo 38,289 millones el número total de abonados de telefonía móvil digital (33,077 millones de China Mobile y 52,12 millones de China Unicom). El volumen de llamadas móviles en China dentro de 1999 ha llegado a 65 700 millones (60 870 millones para China Mobile y 4 830 millones para China Unicom). En 1999, las comunicaciones móviles produjeron 71 320 millones de yuan, con 56 440 millones de China Mobile y 14 980 millones de China Unicom. La red de comunicaciones móviles china ha cubierto todas las ciudades a nivel de prefectura y el 96% de las ciudades a nivel de distrito, contando 43,238 millones de abonados móviles al terminar 1999. En enero de 2000 se ha completado la fase II del proyecto de expansión de la red inteligente (RI) de comunicaciones móviles a escala nacional. Esta RI móvil ha iniciado el servicio automático de itinerancia con pago previo en 13 provincias, que abarcan más de 150 ciudades y 4 millones de abonados.



El servicio de radiobúsqueda se ha desarrollado con gran rapidez, especialmente en las áreas urbanas. Por todo el país existe un crecido número de estaciones de radiobúsqueda. Los principales operadores de este servicio son China Telecom y China Unicom. China Telecom acogió un aumento de 8,14 millones de nuevos abonados de radiobúsqueda, llegando a un total de 37,83 millones al final de 1998. China Unicom consiguió aumentar 1,3 millones de nuevo usuarios, lo que elevó hasta 2,02 millones el número total. A finales de 1999, el número total de abonados de radiobúsqueda ha crecido hasta 47,17 millones.

### **2.2.3 Comunicaciones de datos**

La red pública con conmutación de paquetes de China Telecom (CHINAPAC) fue terminada y puesta en servicio en septiembre de 1993. A fines de 1996, CHINAPAC ha cubierto más de 2 200 ciudades y distritos en todo el país con capacidad total de 0,12 millones de puertos, y tiene pasarelas con 44 redes de conmutación de paquetes en 23 países y regiones. CHINAPAC se caracteriza por el elevado índice de utilización de las líneas, el soporte de protocolos heterogéneos y el interfuncionamiento de diversos tipos de terminales, la elevada seguridad de la red, las tarifas de comunicación independientes de la distancia, etcétera. Servicios bancarios, gobiernos, empresas, sectores comerciales, son asiduos usuarios de CHINAPAC, red de comunicaciones de datos técnicamente consolidada, con funciones bien definidas y extensa zona de cobertura.

La red pública de datos digitales de China (CHINADDN) se terminó y empezó a funcionar en octubre de 1994. En 1998, las redes CHINAPAC y CHINADDN se han extendido a todas las ciudades a nivel de prefectura, más de 2 000 cabezas de distrito y algunas poblaciones rurales. A finales de 1999, había 108 000 abonados de conmutación de paquetes con 239 490 puertos de nodo de conmutación de paquetes; había además 268 000 abonados DDN con 484 665 puertos DDN, 23 743 abonados de retransmisión de tramas con 18 420 puertos de retransmisión de tramas, 168 135 abonados de RDSI-BE, 169 redes públicas multimedios con 1,198 millones de abonados, con un 43,3% de aumento. Se ha iniciado también la explotación de servicios de datos inalámbricos en China.

### **2.2.4 Nuevos servicios de telecomunicación**

A la par del crecimiento estable de la economía nacional china y del rápido desarrollo de las infraestructuras esenciales de telecomunicaciones, como son la red móvil, la red Internet y la red inteligente, está brotando a ritmo acelerado todo un enjambre de nuevos servicios de telecomunicación. El comercio electrónico va reemplazando progresivamente al servicio EDI. Han comenzado a operar muchos nuevos servicios de telecomunicaciones. Con la aprobación del MII, China Telecommunications Corporation, China Unicom y Jitong Communications Corporation están prestando servicios de telefonía por IP en 14 capitales de provincia (incluyendo Beijing, Shanghai, Tianjin).

En los últimos años, la Internet de China ha experimentado un veloz desarrollo. Se envían mensajes de correo electrónico a través de Internet con toda facilidad, y el número de abonados a este servicio ha aumentado rápidamente hasta 35,60 millones a finales de 1999.

La red pública de servicio facsímil con almacenamiento y retransmisión (CHINAFAX) ha cubierto todas las capitales de provincia. A fines de agosto de 1999, el número de abonados a CHINAFAX ascendía a 4 657.

La red de videoconferencia ha abarcado todas las capitales de provincia y ha enlazado las cabezas de distrito; se han puesto en servicio docenas de sistemas de videoconferencia en ayuntamientos y en todas las capitales de provincia para la celebración de videoconferencias a nivel nacional, provincial y municipal.

Las redes inteligentes (RI) de China ofrecen primeramente servicios de llamadas con tarjeta de pago (300), de llamada gratuita (800) y de VPN (600), y después servicios Céntrex (WAC), UPT, VOT y MAS, entre otros. A finales de 1999 la red RI había cubierto todas las provincias y regiones autónomas, excepto el Tíbet, y podían utilizarse servicios de tarjeta telefónica (300) y de llamada gratuita (800) en 30 provincias, menos el Tíbet. Cada vez hay más usuarios del servicio 300 de tarjeta telefónica y más abonados al servicio 800 de llamada gratuita.

China ha completado ya la construcción de redes RDSI nacionales e internacionales y ha añadido funciones RDSI a la RTPC. A finales de 1998, la RDSI-BE ofrecía servicios integrados de voz, datos e imagen junto con líneas telefónicas normales con interconexión de red realizada en 25 capitales de provincia, y 25 533 abonados tenían acceso a la RDSI-BE nacional. Al terminar 1999, había 168 135 abonados de RDSI-BE (solamente 25 060 al final de 1998). La red multimedios de banda ancha ha entrado ya en servicio.

A continuación se enumeran los principales servicios nuevos de telecomunicación, que se proporcionan en red inteligente, red de comunicación de datos, red Internet, red de comunicaciones móviles y red RDSI.

1) Servicios de red inteligente

Servicios de tarjeta telefónica (servicio 200 y servicio 300), llamada gratuita (servicio 800), red privada virtual (VPN) y Céntrex de área extensa (servicio WAC), entre otros.

2) Servicios de comunicaciones de datos

Servicios de red de datos por paquetes X.25, red de datos digitales, red de retransmisión de tramas e intercambio electrónico de datos (EDI), etc.

3) Servicios Internet

Acceso a Internet, telefonía por IP, acogida de sitios *web* de Internet, 163 accesos a ChinaNet, 169 servicios de redes públicas de información multimedios, servicio ISP y comercio electrónico, y otros similares.

4) Servicios de comunicaciones móviles

Servicio telefónico GSM a 900 MHz, servicio de comunicaciones móviles AMDC a 800 MHz, servicio de mensajes breves, servicio de tarjetas de pago previo, servicio de correo de voz, servicio de datos inalámbrico, etc.

5) Servicios RDSI (de banda estrecha y de banda ancha) y otros servicios

Transmisiones de datos de alta velocidad; conexiones entre estaciones de trabajo distantes y LAN, así como interconexión de múltiples LAN; servicio de estación de trabajo multimedios; transferencia de imágenes a elevada velocidad; videoconferencia; acceso a bases de datos de información; interconexión de computadores LAN/WAN; retransmisión de tramas; servicio de videoteléfono; servicio financiero y bancario; servicio de vídeo a la carta; aprendizaje a distancia y servicios de telemedicina, etc.

### 2.2.5 Servicios de telecomunicación internacionales

Hasta la fecha, los operadores de telecomunicaciones en China han introducido nuevos servicios internacionales, tales como el servicio de operador IDD y el servicio de llamada gratuita, las llamadas a crédito, la RDSI-BE, los servicios de telefonía móvil celular por radio con itinerancia internacional y los servicios de línea privada digital de alta velocidad. Hacia el 2000, China habrá completado la red de telecomunicación modernizada, con capacidad de explotar servicios telefónicos internacionales, servicios inteligentes internacionales y servicios integrados internacionales, además de interfuncionar con los sistemas de cable óptico mundiales y regionales.

A finales de 1998, China mantenía enlaces de comunicación directos con 87 operadores de 72 países. Se podía interfuncionar en RDSI-BE con 11 países y regiones. Durante los primeros 8 meses de 1999, la duración de las llamadas telefónicas internacionales totalizó 385,3 millones de minutos. El servicio 800 internacional (ITFS) se había extendido a 21 países y regiones; el servicio 800 universal (UIFN) era accesible desde 13 países y regiones, y se había establecido la itinerancia internacional en la red GSM de China Telecom con 60 operadores GSM de 38 países y regiones.

Al terminar 1998, China se había conectado por RDSI-BE con Japón, Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Singapur, etc., a través de tres pasarelas internacionales. A finales de 1999, se había establecido el servicio RDSI internacional entre China y nueve países más dos regiones, como Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Australia y Singapur.

### 2.3 Experiencia y problemas en la introducción de nuevos servicios

En el desarrollo de las empresas de telecomunicaciones en China se han conseguido logros universalmente reconocidos y las numerosas y excelentes experiencias merecen un breve resumen. El MII de China mantiene la unidad, la integridad y el sofisticado encaje de planificación, elección de sistema e instalación de manera unificada, jugando así un papel directivo en el desarrollo del sector de las telecomunicaciones. Las diversas administraciones y oficinas especiales han acumulado numerosas experiencias satisfactorias. Algunas de ellas se exponen a continuación:

- Formulación de objetivos y métodos claros. Algunas administraciones de telecomunicación incluyen el desarrollo de nuevos servicios en los objetivos anuales de la explotación. Cada año se señalan de 8 a 10 puntos de desarrollo o de atención, y se determinan los respectivos responsables de ellos siguiendo el método de evaluación de responsabilidad económica (hasta el nivel de oficina). También se han establecido sistemas de recompensa para el desarrollo de nuevos servicios y métodos preferenciales para que éstos sean utilizados por usuarios importantes. Los seis tipos de servicios nuevos –voz, datos, textos, vídeo (imagen), móviles y servicios inteligentes– se han desarrollado con razonable éxito.
- Reestructuración, gestión de especialidades, división del trabajo con miras a la responsabilidad. A fin de acelerar el desarrollo de servicios nuevos, se ha estructurado un nuevo mecanismo de explotación de servicios orientado a resolver el problema de las instalaciones repetitivas y de la rivalidad de intereses. Se han establecido unas empresas de servicio especiales para realizar desarrollo de servicios y gestión de explotación en casos singulares, por ejemplo, una compañía de la industria de la información, un departamento de integración de sistemas inteligentes y una compañía de audiotex explotan y gestionan, respectivamente, comunicaciones de datos e imagen, construcción de redes inteligentes y servicios de audiotex.
- Investigación y predicciones del mercado, con el oportuno desarrollo. El éxito o el fracaso de los nuevos servicios depende en cierta medida de la previa investigación y predicción del mercado. En consecuencia, el departamento de predicción de mercados ha de desempeñar con pleno rigor su cometido. Antes de desarrollar cada nuevo servicio, deberá informarse a las autoridades sobre la predicción aplicable para que tomen una decisión.
- Introducción de competencia y de una gestión más eficaz. El monopolio ejercido por las administraciones de telecomunicación sobre los nuevos servicios ha pasado ya a la historia debido a la reforma del sistema de telecomunicaciones y a la competencia parcial entre los servicios. Ante esta situación competitiva, todas las administraciones eligen la senda de la mutua alabanza de las ventajas y la unión de esfuerzos en la construcción, marcándose como objetivo aumentar su cuota de mercado. Se han creado entidades mixtas para servicios recientes como la radiobúsqueda, VSAT, EDI, y otros. Los resultados obtenidos son buenos, gracias a la participación múltiple y al desarrollo conjunto al que Correos y Telecomunicaciones (P&T) aporta los principales recursos.
- Intensificación del marketing, realce de las aplicaciones. En los comienzos, los abonados saben todavía muy poco sobre los nuevos servicios, y es preciso emprender una extensa propaganda sobre los mismos. Las administraciones de P&T promocionan los nuevos servicios de telecomunicación y las nuevas tecnologías de la era de la información con ocasión del Día Mundial de las Telecomunicaciones, las reuniones municipales de los principales grupos de construcción de comunicaciones y diversas exposiciones o reuniones de consulta.
- Cada vez hay más ISP implicados en servicios Internet en China debido al creciente acceso de computadores a redes y a las ventajas y facilidades de los diversos servicios de Internet, –por ejemplo, bajas tarifas de comunicación, adquisición de extensos contenidos y numerosas aplicaciones útiles–, con lo que el número de abonados a Internet en China crece sin cesar.

Los principales problemas que plantea la introducción de nuevos servicios en China son los siguientes: falta coordinación global en la instalación de equipamiento técnico porque el mercado de estos equipos de comunicaciones ofrece múltiples suministradores, y ello provoca dificultades de interconexión e interfuncionamiento entre las diversas plataformas y en el desarrollo de nuevos servicios.

A esto hay que añadir que la propaganda de los servicios a introducir no ha sido adecuada. Numerosos clientes no han entendido las aplicaciones y características de los nuevos servicios de telecomunicación. Una propaganda y promoción tan deficiente ha tenido efectos negativos en la introducción y desarrollo de estos nuevos servicios, así como en los ingresos obtenidos.

### **3 Desarrollo actual de la red**

#### **3.1 Visión de conjunto**

El desarrollo de la red se apoya como idea básica en el desarrollo del servicio telefónico y de los nuevos servicios de telecomunicaciones. Se consideran como puntos focales el aumento de la capacidad de comunicación total del conjunto de la red y la mejora del nivel tecnológico merced a la adopción de nuevas tecnologías en la red. China ha estado desarrollando con empeño la red telefónica, la red de comunicaciones de datos, la red de comunicaciones móviles, las redes y plataformas de Internet, así como la red inteligente. Las redes Internet y multimedios en banda ancha experimentan hoy una rápida expansión en China. Se han establecido diversas redes de apoyo y potentes plataformas de alta velocidad para la Internet de este país. Asimismo se ha introducido la avanzada tecnología internacional de comunicación óptica DWDM en todos los proyectos de ampliación de capacidad relativos a cables interurbanos de 12 fibras ópticas. A finales de 1998, la longitud total de las líneas interurbanas de fibra óptica para redes locales y de larga distancia asciende a 680 000 kilómetros, de los cuales 170 000 son de larga distancia. La red de comunicaciones de China es capaz de proporcionar enormes canales de información y plataformas de comunicación fiables para las redes de información económica del estado. China ha construido una red pública de comunicaciones multimedios y tiene instalada una red básica ATM de banda ancha a 155 MHz que enlaza entre sí todas las capitales de provincia.

#### **3.2 Red telefónica pública conmutada (RTPC)**

La estructura de la RTPC de China se compone de tres niveles. El nivel N° 1 es la red básica de ámbito nacional que liga la capital Beijing con todas las capitales de provincia y 4 municipios. El nivel de red N° 2 comprende todas las redes básicas intraprovinciales centradas en sus respectivas ciudades prefectura. En el nivel N° 3 se incluyen todas las redes locales (322 en total) que unen las ciudades prefectura con las cabezas de distrito y numerosas unidades administrativas rurales. Por su tamaño, la red RTPC de China es la segunda del mundo, con una capacidad total de conmutación de 160 millones de líneas.

#### **3.3 Red Internet de China**

A partir de 1995, ChinaNet y China Golden Bridge Network (GBN) tienen acceso directo a la pasarela internacional para prestar servicios comerciales. En la actualidad, el Consejo de Estado de China ha aprobado seis importantes explotaciones comerciales en redes Internet: ChinaNet, Cernet (red de educación e investigación de China), CHINAGBN, CSTNet (red de ciencia y tecnología de China), UNINET y CNCNet. Las estadísticas publicadas en la exposición de 19 de enero de 2000 anunciaron que la capacidad total de China como pasarela internacional para servicios Internet había alcanzado 351 Mbit/s, con conexión a los Estados Unidos, Canadá, Australia, Reino Unido, Alemania, Francia, Japón, Corea, etcétera. ChinaNet tiene la mayor red Internet explotada por China Telecom con una capacidad de 291 Mbit/s, seguida por CHINAGBN con 22 Mbit/s, UNINET con 20 Mbit/s, CSTNet con 10 Mbit/s y CERNET con 8 Mbit/s, respectivamente. Y los clientes de Internet en China han crecido con suma rapidez, desde 100 000 al final de 1996 hasta 8,9 millones al terminar 1999, siendo de esperar que esta cifra siga creciendo hasta 32 millones allá por el 2002. Al finalizar 1999, más de 300 proveedores de servicios Internet (ISP) explotaban servicios de Internet en China. Había 48 695 nombres de dominio registrados, 15 153 sitios WWW y 2 300 sitios *web* registrados de gobiernos de diversos niveles, y 3,50 millones de computadores con acceso a la red de Internet en China. Las cuatro corporaciones de comunicaciones (China Telecom, China Unicom, Jitong Communications Corporation y China Netcom Corporation) han sido autorizadas por el Consejo de Estado para ofrecer diversos servicios de Internet y de telefonía por IP.

### 3.4 Redes de transmisión interurbana

La red de transmisión interurbana de China se divide actualmente en dos categorías: red troncal interprovincial y red de transmisión interurbana intraprovincial, caracterizadas del siguiente modo:

- Se ha completado en su mayor parte la transición de sistemas de transmisión analógica a sistemas de transmisión digital. Tanto los sistemas de transmisión de alta capacidad como los sistemas de transmisión digital para circuitos de servicio interurbano representan más del 99% del total, por lo que la transición de analógico a digital puede considerarse completa.
- La estructura de la red se está modificando. La red troncal interprovincial está pasando de la estructura en árbol a la estructura en malla, mientras que en algunas regiones se han instalado enlaces intraprovinciales digitales en dos niveles, de tipo anillo o de tipo lineal.
- Durante el Octavo Plan Quinquenal, hubo un intenso desarrollo de sistemas PDH, tanto en la red interprovincial como en la intraprovincial, formando así la red de transmisión interurbana con el equipo PDH como núcleo principal. En el Noveno Plan Quinquenal han entrado en funcionamiento gran cantidad de sistemas SDH. Los sistemas SDH y PDH son compatibles y coexistentes desde el año 2000. Con el fin de facilitar la transición de PDH a SDH de la red de transmisión interurbana, la expansión de los sistemas de cable de fibra óptica, la mejora y la modernización del equipo irá introduciendo progresivamente el equipo SDH, excepto en aquellos sistemas PDH que se utilicen en cables ópticos ya tendidos y equipos PDH ya puestos en servicio.

Debido a la construcción uniforme de las redes troncales interurbanas de cable óptico en China, más del 90% de las prefecturas y ciudades estarán atendidas por redes troncales de fibra óptica y la red SDH deseada adoptará finalmente una estructura en tres niveles: las redes troncales interurbanas del nivel uno y el nivel dos se combinarán en una sola red básica de transmisión interurbana.

Con miras a potenciar la seguridad de la red, la red de transmisión troncal interurbana de China utilizará medios de comunicación de muchos tipos, principalmente cables de fibra óptica, y con carácter auxiliar sistemas de satélite y microondas digitales.

Al terminar 1998, China había completado fundamentalmente 8 arterias troncales de fibra óptica horizontales y 8 verticales, que enlazaban entre sí 31 provincias, municipios y regiones autónomas por todo el país. La longitud total de las líneas de cable óptico en China ha llegado a 1 millón de kilómetros, en los que se incluyen 0,2 millones de kilómetros de líneas troncales de larga distancia y 5 000 kilómetros de líneas troncales de larga distancia instalados por Unicom. La red SDH ha llegado a 31 ciudades por encima del nivel de capital provincial, y las redes SDH intraprovinciales empiezan ya a perfilarse. En 1998 se completaron siete proyectos de enlaces troncales SDH por microondas. La longitud total de cables de fibra óptica ha alcanzado 949 632 km al finalizar 1999. Por entonces la longitud total de los enlaces digitales por microondas ascendía a 69 000 kilómetros.

### 3.5 Redes de sincronización digitales

La red de sincronización digital de China Telecom comprende los HSTP, los LPR y los BITS. Se han completado la primera y la segunda fase del proyecto de construcción de esa red, con lo que 31 capitales de provincia han construido sus respectivas redes de sincronización, y han empezado ya a tomar forma las redes de sincronización intraprovinciales.

### 3.6 Redes inteligentes

China tiene una red inteligente internacional (RI) con tres nuevas centrales pasarela internacionales para los servicios normales de telecomunicación y servicios de RI. China ha combinado su RI internacional con la RI nacional. Esta red RI nacional se compone de un conjunto de SSP y SCP, un SMP y un SCEP. Se han establecido asimismo redes RI provinciales en todas las provincias y regiones autónomas, excepto en el Tíbet.

### 3.7 Redes de acceso

La mayoría de las redes de acceso en China utilizan pares locales de cobre trenzado, y en unas pocas áreas metropolitanas hay un reducido número de abonados conectados por fibra óptica para admitir sistemas digitales de portadora de bucle de abonado (SLC, *subscriber loop carrier*). Desde la última mitad de la década de 1990, sobre todo a partir de 1998, China ha progresado enormemente en la aplicación de las técnicas FTTC (*fiber-to-the-curb*, fibra hasta la acera), FTTB (*fiber-to-the-building*, fibra hasta el edificio) y FTTH (*fiber-to-the-home*, fibra hasta el domicilio). El empleo de los cables ópticos en la red de acceso ha supuesto un gran avance en las ciudades de tamaño grande y mediano y en las regiones económicamente desarrolladas, promoviendo así la informatización de la economía nacional y las comunicaciones en vídeo. Beijing, Shanghai y Guangzhou son los modelos destacados. Por ejemplo, la aplicación de FTTC y FTTB ha hecho progresar notablemente las redes de acceso de telecomunicaciones. China ha adoptado avanzadas soluciones del tipo ADSL (*asymmetric digital subscriber loop*, bucle de abonado digital asimétrico) o RDSI-BE fijas, red IP, LAN, y de acceso inalámbrico (WLL, *wireless local loop*) en redes locales de acceso. Asimismo, se ha impulsado enérgicamente la implantación de FTTC, FTTB, FTTO y FTTZ con SDH y PON como principales medios de transmisión en los años recientes y en los venideros.

## 4 Objetivos de desarrollo del sector de las telecomunicaciones en China

### 4.1 Principales objetivos de desarrollo de la industria de telecomunicaciones en el año 2000

Volumen de facturación total de los servicios de telecomunicación: 260 000 millones de yuan (RMB), con aumento de hasta el 21%.

Capacidad total de las centrales telefónicas fijas recién instaladas: 20 millones de líneas.

Número de abonados de telefonía fija recién incorporados: 18,50 millones.

Número de los abonados de comunicaciones móviles recién incorporados: 25 millones.

Número de los abonados de comunicaciones de datos y multimedios recién conectados: 7,1 millones.

Índice de penetración nacional de la telefonía: 16 teléfonos por cada 100 personas.

Índice de penetración urbana de la telefonía: 29 teléfonos por cada 100 personas.

Porcentaje de poblaciones administrativas con acceso al servicio telefónico: 85%.

Producción total de centrales de conmutación SPC fabricadas en China: 21 millones de líneas.

Producción total de centrales de conmutación para servicio móvil fabricadas en China: 25 millones de líneas.

Número de teléfonos móviles fabricados en China: 37 millones.

## CAPÍTULO 3

### 3 Redes y servicios móviles celulares digitales

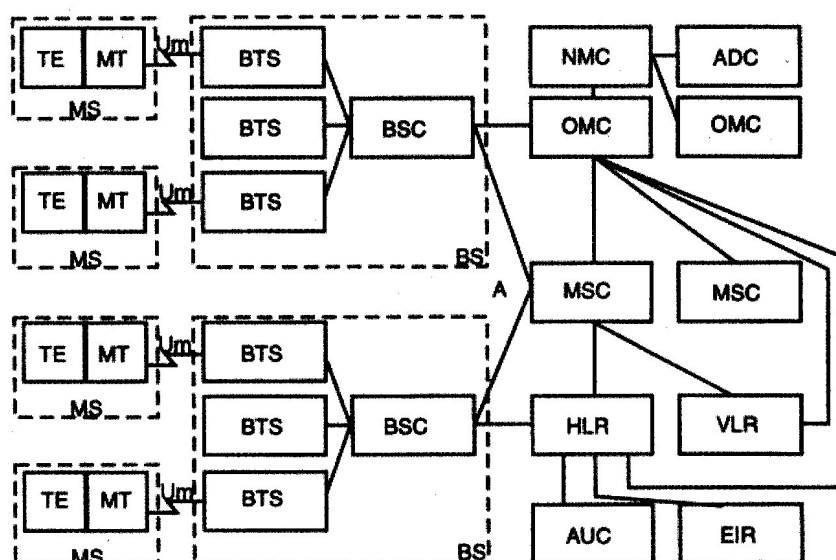
#### 3.1 Sistema mundial de comunicaciones móviles (GSM)

##### 3.1.1 Introducción

En el contexto de normalización y lanzamiento del sistema digital paneuropeo de comunicaciones móviles celulares llamado GSM, resulta útil proporcionar al profesional de las comunicaciones una introducción rudimentaria sobre las principales características del sistema. Las licencias de operación concedidas a 126 proveedores de servicio en 75 países justifican que a menudo se considere al GSM como el sistema mundial de comunicaciones móviles. Las especificaciones del GSM fueron publicadas en un conjunto de trece recomendaciones (ETSI, 1988), resumidas en el punto 3.2.8, que abarcan los diversos aspectos del sistema.

Los elementos de sistema de una red móvil terrestre pública (RMTP) del GSM se representan en la figura 3.1, donde asimismo se indican sus interconexiones a través de las interfaces normalizadas A y Um. La estación móvil (MS, *mobile station*) se comunica con las estaciones de base (BS, *base station*) servidora y adyacente a través de la interfaz radioeléctrica Um, y a su vez las BS se conectan al centro de conmutación de los servicios móviles (MSC, *mobile switching centre*) por medio de la interfaz de red A. Como se aprecia en la figura 3.1, la MS incluye una terminación móvil (MT, *mobile termination*) y el equipo terminal (TE, *terminal equipment*). El TE puede estar constituido, por ejemplo, por un aparato telefónico y un equipo de facsímil. La MT realiza las funciones necesarias para sustentar el canal físico entre la MS y la estación de base, tales como transmisiones radioeléctricas, gestión del canal radioeléctrico, codificación/decodificación del canal, codificación/decodificación del habla, y otras por el estilo.

Figura 3.1 – Estructura simplificada del GSM



La estación de base se divide funcionalmente en varias estaciones transeceptoras de base (BTS, *base transceiver station*) y un controlador de estación de base (BSC; *base station controller*). La BS es responsable de la atribución de canales (R.05.09), el control de la calidad del enlace y el balance de potencia (R.05.06 y R.05.08), el control del tráfico de señalización y difusión, los saltos de frecuencia (FH, *frequency hopping*) (R.05.02), la iniciación del traspaso (HO, *handover*) (R.03.09 y R.05.08), etcétera. El MSC representa la pasarela hacia otras redes, como la red telefónica pública conmutada (RTPC), la red digital de servicios integrados (RDSI) y las redes de datos por paquetes que utilizan las funciones de interfuncionamiento normalizadas en la Recomendación R.09. Las restantes funciones del MSC comprenden la radiobúsqueda, la actualización de posición de MS (R.03.12), el control de HO (R.03.09), etcétera. La gestión de movilidad de la MS cuenta con la asistencia del registro de posiciones propio (HLR, *home location register*) (R.03.12), que almacena parte de la información de posición de la MS y encamina la llamada entrante al registro de posiciones de visitantes (VLR, *visitor location register*) (R.03.12) encargado de la zona en la que se desplaza la MS buscada.

La estación móvil solicita una actualización de la posición siempre que detecte, a partir de los mensajes recibidos y decodificados del canal de control de difusión (BCCH, *broadcast control channel*), que ha entrado en una nueva zona de posición. El HLR contiene, además de varios otros parámetros, la identidad internacional de abonado móvil (IMSI, *international mobile subscriber identity*), utilizada para la autenticación del abonado (R.03.20) por su centro de autenticación (AUC, *authentication centre*). De este modo, puede el sistema confirmar que el abonado tiene el acceso autorizado. Cada abonado pertenece a una red propia, en cuyo HLR se han introducido los servicios específicos que le está permitido utilizar. El registro de identidades de equipo (EIR, *equipment identity register*) permite que los operadores de redes identifiquen las estaciones móviles robadas, fraudulentas o defectuosas. El VLR es la unidad funcional que da servicio a una MS situada fuera de la zona de su HLR. La MS visitante queda automáticamente registrada en el MSC más próximo, y se informa al VLR de la llegada de la MS. Se asigna entonces un número itinerante a la MS, lo que permite encaminar llamadas a la misma. El centro de operación y mantenimiento (OMC), el centro de gestión de red (NMC) y el centro de administración (ADC) son las entidades funcionales mediante las cuales se vigila, controla, mantiene y gestiona el sistema (R.12).

Para iniciar la llamada, la MS busca una BS en la que el nivel de la señal recibida en la portadora del BCCH sea suficientemente elevado; espera hasta reconocer una ráfaga de corrección de frecuencia y se sincroniza con ella (R.05.08). La BS asigna entonces un canal de señalización bidireccional y además establece un enlace con el MSC a través de la red. Más tarde se explicará cómo ayuda a este proceso la estructura de la trama de control. El MSC utiliza la IMSI recibida de la MS para interrogar su HLR y envía los datos obtenidos al VLR que le atiende.

Tras la autenticación (R.03.20), la MS proporciona el número de destino, la BS asigna un canal de tráfico y el MSC encamina la llamada hacia su destino. Si la MS se traslada a otra célula, es asignada de nuevo a otra BS y tiene lugar un traspaso (HO). Si las dos BS involucradas en el proceso de traspaso están controladas por el mismo BSC, el traspaso se verifica bajo el control de ese BSC; de no ser así, será el MSC quien controle el proceso. En el caso de las llamadas entrantes, la MS deberá ser buscada por el BSC. Se transmite una señal de búsqueda por un canal de radiobúsqueda (PCH, *paging channel*) observado constantemente por todas las MS, y que cubre la zona de posición por la que se desplaza la MS. En respuesta a dicha señal, la MS ejecuta un procedimiento de acceso idéntico al empleado cuando la MS inicia una llamada.

### 3.1.2 Canales lógicos y físicos

Los canales lógicos de tráfico y de control en GSM están normalizados en la Recomendación R.05.02, mientras que su correspondencia con canales físicos se aborda en las Recomendaciones R.05.03. El objetivo esencial del sistema GSM es transmitir la información de voz o datos que proporciona el canal de tráfico (TCH, *traffic channel*) lógico. Para transmitir tal información por la red se requiere una diversidad de canales de control lógicos. Los canales de tráfico de voz y datos pueden adoptar dos formas generales: canales de tráfico a plena velocidad (TCH/F, *traffic channel full-rate*), que transportan información a una velocidad nominal de 22,8 kbit/s, y los canales de tráfico a velocidad mitad (TCH/H, *traffic channel half-rate*) que comunican a 11,4 kbit/s. Un canal físico transporta un canal de tráfico a plena velocidad, o bien



dos canales de tráfico a velocidad mitad. En el primer supuesto, el canal de tráfico ocupa un intervalo de tiempo, y en el segundo, los dos canales a velocidad mitad se sitúan en el mismo intervalo de tiempo, pero en tramas alternadas.

En un sistema de acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT) el canal físico viene definido por un intervalo de tiempo al que se le asigna un número (TN, *timeslot number*) en una secuencia de tramas AMDT. El sistema GSM, sin embargo, presenta la AMDT combinada con saltos de frecuencia (FH), y por tanto el canal físico está dividido tanto en tiempo como en frecuencia. Se sabe que los saltos de frecuencia (R.05.02) combinados con el intercalado son muy eficaces para combatir el desvanecimiento de los canales y dan lugar a una calidad de funcionamiento próxima a la Gaussiana aun en presencia de canales hostiles, propensos al desvanecimiento Rayleigh. El principio del FH es que cada ráfaga AMDT se transmite por un canal de radiofrecuencia (RFCH) diferente. Si la ráfaga AMDT actual está afectada por un fuerte desvanecimiento, probablemente la siguiente ráfaga no va a estarlo. En consecuencia, el canal físico se define como una secuencia de canales de radiofrecuencia y de intervalos de tiempo. Cada frecuencia portadora sustenta ocho canales físicos ubicados en ocho intervalos de tiempo dentro de una trama AMDT. Un canal físico determinado siempre utiliza el mismo TN en todas las tramas AMDT. Por consiguiente, la secuencia de intervalos de tiempo está definida por un TN y una secuencia de números de trama AMDT.

### 3.1.3 Transmisión de voz y datos

La recomendación R.06.10 da normas para codificación de la voz, mientras que la Recomendación R.05.02 especifica la correspondencia entre la información lógica del canal de tráfico de voz y el canal físico constituido por un intervalo de tiempo de una cierta portadora. Puesto que la corrección de errores forma parte de este proceso de correspondencia, también interviene en estas cuestiones la recomendación R.05.03. El ejemplo del canal de tráfico de voz a plena velocidad (TCH/FS) se utiliza aquí para aclarar cómo se hace corresponder este canal lógico con el canal físico constituido por lo que se llama una ráfaga (NB) de la estructura de trama AMDT. Esta correspondencia se explica recurriendo a las figuras 3.2 y 3.3.

Figura 3.2 – Estructura de tramas AMDT en GSM

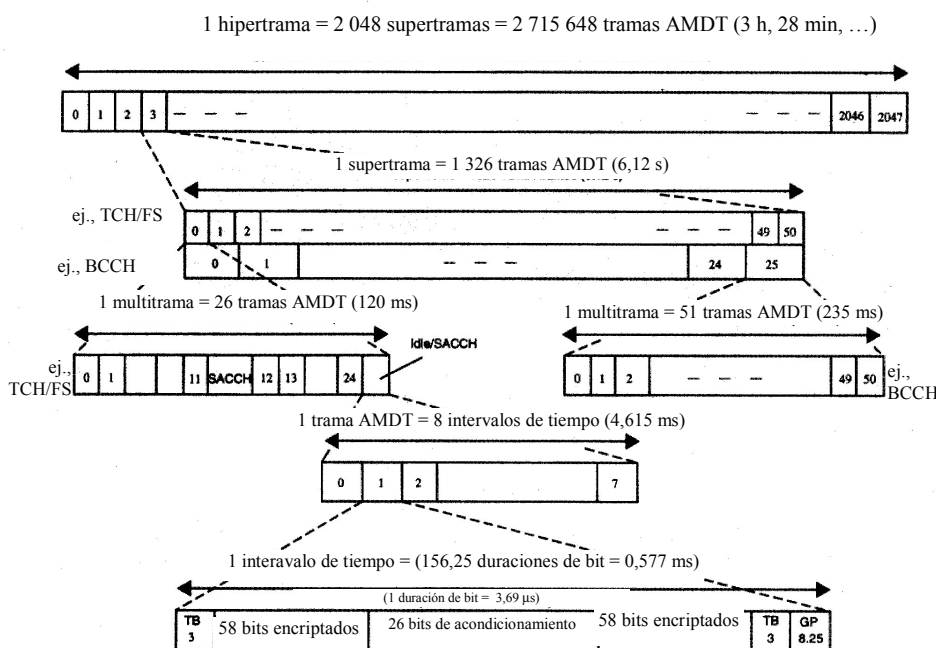
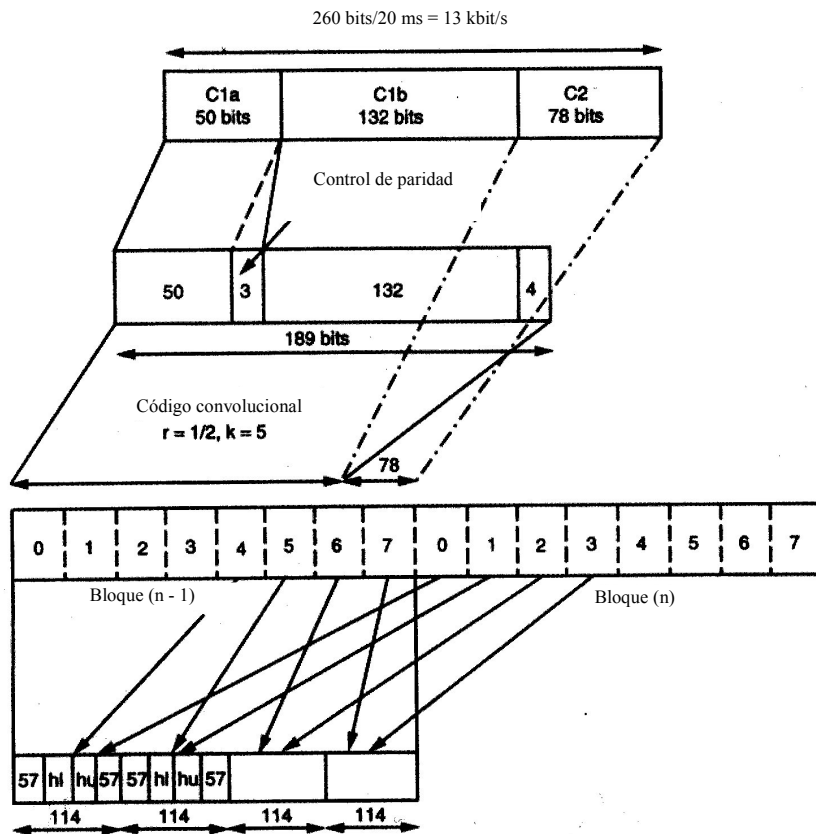


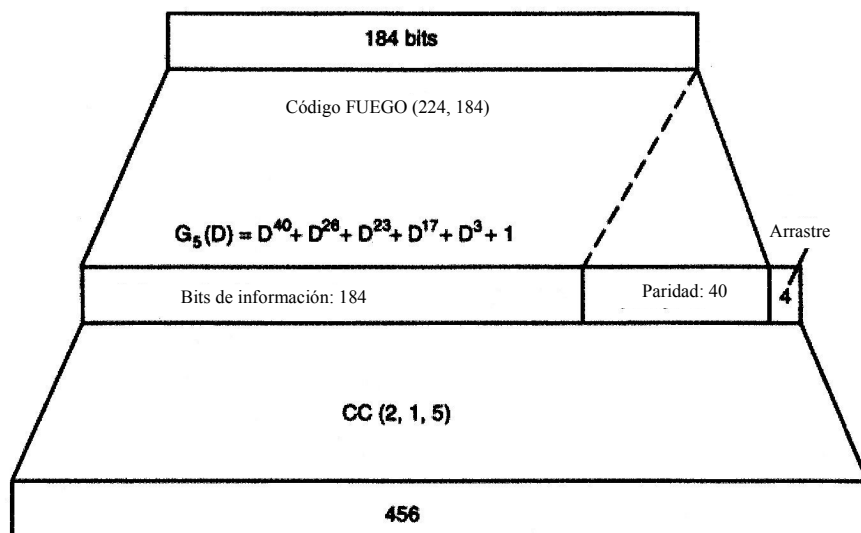
Figura 3.3 – Correspondencia del canal lógico TCH/FS con un canal físico



### 3.1.4 Transmisión de señales de control

La extracción exacta, la corrección de errores en recepción (FEC), la codificación y la ubicación de la información del canal de control lógico sobrepasa el alcance de este capítulo, y el lector interesado encontrará un examen detallado en ETSI, 1988 (R.05.02 y R.05.03) y en Hanzo y Stefanov, 1992. Como ejemplo, en la figura 3.4 se expone la correspondencia de los mensajes de 184 bits de los canales SACCH, FACCH, BCCH, SDCCH, PCH y del canal de control de concesión de acceso AGCH, con un bloque de 456 bits, es decir, con cuatro ráfagas de 114 bits. Un sistema de código FIRE o código convolucional concatenado de doble capa genera 456 bits, utilizando una relación de código  $R = 184/456$ , que proporciona una mejor protección a los canales de control que la protección contra errores de los canales de tráfico.

Figura 3.4 – FEC en SACCH, FACCH, BCCH, SDCCH, PCH y AGCH



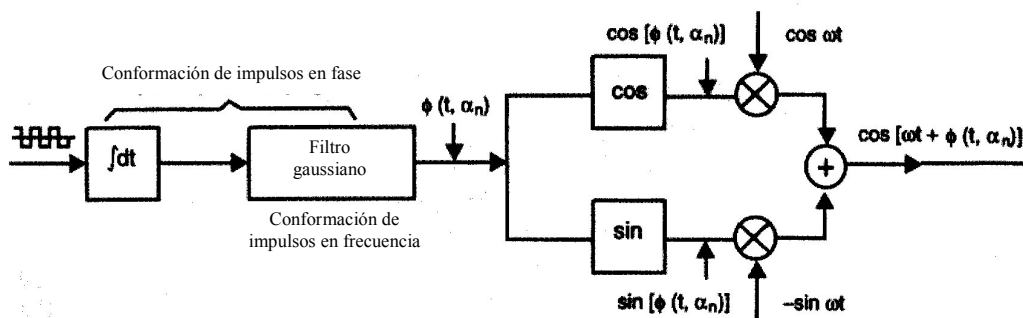
### 3.1.5 Aspectos de sincronización

Aunque ciertos aspectos de la sincronización se han normalizado en la Recomendación R.05.02 y R.05.03, esta recomendación GSM no especifica cuáles algoritmos de sincronización BS-MS han de utilizarse realmente, cuestión que deben decidir los fabricantes de equipo. No obstante, se define un conjunto especial de contadores de base de tiempos con el fin de garantizar un sincronismo perfecto entre BS y MS. La BS envía a la MS la ráfaga de corrección de errores (FCB) y la ráfaga de sincronización (SB) en intervalos de tiempo específicos de la portadora BCCH al objeto de asegurar que el patrón de frecuencia de la MS está perfectamente alineado con el de la BS, así como de informar a la MS acerca del estado inicial requerido de sus contadores internos. La MS transmite su tráfico marcado con numeración especial y la ráfaga de control con tres intervalos de tiempo de separación respecto a los de la BS, a fin de evitar que la MS transmita y reciba simultáneamente. Asimismo tiene en cuenta la temporización de adelanto (TA, *timing advance*) requerida para admitir diferentes retardos de ida y retorno BS-MS-BS.

### 3.1.6 Modulación de desplazamiento mínimo con filtro gaussiano (MDMG)

El sistema GSM utiliza la modulación MDMG de respuesta parcial y envolvente constante especificada en la Recomendación R.05.04. Los sistemas de modulación de fase continua y envolvente constante resisten bien al desvanecimiento de la señal y a las interferencias, y utilizan eficazmente el espectro. Cuanto más lentos y suaves sean los cambios de fase, mejor será la eficacia de utilización del espectro puesto que la señal variará con menos brusquedad y sus componentes serán de frecuencias inferiores. El efecto de un bit de entrada, sin embargo, se extiende a varios periodos de bit, y ello conduce al sistema llamado de respuesta parcial, que exige un ecualizador de canal con el fin de suprimir esta interferencia entre símbolos (ISI), deliberada y controlada, aun en ausencia de una dispersión de canales incontrolada.

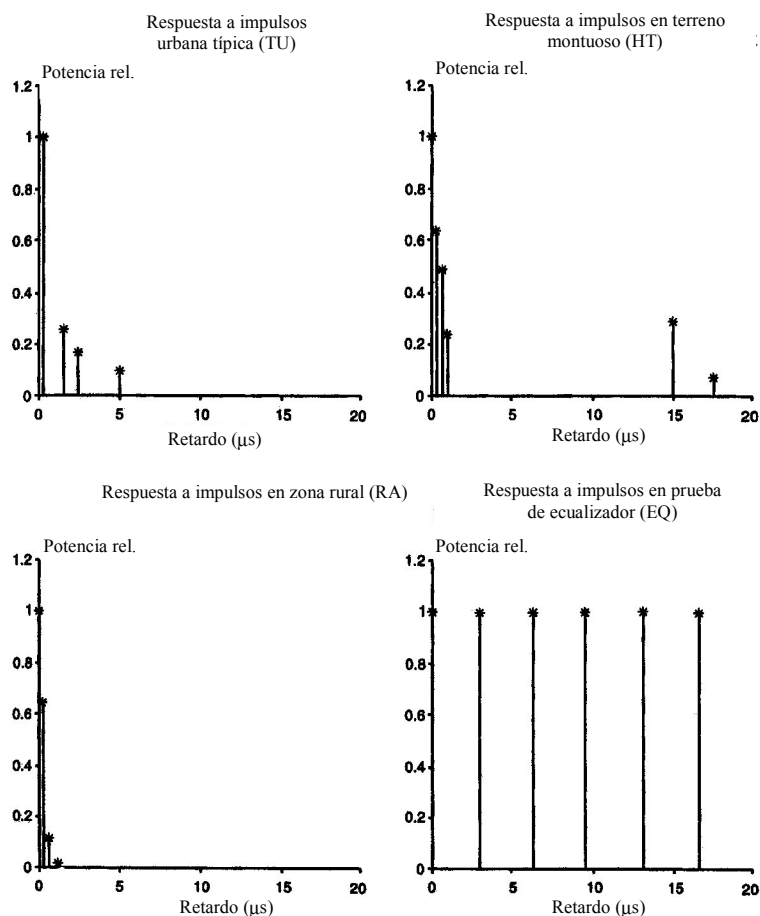
Figura 3.5 – Diagrama esquemático del modulador MDMG



### 3.1.7 Modelos de canal de banda ampliada

En la figura 3.6 se ilustra el conjunto de respuestas a impulsos de 6 niveles en GSM según especifica la Recomendación R.05.05, en la que los trayectos de propagación individuales son trayectos independientes con desvanecimiento Rayleigh, ponderados por el oportuno coeficiente  $h_i$  que corresponde a sus potencias relativas. En términos sencillos, la respuesta a impulsos del canal de banda ampliada se mide transmitiendo un impulso y detectando los ecos recibidos a la salida del canal en cada uno de los llamados recipientes de retardo (*delay bin*), con separación  $D$ . En algunos recipientes no se recibe ninguna componente multitrayecto separada y atenuada, mientras que en otros se detecta una energía apreciable, dependiendo de los objetos reflectantes típicos y su distancia desde el receptor. El retardo del trayecto puede relacionarse fácilmente con la distancia de los objetos reflectantes, dado que las ondas radioeléctricas se propagan con la velocidad de la luz. Por ejemplo, a la velocidad de 300 000 km/s, un objeto reflectante situado a 0,15 km de distancia proporciona una componente multitrayecto con un retardo de ida y vuelta de 1  $\mu$ s.

Figura 3.6 – Respuestas a impulsos típicas de un canal GSM



### 3.1.8 Transmisión discontinua

Los aspectos relativos a transmisión discontinua (DTX) se han normalizado en la Recomendación R.06.31, mientras que la R.06.32 especifica los problemas de detección de actividad vocal (VAD, *vocal activity detection*) asociados. Suponiendo una actividad oral media del 50% y un elevado número de fuentes de interferencia combinado con el empleo de saltos de frecuencia para aleatorizar la carga de interferencias, pueden conseguirse notables ganancias en la eficacia de utilización del espectro al establecer transmisiones discontinuas que disminuyan las interferencias y además reduzcan la disipación de potencia. A fin de reducir el consumo de energía, las MS están obligadas a funcionar en DTX total, en cambio las BS sólo exigen funciones DTX en la recepción.

El problema fundamental en la detección de actividad vocal es cómo diferenciar el habla del ruido, al tiempo que se mantienen en el nivel más bajo posible la falsa activación por ruido y el recorte de las bruscas elevaciones de voz. En las MS montadas en vehículos el problema de reconocimiento voz/ruido se agudiza por el excesivo ruido de fondo del vehículo. Para resolverlo se recurre a una combinación de comparaciones de umbral y técnicas de dominio espectral. Otro importante problema asociado es la aparición de segmentos inactivos carentes de ruido, el cual se mitiga mediante la inserción en el receptor de tonos de espera (CNI, *comfort noise insertion*) en esos segmentos.

### 3.1.9 Resumen

A continuación se resumen las características más destacadas del sistema GSM.

Se utiliza acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT) con ocho usuarios por portadora y una velocidad multiusuario de 271 kbit/s, lo que exige un ecualizador de canales para combatir la dispersión en los entornos de grandes células. La frecuencia de segmentos protegida contra errores de los canales de tráfico a plena velocidad es de 22,8 kbit/s, mientras que en los canales a velocidad mitad es de 11,4 kbit/s. Aparte de los canales de tráfico de voz a velocidad total y mitad, existen 5 canales de tráfico de datos de diferente velocidad y 14 canales diversos de control y señalización para el soporte de la operación del sistema. Se utiliza un códec de señales de voz moderadamente complejo, excitado por impulsos regulares a 13 kbit/s y provisto de un predictor a largo plazo (LTP, *long term predictor*), el cual se combina con un códec con corrección de errores de tres clases integrada y un intercalado multicapa para proporcionar a los bits de conversación una protección contra errores desigual, adaptada a la sensibilidad. Se mantiene en 57,5 ms el retardo global de las señales vocales. Los saltos de frecuencia lentos a 217 saltos/s proporcionan una mejora sustancial de la calidad de funcionamiento para los peatones que marchen despacio.

**Cuadro 3.1 – Resumen de las características GSM**

Característica de sistema	Especificación
Anchura de banda del enlace ascendente, MHz	890-915 = 25
Anchura de banda del enlace descendente, MHz	935-960 = 25
Anchura de banda total GSM, MHz	50
Separación de portadoras, kHz	200
Número de portadoras RF	125
Acceso múltiple	AMDT
Número de usuarios/portadora	8
Número total de canales	1000
Velocidad de ráfaga AMDT, kbit/s	271
Modulación	MDMG
Eficacia de anchura de banda, bit/s/Hz	1,35
Ecualizador de canales	Sí
Velocidad de codificación de la voz, kbit/s	13
Frecuencia de voz codificada FEC, kbit/s	22,8
Codificación FEC	Bloque/convolucional integrada
Saltos de frecuencia, saltos/s	217
DTX y VAD	Sí
Radio máximo de la célula, km	35

Se aplica una MDMG de respuesta parcial y envolvente constante con canales espaciados en 200 kHz para soportar 125 canales dúplex en las bandas de 890-915 MHz del enlace ascendente y 935-960 MHz del enlace descendente, respectivamente. A una velocidad de transmisión de 271 kbit/s se consigue una eficacia de utilización del espectro de 1,35 bit/s/Hz. El ecualizador de canales elimina las interferencias

entre símbolos: la controlada que induce la MDMG, y la no controlada que induce el canal. Se ha introducido un conjunto de canales GSM de banda ampliada normalizados con el fin de disponer de referencias para la comparación de calidades de funcionamiento. Para asegurar que el balance de potencia sea eficaz y la interferencia cocanal sea mínima, se combina una potencia adaptable con un control de traspaso basado en promediar ponderadamente hasta ocho parámetros de sistema de los enlaces ascendente y descendente. La interferencia y el consumo de energía se reducen todavía más por medio de las transmisiones discontinuas, con ayuda de una detección fiable de actividad vocal en el dominio espectral y la inserción de tonos de espera. Siendo general la encriptación, no se envía por el radioenlace información alguna que no esté protegida. El resultado es que pueden establecerse comunicaciones móviles de alta calidad y eficaz utilización del espectro, capaces de una gran variedad de servicios y de itinerancia internacional, en células de hasta 35 km de radio con relaciones señal a ruido e interferencia superiores a 10-12 dB. Las características esenciales del sistema se resumen en el cuadro 3.1.

En 1990, a petición del Reino Unido, se añadió a los objetivos del grupo de normalización la especificación de una versión del GSM adaptada a la banda de frecuencia de 1 800 MHz, con una atribución de frecuencia de dos veces 75 MHz. Esta variante, denominada DCS1800 (sistema celular digital 1800) se orienta a conseguir superiores capacidades en las zonas urbanas, por ejemplo en el tipo de aplicación de mercado masivo llamada RCP (red de comunicaciones personales) (cuadro 3.2).

---

**Cuadro 3.2 – Resumen de características GSM y DCS**

<b>Sistema</b>	<b>DCS-1800</b>
Acceso múltiple	AMDT/AMDF
Banda de frecuencia, MHz Enlace ascendente Enlace descendente	1710-1785 1805-1880 (Reino Unido)
Separación de canales RF, kHz Enlace ascendente Enlace descendente	200 200
Modulación	MDMG
Potencia transmisión portátil Máxima/promedio	1W/125 mW
Codificación de la voz Velocidad de señales vocales, kbit/s Canal de voz/RF	RPE-LTP 13 8
Velocidad binaria de canal, kbit/s Enlace ascendente Enlace descendente	270,833 270,833
Codificación de canal	Conversión de relación ½
Trama, ms	3,615

---

## 3.2 Telecomunicaciones móviles internacionales (IMT-2000)

### 3.2.1 Introducción

Al terminar el año 1999 el mercado de la telefonía celular alcanzaba 468 millones de usuarios en todo el mundo. Esta imagen expansiva del mercado de móviles está subrayada por el espectacular crecimiento de los abonados del primer sistema celular móvil digital denominado GSM, que cuenta con más de 250 millones de clientes. Es obvio que una expansión de tal magnitud fuerza a reconsiderar la situación con miras a asegurar que el mercado de comunicaciones móviles desarrollará a largo plazo servicios de la tercera generación.

En 1992 todavía se desconocía el tipo de servicios que prestaría esa tercera generación, e incluso hoy, aunque se sabe mucho más sobre el tema que en 1992, no es posible definirlos. Los servicios multimedia constituirán un nuevo mercado para las actividades de telecomunicaciones, además de las comunicaciones móviles de voz y datos a baja velocidad ya desarrolladas. La Internet será asimismo el principal impulsor de las aplicaciones móviles, y para la economía mundial es importante que Internet se extienda a las ondas. En el año 2002, cuando se inicien los primeros servicios IMT-2000, Internet tendrá más 500 millones de usuarios registrados en todo el mundo. Tal abundancia de usuarios tendrá fuerza suficiente para hacer avanzar las aplicaciones en este sector de actividades. Lanzar al aire Internet (y las Intranet) añadirá movilidad al mercado básico de comunicaciones alámbricas, considerado ya un mercado de masas mundial.

En este contexto, la comunidad internacional ha reconocido que será de gran valor analizar los recientes desarrollos del mercado y comprobar si el espectro disponible será o no suficiente para satisfacer las necesidades de los clientes. Además de las bandas destinadas a la segunda generación, la CMR-92 ha identificado, con carácter mundial, un total de 230 MHz de espectro en las bandas de 2 GHz (véase la figura 3.7). Estos 230 MHz se dividen en 170 MHz para utilización terrenal mundial y 60 MHz cuya utilización se comparte con la vía satélite, entendiéndose que las IMT-2000 contiene un componente terrenal y un componente por satélite. [El nombre IMT-2000 indica a la vez que el sistema comenzará en el siglo y que utiliza la banda de 2 000 MHz del espectro.] Más recientemente, la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-2000) ha atribuido nuevas bandas de frecuencias a las componentes terrenal y móvil del IMT 2000. Para más información, se ruega consultar las Actas finales de la CMR-2000.

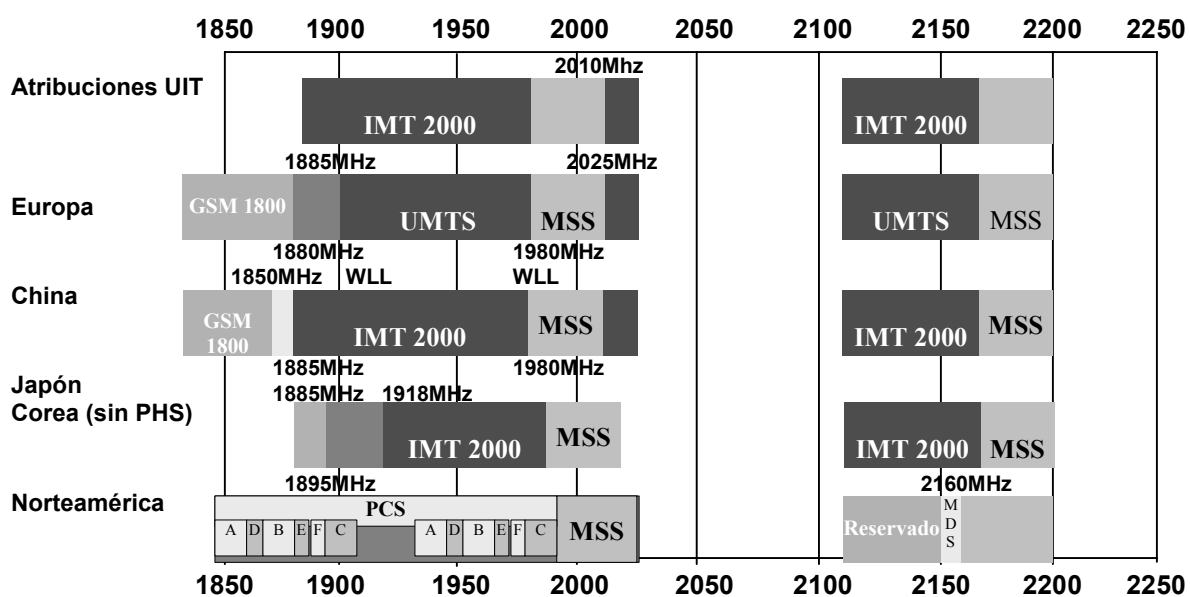
Como se aprecia en la figura 3.7, son varias las regiones del mundo que han convergido en la dirección del acuerdo CAMR-92:

- La CEPT en Europa puede disponer de todo el espectro señalado por la UIT, a excepción de 15 MHz ya atribuidos a las DECT. Se dedican, pues, 155 MHz a servicios terrenales con 60 MHz adicionales para servicios UMTS por satélite.
- En China, los recientes debates del Foro UMTS reflejan que las atribuciones de la UIT se asemejan bastante a las de Japón y Corea. Puede darse por sentado que podría disponerse de la mayor parte de las bandas señaladas por la UIT. Algunos segmentos están asignados a sistemas de acceso inalámbricos. Sin embargo, todavía no se ha adoptado una decisión o plan final.
- Corea ha indicado ya las atribuciones de espectro para utilización en bandas emparejadas y no emparejadas: 1 895-1 920 MHz, 1 920-1 980 MHz, 2 010-2 025 MHz, 2 110-2 170 MHz.
- El Ministerio de Correos y Telecomunicaciones de Japón proyecta asignar el espectro de la CAMR-92 a sistemas de la tercera generación del mismo modo que los europeos, con la diferencia de que la banda de frecuencias 1 895 MHz a 1 918,1 MHz está ya atribuida a los servicios PHS.
- El escenario norteamericano es ligeramente diferente. La introducción de servicios PCS y el sistema de subastas condujo a una partición en licencias de  $2 \times 15$  MHz y  $2 \times 5$  MHz hasta llegar a 1 980 MHz. Esta utilización del espectro plantea la cuestión de cómo se puede armonizar el equipo radioeléctrico con los servicios IMT-2000 en Europa y Japón, así como en el resto del mundo. Un ejemplo es que la norma de interfaz radioeléctrico se ha de acomodar en bloques de 5 MHz.



- Las restantes regiones del mundo, como África, pueden continuar con la decisión adoptada en la CAMR-92. No existen indicaciones en otro sentido, lo que significa que el objetivo fijado por la UIT de llegar a una atribución del espectro IMT-2000 armonizada a escala mundial sigue siendo válido para la mayoría de las partes del mundo.

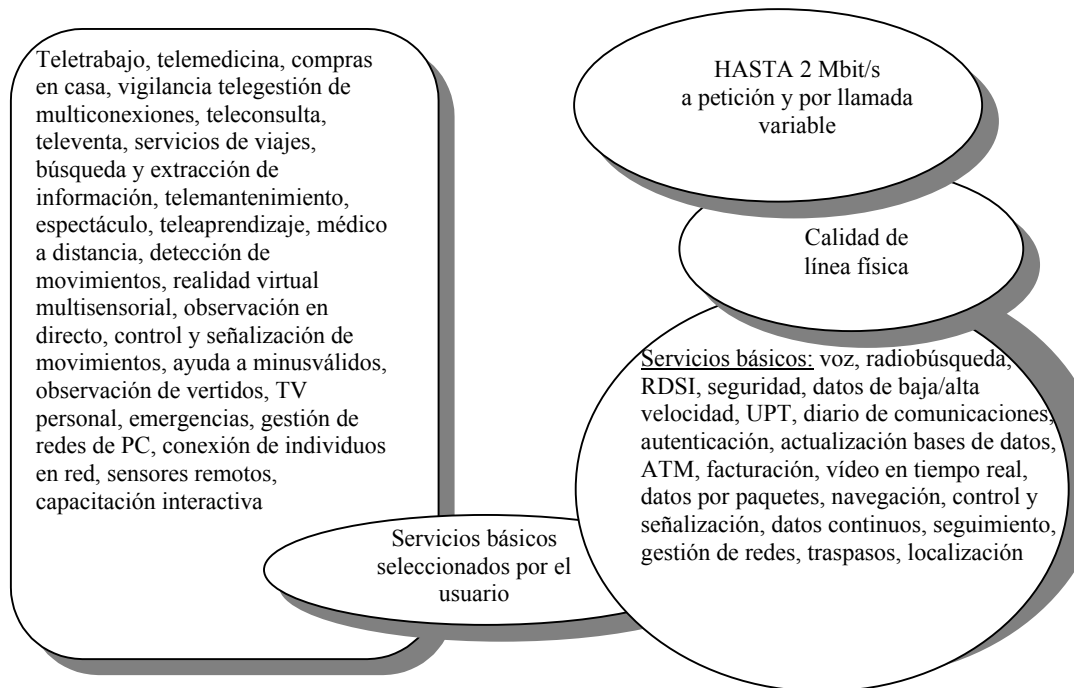
Figura 3.7 – Bandas de frecuencia para el IMT-2000



### 3.2.2 El sistema IMT-2000

El sistema IMT nace de una visión que contempla el usuario de las comunicaciones personales dentro de la sociedad de la información del siglo actual. (El UMTS pertenece a la familia de sistemas IMT-2000). El procesamiento y distribución de información –vídeo y voz, facsímil y datos– entre usuarios y proveedores caracteriza la sociedad del mañana (figura 3.8).

---

**Figura 3.8 – Multimedia personalizados**



---

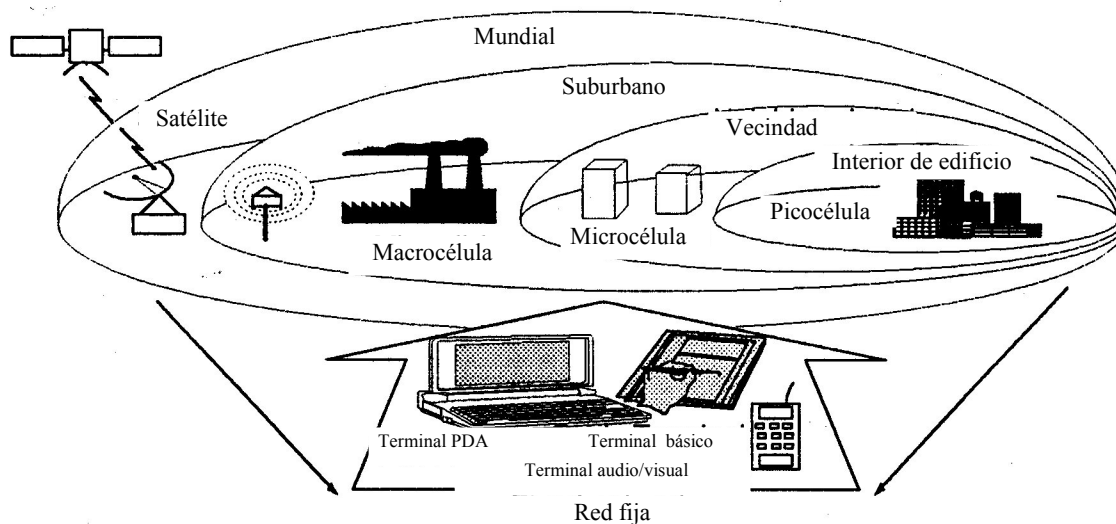
Las IMT comprenden la tercera generación de las tecnologías de sistemas radioeléctricos móviles dedicados a aplicaciones multimedia en banda ancha. Cabe esperar, sin embargo, que la era de la información suscite la demanda de telecomunicaciones multimedia personales en las que el usuario mantenga agrupados los servicios básicos disponibles antes de la comunicación y en el curso de la misma. Se requiere una atribución flexible de recursos radioeléctricos con velocidad binaria imposible de predecir y caudal de transmisión asimétrico, así como un equipo de usuario final de elevada potencia de procesamiento. Tal es el desafío que se plantea a la industria de telecomunicaciones, a la de la información y probablemente al mercado de los medios de comunicación.

La liberalización mundial de las telecomunicaciones permitirá a los operadores de servicios móviles ofrecer servicios de redes fijas, y viceversa. En esta situación se hace esencial una tecnología IMT capaz de operar en banda ancha en múltiples entornos para garantizar que los operadores de móviles puedan competir en un mercado altamente concurrido como el de las telecomunicaciones.

En este contexto, algunos operadores se preparan ya para la convergencia de las redes fijas y móviles. Se aprovecharán para ello de desarrollos como las redes inteligentes, la creación de servicios y la numeración personal. En consecuencia, el soporte de la convergencia de redes fijas y celulares es una cualidad esencial de las IMT, tanto para el operador como para el usuario.

Uno de los principales objetivos de las IMT es la integración de heterogéneos entornos de sistemas de radiocomunicación diferentes, sujetos a distintas normas, con diferentes aplicaciones y características, y tamaños de células que varían desde las muy pequeñas («pico» y «micro») hasta las muy grandes («hiper»).

Figura 3.9 – Redes alámbricas e inalámbricas integradas con capacidad de banda ancha



IMT ofrecerá métodos de acceso actualmente atendidos por sistemas especializados:

- redes públicas celulares
- inalámbricas para uso doméstico
- terminal inalámbrico móvil
- PABX inalámbrica
- LAN inalámbrica
- bucle local inalámbrico
- radiocomunicación móvil privada
- redes móviles de datos
- redes de radiobúsqueda
- sistemas de satélite
- acceso en todo tiempo, todo lugar

Parámetros de posición para los proveedores de servicios futuros:

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| • privado                 | ... público        |
| • cobertura local         | ... mundial        |
| • movilidad reducida      | ... elevada        |
| • datos de baja velocidad | ... alta velocidad |
| • servicios básicos       | ... multimedia     |

### 3.2.3 El mercado móvil

El mercado de IMT se caracteriza por necesitar numerosos tipos de servicios. Por un lado, los actuales servicios compatibles con la «banda vocal», como el facsímil y los datos de mediana velocidad. Habrá además servicios de audio y vídeo con mayores exigencias de anchura de banda. Y también servicios

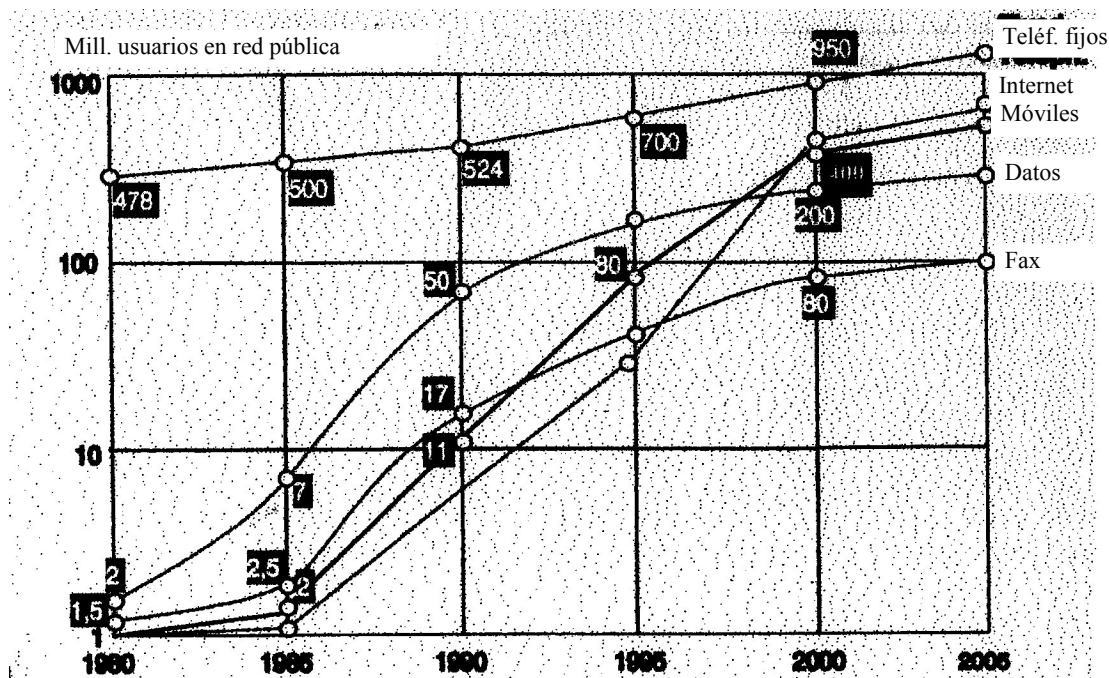
multimedios con perfiles de tráfico asimétricos. Éste será el escenario básico del mercado de IMT. La movilidad es otro factor de éxito, predominante sin duda, de las IMT, como pone de manifiesto la rápida expansión de las redes móviles actuales. *Las principales cuestiones que se plantean frente a un mercado IMT son:*

- ¿Quiénes son los usuarios y de qué segmentos del mercado provienen?
- ¿Cómo afecta la movilidad a los servicios?
- ¿Qué tipo de terminales se utilizarán?

Es preciso desarrollar un modelo de mercado que contemple segmentos como los empresariales y privados, los planes de tarifa y las estructuras de precios que hayan de tenerse en cuenta.

¿Y qué decir sobre la competencia en el mercado, la competencia de suministradores, operadores de red o proveedores de servicios? Ella constituye un poderoso motor del desarrollo de las IMT, como ya lo ha demostrado la liberalización mundial del negocio de las telecomunicaciones. Una regulación acertada es muy importante para potenciar el mercado de las IMT.

**Figura 3.10 – Mercado mundial de las telecomunicaciones**



Al examinar el mercado de las telecomunicaciones hasta 2005 (figura 3.10) se aprecia un desplazamiento del mercado potencial desde los servicios por línea alámbrica hacia servicios personales móviles y de tipo Internet. Se prevé que el mercado de IMT comenzará en 2005. No se tiene hoy una clara idea de cómo van a combinarse los servicios de audio y vídeo con los servicios multimedios, pero sí existen indicaciones que proceden de los desarrollos en el mercado de móviles y de Internet. Por consiguiente, el trabajo sobre el UMTS ha de concentrarse en estas cuestiones con miras a encontrar la mejor manera de penetrar en el mercado apropiado para lograr finalmente un gran número de consumidores. (El GSM es un buen ejemplo de cómo desarrollar con éxito el mercado de móviles personales, que ya ha dejado huella en todo el mundo.)

### 3.2.4 La tecnología IMT

Se reconoce hoy que las comunicaciones personales están vinculadas primordialmente a una capacidad estructurada de transmisión en «banda vocal». Predominan las comunicaciones personales de voz, y por ese motivo el teléfono móvil es uno de los aparatos más populares del mundo.

**Cuadro 3.4 – Evolución de la tecnología móvil**

Aspectos de sistema	Sistemas móviles 2G existentes	Nuevos sistemas 3-G IMT-2000
Uso de tecnología digital	Ya utilizados para modulación, codificación de voz y canal, así como para establecer y controlar canales de datos	Uso acrecentado de tecnologías digitales
Caracteres comunes entre diferentes entornos de operación	Cada sistema está ante todo optimizado para su entorno de operación específico	Optimización de interfaces radioeléctricas para múltiples entornos de operación como vehículos, peatones, oficinas, acceso inalámbrico fijo y por satélite, a través de una sola interfaz radioeléctrica flexible o escalable
Bandas de frecuencias	Operan en bandas de frecuencias que van de 800 MHz a 1,9 GHz, según el país	Utilizan una banda de frecuencias común en todo el mundo
Servicios de datos	Limitados a velocidades de datos inferiores a 115 kbit/s (WAP-GRPS-SMS)	Velocidades de transmisión de hasta 2 Mbit/s
Itinerancia	Generalmente limitada a regiones específicas. Los teléfonos no son compatibles entre sistemas diferentes	La coordinación mundial de frecuencias y las normas UIT permitirán itinerancia realmente mundial y compatibilidad de equipo
Tecnología	Eficacia espectral, coste y flexibilidad limitadas por el estado tecnológico en el momento del diseño	Notable mejora en la eficacia de utilización del espectro, la flexibilidad y los costes generales

En el año 2005 cabe esperar que haya más usuarios del tipo Internet que usuarios de voz, y que el desarrollo tecnológico progrese hacia códigos adaptables para vídeo y voz.

Las IMT habrán de proporcionar, en el año 2005, medios para transportar, conmutar y procesar aplicaciones en las que se combinen vídeo, voz y datos. Por entonces deberá haber aparatos de comunicación multimedia comparables a los «teléfonos de bolsillo» de hoy, de precio, tamaño y peso aceptables. La anchura de banda para el usuario podrá variar de 16 kbit/s a 2 Mbit/s.

La posición que van a ocupar las IMT en la infraestructura de la red puede descomponerse en dos partes:

#### *Parte radioeléctrica IMT*

Las IMT van probablemente a abarcar una gran variedad de entornos radioeléctricos, desde el interior al exterior –incluida la cobertura por satélite. La adaptación del terminal móvil a un determinado entorno radioeléctrico se verifica a través de un mecanismo de negociación. La parte radioeléctrica debe sustentar al mismo tiempo múltiples redes públicas y privadas, con demandas dinámicas y asimétricas de velocidad

binaria para los usuarios. Los objetivos de velocidad de transmisión para IMT vienen determinados por los requisitos del servicio. Se ha propuesto que lleguen al terminal velocidades binarias de hasta 2 Mbit/s en zonas de microcélulas o picocélulas, y hasta 144 kbit/s o probablemente 384 kbit/s en macrocélulas. Deben asimismo ofrecer una atribución dinámica de los servicios portadores radioeléctricos.

#### *Parte de conmutación IMT*

La parte de conmutación IMT comprende la red de núcleo y las funciones de servicios de valor añadido que incluyen capacidades de red inteligente. Las IMT ofrecerán al usuario numerosas interfaces diferentes para:

- Redes móviles públicas
- Sistemas inalámbricos, incluidas PABX inalámbricas, LAN inalámbricas, movilidad de terminales inalámbricos (CTM)
- Bucle local inalámbrico
- PCN por satélite
- Redes de radiocomunicaciones móviles privadas
- Redes móviles de datos
- Redes de radiobúsqueda.

Habrà partes de la infraestructura IMT explotadas por operadores públicos en competencia, y otras partes serán de propiedad privada o no estarán sujetas a reglamentación. Un conjunto central de servicios normalizados soportará las distintas aplicaciones. Tiene que haber además interfaces abiertas en las plataformas de conmutación para permitir un interfuncionamiento fácil. Mediante la RI, puede ofrecerse una rápida creación e implantación de los servicios extendida a las redes de núcleo que participan en las IMT. La transmisión y la conmutación deben utilizar tecnología de vanguardia. A medida que las IMT se adentren en el siglo, la conmutación de circuitos junto con TCP/IP y ATM serán los conceptos que gobiernen la conmutación.

### **3.2.5 Conclusiones**

Las IMT obedecen a la necesidad de combinar los futuros desarrollos hacia el campo de los multimedia con la movilidad personal. Además de las innovaciones técnicas que se introduzcan en las redes existentes, solamente las nuevas tecnologías de radiocomunicaciones en banda ancha podrán satisfacer enteramente estas exigencias. La inteligencia de la red permitirá que esto sea compatible con el nivel de movilidad mundial alcanzado en las redes celulares (por ejemplo, GSM).

La convergencia apetecida entre redes fijas y móviles, unida a la emergente demanda de movilidad no dependiente de la posición del usuario, ha de ser desarrollada de una manera evolutiva. El usuario del siglo XXI pedirá servicios que no dependan del método de acceso.

### **3.2.6 Recomendaciones actuales de la UIT para las IMT-2000**

#### **UIT-R:**

M.687, Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000). Conceptos y objetivos

M.816, Marco para los servicios que prestarán las IMT-2000

M.817, IMT-2000. Arquitecturas de red

M.818, Funcionamiento por satélite en las IMT-2000

- M.819, IMT-2000 para los países en desarrollo
- M.1034, Requisitos de las interfaces radioeléctricas para las IMT-2000
- M.1035, Marco general para el estudio de la funcionalidad de las interfaces radioeléctricas y del subsistema radioeléctrico en las IMT-2000
- M.1036, Consideraciones sobre el espectro para la implementación de las IMT-2000 en las bandas 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz
- M.1078, Principios de seguridad para las IMT-2000
- M.1079, Requisitos relativos a la calidad de las señales vocales y datos en banda vocal en las IMT-2000
- M.1167, Marco general sobre las componentes de satélite de las IMT-2000
- M.1168, Marco general para la gestión de las IMT-2000
- M.1223, Evaluación de los mecanismos de seguridad para las IMT-2000
- M.1224, Vocabulario de términos de las IMT-2000
- M.1225, Pautas de evaluación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica para las IMT-2000
- M.1308, Evolución de los sistemas móviles terrestres hacia las IMT-2000
- M.1311, Marco para la modularidad y los elementos radioeléctricos comunes en las IMT-2000
- SM.328, Espectros y anchura de banda de las emisiones
- SM.329, Emisiones no esenciales
- UIT-T:**
- F.115, Objetivos de servicio y principios para los futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres
- F.116, Características de servicio y disposiciones operacionales en las IMT-2000
- H.324, (Anexo C) Extensión a móvil de H.324 (videotelefonía)
- I.5xw, Interfuncionamiento de redes entre las IMT-2000 y redes de otros tipos
- I.5xz, Interacción UPT/móvil
- I.140, Técnica de los atributos para la caracterización de los servicios de RDSI para las IMT-2000

I.340, Tipos de conexión RDSI para las IMT-2000

Q.1541, Etapa 2 de la UPT para el conjunto de servicios 1 basado en el conjunto de capacidades de red inteligente-1995

Q.1701, Marco para las redes de las IMT-2000

Q.1711, Modelo funcional de red para las IMT-2000

### 3.2.7 Publicaciones de la UIT

Las siguientes publicaciones de la UIT podrían ser de ayuda para el estudio, la planificación y la ingeniería de las comunicaciones móviles:

- Manual para uso de los servicios móvil marítimo y móvil marítimo por satélite, 1999
- Servicio móvil terrestre (incluso acceso inalámbrico), Volumen 2: Manual sobre los principios y enfoques de la evolución hacia las IMT-2000/FSPTMT, 1997
- Manual sobre desarrollo de las comunicaciones móviles, 1997
- Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones – Telefonía móvil celular – Indicadores de telecomunicaciones mundiales, 5ª edición, 1999
- Libro de referencias GMPCS, 2000
- Resoluciones de la CMR-2000

### 3.2.8 Recomendaciones del ETSI sobre GSM

R.00	<i>Préambulo</i> a las recomendaciones GSM
R.01	<i>Estructura general</i> de las recomendaciones, descripción de una red GSM, recomendaciones asociadas, vocabulario, etc.
R.02	<i>Aspectos de servicio</i> : servicios portadores, teleservicios y servicios suplementarios, utilización de servicios, tipos y características de estaciones móviles (MS), licencias y abonos, así como contabilidad transferida e internacional, etc.
R.03	<i>Aspectos de red</i> , incluso funciones y arquitecturas de red, encaminamiento de llamadas a la estación móvil, características técnicas, objetivos de disponibilidad y fiabilidad, procedimientos de traspaso y registro local, así como recepción discontinua y algoritmos de encriptado, etc.
R.04	<i>Interfaz y protocolos estación móvil/estación de base (BS)</i> , incluso especificaciones para los aspectos de capa 1 y capa 3 de la estructura de siete capas de la interconexión de sistemas abiertos (OSI)
R.05	<i>Capa física del trayecto radioeléctrico</i> , incorporando aspectos de multiplexación y acceso múltiple, codificación y modulación de canal, transmisión y recepción, control de potencia, atribución y sincronización de frecuencias, etc.
R.06	<i>Especificaciones de codificación de señales vocales</i> , como los procedimientos funcionales, de computación y de verificación para el códec de señales vocales y su detector de actividad vocal (VAD) asociado, y otras características facultativas
R.07	<i>Adaptadores de terminal para las MS</i> , incluyendo servicios en modo circuito y modo paquete así como de datos en banda vocal
R.08	<i>Interfaz de estación de base y centro de conmutación móvil (MSC)</i> , y funciones de transcodificación
R.09	<i>Interfuncionamiento de redes</i> con la red telefónica pública conmutada (RTPC), red digital de servicios integrados (RDSI) y redes de datos por paquetes
R.10	<i>Interfuncionamiento de servicios, servicio de mensajes breves</i>



R.11	<i>Especificación de equipo y especificación de homologación</i> en lo que respecta a las MS, BS, los MSC, registro de posiciones propio (HLR) y de visitantes (VLR), así como al simulador del sistema
R.12	<i>Operación y mantenimiento</i> , incluso la administración de abonados y de las tarifas y el tráfico de encaminamiento, así como los aspectos de mantenimiento relativos a BS, MS, MSC, HLR y VLR

### 3.3 Convergencia fijo-móvil

#### 3.3.1 Introducción

La creciente competencia en el mundo de las telecomunicaciones obliga a los operadores, tanto establecidos como recién llegados, a buscar nuevas formas de servicio atractivas y a recortar los costes. Hoy día, los operadores fijos y móviles suelen pertenecer a distintas compañías que administran dos negocios diferentes. Incluso las reglamentaciones se orientan a considerar el servicio fijo y el móvil como dos actividades separadas. Pese a todo, los usuarios constituyen la principal fuerza impulsora del desarrollo de los servicios de telecomunicación. Sus exigencias pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Conectividad permanente
- Portabilidad del número/única dirección del usuario
- Agrupamiento de los servicios
- Facturación colectiva/individual de los servicios de comunicación
- Perfil universal del servicio (mantenido transparentemente a través de diferentes redes)
- Punto de contacto común del servicio y la gestión de clientes.

Para satisfacer tales demandas las redes tienen que admitir la movilidad, desde dentro hacia fuera: la movilidad ha de estar incorporada en todos los segmentos de las redes de comunicaciones futuras.

Al examinar este reto, los operadores deben asegurarse de que poseen:

- una arquitectura de comunicaciones flexible y susceptible de ampliación, capaz de satisfacer las necesidades presentes y futuras de múltiples servicios a los que los usuarios puedan acceder de múltiples maneras;
- socios bien elegidos, capaces de gestionar todos los sistemas y servicios requeridos para la gestión de telecomunicaciones y el trabajo de integración de sistemas;
- tecnología de vanguardia para desarrollar e implantar cualquier nuevo servicio con rapidez y economía;
- movilidad incorporada en el núcleo de sus arquitecturas de comunicaciones para que los usuarios puedan aprovecharse plenamente de una gestión de redes en régimen de movilidad, con independencia del lugar o del tiempo.

Uno de los enfoques más atractivos es la convergencia de los sistemas y servicios fijos y móviles, denominada convergencia fijo-móvil (CFM), la cual permite prestar servicios de comunicaciones a base de combinar las tecnologías de las comunicaciones fijas y móviles y modernizar las instalaciones y la operación de las redes.

La CFM es una aplicación atrayente del mundo heterogéneo de las comunicaciones actuales, compuesto por una gama de redes fijas, celulares, inalámbricas y de datos. Tiene un primordial interés para los operadores de telecomunicaciones y plantea un reto a la industria del sector.

Los factores que incentivan la CFM son, por un lado, la creciente demanda de servicios de comunicaciones personales y aplicaciones de datos con mayor anchura de banda, y por el otro la demanda de integración y transparencia de los servicios.

Puede describirse la CFM como la integración de capacidades de red y de servicios que permite al usuario acceder a un conjunto de servicios de una manera coherente, sea cual fuere el terminal y el punto de acceso, es decir, utilizando redes públicas, privadas, fijas o móviles, y con la asignación de un número personal y una factura única. Es particularmente importante la capacidad de satisfacer a los usuarios que necesiten desplazarse entre diferentes redes sin dejar de tener acceso al mismo conjunto de servicios.

### 3.3.2 Enfoque de la convergencia fijo-móvil

El proceso de evolución a medio y largo plazo hacia la CFM está estrechamente vinculado a la integración de redes y servicios. Esto permite la prestación de «servicios personales» avanzados, como son los de un solo número personal, una factura, una dirección de correo electrónico, Internet y multimedia.

Dentro de este contexto se abordan las siguientes cuestiones técnicas:

- nivel de red: los recursos de transmisión y conmutación están compartidos para conectar abonados de bucle físico e inalámbricos;
- nivel de servicio: los servicios ofrecidos tienen igual disponibilidad en todos los tipos de accesos;
- nivel de gestión de servicio: los servicios fijos-móviles estarán sustentados en una plataforma abierta de gestión integrada, con sistemas integrados de facturación y de atención al cliente.

La realización sigue un proceso gradual que permite una evolución suave en cuanto a la convergencia de redes y servicios, como se ilustra en la figura 3.12, a partir de las redes fija y móvil existentes:

La convergencia fijo-móvil podría ofrecer en su primera fase un paquete llamado «2teléfonos|servicio», mediante el cual los usuarios finales tendrían acceso desde diferentes redes y terminales a un conjunto de facilidades, entre ellas el número personal, la factura única y un buzón de voz.

La opción 2teléfonos|servicio se basa en la red inteligente (véanse las secciones 2.3 y 2.9 del Capítulo 2 para más detalles) y permite la rápida introducción de un servicio en toda la red con una repercusión mínima en las redes existentes.

El paquete 1teléfono|servicio añade al paquete descrito en primer lugar el acceso «sin cordones» en interiores, utilizando estaciones móviles multimodo o multinorma juntamente con las «estaciones de base propias» que les correspondan.

En paralelo con la primera fase, que está más relacionada con la convergencia de servicios, los proveedores se esfuerzan por conseguir la convergencia de redes. La estrategia consiste en comenzar con la integración de los recursos de transmisión y conmutación y seguir trabajando para lograr una plataforma común de CCBS y gestión de redes.

La etapa de migración desde el paquete 1 se caracteriza por la optimización de la red en cuanto a recursos tales como las facilidades de acceso y gestión de red y los protocolos de red.

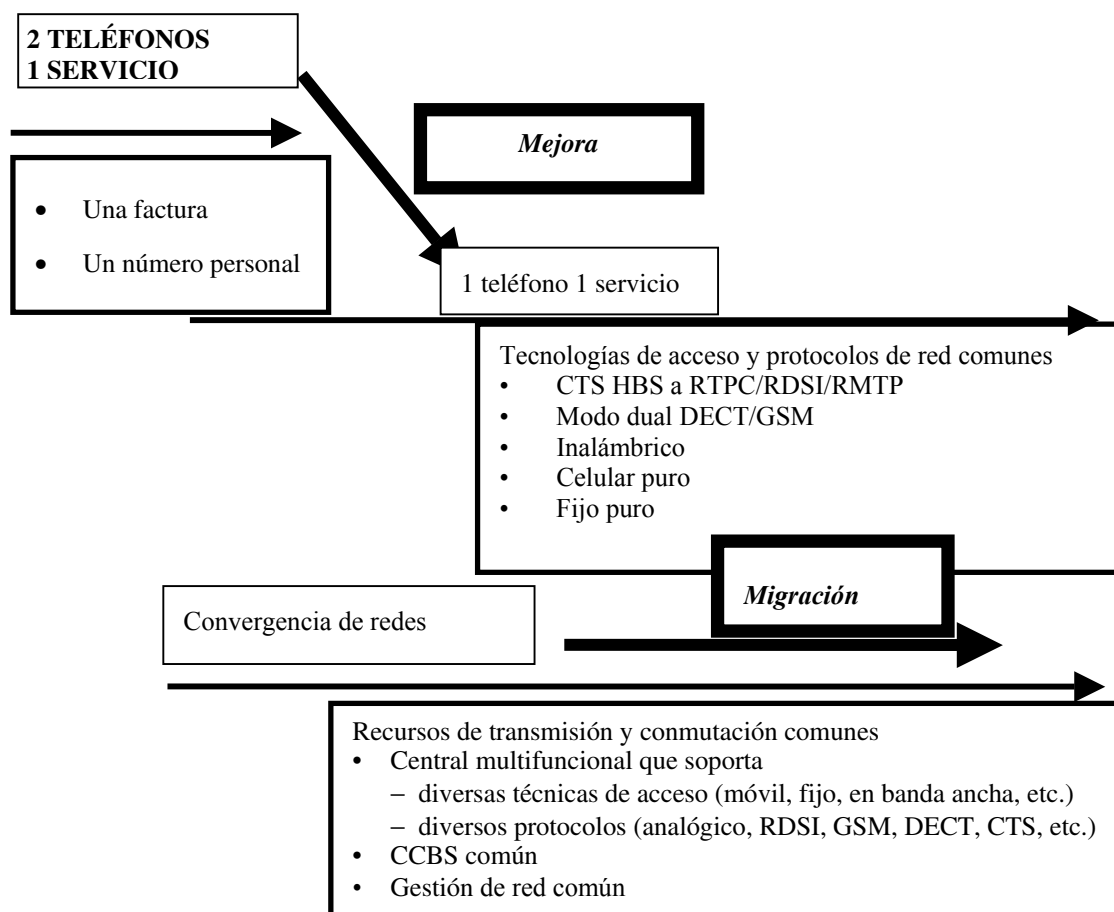
Además de las capacidades comprendidas en la fase 1, este paquete sustentará una gama más extensa de aplicaciones.

Hay numerosas plataformas de conmutación susceptibles de mejora hasta admitir capacidades de datos e IP en banda ancha, mientras que las plataformas y aplicaciones de RI y servicios de valor añadido evolucionarán en apoyo de una arquitectura de servicios armonizada y potente que permita la rápida introducción de servicios diferenciadores a través de redes cooperantes.

La estrategia sustenta plenamente la evolución hacia el UMTS, lo que implica introducir tres importantes innovaciones conexas:

- un acceso radioeléctrico celular en banda ampliada;
- la convergencia de fijo y móvil, de telecomunicaciones de voz y datos e IT, públicas y privadas;
- una potente arquitectura de servicios.

Figura 3.12 – Convergencia fijo-móvil



### 3.3.3 Conclusiones

La evolución de los sistemas de telecomunicación hacia la normalización que conlleva el UMTS debe asimismo considerar la tendencia convergente de las redes. Al incorporar los requisitos que define la CFM, el UMTS podrá ser el sistema mundial de comunicaciones del futuro, sustentando no sólo una extensa gama de tecnologías de acceso y protocolos de red sino además una gran variedad de servicios.

Movidas por la competencia, las redes futuras evolucionarán hacia sistemas híbridos capaces de múltiples funciones con muy diversas características, tales como telefonía fija y móvil, servicios de movilidad, acceso a Internet, VPN, centrex, red inteligente y servicios de banda estrecha/banda ancha.

## 3.4 Lista de abreviaturas

ADC	Centro de administración ( <i>administration center</i> )
AGCH	Canal de control de concesión de acceso ( <i>access grant control channel</i> )
AMDT	Acceso múltiple por división en el tiempo
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
BCCH	Tratamiento del canal de control de difusión ( <i>broadcast control channel handling</i> )
BCCH	Canal de control de difusión ( <i>broadcast control channel</i> )
BS	Estación de base ( <i>base station</i> )
BSC	Controlador de estación de base ( <i>base station controller</i> )
BTS	Estación transeptora de base ( <i>base transceiver station</i> )
CCBS	Compleción de llamadas a abonado ocupado ( <i>compilation of call to busy subscriber</i> )
CNI	Inserción de tonos de espera ( <i>confort noise insertion</i> )
CTM	Movilidad de terminales inalámbricos ( <i>cordless terminal mobility</i> )
DECT	Telecomunicaciones digitales sin cordón mejoradas ( <i>digital enhanced cordless telecommunication system</i> )
DTX	Transmisión discontinua ( <i>discontinuous transmission</i> )
ETSI	Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones ( <i>european telecommunication standardization institute</i> )
FACCH	Canal de control asociado rápido ( <i>Fast Associated Control Channel</i> )
FCB	Ráfaga de corrección de errores ( <i>frequency correction burst</i> )
FEC	Corrección de errores en la recepción ( <i>forward error correcting</i> )
FH	Saltos de frecuencia ( <i>frequency hopping</i> )
FSPTMT	Futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres
GMPCS	Sistemas mundiales de comunicaciones móviles personales ( <i>global mobile personal communications by satellite</i> )
GSM	Sistema mundial de comunicaciones móviles ( <i>global system of mobile communications</i> )
HLR	Registro de posiciones propio ( <i>home location register</i> )
HO	Traspaso ( <i>handover</i> )
IMSI	Identidad internacional de abonado móvil ( <i>international mobile subscriber identity</i> )
IMT-2000	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (norma) ( <i>international mobile telecommunications 2000 standard</i> )

ISI	Interferencia entre símbolos ( <i>inter-symbol interface</i> )
MDMG	Modulación de desplazamiento mínimo con filtro gaussiano ( <i>gaussian minimum shift keying</i> )
MS	Estación móvil ( <i>mobile station</i> )
MSC	Centro de conmutación de los servicios móviles ( <i>mobile switching center</i> )
MT	Terminación móvil ( <i>mobile termination</i> )
NMC	Centro de gestión de la red ( <i>network management center</i> )
OMC	Centro de operación y mantenimiento ( <i>operation &amp; maintenance center</i> )
PABX	Centralita automática privada ( <i>public branch exchange</i> )
PCH	Canal de radiobúsqueda ( <i>paging channel</i> )
RCP	Red de comunicaciones personales
RDSI	Red digital de servicios integrados
RFCH	Canal de radiofrecuencia ( <i>radio frequency channel</i> )
RMTP	Red móvil terrestre pública
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SACCH	Canal de control asociado lento ( <i>slow associated control channel</i> )
SB	Ráfaga de sincronización ( <i>synchronization burst</i> )
SDCCH	Canal de control especializado autónomo ( <i>stand-alone dedicated control channel</i> )
TCH	Canal de tráfico ( <i>traffic channel</i> )
TCH/F	Canal de tráfico a plena velocidad ( <i>traffic channel full-rate</i> )
TCH/H	Canal de tráfico a velocidad mitad ( <i>traffic channel half-rate</i> )
TCP/IP	Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet ( <i>transmission control protocol/internet protocol</i> )
TE	Equipo terminal ( <i>terminal equipment</i> )
TN	Número de intervalo ( <i>timeslot number</i> )
UMTS	Sistema universal de telecomunicaciones móviles ( <i>universal mobile telecommunications system</i> )
UPT	Telecomunicaciones personales universales ( <i>universal personal telecommunications</i> )
VLR	Registro de posiciones de visitantes ( <i>visitor location register</i> )
WRC	Conferencia mundial de radiocomunicaciones ( <i>world radio conference</i> )



## CAPÍTULO 4

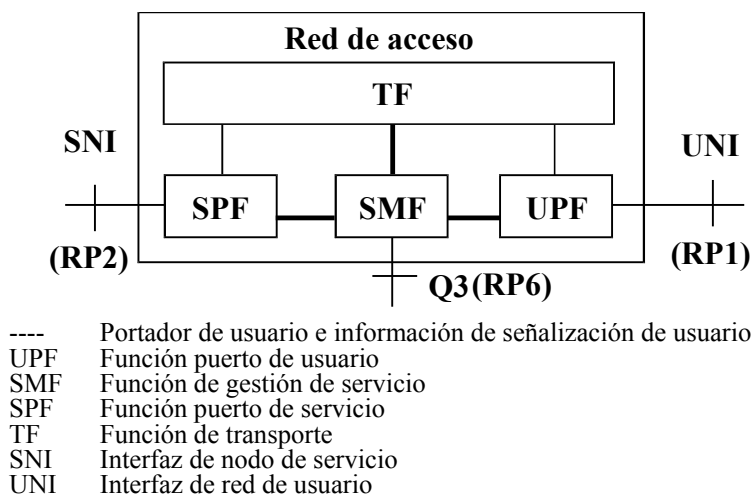
### 4 Redes de acceso

#### 4.1 Red de acceso

##### 4.1.1 Arquitectura funcional de una red de acceso

En la figura 4.1 se representa una arquitectura de red de acceso (AN, *access network*) independiente de los medios de transmisión, en la que las interfaces constituyen las fronteras con otras entidades de red.

**Figura 4.1 – Ejemplo de arquitectura funcional de una red de acceso**



La función puerto de usuario (UPF) adapta los requisitos específicos de la UNI a las funciones de transporte y gestión (terminación de las funciones UNI, conversión analógico/digital, conversión de señalización, activación/desactivación, prueba de la UNI, funciones de gestión, mantenimiento de la UPF, tratamiento de capacidades/canales portadores de la red de usuario).

La función de transporte (TF) proporciona los trayectos para el transporte de los portadores comunes entre las diferentes posiciones de la red de acceso, así como la adaptación de los medios de transmisión pertinentes que se utilicen (función de multiplexación, funciones de transconexión incluyendo funciones de preparación y configuración, funciones de gestión, funciones de los medios físicos).

La función puerto de servicio (SPF) adapta los requisitos definidos para una determinada interfaz de nodo de servicio (SNI) a los portadores comunes que han de tratarlos en el grupo funcional de transporte, y selecciona la información pertinente para el tratamiento en la función de gestión de sistema de red de acceso (terminación de las funciones de SNI, correspondencia de los requisitos de portadores y los requisitos de gestión y operación críticos en tiempo con la función de núcleo, correspondencia de protocolos si así lo exige una SNI en particular, prueba de la SNI, mantenimiento de la SPF).

La función de gestión del sistema (SMF) coordina la información de gestión de configuración procedente de la interfaz Q3 que ha de distribuirse entre los bloques funcionales de la red de acceso (UPF, TF, SPF). Coordina/adapta, además, la información de señalización del usuario y la hace corresponder con la función de transporte de la red de servicio a efectos de control de llamada. Asimismo coordina la información relativa a fallos y calidad de funcionamiento dentro de la red de acceso para mantener un control de protección.

Con base en la arquitectura funcional de una red de acceso, se presentan en el cuadro 4.1 algunos ejemplos de interfaces para las UNI y SNI.

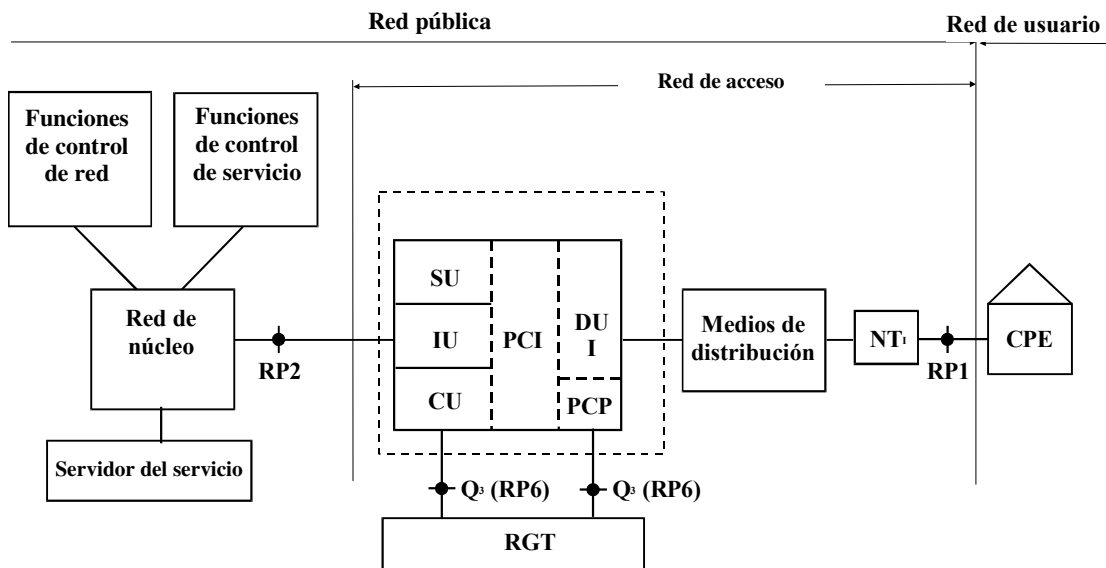
**Cuadro 4.1 – Ejemplos de interfaces específicas para UNI y SNI**

Servicio	UNI (RP1)	SNI (RP2)
Encaminamiento por IP	Ethernet (ej., IEEE802.3), 25 Mbit/s (I.432,5)	VB5.1
Canal virtual conmutado ATM	25 Mbit/s (I.432.5), 155 Mbit/s (I.432.2)	VB5.1, VB5.2
Vídeo a la carta	25 Mbit/s (I.432.5), 155 Mbit/s (I.432.2)	VB5.1
Difusión de vídeo conmutada	25 Mbit/s (I.432.5), 155 Mbit/s (I.432.2)	VB5.1
RDSI	64 kbit/s (I.430), 1,52 Mbit/s (I.431)	V5, etc.

**4.1.2 Examen de la estructura-objetivo de la red de acceso**

El fin primario del desarrollo de las actuales redes de telecomunicación es conseguir pasar a una arquitectura de red que ofrezca todos los servicios de un modo económico a través de un punto de acceso único. En la figura 4.2 se presenta la arquitectura de la red de acceso como parte de una red de telecomunicación total que satisfaga tales requisitos.

**Figura 4.2 – Estructura-objetivo de la red de acceso**





La red de acceso sustenta el transporte de información, datos de señalización interactivos y trenes de bits de control entre el equipo de las instalaciones del cliente (EIC) y la red de núcleo. La tecnología de acceso representa hasta el 60% de los costes de infraestructura de las redes de telecomunicación, y por tanto define esencialmente los servicios que se pueden suministrar al abonado, centrando el interés en los ingresos y beneficios. En 1996, la red de acceso significó un negocio de 6 000 millones USD en las telecomunicaciones mundiales, y está creciendo a un promedio aproximado del 27% anual. Hacia el año 2000-2001 alcanzará un valor de unos 19 000 millones USD. En otras palabras, en cinco años va a crecer más del triple. Por tal motivo, es necesario prestar una especial atención al segmento de acceso de la red de telecomunicación dentro del proceso de modernización de la infraestructura de telecomunicaciones en los países en desarrollo.

El punto clave de esta nueva arquitectura de red es la unidad de acceso (AU, *access unit*). La AU es una plataforma genérica para distintos tipos de tecnologías y servicios de distribución y conecta la red de acceso a los nodos de diferentes redes de núcleo (redes de datos o la RTPC). Cada modelo de red de acceso utiliza una AU especial, que se compone de cuatro subunidades funcionales: unidad de distribución (DU), unidad de conmutación (SU), unidad de control (CU) y unidad interfaz (IU).

Esta arquitectura de red de acceso tiene tres rasgos distintivos:

- 1) Una interfaz común entre las unidades de distribución que ofrecen los servicios de banda estrecha y banda ampliada y la unidad de control. Esta interfaz independiente del servicio, llamada interfaz de núcleo periférica (PCI, *peripheral core interface*), permite, por un lado, una conexión flexible y enteramente intercambiable de diferentes unidades de distribución a otras unidades funcionales comprendidas en la AU, lo cual facilita una mejora individual del equipo en la misma instalación, según las necesidades del cliente. Por otro lado permite que la unidad de control, unidad de conmutación y unidad interfaz, y las unidades de distribución que ofrecen diferentes servicios evolucionen independientemente. Para los servicios de banda ancha se aplica una interfaz similar basada en el ATM.

En el nivel lógico, se ha concebido una PCI genérica para todas las unidades de distribución de banda estrecha y banda ampliada, es decir, independiente de los servicios y de interfaces como las del servicio telefónico ordinario (POTS), RDSI con acceso básico y a velocidad primaria (BRA y PRA), y servicios por línea arrendada. Todas encuentran correspondencia con el formato básico de la interfaz PCI. La PCI comprende, por tanto, un conjunto de canales de 64 kbit/s, susceptibles de combinarse dependiendo del tipo de servicio.

- 2) Una plataforma de control común para todas las unidades de distribución. Esta plataforma, denominada plataforma de control periférica (PCP, *peripheral control platform*), contiene las partes de soporte físico y lógico del control básico que son comunes para todas las unidades de distribución. Solamente difieren las partes que son específicas del servicio. Este concepto facilita la adición de nuevas unidades de distribución y tipos de servicio, ya que sólo habrá que incorporar aquellas partes que sean peculiares de los nuevos servicios y podrá reutilizarse la plataforma básica. Además, la mejora de las partes comunes sólo ha de hacerse una vez para el sistema entero, con lo que se acortan los ciclos de desarrollo y se aumenta la estabilidad del sistema. Esta plataforma de control común ofrece a todas las diferentes unidades de distribución, con carácter genérico, funciones inteligentes de la red de acceso como son las de administración, tratamiento de la base de datos, mantenimiento del sistema, soporte del procesamiento de llamadas, tratamiento de errores, tratamiento de mensajes, tratamiento de recuperación y pruebas rutinarias.
- 3) Una plataforma de control para la unidad de control obtenida a partir de una plataforma central de control de la conmutación. De este modo la AU dispone de todas las facilidades refinadas que están al alcance de la plataforma de conmutación. Sólo habrá que ajustar a menores dimensiones el equipo físico debido a las menores exigencias de calidad funcional.

El nuevo concepto de unidad de acceso permite proporcionar servicios y facilidades de la red de gestión de telecomunicaciones (RGT) de una manera modular, independiente de los medios de distribución. Dicho de otro modo, el concepto ofrece la flexibilidad de cambiar los medios de distribución sin modificar el equipo

ni el sistema de operación de la RGT. También es posible una sencilla ampliación, expresada en nuevos servicios o en adición de usuarios a los servicios existentes. Estas ventajas son esenciales en vista de las variaciones del entorno y la dificultad de predecir con exactitud las necesidades de servicio futuras.

Si se considera que las necesidades de capacidad de transmisión en el futuro pueden llegar a 1 Gbit/s para zonas de acceso donde haya más de 2000 viviendas, esa red habrá de estar atendida por una AU. En razón de los diferentes modelos de acceso, la AU tendrá que valer tanto para aplicaciones interiores como para exteriores.

Puesto que los medios de distribución, la tecnología aplicada y el tipo de servicios definen un modelo concreto, en la AU se prevé una subunidad de distribución separada ( $DU_{1=1, 2, \dots, 6}$ ) para cada uno de ellos. Hay que subrayar que la única subunidad funcional dependiente del modelo aplicado es la DU. Las demás unidades funcionales de la AU son generales y comunes para todos los modelos. Los nuevos servicios son una importante fuerza impulsora de la evolución de la red de telecomunicación existente hacia la creación de la infraestructura de comunicación mundial (GII), en la parte de red de acceso. Por esa razón es necesario definir y desarrollar otros modelos alternativos, ya que es evidente que no existe una solución única para necesidades diversas. Como resultado de la investigación analítica se han definido seis modelos de red de acceso, según la tecnología de transmisión utilizada, primordialmente orientada a la prestación de servicios multimedia para los países en desarrollo.

#### **MODELO 1: Prestación de servicios sobre la infraestructura existente**

En las redes existentes, de infraestructura basada en cables de conductores metálicos, los usuarios de servicios de telefonía, líneas arrendadas y RDSI-BE se conectan a la AU a través de la DU1.

La DU1 deberá tener las características siguientes:

- estará basada en las Recomendaciones G.702, G.703, y las series G.730, G.740 y G.750 para sistemas de transmisión PDH;
- cumplirá la Recomendación I.430 (velocidad binaria de transmisión 192 kbit/s, código de línea 2B1Q) para el acceso básico, y las Recomendaciones I.431 y la serie G.730 (velocidad de transmisión 2,048 Mbit/s, código de línea HDB3) para el acceso a velocidad primaria en la RDSI.

#### **MODELO 2: Uso de ADSL/VDSL para obtener anchura de banda vídeo por pares de cobre**

Cabe la posibilidad de aumentar la anchura de banda y la capacidad con la infraestructura existente aplicando la tecnología ADSL/VDSL a través de la DU2.

La tecnología ADSL permite la distribución de servicios de alta velocidad a través de la red de pares de cobre existente sin necesidad de regeneradores. Se utilizan luego en la DU2 nuevas técnicas de modulación (DMT – Multitono discreta, MAQ – Modulación de amplitud en cuadratura, CAP – Modulación de amplitud sin portadora) y técnicas de codificación de línea (AMI, 2B1Q, HDB3) para soportar la transmisión asimétrica entre 1,5 Mbit/s (distancia máx. de 5,5 km para conductores de 0,5 mm de diámetro) y 6 Mbit/s (distancia máx. 3,6 km para conductores de 0,5 mm) en el sentido de ida, y entre 16 y 640 kbit/s en el canal de control en sentido de retorno [6]. Se aplicará principalmente la ADSL a los servicios distributivos e interactivos VoD (permite visionar a la vez dos canales de vídeo diferentes con compresión MPEG1, o un canal de vídeo de calidad NTSC con la próxima norma MPEG2). Si se utiliza la tecnología VDSL, la DU2 tendrá que poder transportar servicios de mayor anchura de banda, hasta los 50 Mbit/s (sentido de ida) en tramos cortos (típicamente algunos cientos de metros).

**MODELO 3: Prestación de servicios por redes de cables de fibra óptica en RDSI-BA**

En el caso de no existir infraestructura de cables de pares de cobre o de haber justificación económica para la inversión en infraestructura nueva, se hace necesario emplear cables de fibra óptica como medio de distribución. Esto permite aplicar la tecnología FITL (fibra en el bucle de abonado), en redes ópticas pasivas (PON) o estructuras activas en estrella. Se aplican entonces los principios de la RDSI-BA para la prestación de servicios de voz/datos/vídeo. La subunidad DU3 está concebida para tales situaciones.

Para proporcionar servicios de telefonía ordinaria y RDSI en realización FITL se destacó en primer término la PON como solución a las necesidades de la red de acceso local. En este caso, la DU3 ha de poder recibir hasta  $16 \times 2,048$  Mbit/s (480 es el número máximo de canales de acceso a 64 kbit/s), conforme a las Recomendaciones G.703, G.704, G.732, y soportar un sistema de transporte de bytes que funciona a 20 Mbit/s por dos fibras ópticas monomodo (longitud de onda de operación en la gama 1 260-1 360 nm, como especifica la UIT en la G.652). Para los transmisores ópticos y por razones económicas, se utilizan láseres Fabry-Perot (sensibilidad  $-7$  dBm) y para el receptor óptico, diodos PIN (sensibilidad  $-40$  dBm para una BER de  $10^{-9}$ , 27 dB de margen dinámico). La distancia máxima al EIC controlado a distancia es de 20 km.

**MODELO 4: Acceso híbrido de fibra/cobre**

Si la infraestructura de telecomunicación se basa en cables de fibra óptica, la distribución de servicios de vídeo y multimedios interactivos la proporciona la DU4 (las configuraciones HFC y FTTC, y la FTTH a través de PON de banda ancha son aceptables para los operadores de CATV y operadores de central local, respectivamente). La prestación de servicios de banda ancha exige que la red de acceso permita la comunicación bidireccional asimétrica de tipo interactivo. En cuanto a la solución HFC, la más utilizada en el próximo futuro por las redes de acceso modernas, la DU4 comprende un conjunto de dispositivos para transmisión en los dos sentidos (un transmisor óptico, láser DFB, para el trayecto de ida entre 47 y 860 MHz, y un receptor óptico, diodo PIN, para cada trayecto de retorno entre 5 y 30 MHz). En el cuadro 4.2 se señalan los valores típicos para la DU4.

**Cuadro 4.2 – Características de la unidad de distribución para HFC**

<b>Trayecto de ida</b>		
Margen de frecuencias	MHz	47-862
Amplificación	dB	15-34
Impedancia	$\Omega$	75
Pérdida de retorno	dB	>20
Regulación de amplificación	dB	0-20
Banda de ecualización	dB	0-10
Separación de salida	dB	>20
Nivel de salida de RF (60 dB)	dB $\mu$ V	95-121
para FTTB	dB $\mu$ V	63-82
para FTTC	dB $\mu$ V	110
Factor señal/ruido (máx)	dB	8
Corriente de cruce	A	5
Potencia de alimentación	V	25-60 (distante) 220 (local)
<b>Trayecto de retorno</b>		
Margen de frecuencias	MHz	5-40 (30)
Impedancia	$\Omega$	75

**MODELO 5: Uso de radiocomunicaciones en el bucle local (RITL)**

La tecnología RITL (bucle local radioeléctrico) adquiere cada vez más importancia para los servicios telefónicos. En comparación con las comunicaciones por conductores físicos, la comunicación inalámbrica ofrece tiempos de instalación muy breves. La movilidad local es otra importante característica del usuario, también adecuada para zonas rurales de baja densidad de usuarios, en las que el acceso inalámbrico resulta más económico que el acceso por hilo físico. La subunidad que proporciona acceso RITL es la DU5. Las características de la DU5 dependen de la movilidad y la densidad de los usuarios, en zonas escogidas de la utilización de las bandas de radiofrecuencia (según las reglamentaciones regionales del caso), de la capacidad de transporte de los canales, del método de acceso del usuario, del tipo de prestación de servicio al usuario, etcétera (véase la sección 4.2 para más detalles).

**MODELO 6: Acceso por medio de satélites**

Si la distribución de servicios a un mayor número de usuarios se hace por medio de satélites, resulta necesario utilizar la DU6. En el futuro se aplicará la tecnología digital para la prestación de servicios de voz, datos y vídeo a través de satélites. El empleo de transmisión digital en la banda Ku permite el uso de antenas de pequeño diámetro y elimina distorsiones y fallos (interferencias, reflexiones) que son típicos de la transmisión analógica. Por tales razones, la DU6 debe proporcionar transmisión digital, compresión, multiplexación, codificación y modulación MDP4 o MAQ (más detalles en el fascículo 1, Capítulo 2, sección 2.4).

La IU es la subunidad común para todos los modelos anteriores, y se encarga de proporcionar todos los ajustes necesarios para conectar la AU con la red de transmisión, comprendiendo la gama entera desde la jerarquía digital plesiócrona (PDH) a la jerarquía digital síncrona (SDH) y el ATM, de un modo integrado.

El progreso tecnológico y la evolución de las redes especializadas existentes hacia redes de servicios integrados repercuten en mejorar los sistemas de conmutación (en la fabricación y las prestaciones, reduciendo su precio). La SU debe proporcionar la aplicación de los sistemas de conmutación actuales y futuros en la red de acceso con el fin de simplificar el diseño, la fabricación y, especialmente, la operación. Se divide en dos partes: la parte de banda estrecha, que permite velocidades de  $n \times 64$  kbit/s, y la parte ATM, diseñada para la conmutación de canales de cualquier velocidad binaria. El ATM es sobre todo útil para las aplicaciones multimedios interactivas.

La CU tiene como finalidad la recogida, transmisión y procesamiento de los datos de la red de acceso que puedan servir de base a la decisión de gestión orientada a utilizar los elementos de esa red en la mayor medida posible. Las principales funciones de gestión que ha de proporcionar la CU son:

- Gestión de fallos, conjunto de funciones que permiten detectar, localizar, aislar y corregir los funcionamientos anormales de la red de acceso (AN) y su entorno. Ofrece facilidades para la prueba de equipos posterior a la eliminación del fallo.
- Gestión de la calidad de funcionamiento, que sustenta funciones de evaluación e información sobre el comportamiento del equipo de telecomunicación y la efectividad de la AN o el elemento de AN. El factor esencial consiste en la medición de los parámetros de calidad de funcionamiento, ya que para una gestión eficaz es importante disponer de información sobre cualquier funcionamiento degradado del equipo en los elementos de AN, con miras a ejercer las acciones preventivas oportunas. Su cometido consiste en reunir datos de supervisión y corrección de los elementos de AN, datos que se utilizan para evaluar la calidad de servicio y los criterios de alarma relativos a elementos de la red.
- Gestión de configuración, que comprende todas las funciones necesarias para poner en servicio los elementos de AN (sin incluir instalación), así como para controlar estados de los elementos de red (en servicio, fuera de servicio, en reserva), bloquear el equipo averiado y probar el equipo recién instalado.

La RGT controla la infraestructura completa de toda la zona de acceso. Su función principal consiste en proporcionar control y supervisión sobre diferentes servicios, con independencia de los medios de distribución, de una manera unificada. Hay unidades de control instaladas en cada parte de la red. Una CU de la AU se conecta a la RGT a través de la interfaz Q3 con el protocolo asociado.

La interfaz física en un punto de referencia RP1 (entre el equipo interno de las instalaciones del cliente y la AN) tiene que proporcionar conexión del equipo terminal a CATV, RDSI-BA (ATM), RDSI-BE y RTPC. La  $NT_{1=1,2,\dots,6}$  da terminación a la AN ofreciendo diferentes funciones de acceso según sean los medios de distribución utilizados, pero ha de ser independiente del servicio. En un punto de referencia RP2, el tipo de interfaz física es V5.x (para servicios realizados en la estructura en anillo SDH). Al principio, la interfaz V5.1 desempeñará un papel importante. Más tarde, se utilizará la interfaz V5.2, que permite una concentración estadística dentro de la AN y reduce la capacidad de transporte que necesita la red de transmisión.

### 4.1.3 Posibles procesos de realización

La implantación de una arquitectura de red de acceso puede seguir procesos muy diferentes, que abarcan desde zonas urbanas de gran densidad a suburbios y comunidades rurales y dependen de las políticas de desarrollo aprobadas, como las siguientes:

- *Nuevo operador* – En esta situación el principal objetivo es la prestación de servicios con la mayor rapidez y rendimiento económico. Este proceso es particularmente importante en los países desarrollados.
- *Ampliación de capacidad* – Pueden surgir nuevas demandas de servicios en redes desarrolladas. Sin embargo, esta situación es típica de las zonas subdesarrolladas, urbanas o rurales, en regiones del mundo más desfavorecidas.
- *Zona rural* – En el área rural, el 90% de los usuarios suelen ubicarse a pocos kilómetros de la central. El resto de los usuarios están agrupados en pequeños núcleos de población o son usuarios individuales distantes hasta 25 km de la central local.

En consecuencia, es de extrema importancia elaborar criterios que sirvan de base para estimar el momento apropiado de iniciar los proyectos de realización de un determinado modelo de red de acceso, teniendo para ello en cuenta:

- el nivel de las tecnologías de comunicaciones en el país,
- el coste de servicio que pueda aceptar el cliente.

En cualquier país, el nivel tecnológico en las comunicaciones viene indicado por el número (por cada 100 habitantes) de líneas telefónicas principales, de televisores, de computadores personales (PC) y de usuarios de CATV. El análisis y la comparación de los datos en países desarrollados y en vías de desarrollo revela que el momento oportuno para la implantación de servicios multimedios es cuando la densidad telefónica es, como mínimo, de 40, y de 14 la densidad de PC. Para implantar servicios de vídeo a la carta se precisa una densidad de 30 televisores, y al mismo tiempo la densidad de usuarios CATV debe ser mayor de 10.

Es difícil determinar las tarifas que deben pagar los usuarios al operador principal de la red por los nuevos servicios de banda ancha. No obstante, a efectos de estimación, puede tomarse como referencia la tarifa telefónica mensual que paga el abonado residencial de un país cualquiera. En países de renta elevada varía de 8 a 22 USD, en los de renta media de 0,4 a 13 USD, y en los de renta baja de 0,5 a 5 USD (datos de 1995).

Por ser muy atractivos los servicios multimedios y de vídeo a la carta para clientes dispuestos a pagar su coste, éste no deberá exceder del doble o el triple del coste del servicio telefónico.

Además, para tomar una decisión correcta, debería procederse a estimar el coste de cada solución tecnológica. Si se emplean pares de cobre en zonas rurales de países desarrollados, el coste de la red de acceso estaría en torno de 1 200-1 400 USD por abonado (excavación, material, empalmes, puesta en servicio). En las ciudades, la red de acceso siempre es instalada por P&T (Telecomunicaciones), y el coste medio de la red en zonas urbanas es de 500 a 600 USD por abonado (incluyendo ahí el coste de las conducciones).

Año tras año se va reduciendo el coste de las nuevas tecnologías al aumentar el volumen de producción. Seguidamente se da una grosera estimación de costes (a precios de 1995) para la configuración PON FTTC y PON FTTB y para RITL, que son las tecnologías más atractivas para los usuarios residenciales (véase la sección 4.2 de este capítulo). El coste de la prestación de servicios de telefonía ordinaria (penetración del 90%) y RDSI (penetración del 10%) es:

FTTC (ONU=32 líneas telefónicas equiv.):	600 (urbano)-1 200 USD (rural)
FTTB (ONU=32 líneas telefónicas equiv.):	500 USD (urbano)
RITL (DECT):	400 (suburbano)-500 USD (rural)

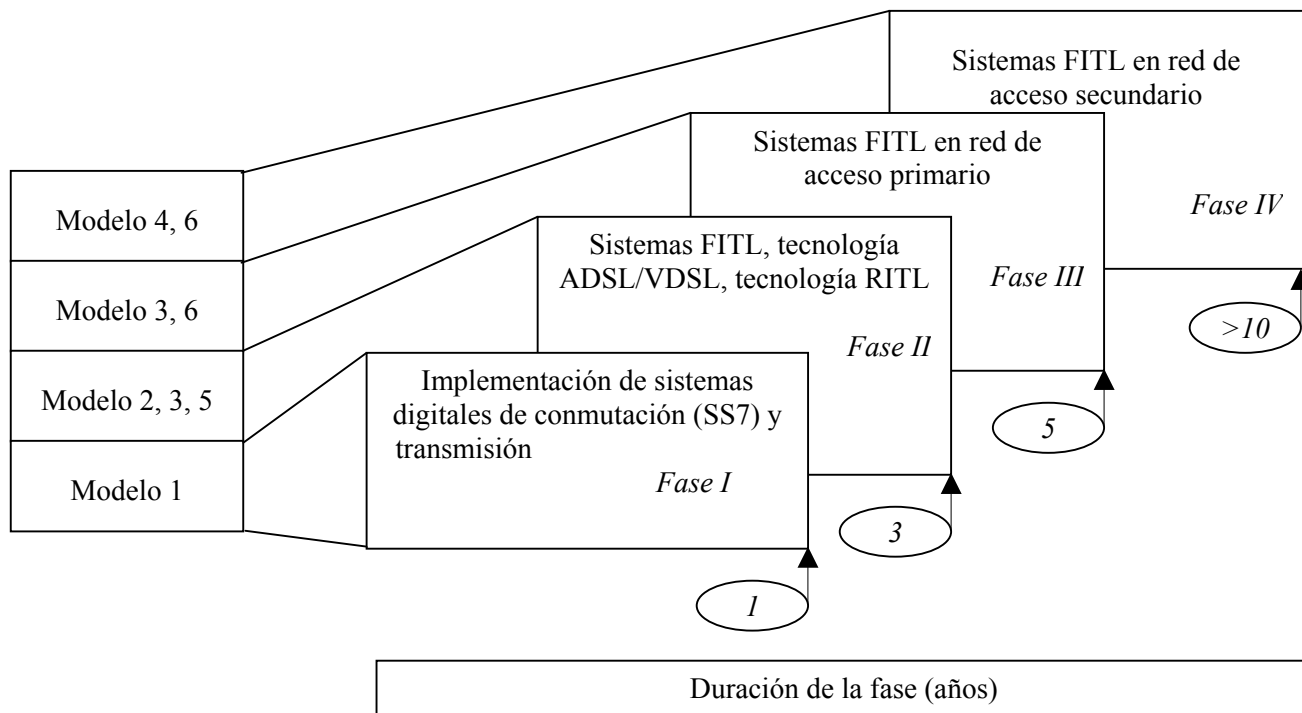
Por razones económicas y técnicas, la implementación de la arquitectura objetivo de la red de acceso debe hacerse en varias fases, tomando como base el análisis de los siguientes aspectos de la situación actual:

- en la red de núcleo,
- en la red de acceso,
- en el área del EIC,
- en los países vecinos,
- en lo que atañe a los servicios existentes y recursos humanos disponibles para la aplicación de las nuevas tecnologías que hayan de utilizarse.

En la figura 4.3 se muestra un posible proceso de implementación sugerido para países en desarrollo.

En la primera fase se presupone haber completado la implementación de la transmisión digital y la señalización por canal común (CCS N° 7), es decir, dos condiciones previas importantes para la realización de la RDSI-BE. Esto permite la distribución de servicios a través de la infraestructura existente mediante el Modelo 1, y su aplicación concreta requiere un tiempo relativamente corto. Se ha previsto un año como duración de esta fase. En la segunda fase, aunque se disponga de una infraestructura de cables de pares metálicos perfeccionada y moderna, cabe prever la transición a sistemas FITL. Además de las elevadas velocidades binarias, estos sistemas permiten planificar las redes de transmisión de una manera nueva. En el caso de realización con sistemas de transmisión SDH, el transporte a través de la red de transmisión puede organizarse en tres capas –nacional, regional y local–, lo que reduce radicalmente el número de niveles de conmutación. En el nivel nacional, las redes PON sólo convienen para un uso limitado (en zonas de alta densidad de población), y en cambio se recomienda la utilización de sistemas FITL activos para soluciones futuras debido a la migración de servicios hacia la RDSI-BA. Como en esta fase se están instalando cables de fibra óptica en la red nacional, además del Modelo 3 deberán utilizarse las tecnologías ADSL/VDSL – el Modelo 2 – para la distribución de servicios en los últimos 500 m a los abonados. Cuando haya clientes dispuestos a pagar por la satisfacción rápida de sus demandas de distribución de servicios, habrá que aplicar el Modelo 5 con tecnología RITL. La experiencia de los países desarrollados señala la necesidad de proyectos de prueba, que proporcionen la base práctica que necesitan tanto el operador como los usuarios y que permitan la reestructuración de la industria nacional de equipos de telecomunicaciones. Por consiguiente, se pronostica que la segunda fase durará tres años.

Figura 4.3 – Implementación de la estructura-objetivo de red de acceso



Por analogía con la infraestructura de telecomunicación basada en cables de pares metálicos, también en el caso de los cables de fibra óptica suelen definirse dos niveles de la red de acceso: la AN primaria (entre la central local y el punto de distribución) y la AN secundaria (entre el punto de distribución y las instalaciones del cliente).

En la fase siguiente, la tercera, está previsto implementar sistemas FITL en la AN primaria. Los resultados de redes experimentales en todo el mundo demuestran que, en zonas de alta densidad de población (suponiendo 100 000 usuarios y servicio de vídeo conmutado), es posible lograr un coste de 1 437 USD por cliente con arquitectura de red activa partida en doble estrella (según los datos de la UIT, la inversión estimada por línea telefónica principal es de 1 500 USD) [13, 14]. Se supone que esta compleja tarea puede completarse en cinco años. Al finalizar esta fase sería posible la implantación de cables de fibra óptica en la AN secundaria (FTTH). Esto implica que podrá utilizarse el Modelo 4 para la distribución de servicios en la AN por todo el territorio nacional. Además del desarrollo de sistemas FITL, paralelamente se hacen hoy grandes inversiones en desarrollo de comunicaciones por satélite. Por tal motivo ahora es difícil predecir, pero no es imposible esperar, que en el transcurso de la aplicación final del proceso evolutivo propuesto pueda ofrecerse la prestación de servicios a través de los satélites (Modelo 6) de un modo económico. El establecimiento del Modelo 6 permite alcanzar el objetivo estratégico de las telecomunicaciones (la infraestructura de información mundial, GII) en el plazo más breve posible.

#### 4.1.4 Normas UIT-T

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T son importantes para estudiar las redes de acceso:

- Recomendación G.902, *Recomendación marco sobre redes de acceso funcional*, Ginebra, enero de 1997.
- Recomendación I.375.1, *Capacidades de red para soporte de servicios multimedia: Aspectos generales*, Ginebra, junio de 1998.
- Recomendación I.375.2, *Capacidades de red para soporte de servicios multimedia: Ejemplo de clase de servicios multimedia de consulta – Vídeo a la carta utilizando una red basada en ATM*, Ginebra, junio de 1998.

Proyecto de Recomendación I.375.3, *Capacidades de red para soporte de servicios multimedia: Ejemplos de clase de servicio de distribución multimedia, radiodifusión digital conmutada*.

#### Referencias

- [1] UIT: Comisión de Estudio 13, *Informe 76*, COM 13-R 76-E, Ginebra, octubre de 1996.
- [2] UIT: Comisión de Estudio 13, *Informe 1*, COM 13-R 1-E, Ginebra, abril de 1997.
- [3] UIT: Comisión de Estudio 13, *Informe 9*, COM 13-R 9-E, Ginebra, marzo de 1997.
- [4] Maher A.: *Spending time-to-revenue*, Telecom Report, Vol. 20, tercer trimestre 3.97.
- [5] Olsen B. y otros: *PNO and CATV Operator Broadband Upgrade Technology Alternatives: A Techno-Economic Analysis*, Optical Fibre Communication Conference, OFC 96, San Jose, febrero de 1996.
- [6] Jankovic M., Petrovic Z.: *Access Network Target Architecture*, Proc. of 4<sup>th</sup> IEEE International Conference in Multimedia Computing and Systems (ICMCS97), Ottawa, junio de 1997.
- [7] Auer E., Helmstädt D., Hoogendoorth C., Ohlendorf G., Schmidt L.: *A Generic Service Access Network Platform*, Proc. of XV International Switching Symposium, Vol. 1, Berlín, 1995.
- [8] Reinhard F., Scholz M.: *Interactive Video-services Success Factors and Network Solutions*, Proc. of XV International Switching Symposium, Vol. 2, Berlín, abril de 1995.
- [9] Kwok T.: *A Vision for Residential Broadband Services: ATM-to-the-Home*, IEEE Network, septiembre/octubre de 1995.
- [10] UIT: Comisión de Estudio 13, *Informe 8*, COM 13-R 8-E, Ginebra, marzo de 1997.
- [11] Bakmaz M., Petrovic Z.: *Access Network Architectures Comparison and Development Scenarios*, Proceeding of XIV Scientific/Professional Symposium on Novel Postal and Telecommunication Technologies, (en serbio), Belgrado, diciembre de 1996.
- [12] Lee M.S.: *Digital Optical CATV Network: An Integrated Service Network for CATV, POTS and N-ISDN*, Technology Summit, Vol. 2, Telecom 95, Ginebra, 1995.
- [13] UIT: *Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones*, Infraestructuras de información, Indicadores de telecomunicaciones mundiales, Ginebra, 1996, 1997.
- [14] EURESCOM *Project P614 Implementation Strategies for Advanced Access Networks*, Heidelberg, abril de 1998.
- [15] Jankovic M., Petrovic Z.: *Scenarios for Building Global Information Infrastructure in Developing Countries*, Proc. of International Conference on Telecommunication (ICT98), Grecia, junio de 1998.



## 4.2 Acceso inalámbrico

### 4.2.1 Introducción

El acceso inalámbrico a las redes de telecomunicación ha experimentado cambios revolucionarios de pocos años acá, en gran parte debido a los rápidos progresos de la tecnología radioeléctrica desde la introducción comercial de las comunicaciones celulares móviles en la década de 1980.

Aunque su desarrollo histórico nace de venas tecnológicas comunes, para los fines de esta sección se ha de distinguir entre *telecomunicaciones móviles* y *acceso inalámbrico*. El acceso inalámbrico se define aquí como el empleo de medios radioeléctricos para conectar usuarios ubicados en posiciones esencialmente fijas a redes de diversas clases. No incluimos en esta definición el vasto dominio de las telecomunicaciones móviles, mediante las cuales los usuarios pueden recorrer largas distancias a velocidades considerables. Tales sistemas suelen incorporar las funciones de conmutación. No así los dedicados únicamente a acceso. También se excluyen del análisis de esta sección los sistemas de transmisión de propósito general, que *pueden* utilizarse para acceso pero no están exclusivamente diseñados para tal fin.

Todo parece indicar que las telecomunicaciones inalámbricas fijas encaran un crecimiento explosivo. La cifra de ventas de esta industria alcanzó los 103 millones USD en 1998 y se espera que crezca hasta 8 000 millones USD en el 2007, según Pioneer Consulting [*New York Times*, 14 de junio, 1999].

Los sistemas de acceso inalámbrico fijos pueden coexistir con los sistemas móviles sin ningún problema, siempre que se satisfagan las necesidades de espectro radioeléctrico de ambos. Ciertamente, algunos de los conmutadores digitales modernos (aunque no todos) son capaces de funcionar a la vez como MSC (centro de conmutación de servicio móvil) de un sistema móvil celular y como central local de un sistema fijo por línea física y/o inalámbrico. Existen ahora mismo configuraciones de producto en las que un MSC da conexión a estaciones de base del servicio móvil al tiempo que sustenta conexiones V5.2 a sistemas de bucle local inalámbrico. A medida que progresa la liberalización, los organismos reguladores pueden autorizar –posiblemente con buena acogida de los operadores– la oferta conjunta de los servicios fijo y móvil. El hecho de poderse realizar simultáneamente estos servicios en el mismo conmutador, pudiendo ambos ser inalámbricos, confiere un atractivo especial a esta combinación. Ciertos analistas predicen que la convergencia de servicios fijos y móviles será una poderosa tendencia en los próximos años.

La mayoría de los sistemas de acceso inalámbrico actuales dan a los usuarios acceso a un conmutador de circuitos, pero ya están apareciendo productos que ofrecen acceso directo a conmutadores de paquetes a diversas velocidades de datos.

En comparación con cualquier sistema de transmisión por hilos, que requiere canalizaciones o postes, no hay duda de que la tecnología radioeléctrica permite una instalación mucho más fácil y menos costosa. Pero a estas ventajas, importantes para el operador, pueden añadirse otras de mucha mayor entidad.

Éstas son las siguientes:

- el papel concentrador de las estaciones de base que, para el mismo número de abonados, necesitan menos infraestructuras;
- la flexibilidad inherente al medio radioeléctrico para adaptar automáticamente el recurso (número de circuitos de radiocomunicación) a la demanda de tráfico;
- no exigir al operador que planifique desde el principio dónde van a estar sus clientes futuros y de qué tipo van a ser (residenciales o empresarios), y por lo tanto no tener que instalar infraestructuras innecesarias (cables, conducciones, postes) que tal vez no se utilicen nunca;

- facultar al operador para proponer una conexión inmediata a cualquier posible usuario que se encuentre dentro de la cobertura de la estación de base radioeléctrica;
- en ciertos casos, permitir al usuario final que compre e instale por sí mismo su propio equipo terminal radioeléctrico;
- dar al usuario final la posibilidad de conectar y utilizar los mismos terminales de abonado (aparato telefónico, facsímil, equipo contestador, módem, etcétera) que en la red alámbrica.

En relación con los dos últimos puntos, se ha de señalar que la calidad del servicio y del funcionamiento son los factores esenciales para el éxito de un operador de servicios inalámbricos. En cualquier caso, el abonado no conoce, es más, ni siquiera le importa, la tecnología utilizada en la red, del mismo modo que no sabe ni le importa cuando llama a otro continente que el servicio sea prestado por satélite, cable submarino o cualquier otro medio imaginable. Lo único que realmente importa es que el servicio y la calidad del servicio sean, por lo menos, del mismo nivel que el percibido en la red alámbrica local.

#### 4.2.2 Categorías básicas

Dentro de esta definición de acceso inalámbrico, señalamos la aparición de una serie de aplicaciones y clases de productos diferentes, en parte basadas en la velocidad de datos que requieren o admiten. Para definir categorías de aplicaciones y productos en un campo de tan rápida evolución conviene detener en una toma instantánea ese movimiento dinámico. Existen o están surgiendo productos cuya clasificación puede ser discutible. Muchos de los productos de acceso que hoy son de baja velocidad prometen convertirse en productos de alta velocidad mañana. Sin duda existen, o van pronto a aparecer, productos de acceso inalámbrico fijo que no encajan en ninguna de estas categorías. Sin embargo, para comprender su alcance y posibilidades, es provechoso enumerar las categorías de sistemas de acceso inalámbrico fijos, tal y como existen hoy, desde la perspectiva del usuario.

Distinguimos cinco categorías y aplicaciones de acceso inalámbrico, a saber:

- 1) **Bucle local inalámbrico (WLL).** El acceso inalámbrico sustituye al bucle de hilo final que va de la RTPC a los abonados residenciales y profesionales situados a unos pocos kilómetros de la central telefónica. Típicamente son sistemas inalámbricos que transmiten voz y datos en banda vocal a velocidad baja a mediana, y en el futuro prometen soportar velocidades de datos muy superiores. Suelen funcionar en las bandas de 1,9 GHz y 3,4 GHz, si bien algunos sistemas utilizan la banda móvil de 800 MHz u otras bandas. La densidad de abonados y la cobertura que admiten estos sistemas varían considerablemente. Los sistemas WLL más avanzados del momento satisfacen las necesidades de cobertura, tráfico y densidad de abonados de las poblaciones muy urbanizadas, así como las de zonas rurales.
- 2) **Acceso inalámbrico a larga distancia** es un medio de prestar servicio telefónico a abonados residenciales y profesionales situados a distancias considerables, hasta centenares de kilómetros, de la central local. Esta aplicación a menudo se denomina «punto a multipunto» (PMP) puesto que utiliza el medio radioeléctrico para conectar un punto único (la central local) a numerosos puntos (múltiples estaciones terminales a las que se conectan los abonados). Los sistemas radioeléctricos de microondas aplicados suelen operar en la gama de frecuencias de 500 MHz a 2,5 GHz. Además se están instalando ahora sistemas de satélite que proporcionan acceso inalámbrico fijo. Típicamente se instalan en zonas muy lejanas, en las que no pueden establecerse de manera económica sistemas de enlace terrestre por línea o radiocomunicación.
- 3) **Acceso a Internet por paquetes de datos de alta velocidad.** Se utiliza esta clase de productos para proporcionar a los usuarios finales un acceso inalámbrico a muy alta velocidad (de 1 a 2 Mbit/s) a redes de datos, incluidas Internet y las Intranet. Estos sistemas utilizan bandas autorizadas como las de 1,9 GHz y 3,4 GHz.

- 4) **Acceso inalámbrico en banda ancha**, de corto alcance pero velocidades de datos muy altas (decenas de Mbit/s) para empresas o instituciones públicas. Por lo general, estos sistemas funcionan en bandas recientemente abiertas en la gama de 10 GHz a 42 GHz y pueden ofrecer acceso a distancias de hasta 25 kilómetros, aproximadamente.
- 5) **Acceso inalámbrico en redes de área local**, donde la radiocomunicación sustituye a los cables de las redes de área local normales. Estos sistemas pueden utilizar bandas de frecuencias no autorizadas, como la de 2,4 GHz. Suelen estar concebidos para uso interior. Algunos sistemas ofrecen adjuntos radioeléctricos exteriores para relacionarse con los edificios cercanos.

En el resto de la sección se examinan con más detalle estas aplicaciones. Se concede especial atención a las dos primeras, las aplicaciones de acceso inalámbrico más extendidas que prestan servicio telefónico a varios millones de abonados en todo el mundo.

#### 4.2.2.1 Bucle local inalámbrico

El término «bucle local» generalmente se utiliza para designar el total, o la parte final, de las redes de acceso (primaria y secundaria), pero la definición de «bucle local» suele depender de la estructura de la red y del origen cultural.

Para suprimir la ambigüedad, aplicaremos el término «bucle local» a las redes de «acceso + distribución».

El término subred de «acceso» describe la parte de red que media entre la instalación del abonado y el primer punto de distribución geográfica o concentración de circuitos.

El término subred de «distribución» designa la parte de red comprendida entre el primer punto de distribución geográfica o concentración de circuitos y la central local.

Puede no haber punto de distribución o concentración si la subred de «acceso» está directamente conectada a la central local.

Hasta el momento, el punto de referencia situado entre la subred de «acceso» y la subred de «distribución» no está fijado, y varía según la arquitectura de la red y la tecnología del bucle local.

Esto implica además la posibilidad de utilizar tecnologías diferentes para cada una de las subredes. De ahí, que puedan establecerse combinaciones híbridas alámbricas/inalámbricas o inalámbricas/alámbricas. Hay muchas configuraciones posibles, que dependerán de la topografía, calidad de funcionamiento, servicios, costes, restricciones legales o ambientales, estrategia del operador, etc.

La figura 4.4 ilustra esta definición de bucle local.

El bucle local inalámbrico con base celular, en el que la radiocomunicación sustituye al bucle de hilo final entre la central y la instalación del abonado, se ha extendido profusamente en los últimos tres años. Impulsado por los numerosos avances de la tecnología radioeléctrica y los procesos de fabricación que suelen ir asociados con la industria celular móvil, el bucle local inalámbrico se ha convertido recientemente en una alternativa de gran atractivo económico a la tradicional planta exterior alámbrica. Muy a menudo, la planta exterior constituye la principal inversión de capital para los operadores de redes telefónicas. Como se expone en las figuras 4.5 y 4.6, la elección de WLL puede afectar a la mitad de sus gastos de inversión típicos. La ventaja en materia de costes que ofrece el WLL sobre la línea física tradicional puede así tener una gran repercusión en los resultados finales de un proveedor de servicio.

Figura 4.4 – Definición del bucle local

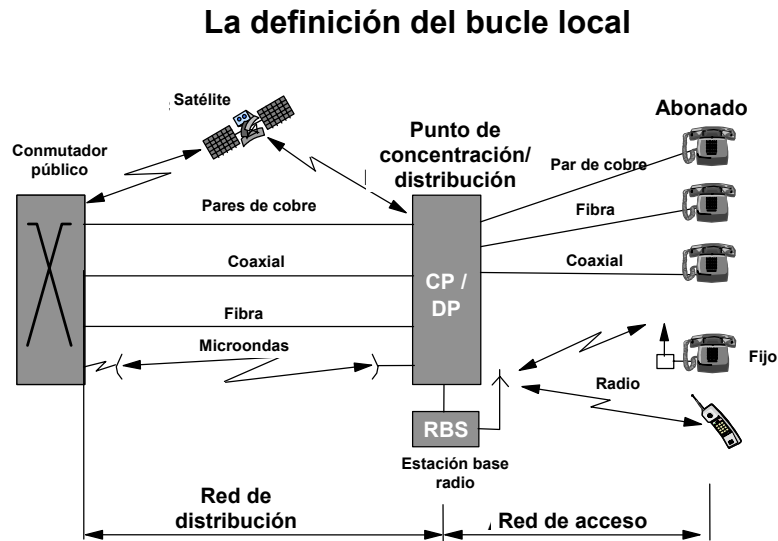
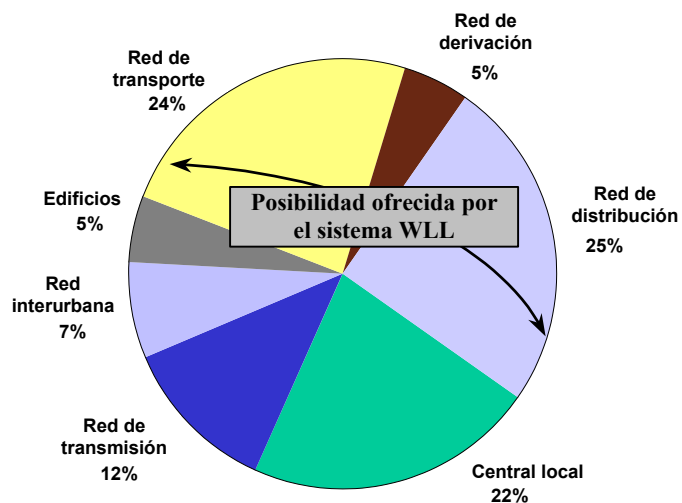
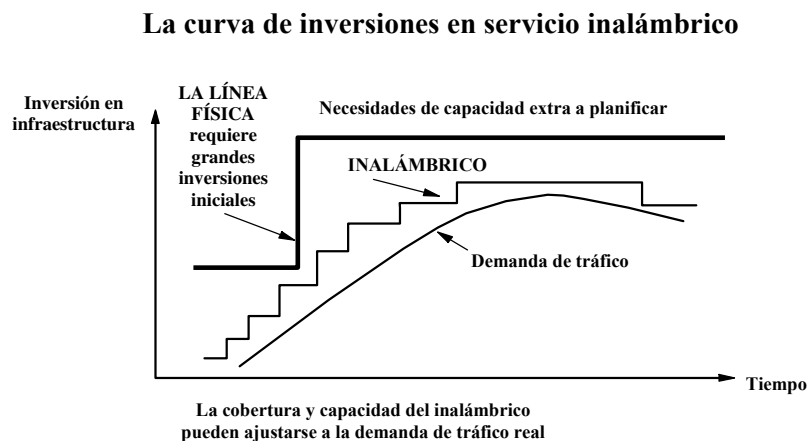


Figura 4.5 – Distribución media de inversiones en una red de líneas fijas



Fuente: Estudios realizados por Lucent Technologies, 1996

Figura 4.6 – Curva de inversiones en servicio inalámbrico



Si bien la moderna tecnología WLL comparte ciertos aspectos de la arquitectura común de los sistemas móviles –tecnología celular, división en sectores, reutilización de frecuencias, reducida potencia, etcétera– las mejores tecnologías y productos WLL no comparten los inconvenientes que suelen ir asociados con la telefonía móvil celular de hoy.

Las redes celulares de servicio móvil deben, por su naturaleza, consumir considerables recursos de procesamiento en las tareas de seguimiento de la posición geográfica de los usuarios, y han de permitir su dispersión para conseguir un rápido cambio dinámico. Con abonados fijos, tales tareas no son necesarias. La posición de los abonados no experimenta cambios dinámicos. Al ser fija la dirección de un abonado con relación a la estación de base que le atiende, las antenas del WLL pueden aprovechar las ventajas de la direccionalidad. Los mejores productos de tecnología WLL tienen, por tanto, capacidad de admitir densidades de abonados mucho más elevadas, un tráfico de llamadas superior y mejor calidad de servicio que sus equivalentes móviles. Los sistemas móviles celulares generalmente se comprometen a una cierta calidad de la voz mediante un muestreo de la señal vocal a 8 ó 13 kbit/s. Los sistemas WLL construidos expresamente suelen utilizar velocidades de muestreo de 32 ó 64 kbit/s, que dan una calidad de señal propia de las llamadas interurbanas.

El atractivo de los sistemas WLL como alternativa al acceso por hilo físico se debe a que pueden generalmente instalarse con mucha más rapidez y a coste más reducido, y sin embargo prestan un servicio equivalente o incluso mejor.

Para reemplazar a la línea física en el terreno comercial, los sistemas WLL deben ofrecer *transparencia*. El WLL alcanza su máximo atractivo cuando se comporta de modo similar a la telefonía alámbrica de alta calidad, pero a un coste notablemente más bajo. Esto conlleva que los procedimientos de marcación, la calidad de la voz, el acceso a los servicios de abonado suplementarios y el comportamiento de éstos, así como el tiempo de establecimiento de la llamada sean equiparables a los que proporcionan las líneas de alta calidad.

La transparencia lograda por los productos WLL más avanzados es excelente, tanto para servicio telefónico analógico como digital (RDSI). Ciertamente, el mayor elogio que puede hacerse de un producto WLL es que un usuario final típico no sea capaz de descubrir que la llamada se hace a través de una línea inalámbrica si no ve con sus propios ojos la antena.

Como el WLL funciona en exteriores con una tecnología radioeléctrica pública, para reducir la interferencia sólo debe operar en bandas de frecuencias autorizadas. Las frecuencias exactas en las que operan los sistemas WLL están, por tanto, controladas por organismos reguladores nacionales, regionales e internacionales. Los proveedores de servicio telefónico público que quieran utilizar sistemas WLL deben, por lo general, solicitar espectro radioeléctrico en las localizaciones donde deseen operar. Las frecuencias de operación comunes en los sistemas WLL modernos están en las bandas de 1,9 GHz y 3,4 GHz.

La abundancia y diversidad de las tecnologías radioeléctricas WLL presentes en el mercado, unidas a las diferentes calidades de servicio y distintos niveles de transparencia, hacen que ciertos operadores no se decidan a adoptar el WLL. Pero ante la inevitable conmoción que sufre la industria, es verosímil que los sistemas de bucle local inalámbrico sean cada vez más normalizados y genéricos, justamente como se considera la tecnología alámbrica. A los sistemas WLL que son simplemente móviles celulares con la movilidad desactivada se les pide ahora que mejoren su transparencia con los de bucle alámbrico. Los WLL contruidos expresamente poseen ya una buena transparencia, pero ahora se les exige que se normalicen y que ajusten sus sistemas de operación y gestión a los del resto de la red. Y lo que es más importante, al exigir los operadores que los sistemas WLL admitan velocidades de datos cada vez más elevadas, los suministradores están abocados a una continua evolución de sus sistemas. Todos estos factores aseguran que probablemente asistamos a un descenso de los precios unido a una expansión de las funciones de los sistemas WLL a medida que sigan instalándose en los años venideros.

---

**Figura 4.7 – Bucle local inalámbrico en la República de Sudáfrica**  
(Adviértase el panel solar para el equipo de alimentación del abonado)



---

En lo que a los mercados se refiere, los suministradores de equipos WLL han logrado sus mayores éxitos en la aplicación llamada *teledensidad*, que no es sino la expansión rápida y económica del número de líneas telefónicas en una determinada localidad utilizando el bucle local inalámbrico, con lo que se lleva el

servicio telefónico básico a zonas donde era casi o totalmente inexistente. La figura 4.7 expresa muy claramente el efecto humanizador que puede tener el WLL en la red mundial de telecomunicaciones. No es raro, por consiguiente, que sean los países en desarrollo de Asia, África y América Latina los que hasta ahora han instalado más líneas de acceso inalámbrico.

Pese a los logros conseguidos en la prestación de servicio telefónico básico en países en desarrollo, los fabricantes de equipos WLL se ven obligados a actualizar constantemente sus productos con el fin de ofrecer a los usuarios servicios más avanzados, equiparables a los que puedan prestar las tecnologías alámbricas más recientes. Al introducirse tecnologías como las de módems V.90, xDSL y módems para cable, los sistemas WLL tienen que poder igualar sus capacidades. Sólo aquellos sistemas que utilicen las tecnologías de radiocomunicación digital más modernas, como el DECT, y otras técnicas AMDT y AMDC podrán mantener una cuota apreciable del mercado WLL. Porque hasta en las zonas menos desarrolladas, urbanas y rurales, se necesitan y se demandan servicios de datos modernos, como el acceso a Internet a velocidades en continuo aumento.

En los próximos años va a ser muy corriente la introducción de tecnologías de paquetes en las interfaces radioeléctricas del bucle local inalámbrico, dada la exigencia de soportar velocidades de datos cada vez más elevadas. En lugar de conectarse solamente a conmutadores de circuitos tradicionales, es fácil que veamos también sistemas WLL con interfaz directa a encaminadores IP. La tecnología de paquetes es capaz de intensificar la compartición de los recursos radioeléctricos, especialmente útil para el tratamiento de datos en ráfagas, y por ello interesa la aplicación de dicha tecnología al bucle local inalámbrico. Al extenderse la liberalización, tanto los operadores tradicionales como los nuevos quizás pretendan proporcionar a la vez servicios de telefonía con conmutación de circuitos y servicios con conmutación de paquete como el acceso a Internet.

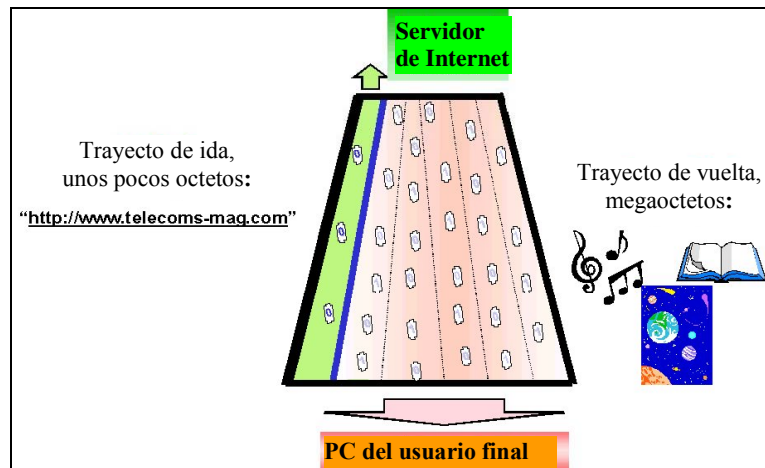
Numerosos analistas predicen a largo plazo una transición total de las redes de telecomunicación de las tecnologías de circuitos a las de paquetes, como son las de IP y ATM, para todos los servicios, incluso la telefonía vocal. Si bien esta transición se prolongará durante un largo periodo, es evidente que los sistemas WLL actuales se están ya preparando para encarar ese desafío.

Puesto que el acceso de datos a velocidad elevada es una aspiración esencial de Internet, es interesante señalar que la mayoría de los intercambios de datos en la Red son de naturaleza asíncrona. Hoy día, un usuario típico de Internet envía una cantidad de datos relativamente pequeña en sentido de ida (de PC a ISP), que podría consistir en unos pocos clics de ratón o en la introducción por teclado de una dirección tal como <http://www.telecoms-mag.com>. La respuesta en sentido de retorno (de ISP a PC) a esa escasa cantidad de datos suele contener un gran volumen de datos de texto, gráficos, audio o vídeo, como por ejemplo una página *web* con un gráfico complejo (figura 4.8).

El flujo de información en el acceso a Internet del usuario es, pues, marcadamente *asimétrico* por su naturaleza. Las tecnologías radioeléctricas capaces de adaptación dinámica a la asimetría están en clara ventaja frente a las que no lo son. En particular, si se logra duplexar comunicaciones bidireccionales por medio de un dúplex por división de tiempo (DDT) será bastante más fácil ajustar la asimetría *en tiempo real* que con un dúplex por división de frecuencia (DDF).

Cabe prever que los sistemas de bucle local inalámbrico (WLL) continúen incorporando nuevos avances tecnológicos, tales como la técnica de *antena inteligente*, que para mejorar la calidad de funcionamiento alterna de modo dinámico la forma de propagación electromagnética. Varios de estos métodos han sido ya probados. Se conseguirá una mayor capacidad de los sistemas WLL reduciendo la interferencia y utilizando con mayor eficacia la potencia radiada. Una vez más, los productos y tecnologías radioeléctricas que puedan incorporar esas técnicas avanzadas probablemente superarán a los demás en el terreno competitivo.

---

**Figura 4.8 – Flujo asimétrico de datos en Internet**



---

#### 4.2.2.2 Acceso inalámbrico fijo a larga distancia

Existe otra categoría de acceso inalámbrico fijo que puede dar servicio a abonados muy alejados de la central telefónica, a distancias considerablemente mayores que las de un bucle local ordinario. Desde hace decenios, hay sistemas inalámbricos que cumplen esa misión tanto en países desarrollados como en desarrollo.

En la pasada década ha aparecido una conocida tecnología con esa finalidad: la transmisión radioeléctrica en microondas de punto a multipunto (PMP) en AMDT. En estos sistemas, se emplaza cerca de la central una unidad de interfaz, a partir de la cual puede haber múltiples tramos de hasta 50 km de enlace por microondas en AMDT, usualmente en la banda de 1,5 GHz o 2,5 GHz, hacia estaciones que proporcionen puntos de conexión con aparatos telefónicos alámbricos. Funcionan hoy sistemas que ofrecen este tipo de acceso a abonados que distan *cientos de kilómetros* de la central telefónica (figura 4.9). Con los sistemas más avanzados pueden ofrecerse hasta servicios RDSI a unos abonados tan lejanos. Más recientemente, ciertos sistemas se han completado con «rabos» WLL, de tal manera que incluso la conexión desde la estación radioeléctrica final a las dependencias del abonado pueda también establecerse por medios inalámbricos.

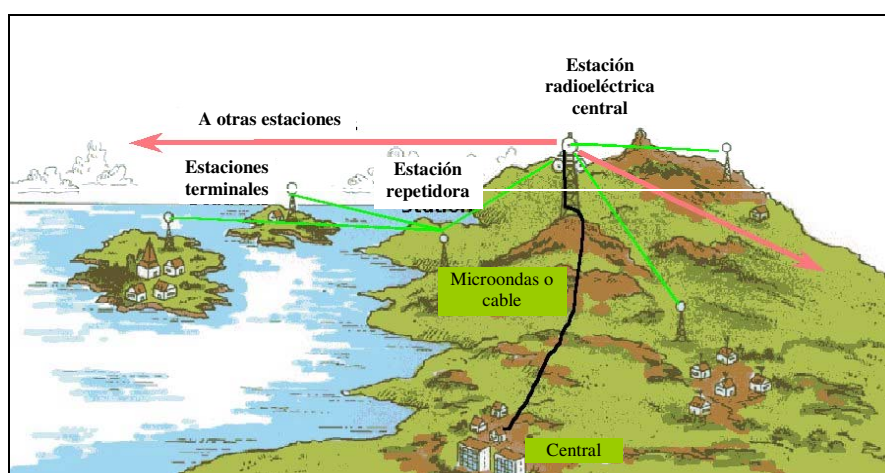
El precio de estos sistemas varía considerablemente dada la extensa gama que abarcan sus configuraciones, densidades de abonados, zonas de cobertura y servicios. Los precios por abonado pueden variar entre algunos cientos y algunos miles de dólares. Como estrategia para prestar servicio a zonas rurales y lejanas, los operadores pueden utilizar sistemas de este tipo hasta que el crecimiento en abonados de una comunidad determinada alcance un nivel en el que sea rentable la instalación de una central pequeña o de un módulo remoto de una central distante. En ese momento los rabos WLL ya instalados pueden seguir utilizándose para proporcionar acceso a la nueva central.

En esta categoría de acceso inalámbrico fijo a distancias muy largas, también hay sistemas que utilizan enlaces de satélite para proporcionar acceso a una red. Las configuraciones varían considerablemente. Puede aplicarse la tecnología de satélites VSAT (terminales de muy pequeña abertura) para prestar servicios de voz y de datos a comunidades lejanas cuyo acceso por cable o radioenlace terrestre en microondas no resulte económico. Cuando el tráfico de una de esas comunidades no justifique arrendar



permanentemente un radiocanal del satélite, puede utilizarse la tecnología de acceso múltiple con asignación por demanda (DAMA), que optimiza la utilización del satélite. De este modo, los recursos de satélites sólo se atribuyen a medida que se necesitan. Resulta así económicamente viable el acceso a pequeños grupos de abonados ubicados en zonas extremadamente alejadas.

**Figura 4.9 – Acceso inalámbrico a larga distancia**



#### 4.2.2.3 Acceso a Internet por paquetes de datos de alta velocidad

Una tercera aplicación interesante del acceso inalámbrico fijo, ahora incipiente, es el acceso a Internet a velocidad muy elevada utilizando la tecnología de paquetes de datos. Ciertos productos WLL, principalmente utilizados hoy para voz y datos en banda vocal, se basan en normas técnicas que soportan los paquetes de datos de alta velocidad. Varios de los actuales sistemas WLL con tecnología de circuitos prometen una rápida evolución para admitir también los paquetes de datos. Pero también está apareciendo una clase de productos diseñados desde un principio para soportar tecnología inalámbrica de paquetes a velocidad muy elevada con protocolos IP y PPP. Para tales productos son aplicaciones fundamentales el acceso interredes/intrarredes y las redes privadas virtuales entre centros empresariales. Las llamadas vocales pueden ser admitidas o no.

Estos sistemas de acceso pueden ser utilizados por compañías explotadoras que pretendan competir con el acceso a Internet en alta velocidad ofrecido por los proveedores de televisión por cable y conexiones DSL. Entre los clientes de estos productos figuran proveedores de servicios Internet, proveedores de telefonía inalámbrica, Administraciones de telecomunicación y proveedores de acceso competitivos. Los usuarios finales pueden ser residenciales o profesionales.

Además de proporcionar acceso de datos de alta velocidad a las redes públicas, también pueden sustentar estos sistemas redes privadas virtuales entre centros empresariales geográficamente dispersos.

#### 4.2.2.4 Acceso inalámbrico en banda ancha

##### 4.2.2.4.1 Introducción

En la vanguardia de la tecnología de acceso inalámbrico fijo, asoma hoy el acceso inalámbrico en banda ancha. Son sistemas que admiten velocidades de datos muy elevadas, del orden de decenas de megabits por segundo, para aplicaciones de voz y datos destinadas a usuarios profesionales. Se utiliza tecnología monocelular, con visibilidad directa, para retransmitir enormes volúmenes de datos desde las instalaciones de la empresa a las redes del operador. Actualmente se pueden utilizar para cubrir distancias de hasta 25 km, dependiendo esto de las condiciones climáticas y del espectro radioeléctrico. Esta tecnología permite que los operadores eviten el largo tiempo de anticipación y el considerable gasto de tender el cable de fibra óptica para conectar sus redes a los edificios de la empresa en áreas urbanas y suburbanas.

El acceso inalámbrico en banda ancha funciona cerca del extremo superior del espectro radioeléctrico comercialmente disponible, desde 10 GHz a 42 GHz, siendo algo diferentes las bandas autorizadas atribuidas en Europa y en Norteamérica. Se incluye en esta aplicación el servicio de distribución multipunto local (LMDS), que ocupa una banda de frecuencias particular (28 GHz) dentro de la categoría general de acceso inalámbrico en banda ancha..

Sin haberse generalizado todavía esta técnica, una reciente estimación del Grupo estratégico sobre el mercado de infraestructuras de LMDS solamente en los Estados Unidos, alcanza 8 000 millones USD en los próximos diez años. En este país, con economía a todas luces desarrollada, sólo una décima parte de los edificios de oficina están conectados por fibra óptica, lo que ofrece grandes oportunidades para el acceso inalámbrico en banda ancha.

Las aplicaciones potenciales incluyen, aunque sin carácter restrictivo, el vídeo a la carta, el vídeo interactivo y el acceso a Internet. Entre los compradores de equipo de acceso inalámbrico en banda ancha van a figurar seguramente Administraciones, operadores de centrales locales, operadores intercentrales, proveedores de servicios Internet y nuevos operadores de red. Es probable que los usuarios finales sean inicialmente pequeñas y medianas empresas que no puedan justificar el coste de alquilar fibra óptica.

Como estrategia de introducción al mercado, el operador podría utilizar la banda ancha inalámbrica para formar una base inicial de clientes profesionales en banda ancha. La flexibilidad modular del acceso inalámbrico, que permite inversiones escalonadas con rápida percepción de beneficios, facilita la entrada en el mercado. Tan pronto como en una localidad geográfica determinada haya suficientes usuarios finales que proporcionen un nivel de ingresos adecuado, podrá el operador optar por invertir en fibra óptica. El equipo de acceso inalámbrico podría entonces reinstalarse en cualquier otro lugar, donde el operador desee hacer negocio.

En último término, el acceso inalámbrico en banda ancha también puede resultar atractivo para usuarios residenciales. Se consideran como aplicaciones probables los servicios avanzados de vídeo interactivo y el acceso a Internet a velocidad muy elevada. Dado que el coste de llevar la fibra hasta el domicilio se estima en varios miles de dólares por usuario, las soluciones inalámbricas en banda ancha podrían ofrecer grandes expectativas.

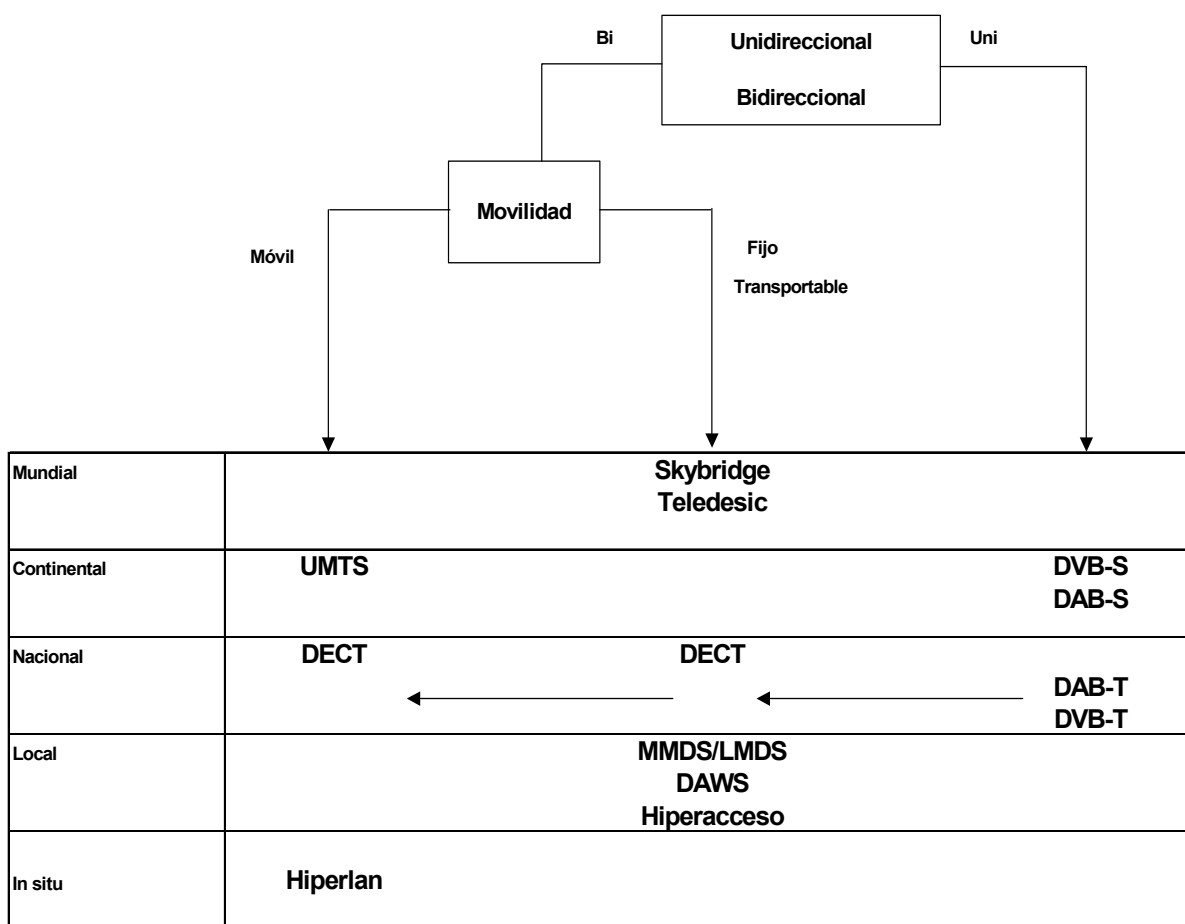
En el anexo 4A se presenta una breve descripción de algunos sistemas europeos de acceso inalámbrico en banda ancha.

##### 4.2.2.4.2 Arquitectura de un sistema de acceso inalámbrico en banda ancha

La arquitectura que ilustra la figura 4.10 se ha construido considerando solamente los tres parámetros que mejor diferencian los servicios prestados. Desde el punto de vista de los usuarios, caracterizan cómo puede satisfacer sus necesidades el sistema.

- Uni/bidireccional: es el parámetro que separa el mundo de la difusión del mundo de la telecomunicación, en el que las comunicaciones son en su mayor parte bidireccionales. Los servicios prestados por sistemas unidireccionales están limitados, aunque en ciertos casos puede añadirse un canal de retorno a través de sistemas bidireccionales.
- Movilidad del sistema: el sistema atenderá a una persona o a un lugar, dependiendo de que ofrezca o no movilidad.
- Cobertura típica: caracteriza para los usuarios el margen de movilidad de los terminales.

Figura 4.10 – Arquitectura de sistema de acceso inalámbrico en banda ancha



#### 4.2.2.5 Redes de área local inalámbricas

No podría concluirse una visión panorámica del acceso inalámbrico sin mencionar otra clase de productos que recientemente ha aparecido en el mercado como alternativa inalámbrica a las redes de área local (LAN) para comunicación de datos en el interior de un edificio. Como las LAN suelen funcionar en un entorno interior, puede utilizarse una banda de frecuencias no autorizada (por ejemplo, 2,4 GHz). Estos sistemas permiten trasladar fácilmente los terminales de un sitio a otro sin dejar de estar conectados a la LAN. Sus

usuarios típicos son empresas, escuelas y oficinas del gobierno. Existen hoy LAN inalámbricas con la misma fiabilidad y velocidad de transmisión de datos que las LAN alámbricas. Como ventaja esencial ofrecen una gran facilidad para reubicar dentro de un edificio los equipos de oficina (terminales, PC, impresoras, etc.).

#### **4.2.2.6 Conclusión**

En los últimos años aparece el acceso inalámbrico como alternativa viable al acceso por hilos físicos en una gran variedad de aplicaciones. Si algo guía los avances conseguidos en este terreno, es que los progresos alcanzados por la tecnología de acceso alámbrico pronto serán igualados por sus equivalentes sin hilos, generalmente más rápidos de instalar y de coste inferior. Por no ser subterráneo, el equipo de acceso inalámbrico es fácilmente accesible a los técnicos y por tanto de mantenimiento más sencillo. Al estar instalado en determinados lugares, la preocupación por la seguridad suele ser menor que en el acceso por hilos. Si desciende la demanda de abonados, como sucede cuando las compañías abandonan un edificio, puede recuperarse e instalarse de nuevo el equipo de acceso inalámbrico, lo cual no es posible con el cable subterráneo.

Lo que hoy contemplamos en el acceso inalámbrico se debe, en parte, al asombroso éxito comercial de la telefonía móvil celular, que ha impulsado grandes avances en la tecnología radioeléctrica, acumulando capitales y creando interés por ampliar el campo de aplicación de esas técnicas.

En sus primeras aplicaciones, el acceso inalámbrico ha proporcionado telefonía vocal básica. Ahí ha logrado un éxito notable, reduciendo el coste de la prestación del servicio telefónico y favoreciendo por tanto el rápido crecimiento de la teledensidad en las naciones menos desarrolladas del mundo. Al sustituir los datos a la voz como motor de las telecomunicaciones modernas, el acceso inalámbrico evoluciona con rapidez para admitir velocidades de datos cada vez mayores mediante la tecnología de paquetes.

De este modo, el acceso inalámbrico aporta una esperanza de alcanzar las telecomunicaciones modernas a esa mitad de la humanidad que nunca ha hecho una llamada telefónica. Pero también fomenta el progreso y establecimiento de servicios de datos de velocidad muy elevada en las regiones de mayor desarrollo de nuestro planeta. En uno y otro dominio, el acceso inalámbrico es uno de los escenarios más fascinantes del mundo de las telecomunicaciones actual.

### **4.2.3 Soluciones técnicas radioeléctricas**

#### **4.2.3.1 Sistemas de microondas punto a multipunto (PMP)**

Varios fabricantes ofrecen hoy este tipo de sistemas digitales, principalmente para prestar servicios de telecomunicaciones a abonados aislados o a pequeñas comunidades en zonas rurales.

No existe norma común alguna de interfaz inalámbrica para estos sistemas, sino únicamente normas de «coexistencia» que definen el método de acceso y la máscara del espectro. Cumplen asimismo la Recomendación 756 del UIT-R.

La capa física se basa normalmente en la transmisión a 2 Mbit/s, con capacidad total equivalente a un múltiple del sistema MIC de 2 Mbit/s (30 canales de tráfico, con anchura de banda de 64 kbit/s cada uno). También hay sistemas que utilizan transmisión a 4 Mbit/s y proporcionan 60 canales de tráfico a 64, 32 ó 16 kbit/s.

El acceso se verifica por MDT (ida) y AMDT (retorno) con asignación del canal por demanda y mediante una disposición en dúplex de frecuencia (DDF).

Los sistemas PMP funcionan típicamente entre 1 y 3 GHz en las atribuciones normales a «servicio fijo» (véase la Recomendación 701 del UIT-R).

En comparación con los sistemas celulares o sin cordones, los de punto a multipunto presentan una baja eficacia de utilización del espectro. Tal comparación, sin embargo, no es muy justa dado que los sistemas PMP ofrecen canales de 64 kbit/s en transparencia total y tienen capacidad de proporcionar varios canales al usuario (por ejemplo, 2B+D en la RDSI), mientras que los celulares ofrecen canales de banda estrecha con codificación de la voz especializada y velocidades de datos limitadas hoy a 9,6 kbit/s.

Los sistemas PMP satisfacen cumplidamente los requisitos de las aplicaciones WLL por haber sido especialmente diseñados para sustituir al bucle local por línea física, sobre todo en las zonas rurales. Pueden salvar distancias muy grandes, típicamente hasta 50 km de un solo tramo. También admiten prolongarse hasta cientos de kilómetros mediante el uso de repetidores en configuración «ramificada».

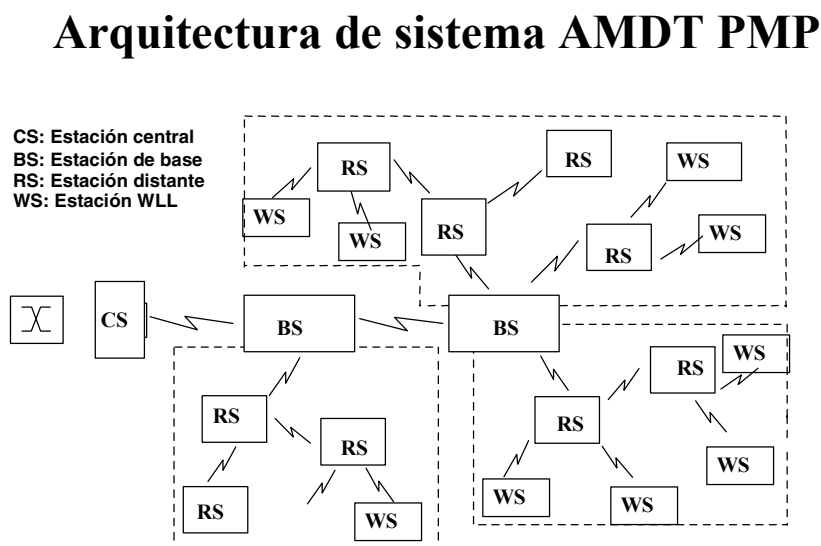
Puesto que el protocolo se basa en la MIC, el tráfico se cursa a 64, 32 ó 16 kbit/s, y el sistema es por tanto totalmente transparente a los servicios normales en banda vocal, siendo algunos equipos capaces de sustentar la RDSI 2B+D. El equipo de terminación de red puede entonces proporcionar una amplia gama de interfaces convencionales, que van desde el servicio telefónico analógico ordinario a 2 ó 4 hilos hasta la RDSI.

En conclusión, la solución PMP constituye una manera efectiva de ampliar las redes digitales alámbricas que hoy existen o de modernizar las antiguas redes analógicas, ofreciendo al usuario la misma calidad y grado de servicio que la red alámbrica. Asimismo proporcionan al usuario servicios avanzados, desde la telefonía ordinaria a la RDSI (2B+D).

Por último, el análisis económico de la aplicación actual de los sistemas punto a multipunto sugiere que su utilización es óptima en zonas escasamente pobladas.

En la figura 4.11 se presenta un ejemplo de arquitectura PMP.

Figura 4.11 – Ejemplo de arquitectura de sistema AMDT PMP



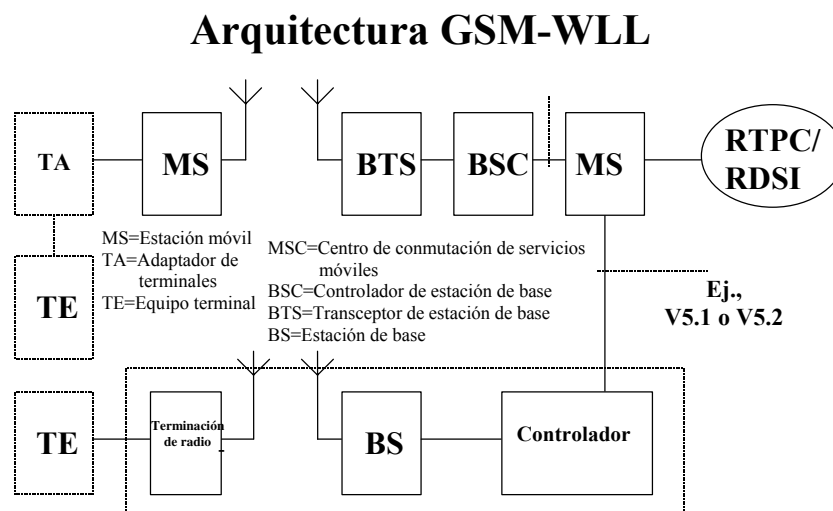
#### 4.2.3.2 Sistemas celulares digitales

Las tecnologías celulares actuales están concebidas para aplicaciones macrocelulares y densidades de tráfico restringidas. De ahí que tales tecnologías sean capaces de dar soluciones factibles al establecimiento de bucle local inalámbrico en zonas remotas, rurales y suburbanas. Sin embargo, las densidades de tráfico elevadas requieren tecnologías radioeléctricas microcelulares o de corto alcance, y la planificación de la reutilización de frecuencias se torna compleja.

La arquitectura típica de un sistema WLL móvil celular digital (figura 4.12) incluye las funciones siguientes:

- el centro de conmutación de servicios móviles (MSC), que asegura la función de conmutación y la función de itinerancia dentro del MSC y entre distintos MSC;
- el registro de posiciones de vehículos (VLR) y el registro de posiciones propio (HLR), que son las bases de datos utilizadas para gestionar la itinerancia y los abonados móviles locales;
- el centro de autenticación (AC) y el registro de identidades de equipo (EIR);
- el sistema de estación de base (BSS), que gestiona los recursos radioeléctricos e incluye:
  - el controlador de estación de base (BSC)
  - los transeceptores de estación de base (BTS)
- la estación móvil (MS) y el equipo terminal (TE).

**Figura 4.12 – Arquitectura GSM-WLL**



Al examinar los sistemas celulares digitales utilizados en la aplicación WLL, hay que destacar las características resumidas a continuación:

- Funcionan en 800/900 MHz (IS 54, GSM) o en 1 800 MHz (IS 95, DCS1800), y admiten abonados móviles en células de 30 km de radio aproximado.
- Por ser la transmisión de voz el servicio más importante y el de mayor volumen, se utilizan en la interfaz inalámbrica códecs de voz específicos para conseguir un eficaz aprovechamiento del espectro y solidez ante el entorno radioeléctrico (desvanecimiento, interferencia, etcétera). Estos códecs utilizan codificación de señales vocales de hasta 13 kbit/s e, incluso con las recientes mejoras en algoritmos de codificación, no ofrecen una calidad de señal vocal equivalente a la de las redes alámbricas.
- En materia de servicios, no prestan de manera transparente los servicios de datos y facsímil en banda vocal. El GSM, por ejemplo, soporta servicios de datos de hasta 9,6 kbit/s. También admite la mayoría de los servicios RDSI normales de voz y suplementarios, así como la señalización RDSI, pero no proporciona RDSI 2B+D y presenta restricciones de capacidad en los servicios portadores RDSI.
- La arquitectura de la red, aquí descrita, incluye las costosas funciones de gestión de conmutación y de movilidad, innecesarias cuando sólo se utiliza para abonados fijos. Sin duda, los sistemas celulares digitales pueden utilizarse para atender simultáneamente a abonados móviles y abonados con WLL en el caso de que los servicios prestados, es decir, los de voz, facsímil y datos de baja velocidad, sean suficientes y aceptables. Éste puede ser el caso cuando se atiende a abonados aislados, para fines de emergencia o prestación temporal.

Como ocurre con los celulares analógicos, pueden desarrollarse sistemas celulares digitales fijos derivados que conecten, por ejemplo, el MSC a la RTPC (interfaz A1), o un BSS especial que incluya un controlador específico y que esté conectado a la central local a través de una interfaz V5.X. Sin embargo, aun cuando el precio de este equipo pueda ser atractivo, se mantienen las características inherentes del sistema celular.

Debe finalmente advertirse que se prevén en un futuro próximo mejoras y nuevos desarrollos que, de llevarse a la práctica, podrían proporcionar una mayor capacidad y características más ajustadas a las exigencias del WLL. Estas nuevas características se refieren, por ejemplo, a:

- Nuevos códecs de 16 kbit/s para aplicación específica a WLL, que ofrezcan mejor calidad de voz, mejor transparencia a las señales DTMF, menor retardo si se optimizan para un entorno de propagación estable, etc.
- Soporte de velocidades binarias más elevadas (115 kbit/s) y de la velocidad de RDSI básica utilizando intervalos de tiempo concatenados.
- Observación de los terminales mediante el procedimiento de gestión de la movilidad.

En conclusión, la tecnología celular digital aplicada al bucle local inalámbrico revela las siguientes ventajas y desventajas:

- Ventajas:
  - cobertura extensa (especialmente cuando se opera en 800/900 MHz), hasta aproximadamente 30 km del transmisor de la estación de base;
  - normas abiertas y en vigor que proporcionen equipos terminales de bajo coste, procedentes de múltiples suministradores y con capacidad de interfuncionamiento;
  - autenticación y encriptación seguras;
  - un conjunto de servicios suplementarios normalizados, incluso de RDSI;
  - tecnologías bien conocidas y experimentadas.

- Inconvenientes:
  - calidad de señal vocal que no cumple la norma de calidad del servicio en la red fija;
  - caudal de datos limitado con respecto a la red fija y a las tecnologías competidoras;
  - transparencia escasa o nula a los servicios en banda vocal;
  - eficacia de utilización espectral baja (aun cuando sea mejor que la del PMP) en comparación con tecnologías más especializadas.

#### 4.2.3.3 Nuevos sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA)

Entre los nuevos sistemas de acceso inalámbrico fijo registrados que aparecen en el mercado, los de acceso múltiple por división de código en secuencia directa (AMDC-DS) son los más sugestivos.

La AMDC-DS es una técnica de espectro ensanchado en la cual múltiples abonados ocupan el mismo espectro simultáneamente. Los canales individuales se codifican mediante multiplicación por una secuencia de ensanchamiento, y se recuperan por correlación en el lado receptor. A diferencia de un sistema AMDT en el que el recurso asignado es el tiempo, o de un sistema AMDF que tiene como recurso la frecuencia, en el sistema AMDC-DS el recurso es la potencia de la señal con relación al ruido de los demás abonados.

La AMDC-DS opera actualmente en 3 bandas de frecuencias: 1,9 GHz (PCS en EE.UU.), 2,4 GHz y 3,4 GHz a 3,6 GHz, con un alcance de 2,5 km en zonas urbanas y hasta 6 km en zonas rurales.

Comparado con la AMDC en banda estrecha ( $2 \times 1,25$  MHz) para aplicaciones móviles, la AMDC-DS se ha optimizado para aplicación fija y ofrece unos servicios portadores notablemente mejores en términos de velocidad binaria y proporción de bits erróneos (BER).

Hasta el momento, la AMDC-DS puede ofrecer anchuras de banda desde 16 hasta 144 kbit/s con una BER de  $10^{-6}$ , frente a 8 a 13 kbit/s con una BER aproximadamente igual a  $10^{-3}$ .

Además, la AMDC-DS puede sustentar una calidad de servicio continuamente variable a diferentes velocidades binarias en una sola interfaz inalámbrica. Esta propiedad hace que los sistemas radioeléctricos AMDC-DS sean muy atractivos para sustituir a los pares de cobre, puesto que proporcionan un medio sencillo de atribuir recursos radioeléctricos según las necesidades de los servicios individuales que se transporten.

De ese modo, en un sistema AMDC-DS, la reducción del número de usuarios que tienen acceso al sistema se traduce en una ganancia en grado de servicio (GOS) para los usuarios restantes. Si el sistema está a plena carga, todos los usuarios obtendrán la BER nominal, pero si la carga es menor, todos los usuarios podrán percibir una BER mucho más baja. Esta característica inherente puede utilizarse para proporcionar un servicio de sobrecarga excepcional, es decir, un servicio de emergencia, sin perder las llamadas que se están cursando.

En cuanto a los servicios, la AMDC DS soporta la codificación de señales vocales a 16, 32 ó 64 kbit/s, datos en banda vocal hasta 28,8 kbit/s y la RDSI 2B+D.

Como en los sistemas celulares, un análisis de las ventajas e inconvenientes da los resultados siguientes:

- Ventajas:
  - atribución de recursos flexible, hasta RDSI 2B+D;
  - transparencia de servicios: tono de marcación, facsímil grupo 3, datos en banda vocal hasta 28,8 kbit/s, RDSI 2B+D (facsímil grupo 4, videoconferencia), etc;
  - sólida interfaz radioeléctrica;



- pequeño retardo de transmisión;
- extensa cobertura;
- eficaz utilización del espectro.
- Inconvenientes:
  - requiere una atribución de espectro mínima de  $2 \times 5$  MHz;
  - sistemas e interfaces inalámbricas exclusivas;
  - GOS variable según el tráfico soportado;
  - capacidad comprometida por el funcionamiento de largo alcance.

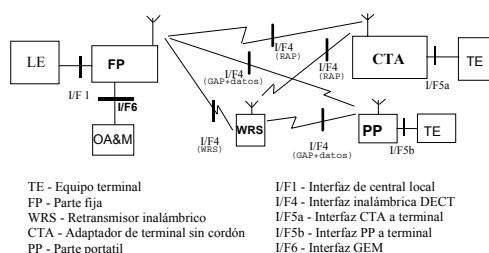
En conclusión, la AMDC-DS es una solución factible para el acceso inalámbrico fijo, tanto por su capacidad, como por la variedad y calidad de los servicios y la eficaz utilización del espectro.

#### 4.2.3.4 Tecnologías sin cordón

Las tecnologías sin cordón actuales han sido concebidas con el fin de aportar soluciones de baja complejidad y alta capacidad de tráfico para las configuraciones microcelulares. Estos sistemas pueden aplicarse con éxito a las aplicaciones de bucle local inalámbrico. Entre las tecnologías sin cordón actuales, una de la más avanzadas es la denominada DECT (telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón), que satisface todos los requisitos del bucle local inalámbrico en lo que atañe a aspectos del servicio, condiciones de funcionamiento, eficacia de utilización espectral y entorno reglamentario, pero también a su capacidad para interconectarse con redes fijas o móviles y estar preparada para la evolución futura hacia la tercera generación mundial de móviles.

En lo que a arquitectura se refiere, el DECT consiste en un acceso inalámbrico en extensión a la red local, y está conectado a la central local (figura 4.13). A diferencia de la red celular, el DECT no incluye la función de conmutación, que se realiza en la red local.

Figura 4.13 – Modelo de referencia DECT



Con respecto a las características operacionales, el DECT utiliza técnicas específicas que permiten un elevado grado de servicio (GOS), alta calidad de funcionamiento y una utilización muy eficaz del espectro. Algunas de estas técnicas son:

- Un AMDT multiportadora y una gestión descentralizada de los recursos radioeléctricos, que es la base de una selección dinámica de canal (DCS, *dynamic channel selection*) muy eficaz y rápida, realizada a nivel del terminal.

- La DCS, que mejora notablemente el comportamiento y la capacidad del sistema en entornos de distancias cortas con abundantes parásitos, en los que se hace muy difícil conseguir una planificación de canales fija.

En lugares de cobertura tan reducida y densidad de tráfico tan alta, gracias a la DCS las redes de bucle local inalámbrico DECT no necesitarán detallados estudios de planificación de frecuencias. Además, la continua selección dinámica de canal durante la llamada, para el traspaso por ejemplo, garantizará que la asignación de canal se optimiza constantemente con arreglo a las condiciones locales.

- Las características del canal de señalización – alta velocidad, solidez, sensibilidad y las específicas del enlace –, que proporcionan al DECT una transmisión de la señalización muy eficaz, segura y fiable.
- Utilización de repetidores para ampliar la cobertura del bucle local inalámbrico fijo.

En cuanto a las aplicaciones se refiere, el DECT sustenta los servicios siguientes:

- Telefonía vocal, proporcionada mediante un códec MICDA de 32 kbit/s que cumple íntegramente la Recomendación UIT-T G.726.

Además, el canal de conversación o señalización MICDA puede transportar de manera transparente tonos DTMF.

- Datos y facsímil en banda vocal.

Los módems de banda vocal actualmente disponibles no son capaces de operar sin restricciones en canales de codificación MICDA. Sin embargo, se admite el facsímil (grupos 2 y 3), pero la velocidad de transmisión resultante probablemente será 7,2 kbit/s o incluso menos.

Puede garantizarse el funcionamiento completo de todo el equipo módem en banda vocal, bien sea disponiendo un canal DECT de 64 kbit/s o mediante el empleo de adaptadores de terminal apropiados.

- Líneas analógicas arrendadas, proporcionadas por la RTPC como conexiones permanentes y soportadas por el DECT.
- RDSI. Al normalizar el DECT, el ETSI ha elaborado un perfil de RDSI-DECT que ofrece una capacidad de interfuncionamiento total entre DECT y RDSI. Por eso se utiliza una estructura de intervalo doble en el DECT para proporcionar canales de información del usuario de  $n \cdot 64$  kbit/s, con valores de  $n$  hasta 10. Dos intervalos dobles pueden combinarse con un intervalo simple para obtener un enlace de 144 kbit/s adecuado para la RDSI 2B+D.

Como en otras tecnologías, también se aplica aquí un análisis de ventajas e inconvenientes:

- Ventajas:
  - bandas de frecuencias especializadas en Europa: 1 880-1 900 MHz, y similares o muy próximas en otras regiones;
  - alta capacidad en lugares congestionados;
  - transparencia a los datos en banda vocal de hasta 4,8 kbit/s;
  - capacidad hasta RDSI 2B+D;
  - encriptación y autenticación seguras.
- Inconvenientes:
  - alcance limitado por la potencia en radiofrecuencia;
  - sensibilidad a la dispersión de retardos.

#### 4.2.3.5 Tecnologías de satélite

Merced a numerosos avances técnicos durante los últimos años en los sistemas de comunicaciones por satélite, éstos pueden hoy utilizarse con mejor rendimiento económico. Entre los avances técnicos esenciales figuran:

- el desarrollo de arquitecturas basadas en órbitas no geoestacionarias, con enlaces cuyas características permitan el uso de terminales de usuario de bajo coste;
- la reducción del tamaño, peso, consumo de energía y coste de las estaciones o terminales de usuario (VSAT, USAT) para utilizarse con satélites geoestacionarios y sistemas de acceso múltiple con asignación por demanda (DAMA) a gran escala.

Como alternativa a la ampliación de las redes terrenales para acceder a la RTPC en zonas rurales de los países en desarrollo, han aparecido los siguientes tipos de sistemas de comunicaciones por satélite:

- Sistemas de satélites geoestacionarios convencionales comprendidos en el servicio fijo por satélite (SFS), tales como Intelsat y otros sistemas nacionales o regionales utilizados conjuntamente con un sistema DAMA a gran escala, VSAT y USAT avanzados, y una o más estaciones terrenas de gran capacidad como pasarela para interconexión con la RTPC terrenal.
- Un gran sistema móvil mundial por satélites LEO (GMPCS, global mobile personal communication system), como es el Globalstar.
- Sistemas del servicio móvil por satélite (SMS) mundiales (GMPCS) que utilizan la órbita circular intermedia (ICO) no geoestacionaria.
- Sistemas SMS mundiales (GMPCS) que utilizan órbitas elípticas, como el Ellipso.
- Sistemas geoestacionarios regionales en SMS y sistemas similares propuestos para África y Asia.
- Sistema geoestacionario SMS de Inmarsat y futuras ampliaciones evolucionadas.
- Sistemas por satélite mundiales no geoestacionarios de extensa cobertura, como el Teledesic.
- Pequeños sistemas LEO tales como Orbicom y Final Analysis, que dan buen rendimiento económico para prestar servicios de almacenamiento y retransmisión, como la radiobúsqueda y el correo electrónico, en zonas no atendidas.

Para más detalles, véase el Capítulo 2.4 en el fascículo 1.

#### 4.2.4 Recomendaciones y publicaciones de la UIT

Para el estudio de los sistemas de acceso inalámbrico son importantes las siguientes Recomendaciones del UIT-R:

- UIT-R F.1488 (Doc. rosa 9/1005) – Proyecto de nueva Rec. F.[Doc. 9B/100] – Disposiciones de bloques de frecuencias para sistemas de acceso inalámbrico fijo en la gama 3 400-3 800 MHz – (Cuestiones UIT-R 215/8, 125/9)
- UIT-R F.1489 (Doc. rosa 9/1006) – Proyecto de nueva Rec. F.[Doc. 9B/136] – Metodología para evaluar el nivel de compatibilidad operacional entre los sistemas de acceso inalámbrico fijo y los sistemas de radiolocalización cuando comparten la banda 3,4-3,7 GHz – (Cuestiones UIT-R 140/9, 215/8)
- UIT-R F.1490 (Doc. rosa 9/1007) – Proyecto de nueva Rec. F.[Doc. 9B/135] – Requisitos genéricos para los sistemas de acceso inalámbrico fijo – (Cuestiones UIT-R 140/9, 215/8)
- UIT-R F.1499 (Doc. rosa 9/1016) – Proyecto de nueva Rec. F.[9B/BWA] – Sistemas de transmisión radioeléctrica para el acceso inalámbrico fijo en banda ancha (BWA) basado en normas de módem por cable – (Cuestiones UIT-R 215/8, 140/9)
- UIT-R M.1450 (Doc. rosa 8/1014) – Proyecto de nueva Rec. M.[8A9B-T4/DD] – Características de las redes radioeléctricas de área local (RLAN) de banda ancha – (Cuestiones UIT-R 212/8, 142/9)

- UIT-R M.1454 (Doc. rosa 8/1040) – Proyecto de nueva Rec. M.[8/95] – Límite de la densidad de la p.i.r.e. y restricciones operacionales para las RLAN u otros transmisores de acceso inalámbrico a fin de asegurar la protección de los enlaces de conexión de los sistemas no geoestacionarios del servicio móvil por satélite que funcionan en la banda de frecuencias 5 150 – 5 250 MHz – (Cuestiones UIT-R 212/8, 142/9, 284/4)
- Recomendación UIT-R F.701-2: Disposiciones de radiocanales para sistemas radioeléctricos analógicos y digitales punto a multipunto que funcionan en bandas de frecuencias de la gama 1,350 a 2,690 GHz (1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 y 2,6 GHz)
- Recomendación UIT-R F.754: Sistemas de relevadores radioeléctricos en las bandas 8 y 9 para la provisión de conexiones interurbanas telefónicas en las zonas rurales
- Recomendación UIT-R F.755-2: Sistemas punto a multipunto utilizados en el servicio fijo
- Recomendación UIT-R F.756: Sistemas AMDT punto a multipunto utilizados como concentradores radioeléctricos
- Recomendación UIT-R F.757-2: Requisitos básicos y objetivos de calidad de funcionamiento para sistemas de acceso inalámbrico fijo que utilizan tecnologías derivadas de las tecnologías móviles y ofrecen servicios de telefonía básica
- Recomendación UIT-R M.819-2: Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) para los países en desarrollo
- Recomendación UIT-R F.1098-1: Disposiciones de radiocanales para sistemas de radioenlaces en la banda 1 900-2 300 MHz
- Recomendación UIT-R F.1103: Sistemas de relevadores radioeléctricos en las bandas 8 y 9 utilizados para establecer conexiones telefónicas de abonado en zonas rurales
- Recomendación UIT-R F.1104: Requisitos para los sistemas radioeléctricos punto a multipunto utilizados en la parte de «grado local» de una conexión RDSI
- Recomendación UIT-R F.1105: Equipo transportable de radiocomunicaciones fijas para operaciones de socorro
- Recomendación UIT-R F.1244: Redes radioeléctricas de área local (RLAN)
- Recomendación UIT-R F.1332-1: Transporte de señales radioeléctricas por fibras ópticas
- Recomendación UIT-R F.1399: Terminología del acceso inalámbrico
- Recomendación UIT-R F.1400: Requisitos y objetivos de calidad de funcionamiento y de disponibilidad para sistemas de acceso inalámbrico fijo a la red telefónica pública con conmutación
- Recomendación UIT-R F.1401: Bandas de frecuencia para los sistemas de acceso inalámbrico fijo y metodología de identificación
- Recomendación UIT-R F.1402: Criterios de compartición de frecuencias entre un sistema de acceso inalámbrico móvil terrestre y un sistema de acceso inalámbrico fijo que utiliza el mismo tipo de equipo que el sistema de acceso inalámbrico móvil terrestre.

Los siguientes Manuales publicados por el UIT-R son útiles para la planificación, ingeniería y desarrollo de las redes de acceso inalámbrico:

- 1 *Bucle local para el acceso inalámbrico*, Volumen 1, Manual sobre Servicio móvil terrestre (incluso acceso inalámbrico), UIT, 1996
- 2 *Principios y enfoques de la evolución hacia las IMT-2000/FSPTMT*, Volumen 2, Manual sobre Servicio móvil terrestre (incluso acceso inalámbrico), UIT, 1997
- 3 *Introducción de las nuevas tecnologías en las redes locales*, Directrices de la UIT, Ginebra, 1993.

## 4.2.5 Lista de abreviaturas

ADSL	Línea de abonado digital asimétrica ( <i>asymmetric digital subscriber line</i> )
AMDC	Acceso múltiple por división de código
AMDC-DS	Acceso múltiple por división de código en secuencia directa
AMDT	Acceso múltiple por división de tiempo
AN	Red de acceso ( <i>access network</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
AU	Unidad de acceso ( <i>access unit</i> )
BRA	Acceso a velocidad básica ( <i>basic rate access</i> )
BRAN	Red de acceso radioeléctrico en banda ancha ( <i>broadband radio access network</i> )
CAM	Modulación de amplitud sin portadora ( <i>carrierless amplitude modulation</i> )
CATV	Recepción de televisión con antena colectiva ( <i>common antenna television</i> )
CU	Unidad de control ( <i>control unit</i> )
DAB	Radiodifusión de sonido digital ( <i>digital audio broadcasting</i> )
DAMA	Acceso múltiple con asignación por demanda ( <i>demand assigned multiple access</i> )
DAWS	Servicio inalámbrico digital avanzado ( <i>digital advance wireless service</i> )
DCS	Selección dinámica de canal ( <i>dynamic channel selection</i> )
DDF	Dúplex por división de frecuencia
DDT	Dúplex por división de tiempo
DMT	Multitono discreto ( <i>discrete multi-tone</i> )
DSL	Línea de abonado digital ( <i>digital subscriber line</i> )
DTMF	Multifrecuencia bitono ( <i>dual tone multifrequency</i> )
DU	Unidad de distribución ( <i>distribution unit</i> )
DVB	Radiodifusión de vídeo digital ( <i>digital video broadcast</i> )
EIC	Equipo de las instalaciones del cliente
FITL	Fibra en el bucle ( <i>fiber in the loop</i> )
FTTC	Fibra hasta la acera ( <i>fiber in the curb</i> )
FTTH	Fibra hasta el hogar ( <i>fiber to the home</i> )
FWA	Acceso inalámbrico fijo ( <i>fixed wireless access</i> )
GII	Infraestructura de información global ( <i>global information infrastructur</i> )
GoS	Grado de servicio ( <i>grade of service</i> )
HDSL	Línea de abonado digital de alta velocidad ( <i>high speed digital subscriber line</i> )
HFC	Híbrido coaxial – fibra ( <i>hybrid fiber coax</i> )
IP	Protocolo Internet ( <i>internet protocol</i> )
ISP	Proveedor de servicio Internet ( <i>internet service provide</i> )
IU	Unidad de interfaz ( <i>interface unit</i> )

LEO	Orbita terrestre baja ( <i>low earth orbit</i> )
LMDS	Servicio de distribución multipunto local ( <i>local multipoint distribution service</i> )
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura ( <i>quadrature amplitude modulation</i> )
MICDA	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa
MPD4	Modulación por desplazamiento de fase cuadrivalente
MMDS	Servicio de distribución multipunto por microondas ( <i>multipoint microwave distribution system</i> )
MPEG	Grupo de expertos en películas cinematográficas ( <i>motion picture experts group</i> )
PCI	Interfaz de núcleo periférica ( <i>peripheral core interface</i> )
PCP	Plataforma de control de periféricos ( <i>peripheral control platform</i> )
PDH	Jerarquía digital plesiócrona ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )
PMP	Sistema punto a multipunto por microondas ( <i>microwave point to multipoint system</i> )
PMP	Punto a multipunto ( <i>point to multipoint</i> )
PON	Red óptica pasiva ( <i>passive optical network</i> )
POTS	Sistema telefónico ordinario ( <i>plain old telephone system</i> )
PRA	Acceso a velocidad primaria ( <i>primary rate access</i> )
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BE	RDSI de banda estrecha
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones
RITL	Bucle local radioeléctrico ( <i>radio in the local loop</i> )
RTPC	Red telefónica pública con conmutación
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SMF	Función de gestión de servicios ( <i>service management function</i> )
SMS	Sistema/Servicio móvil por satélite
SNI	Interfaz de nodo de servicios ( <i>service node interface</i> )
SPF	Función de puerto de servicio ( <i>service port function</i> )
SU	Unidad de conmutación ( <i>switching unit</i> )
TF	Función de transporte ( <i>transport function</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user network interface</i> )
UPF	Función puerto de usuario ( <i>user port function</i> )
VDSL	Línea/bucle de abonado digital de muy alta velocidad ( <i>very high speed digital subscriber line/loop</i> )
VLR	Registro de posiciones de vehículos ( <i>vehicle location register</i> )
VoD	Vídeo a la carta ( <i>video on demand</i> )
VSAT	Terminal de muy pequeña abertura ( <i>very small aperture terminal</i> )
WLL	Bucle local inalámbrico ( <i>wireless local loop</i> )

**Referencias**

- [1] A. Scott Berman – «*Wireless Access: The Landscape Today, The Horizon Tomorrow*». Bell Laboratories, TRT Lucent Technologies.
- [2] Guy Cayla – «*New wireless technologies for rural and remote areas*». Lucent Technologies, París.
- [3] Informes sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones – UIT, 1996.
- [4] Indicadores de telecomunicaciones de los países menos adelantados – UIT, 1995.
- [5] C. Garnier – Telecom 95 – Rural Telecommunications: the quest for the Missing Link.
- [6] G. Cayla – Telecom 95 – Wireless Local Loop: At last the last mile.
- [7] ETSI, Instituto europeo de normalización – 1992 – ETS300175 DECT.
- [8] ETSI, Instituto europeo de normalización – 1994 – ETR 139 Radio in the Local Loop.
- [9] ETSI, Instituto europeo de normalización – 1993 – ETR 308 DECT: services, facilities and configurations for DECT in the local loop.
- [10] ETSI, Instituto europeo de normalización – 1996 – ETS 300765-1 & 2 DECT Radio in the local loop (RLL) Access Profile (RAP) Parts 1 & 2.
- [11] Ovum 1994 – «The Local Loop market, technical and regulatory strategies».

## ANEXO 4A

**Sistemas europeos de acceso inalámbrico en banda ancha****1 Red de acceso radioeléctrico en banda ancha (BRAN) o Hiperacceso**

El proyecto de red de acceso radioeléctrico en banda ancha (BRAN) del ETSI está preparando la norma de hiperacceso, y se ha aprobado ya un informe que define la arquitectura y los objetivos. El hiperacceso se plantea los objetivos siguientes:

- Servicios: telefonía, datos, multimedios, videoconferencia.
- Espectro: por encima de 10 GHz.
- Oferta de acceso inalámbrico en banda ancha (25 Mbit/s, aproximadamente) a pequeñas y medianas empresas y a particulares; se consideran los protocolos ATM o IP, compitiendo con el acceso por xDSL y módems asociado con sistemas de distribución por cable.
- Transmisión transparente de las señales en los sistemas de hiperacceso, de manera que puedan adaptarse a numerosas aplicaciones.
- Utilización de interfaces radioeléctricas y usuario-red normales, que garanticen una amplia distribución por diversos fabricantes.
- Obtención de un bajo coste unitario merced al empleo de parámetros normales (que permiten un elevado nivel de integración) y al tamaño del mercado que se desea.

Las aplicaciones de hiperacceso previstas atañen a la transmisión de datos a elevada velocidad binaria, principalmente para el acceso a Internet, la videoconferencia y el vídeo a la carta, además del acceso a voz y RDSI. A la vista de los requisitos técnicos mencionados anteriormente, los terminales hiperacceso no se asignarían individualmente sino que estarían cubiertos por una licencia general. El protocolo permitirá la compartición en tiempo real del sistema global entre los diversos usuarios. Al operador se le asignaría, no obstante, una banda de frecuencias a través de una licencia, con lo que se compartiría el uso de la frecuencia. Está en estudio la identificación de las bandas de frecuencias en las que puede implantarse el hiperacceso sin coordinación; se examinan en primer lugar las bandas que son objeto del proyecto del Comité Europeo de Radiocomunicaciones (ERC) sobre acceso fijo por microondas. El objetivo es definir una banda armonizada en Europa. En el programa de trabajo del equipo BRAN se señalan como principales etapas la aprobación del proyecto de las primeras normas del hiperacceso (especificación técnica de la capa física, septiembre de 2000; especificación técnica de control del enlace de datos, diciembre de 2000), y disponibilidad de todas las especificaciones de prueba hacia el 2002. Las características esenciales a definir se refieren a la interfaz radioeléctrica, al protocolo para utilizar ATM y/o IP y a la interfaz de usuario.

**2 Radiodifusión de sonido digital**

La radiodifusión de sonido digital (DAB, *digital audio broadcasting*) es una tecnología elaborada dentro de un proyecto EUREKA (el EU147), consorcio formado por unos cincuenta miembros. Permite la transmisión de programas de radiodifusión de alta calidad, típicamente la de un disco compacto, junto con datos del servicio (PAD, *datos asociados al programa*) a receptores fijos, transportables o móviles.

La DAB constituye una norma ETSI (ETS 300 401). En la UIT se distinguen dos normas: la DAB A para Europa y la DAB B para los Estados Unidos de América.

Las bandas de frecuencias utilizadas para la transmisión DAB son, o bien bandas de VHF (170-240 MHz), o bien la banda L (1,5 GHz) compartida entre transmisiones terrenales o por satélite. El alcance de un transmisor DAB equivale al de un transmisor de televisión, esto es, 20 km (banda L) y 80 km (VHF).



La velocidad en el enlace descendente es aproximadamente de 1,5 Mbit/s con modulación OFDM (multiplexación por división ortogonal de frecuencia). El múltiplex contiene 6 programas de radiodifusión de alta calidad con datos asociados al programa. Se utiliza el método de compresión de la capa 2 de audio MPEG2.

Las pruebas realizadas con vehículos equipados con un receptor DAB unido a un decodificador de televisión digital han demostrado que es viable transmitir programas de televisión a vehículos en movimiento, si bien con limitación de calidad (900 kbit/s asignados al vídeo). Del mismo modo se ha comprobado el acceso a Internet asociando un teléfono GSM en el enlace ascendente con un múltiplex DAB que contiene la secuencia IP en el enlace descendente de alta velocidad (1,5 Mbit/s).

Se han implantado servicios de radiodifusión de sonido digital en diversos países, entre ellos Alemania, Bélgica, Gran Bretaña y Suecia. En Francia, se equiparon cinco ciudades con ocasión de la Copa Mundial. Prosigue la introducción del servicio, intentando cubrir en primer lugar las zonas de mayor densidad de población.

Existen receptores tanto fijos como para vehículos, pero los precios actuales (en torno a 1 000 €) limitan su empleo. En 1999 se ha introducido una segunda generación de receptores, cuyo precio equivale al de un receptor AM/FM de gama alta, es decir, entre 270 y 450 €. La antena es del tipo de látigo.

### 3 Servicio inalámbrico digital avanzado

Teniendo en cuenta la demanda del mercado para equipar las capacidades y velocidades de datos del mundo inalámbrico a las de las redes fijas, el ETSI alienta la evolución de las normas existentes para hacer surgir nuevas generaciones de infraestructuras.

Ya en enero de 1997, el ACTE 36 solicitó un informe sobre el concepto de servicio inalámbrico digital avanzado (DAWS, *digital advanced wireless service*). El informe EPT 4, introducido en el ACTE 37 en marzo de 1997, dio lugar a una petición de normalización por el ETSI. Por tal motivo un número apreciable de miembros del ETSI decidieron considerar un desarrollo de la norma TETRA PDO (*Packet Data Optimised*, datos en paquetes optimizados) para ofrecer plena movilidad e itinerancia, con velocidades de hasta 155 Mbit/s en ATM inalámbrico. La nueva norma se denominó DAWS y fue estudiada por el Foro ATM.

Hasta la fecha se conocen unas diez contribuciones al estudio de viabilidad de DAWS, y se ha efectuado una demostración a plena escala durante la séptima conferencia de la CEPT, del 5 al 7 de mayo de 1998, en Copenhague.

La movilidad es hoy una de las funciones que cabe esperar de los futuros «navegadores inalámbricos de Internet» portátiles, que ofrecerán transmisión directa de imágenes, así como localización automática de vehículos o personas.

El DAWS se incluye, pues, en el segmento de servicios móviles de alta velocidad de datos y ofrecerá servicios de bucle local inalámbrico de alta velocidad: telefonía, datos, multimedia, vídeo, difusión, dirigidos principalmente a usuarios profesionales.

En términos de mercado, considerando que el 5% de la telefonía mundial integrará la Internet en este final de milenio, el potencial del DAWS se estima ya en 5 millones de usuarios.

Están en estudio los aspectos relativos al controlador de enlace lógico (LLC, *logical link controller*) y al controlador de acceso a los medios (MAC, *media access controller*), continuando un primer informe técnico emitido en enero de 1998. El programa actual permite esperar la publicación de una norma armonizada hacia el final del año 2000.

El DAWS ofrece diversas posibilidades de acceso inalámbrico a Internet. Los operadores tienen posibilidad de conectar las estaciones de base DAWS directamente a Internet, ofreciendo así a sus clientes un acceso mundial de alta velocidad a la Red. Los administradores del sistema pueden disponer puntos de acceso en sitios de empresa ampliados para que el personal pueda acceder a Internet.

También puede instalarse en la vivienda un punto de acceso inalámbrico a Internet de alta velocidad. Por último, la policía y las fuerzas armadas pueden utilizar terminales DAWS para acceder a las redes IP apropiadas.

El sistema DAWS ofrece, por tanto, plena movilidad «sin fisuras» en las zonas cubiertas por una estación de base DAWS o que dispongan de un punto de acceso.

Por el momento queda en estudio la banda de 5 GHz, y especialmente la banda 5,15-5,7 GHz, para determinar cualquier compartición posible entre sus usuarios actuales y el DAWS.

La definición de frecuencias armonizadas por la CEPT condiciona la implantación del DAWS, que incluye la preparación de Reglamentaciones técnicas comunes por la Comisión de la Unión Europea.

Al ofrecer plena movilidad y acceso a multimedios con velocidades de hasta 155 Mbit/s, el DAWS integra la interfaz ATM con las redes fijas.

#### **4 DECT**

La norma europea DECT (telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón) ha experimentado un rápido desarrollo desde 1994. Esta norma ha permitido utilizar la tecnología inalámbrica en aplicaciones de telefonía residencial, en el sector privado y en entornos públicos, tanto en aplicaciones de acceso inalámbrico fijo como en aplicaciones de movilidad limitada (CTM, movilidad de terminales sin cordón).

El ETSI ha establecido una serie de perfiles en DECT para diversas aplicaciones que abarcan servicios de voz (32 kbit/s), facsímil (28,8 kbit/s) y datos tanto transmitidos en banda vocal como digitalmente (64 kbit/s). Los nuevos perfiles proporcionan además servicios de datos con velocidad asimétricas (hasta 552 kbit/s en sentido de retorno y 24 kbit/s en el de ida). Las normas en elaboración se concentran en el estudio de perfiles multimedios y en la definición de la interfaz inalámbrica de 2 Mbit/s. La incorporación de estos nuevos perfiles permite construir sistemas multiservicio de acceso inalámbrico fijo con capacidad de comunicación vocal y de acceso a Internet.

El uso de la DECT en el entorno público se ha concentrado mayoritariamente en los sectores residenciales y SOHO (más de 1,5 millones de líneas en todo el mundo), mientras que para las grandes compañías la utilización quedaba reducida a las centrales inalámbricas provistas de movilidad. El radio de las células en un sistema de acceso inalámbrico fijo está limitado a 16 km (en condiciones de visibilidad directa). El tráfico máximo que puede distribuir una estación de base se aproxima a 80 Erlang. En aplicaciones dotadas de movilidad, el radio de cobertura se limita a 500 m. En el año 1997, DECT asumió un 31% de los pedidos de acceso inalámbrico fijo en el mundo entero.

Las redes de acceso inalámbrico fijo basadas en DECT pueden tener cobertura local (unicelular), cobertura regional (multicelular), o nacional (multisistema), y están concebidas para constituir redes de acceso.

Una directiva europea (1991) aprobó la utilización de la banda 1 880-1 900 MHz para DECT en Europa. En el resto del mundo, las bandas atribuidas, dependiendo de los países, son: 1 880-1 900, 1 900-1 920, y 1 910-1 930 MHz. Para aplicaciones de acceso inalámbrico fijo, también existen equipos en la banda 3,4-3,6 GHz. La tecnología DECT permite compartir la utilización del espectro entre varias aplicaciones y distintos operadores. El Foro DECT recomienda un máximo de 2 operadores públicos de acceso inalámbrico fijo para 20 MHz.

Hay terminales de acceso fijo disponibles en versiones monolínea y multilínea.

## 5 Radiodifusión digital de vídeo

El consorcio europeo DVB (radiodifusión digital de vídeo) fue creado en 1993, y hoy agrupa más de 230 miembros. Tiene por finalidad preparar la normalización de la televisión digital:

- DVB-S: norma de transmisión por satélite (ETS 300 421)
- DVB-T: norma de transmisión terrenal (microondas) (ETS 300 744)
- DVB-C: norma de transmisión por cable (ETS 300 429)

Las normas están definidas por el ETSI.

Las DVB-S y DVB-C se utilizan por doquier. La DVB-T compite con las normas norteamericana (ATSC) y japonesa (ISDB). Australia escogió la DVB-T, y en Argentina y el Sudeste asiático todavía no se ha decidido.

La banda del canal de transmisión es la misma que para la televisión analógica (6, 7, 8 MHz) y permite transmitir de 24 a 30 Mbit/s (de 4 a 10 programas). Pueden utilizarse los canales «prohibidos».

La DVB-T permite la implantación de servicios (televisión, datos asociados como la «guía de TV», difusión de datos) en terminales fijos, transportables o móviles (por ejemplo, en vehículos). El precio típico de un receptor doméstico deberá ser similar al de un receptor de gama alta actual. En el televisor podría integrarse la recepción terrenal y por satélite, o bien terrenal y por cable. Se utilizan las tradicionales antenas Yagi o de látigo. La tecnología aplicada es la multiplexación por división de frecuencia ortogonal codificada (COFDM), incluyendo codificación de canal convolucional.

Gran Bretaña viene emitiendo desde el 15 de noviembre de 1998. Suecia, Italia y España iniciarán próximamente el servicio. Francia todavía no ha adoptado una decisión. En Alemania pronto se va a validar la recepción en móviles mediante una prueba en la que intervienen unos cuarenta transmisores.

Se acometen hoy estudios para establecer un canal de retorno por microondas. Se introducirán así numerosos servicios relacionados con este canal de retorno, entre ellos los de compras por vídeo, Internet y televisión de pago. Los servicios de Internet se prestan ya mediante la asociación de un enlace telefónico de ida y otro de retorno de varios megabit por segundo.

El transmisor suele cubrir una extensión de unos 50 kilómetros. La instalación de redes SFN (redes de frecuencia única) permite la recepción continua dentro de una región o a lo largo de una autopista.

Las bandas de frecuencia utilizadas son las de UHF y VHF (470 a 890 MHz).

La DVB-S aprovecha la capacidad de los transpondedores de satélite y permite velocidades de datos desde 2 a 72 Mbit/s en las bandas Ku y C. Se utiliza la modulación MDP4, asociada con la codificación convolucional de canales. Se utilizan muchas clases de programas vía satélite. La cobertura guarda relación con las características de los satélites geoestacionarios. En Francia, los grupos digitales importantes: TPS, CANAL Satélite y AB SAT utilizan, respectivamente, los grupos de satélites EUTELSAT (HOT BIRD) y SES (ASTRA).

Los receptores son fijos y actualmente necesitan utilizar un decodificador específico. A medio plazo, el decodificador digital se integrará en el televisor, cuyo precio equivaldrá al de un aparato de la gama alta. Las antenas utilizadas son reflectores parabólicos con diámetro mínimo de 50 a 60 centímetros.

También a medio plazo, los receptores podrían combinar:

- recepción terrenal + recepción por satélite
- recepción terrenal + recepción por cable.

## 6 Hiperlan

En diciembre de 1996, el ETSI publicó la norma ETS 300 652, denominada Hiperlan (High PERFORMANCE Local Area Network, red de área local de alta prestación) de tipo 1, para utilizarse en la banda de 5,2 GHz, atribuida sin licencia a redes de área local en Europa y en los Estados Unidos. En Hiperlan se puede entonces transmitir más de 20 Mbit/s en cada uno de los 5 canales adyacentes de esta banda (7 en los EE. UU.), lo cual permite construir una verdadera red de área local multimedia, con terminales deducidos de la normalización y por lo tanto capaces de interfaccionar.

La elevada velocidad de datos (10 Mbit/s, compatible con Ethernet) y la normalización de Hiperlan efectuada por el ETSI son los factores en que se apoya el éxito de Hiperlan cuando se abordan los mercados profesionales y residenciales. Actualmente, más del 90% de las redes de área local empresariales funcionan con Ethernet de 10 y 100 Mbit/s. Hiperlan es la ampliación radioeléctrica natural de estas infraestructuras.

Se espera que Hiperlan origine un desarrollo apreciable de las LAN inalámbricas, especialmente en los sectores profesional y residencial, ofreciendo velocidades de datos compatibles con las aplicaciones multimedia actuales.

La distribución residencial, como extensión de las redes de acceso en banda ampliada, requiere una solución flexible de alto rendimiento, bien aceptada por el usuario final. La telefonía inalámbrica, como también los sistemas de alarma inalámbricos, ha contribuido al éxito de las soluciones radioeléctricas en entornos residenciales. Esta tendencia deberá ser confirmada por la introducción de nuevos servicios interactivos y de multimedia y la explosión de la tecnología informática en el hogar y en las empresas de pequeño y mediano tamaño.

Un producto Hiperlan diseñado según la norma ETS 300 652 del ETSI es el único que puede ofrecer, a corto plazo y a bajo coste:

- una verdadera red de área local,
- compatibilidad con la red Ethernet de 10 Mbit/s,
- velocidades de datos útiles superiores a 10 Mbit/s,
- cobertura de 50 a 100 m.

La norma Hiperlan 1 ha sido concebida para garantizar el interfuncionamiento entre diferentes fabricantes. Los productos Hiperlan permiten conectar los terminales entre sí, o con una red de infraestructura cableada, sin compromiso alguno en cuanto a velocidad binaria y con la máxima flexibilidad y transparencia. Aceptan una movilidad de hasta 10 km/h. La distancia entre dos sistemas puede llegar hasta 100 m, y un mecanismo de «repetidor automático» extiende la cobertura hasta nodos ocultos o nodos distantes de la red.

Además, gracias a sus características intrínsecas de alta velocidad de datos (mecanismo de tratamiento prioritario de la transmisión de tramas con respecto a las clases de servicio), la Hiperlan de tipo 1 está bien adaptada a la transmisión del flujo de ATM y/o Internet (IPv6) dentro de las células radioeléctricas de una red de área local, y ya desde hoy permite anticipar la esperada convergencia de la tecnología de la información y las telecomunicaciones.

En 1997, y en sustitución del RES10, el ETSI creó el grupo BRAN para realizar en paralelo estudios sobre la nueva norma Hiperlan de tipo 2 (red local ATM inalámbrica), la norma de hiperacceso (acceso inalámbrico de alta velocidad de datos) y la norma Hiperlan de tipo 4 (de muy elevada velocidad, punto a punto, también llamada Hiperlink). La opinión común es que estas normas no se publicarán antes de 2000 - 2001.

La Hiperlan de tipo 1 se sitúa, por consiguiente, a corto plazo en un mercado masivo ya existente. Es el origen de los primeros desarrollos tecnológicos en la banda de 5 GHz, susceptibles de ser utilizados por las demás normas Hiperlan y de las iniciativas de armonización de la IEEE 802.11 en la misma banda.

## 7 MMDS/LMDS

El sistema de distribución multipunto por microondas (MMDS) y el sistema de distribución multipunto local (LMDS) son sistemas inalámbricos en banda ampliada, que respectivamente funcionan en las gamas de frecuencias 2,5-2,686 GHz y 26-28 GHz o 40,5-42,5 GHz.

Tradicionalmente el MMDS solía ser unidireccional, pero ahora está avanzando hacia la bidireccionalidad, y existe una variante del LMDS, llamada MVDS (Sistema de distribución multipunto en vídeo), que es unidireccional. Por definición, el enlace de retorno es un canal del tipo de difusión (punto a multipunto) y el de ida es un enlace punto a punto.

Los servicios transportados son servicios multimedia (servicios de voz, datos, Internet, vídeo), con las capacidades que ofrece la interactividad del canal de retorno. La norma utilizada es la DVB (tren de transporte). Se están realizando ensayos que utilizan modulación OFDM (división ortogonal de frecuencia), en un proyecto europeo denominado CABSINET.

El MMDS tiene una cobertura aproximada de 50 km, con capacidad de transmisión en torno a 450 Mbit/s/sector (120 programas)

La cobertura del LMDS se aproxima a 5 km, con capacidad de transmisión en torno a 2,7 Gbit/s/célula (500 programas).

El flujo de datos se divide en canales de 6, 7 u 8 MHz, admitiendo cada uno de ellos velocidades de datos de hasta 45 Mbit/s.

Una ventaja de los sistemas MMDS/LMDS es que pueden sustituir o completar la red alámbrica de una ciudad, evitando así tener que excavar zanjas para el tendido de los cables. Puede considerarse esta tecnología como un cableado virtual que ofrece los mismos servicios.

En ciertos países, la tecnología LMDS/MMDS tiene el atractivo de la reducida cobertura y la posibilidad de ofrecer diferentes servicios o contenidos por cada sector o célula.

Los receptores equipados con un decodificador específico están fijos, con antenas exteriores pequeñas (15 cm de diámetro).

La instalación del transmisor tiene un coste reducido, y el precio del decodificador equivale al de un receptor DVB-T, o sea, alrededor de 270 € a medio plazo.

## 8 SkyBridge

El sistema SkyBridge permite ofrecer un acceso en tiempo real a servicios interactivos, tales como:

- acceso rápido a la Internet y otros servicios en línea,
- teletrabajo y acceso a servidores remotos, redes Intranet y LAN,
- videoconferencia y videotelefonía,
- telemedicina,
- servicios recreativos: vídeo a la carta, juegos electrónicos, etc.

SkyBridge puede ofrecer además:

- una estructura de enlaces punto a punto
- enlaces de infraestructura para:
  - redes telefónicas,
  - interconexiones de acceso inalámbrico,
  - interconexión de estaciones de comunicaciones móviles.

Puede utilizarse asimismo el sistema SkyBridge para ofrecer servicios de banda estrecha mejorados (telefonía – transmisión de datos).

## 9 Teledesic

La red Teledesic admite asignación por demanda de la anchura de banda, permitiendo que el usuario solicite y libere capacidad a medida de sus necesidades. Merced a ello los usuarios solamente pagarán la capacidad que realmente utilicen, y la red podrá admitir un número de usuarios mucho mayor.

Los proveedores de servicios fijarán las tarifas de usuario final, pero Teledesic espera que sean comparables a las de los futuros servicios inalámbricos urbanos para acceso en banda ancha.

Con una disponibilidad no inferior al 99,9% conseguida por el ángulo de elevación de 40 grados, y un diseño que admite millones de usuarios simultáneos, Teledesic prestará servicio a un coste por canal comparable a los servicios urbanos existentes.

La red Teledesic ampliará sin discontinuidad alguna la red de infraestructura terrenal existente y prestará servicios de información avanzados en cualquier lugar de la tierra. Entre sus clientes figurarán profesionales de la información no dispuestos a encerrarse en ciudades cada vez más ahogadas por la congestión, países con líneas telefónicas conectadas desde áreas celulares remotas, y sociedades multinacionales en cuyas redes empresariales se interconectan sucursales de todo el mundo. En cualquier momento y lugar que las entidades o individuos deseen acceder a servicios de telecomunicaciones hoy sólo existentes en las zonas urbanas más desarrolladas, la red Teledesic ofrecerá una capacidad de conexión continua.

## 10 UMTS/IMT-2000

La segunda generación de telecomunicaciones móviles nos ha introducido en la era de la movilidad. El mundo ha descubierto las ventajas del teléfono «de bolsillo», tanto para servicio profesional como privado.

El éxito puede medirse por algunas cifras:

- 260 millones de abonados móviles en todo el mundo, entre ellos más de 100 millones en GSM,
- índices de penetración en constante aumento.

Sin embargo, los sistemas de la segunda generación tienen dos inconvenientes:

- no pueden utilizarse en cualquier lugar del mundo,
- tienen limitaciones de capacidad y velocidad.

El UMTS (sistema de telecomunicaciones móviles universal) es un candidato europeo a la familia IMT-2000 (telecomunicaciones móviles internacionales para el año 2000). Su normalización la lleva a cabo el ETSI; el sistema de interfaz radioeléctrica, llamado UTRA, fue aprobado por el ETSI al principio de 1998: en él se combinarán dos modos en dúplex, la división de tiempo y la división de frecuencia. Todos los miembros del IMT-2000 podrán interfuncionar, y la velocidad de datos en UMTS llegará a 2 Mbit/s.

De este modo, el UMTS/IMT-2000 satisfará las demandas del mercado que, una vez descubierta la movilidad, desea ahora combinar la movilidad con la transmisión de datos. Por ejemplo:

- acceso/utilización/descarga de bases de datos,
- acceso a redes de datos de tipo Internet,
- correo electrónico avanzado,
- transmisión de imágenes animadas.

Por la movilidad y elevada velocidad de datos que ofrece, el UMTS aporta una solución al problema del acceso inalámbrico, que presenta la ventaja de suprimir la «interrupción» que se produce hoy al conmutar del teléfono celular móvil al teléfono fijo, e incluso sin cordones: el terminal será único.

Las primeras licencias UMTS se han concedido en Finlandia, para que su explotación comercial comience en 2001. Se espera conceder un total de 60 autorizaciones desde ahora al 2003.

Generalmente se admite que la introducción del UMTS se verificará de un modo muy diferente a la del GSM. El GSM sustituía a redes limitadas de la primera generación que presentaban numerosos inconvenientes (propagación errática, terminales grandes, etc.), y su éxito fue tan grande que los operadores tuvieron que hacer fuertes inversiones en redes que satisficieran la demanda.

El UMTS se introducirá más gradualmente, comenzando en lugares donde haya una fuerte demanda para constituir, como suele decirse, «islas UMTS en el océano GSM». Después se irán extendiendo gradualmente estos enclaves hasta abarcar todo el territorio. Los terminales permitirán la itinerancia entre los dos sistemas mientras sea necesario.

Las redes UMTS son redes completas (con acceso, conmutación y gestión de movilidad) de cobertura ilimitada, completada si es necesario por medio de satélites. Los tamaños de las células pueden variar desde unas decenas de metros hasta varios kilómetros, tanto fuera como dentro de los edificios.

La UIT ha señalado la siguiente banda de frecuencias, denominada banda «de núcleo», para IMT-2000:

- 1920-1980 MHz acoplada con 2 110-2 170 MHz (2 x 60 MHz) (terrenal),
- 1885-1920 MHz y 2 010-2025 MHz (50 MHz) (terrenal),
- 1980-2010 MHz acoplada con 2 170-2 200 MHz (2 x 30 MHz) (satélite).

Para el segmento terrenal, se tiende a atribuir a cada operador 2 x 15 MHz en las bandas asociadas por pares, más 5 MHz en las bandas no emparejadas en la fase de instalación inicial. Está en debate la atribución de bandas «sin licencia».

Dado que las encuestas de mercado indican que estos valores resultarían insuficientes para el 2005, se están investigando nuevas bandas de ampliación.

Los terminales, de tipo portátil, serán multimodo por demanda a fin de permitir la itinerancia entre el UMTS y los sistemas de la segunda generación, o bien multibanda para abarcar las distintas bandas de frecuencias utilizadas por los sistemas móviles.





## CAPÍTULO 5

### 5 Gestión de red y de servicios

#### 5.1 Demandas de un nuevo enfoque en la gestión de red

La operación, la administración y el mantenimiento (OA&M) son métodos clásicos para el control y la supervisión de las redes de telecomunicación. Los rápidos desarrollos de las redes en los últimos años unidos al gran número de tecnologías en proyecto o en uso, la multitud de suministradores y la veloz introducción de nuevos servicios, requieren el perfeccionamiento de los OA&M para conseguir una gestión de las telecomunicaciones que abarque procesos más avanzados. Comprenden éstos la localización de fallos, configuración, calidad de funcionamiento, seguridad, contabilidad, y planificación y gestión que incluya la provisión de red y de servicios. El objetivo principal de la gestión de telecomunicaciones consiste en utilizar del mejor modo posible los recursos de telecomunicación disponibles. A fin de garantizar el interfuncionamiento entre sistemas de gestión diferentes y satisfacer la demanda de funciones de gestión de gran contenido, la UIT ha elaborado un nuevo concepto de gestión denominado Red de Gestión de las Telecomunicaciones (RGT).

La RGT se basa en el principio de gestión de la interconexión de sistemas abiertos (OSI). Utiliza un lenguaje normalizado para la comunicación, atiende a entornos de múltiples suministradores y satisface las tradicionales necesidades de la operación y el mantenimiento, como son la puesta en servicio, pruebas, recogida y análisis de datos, localización de averías, reposición de red y de servicio, y gestión de la capacidad de anchura de banda. Las ventajas previsibles atañen a la reducción de costes de explotación, la mayor flexibilidad de operación, administración y mantenimiento, y la prestación de servicios de manera oportuna y competitiva.

#### 5.2 Normas y referencias de la RGT

La normalización de los principios de la RGT comenzó en 1986 por iniciativa de la UIT, y ha dado lugar a una serie de Recomendaciones UIT-T que describen la RGT en general, así como otras Recomendaciones sobre asuntos específicos de equipo y gestión de redes y servicios. El trabajo de normalización de la RGT no ha acabado todavía y actualmente prosigue en numerosos organismos de normalización. La Recomendación M.3000 del UIT-T ofrece un panorama de las Recomendaciones relativas a la RGT (véase la figura 5.1).

Otras organizaciones y foros de normalización están asimismo estudiando sistemas de gestión de red. Éstas son las siguientes:

- Organización Internacional de Normalización (ISO)
- Foro de telegestión (Foro TM)
- Foro ATM (ATMF)
- Grupo de gestión de objetos (OMG)

La figura 5.2 ilustra las principales organizaciones de normalización de RGT.

El documento de la UIT «Mejora del mantenimiento, directrices para un nuevo enfoque basado en la Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT)» da más detalles sobre la arquitectura y realizaciones de la RGT, y puede utilizarse para elaborar estrategias específicas de gestión de red.

Figura 5.1 – Ejemplos de relaciones entre las Recomendaciones relativas a la RGT

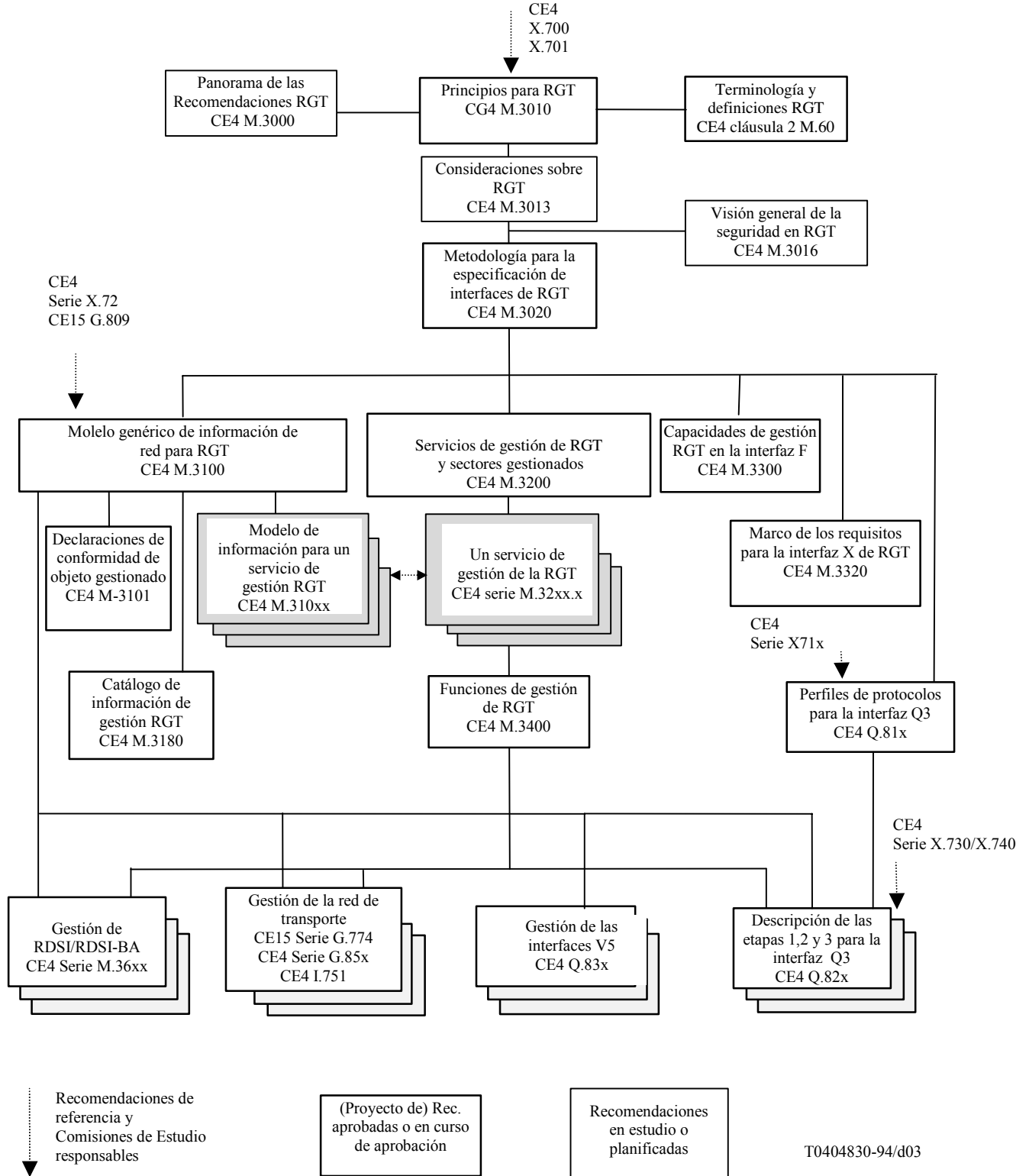
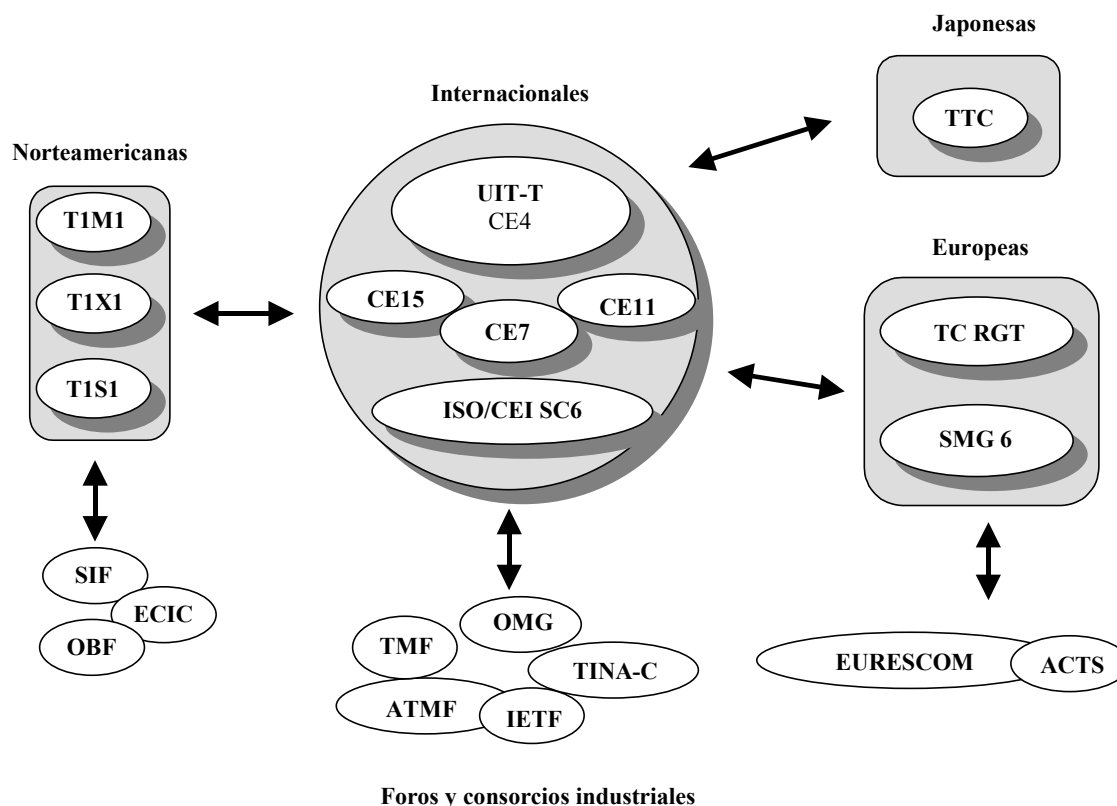


Figura 5.2 – Principales organizaciones de normalización que afectan a la RGT



En la sección 5.5 de este capítulo se explica con mayor detalle la finalidad del trabajo de las principales organizaciones de normalización.

### 5.3 Principios de la RGT

La red de gestión de las telecomunicaciones es un concepto nuevo, elaborado por expertos en gestión y en informática durante las actividades de normalización internacional sostenidas en diversas organizaciones de normalización, bajo el liderazgo del UIT-T. Hubo que aplicar nuevos instrumentos para obtener modelos que tal vez sean de difícil comprensión para lectores no familiarizados con problemas abstractos. Para que puedan entender este capítulo ingenieros y directivos de todas clases se ha incluido un mínimo de teoría básica de la RGT.

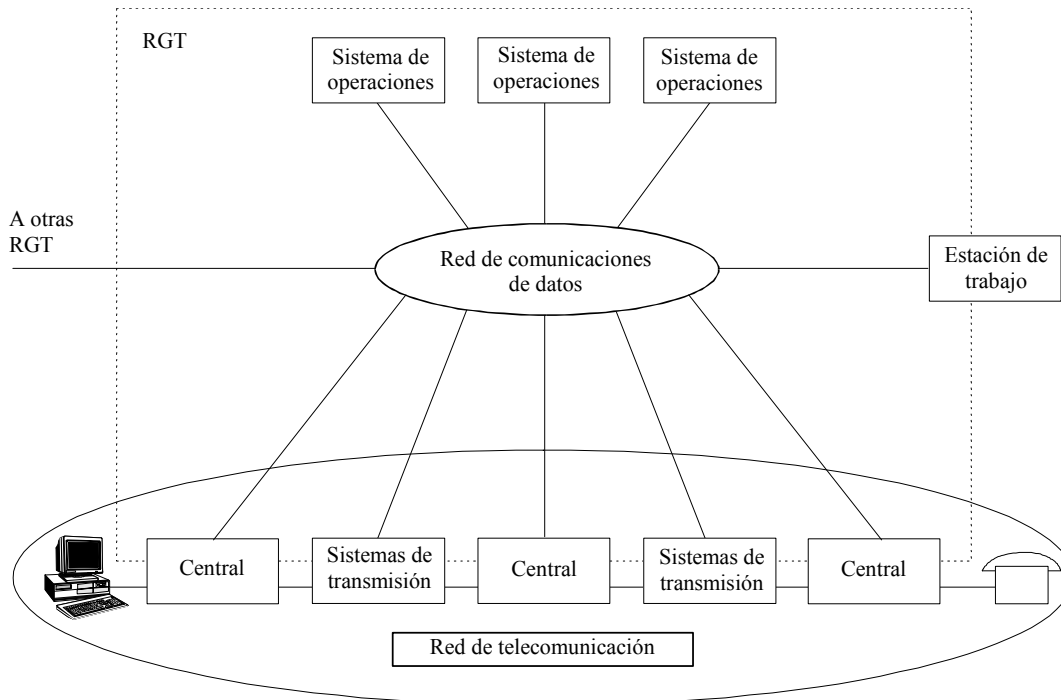
El concepto de red de gestión de telecomunicaciones es muy amplio, como se ilustra en el ejemplo presentado en el cuadro 5.1.

La RGT es una red separada conceptualmente, que se relaciona con una red de telecomunicaciones en diversos puntos a efectos de medición, observación y control como se indica en la figura 5.3. En principio, las funciones de gestión están separadas de las funciones de telecomunicación. La línea divisoria de la RGT separa las partes del equipo de telecomunicaciones que intervienen en la comunicación de aquellas otras necesarias para la gestión.

**Cuadro 5.1 – Ejemplo de materias incluidas en el enfoque RGT**

<b>Soporte físico RGT:</b>	Computadores Terminales Sistemas de comunicación Interfaces de gestión Equipo de red
<b>Soporte lógico RGT:</b>	Aplicaciones de gestión Bases de información de gestión Transferencia de mensajes
<b>Campos de aplicación:</b>	Redes públicas y privadas Servicios de telecomunicación Sistemas de transmisión digital y analógica Centrales digitales y analógicas
<b>Areas funcionales:</b>	Gestión de calidad de funcionamiento Gestión de averías Gestión de configuración Gestión de seguridad Gestión de contabilidad

**Figura 5.3 – Relación general de una RGT a una red de telecomunicaciones**



La RGT tiene por finalidad gestionar todas las clases de equipos de telecomunicación (por ejemplo, transmisión y conmutación), equipos soporte de telecomunicación (suministro de energía, acondicionamiento de aire y seguridad), y los suyos propios. La RGT en su calidad de instrumento soporta operadores de red y pretende ofrecer rutinas de interfaz hombre/máquina fáciles de comprender. El concepto de RGT en su total amplitud puede describirse mediante diferentes aspectos de su arquitectura (véase el cuadro 5.2).

**Cuadro 5.2 – Descripción de los aspectos RGT**

• <b>La arquitectura funcional</b>	<b>describe las funciones implicadas en el intercambio de información entre el operador y el equipo gestionado.</b>
• <b>La arquitectura física</b>	<b>describe la posible distribución de las funciones a las diferentes unidades físicas del equipo de gestión RGT.</b>
• <b>La arquitectura de información</b>	<b>trata la relación entre los recursos susceptibles de gestión del equipo gestionado y la representación abstracta de los mismos en bases de datos. La arquitectura de información describe el tratamiento de la información de la base de datos.</b>
• <b>La arquitectura lógica por capas</b>	<b>permite dividir las complejas actividades de gestión en otras menos complejas, que pueden ser atribuidas a diversas capas de gestión.</b>
• <b>Funciones de gestión</b>	<b>forman un conjunto de las diversas tareas de gestión de los operadores.</b>
• <b>Comunicaciones de datos</b>	<b>son responsables de la transferencia de información entre las diversas unidades físicas RGT (mensajes a través de las interfaces de gestión).</b>

El objetivo de la arquitectura RGT consiste en facultar a los operadores para que reduzcan al mínimo su tiempo de reacción frente a los eventos de la red, optimicen el flujo de información relativa a la gestión, distribuyan el control geográficamente y mejoren la asistencia al servicio y la interacción con los usuarios.

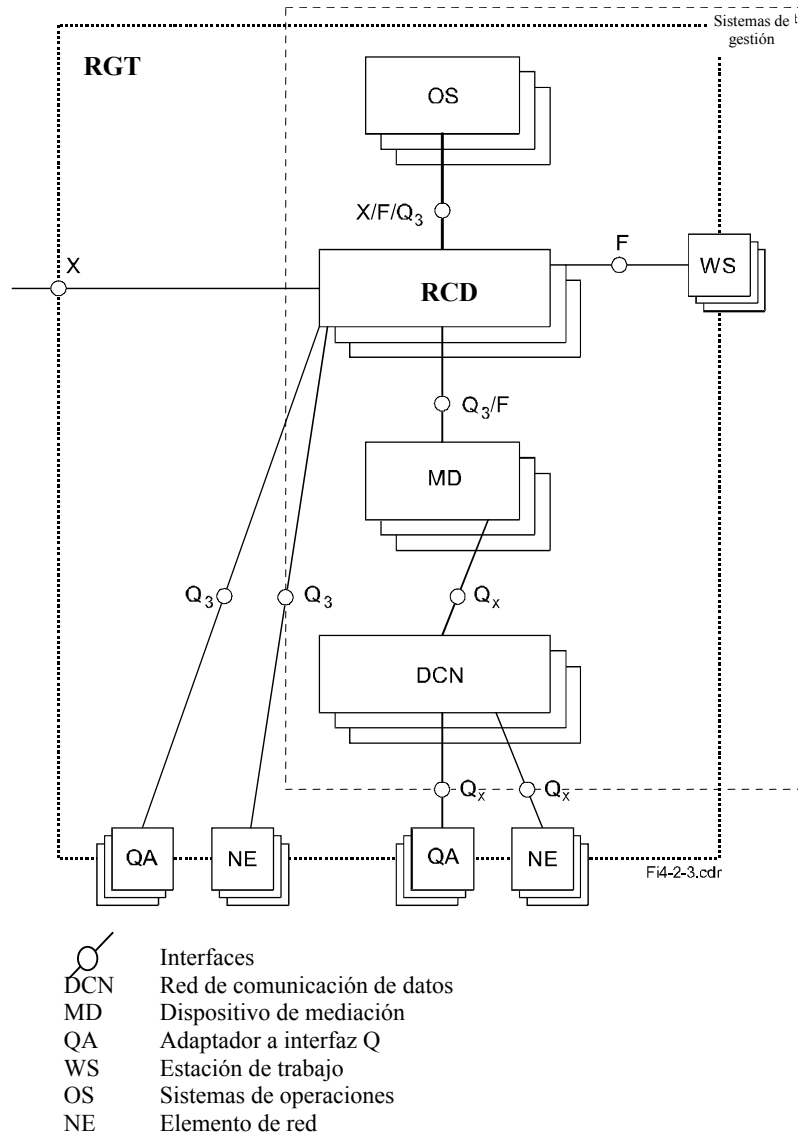
• ***Arquitectura funcional de la RGT***

La arquitectura funcional proporciona un mecanismo para describir y comprender los procesos de gestión sin necesidad de identificar los sistemas físicos. Describe la distribución de funciones dentro de la RGT para permitir la creación de bloques constructivos funcionales a partir de los cuales pueda constituirse una RGT de cualquier grado de complejidad. La arquitectura define bloques de función que contienen componentes funcionales, los cuales caracterizan en detalle la función particular de esos bloques.

• ***Arquitectura física de la RGT***

La arquitectura física RGT proporciona mecanismos para describir la arquitectura de los sistemas de gestión, equipos de red e interfaces de gestión, etcétera, utilizados para establecer una red de gestión de telecomunicaciones. Los bloques de función y sus componentes funcionales asociadas pueden materializarse en diversos dispositivos físicos. Tales dispositivos se conectan a través de los interfaces de gestión Q<sub>3</sub>, F y X como se representa en la arquitectura física de RGT simplificada de la figura 5.4. Estas interfaces corresponden a los puntos de referencia de la arquitectura funcional y facilitan la independencia de interconexión con respecto a dispositivos o suministradores. A través de tales interfaces fluye la información de gestión (tanto peticiones como resultados) en forma de mensajes de datos estructurados.

Figura 5.4 – Arquitectura física RGT



Fuente: Rec. UIT-T M.3010.

### • *Arquitectura de información de la RGT*

La arquitectura de información describe la naturaleza de la información de gestión que ha de intercambiarse entre los bloques de función. Se basa en los conceptos de gestor/agente elaborados para la gestión de los sistemas OSI. Se establece un modelo de información orientada al objeto que presenta una abstracción de los recursos (físicos o lógicos) que se están gestionando. El modelo de información conduce a una representación abstracta de los procesos que gestionan y son gestionados. Un modelo comprende:

- Una base de información de gestión (MIB) que contiene un conjunto de objetos gestionados con todas sus propiedades, por ejemplo, abstracciones de recursos gestionables.

- Sistemas de operaciones (OS) involucrados en las aplicaciones de gestión, por ejemplo, mantenimiento del equipo de transmisión.
- Protocolos para la transferencia de mensajes de información relativa al mantenimiento, destinada a los procesos que gestionan y son gestionados.

- ***Arquitectura lógica por capas***

La arquitectura lógica por capas (LLA, *logical layered architecture*) permite dividir las funciones complejas de la gestión en partes de menor complejidad, agrupadas en capas lógicas. Las capas lógicas describen las funciones que comprenden y la relación entre las capas. Las funciones de gestión, incluidas las funciones de elemento de red (NEF), la función de mediación (MF) y la función de sistema de operaciones (OSF), pueden relacionarse con cinco capas lógicas:

- *Capa de elemento de red (NEL)*, responsable de la gestión de unidades y funciones atomizadas dentro del elemento de red.
- *Capa de gestión de elemento (EML)*, responsable del control y la coordinación de un subconjunto de elementos de red sobre una base de NEF individual (información de gestión intercambiada entre las OSF de la red y las NEF individuales), así como del control y la coordinación de un subconjunto de elementos de red sobre una base colectiva (las OSF pueden hacer ver como una sola entidad un grupo de NEF, y gestionar la conectividad entre las NEF). Son funciones típicas, por ejemplo, las de mantener entre otros los datos de estadística y registro, además de la comunicación con capas adyacentes (NEL, NML).
- *Capa de gestión de red (NML)*, responsable del control y la coordinación de la visión a nivel de red de todos los NE que la integran, así como de la total visibilidad de las redes, en la que se incluyen, por ejemplo, datos estadísticos, de registro y otros relacionados con la red, y la comunicación con capas adyacentes.
- *Capa de gestión de servicio (SML)*, responsable de los aspectos contractuales ofrecidos a los clientes, que comprenden, por ejemplo, tratamiento de órdenes de servicio y reclamaciones, facturación y comunicación con capas adyacentes.
- *Capa de gestión comercial (BML)*, responsable de la empresa total, que implica, por ejemplo, el soporte de las decisiones de inversión en recursos de telecomunicación y en gestión y comunicación con las capas inferiores.

- ***Funciones de gestión***

La RGT está concebida para sustentar una extensa variedad de áreas de gestión que abarcan la planificación, instalación, operación, administración, mantenimiento y puesta en servicio de redes y servicios de telecomunicación. Las funciones de gestión que prestan soporte a todo esto se han dividido en cinco sectores funcionales:

- Gestión de la calidad de funcionamiento (recogida, separación y entrega de estadísticas de funcionamiento, optimización de la red).
- Gestión de averías (reconocimiento, aislamiento, informe, registro).
- Gestión de configuración (instalación de equipos, ajuste de estado y de parámetros, configuración de anchura de banda).
- Gestión de contabilidad (recogida, almacenamiento y entrega de información de tarificación y contabilidad).
- Gestión de seguridad (administración de las funciones de autorización, protección contra la intrusión de las redes de telecomunicaciones públicas).

Los sectores señalados proporcionan un marco dentro del cual pueden determinarse las aplicaciones apropiadas de manera que se preste apoyo a las necesidades comerciales de la administración.

Las actividades de gestión de los operadores son, en muchos casos, similares y se intenta armonizar y normalizar estas actividades como servicios de gestión de la RGT (Recomendación M.3400), como se

indica en la figura 5.5. Los servicios de gestión de la RGT pueden relacionarse con los sectores gestionados de la RGT. Dichos servicios se componen de funciones gestionadas de RGT y conjuntos de funciones de gestión de RGT (Recomendación M.3200). Las funciones de gestión de RGT se transmiten en forma de mensajes a través de las interfaces de gestión.

Figura 5.5 – Ejemplo de servicios de gestión de la RGT

Utilizadores de la RGT													
Sectores gestionados de telecomunicaciones	Red telefónica conmutada	Red de telecomunicaciones móviles	Red de datos conmutada	Red inteligente	SS N° 7	RDSI-BE	RDSI-BA	Red de otros. especializados y reconfigurables	RGT	IMT-2000 (FSP/TMT)	Red ec. de acceso y terminales	Red de transporte	Infraestructura
Servicios de gestión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Administración de clientes	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Gestión de provisión de red	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestión de la mano de obra	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Administración de tarifas, tarificación y contabilidad	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓			
Administración de calidad de servicio y de funcionamiento de la red	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Administración de mediciones y análisis de tráfico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
Gestión de tráfico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
Administración de encaminamiento y análisis de dígitos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Gestión de mantenimiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Administración de seguridad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gestión de logística	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

T0407120-96

El único significado del signo ✓ insertado en cada casilla de cruce es que el sector gestionado de telecomunicaciones correspondiente a la columna necesita el servicio de gestión señalado en la fila. El conjunto de signos de una columna define qué servicios de gestión podrían utilizarse para realizar la gestión del correspondiente sector gestionado de telecomunicaciones. La figura 5.5 presenta un ejemplo de relaciones aplicadas al mantenimiento, en particular a la vigilancia de alarmas.



- **Comunicaciones de datos**

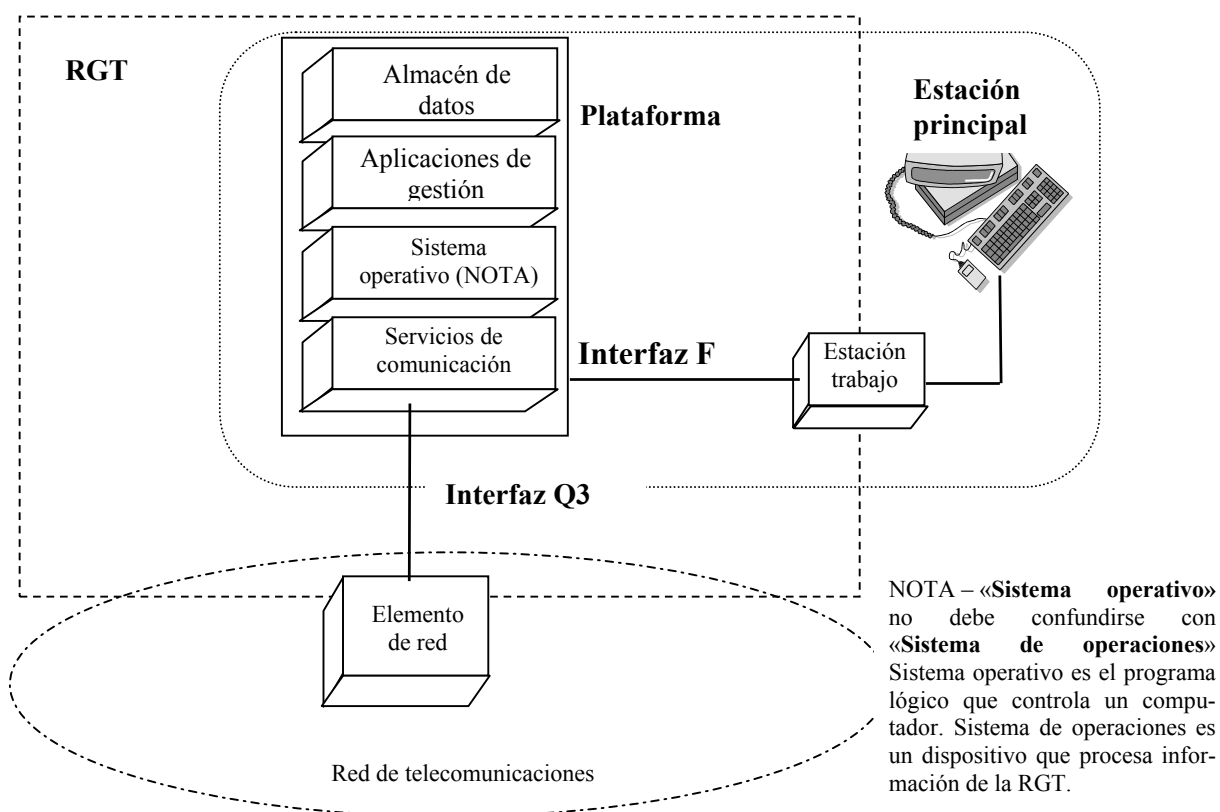
La RGT utiliza los perfiles de la interconexión de sistemas abiertos (OSI) para transferir información entre los sistemas. Las series de protocolos FCD están definidos en las Recomendaciones Q.811, Q.812 y G.773. La función de comunicaciones de datos (FCD) de la capa 7, materializada en una red de comunicación de datos (RCD), trata los mensajes pertenecientes a las funciones de gestión de la RGT. La función de comunicaciones de mensajes (MCF) comprende las tres capas de protocolo inferiores.

Se ha propuesto incluir una opción para utilizar un perfil de protocolo TCP/IP en la Recomendación revisada aplicable a los perfiles de protocolo de la capa inferior para las interfaces Q3 y X. El protocolo TCP/IP de Internet se utiliza a menudo para aplicaciones RCD locales (LAN).

#### 5.4 Realización práctica de la RGT

El establecimiento de la red de gestión de las telecomunicaciones provoca la demanda de sistemas de gestión acomodados a la RGT, en los que se aplican las Recomendaciones UIT relativas a RGT, pero sin formar parte de esas Recomendaciones. Sin embargo, la práctica actual conduce a la realización ilustrada en la figura 5.6, que representa un sistema de gestión simplificado en relación con la RGT y la red de telecomunicaciones gestionada.

**Figura 5.6 – Configuración típica de un sistema de gestión**



Un sistema de gestión (MS) comprende una plataforma informática y unos terminales informáticos, que contienen:

- El equipo físico del computador con interfaces al usuario (operador) y a la red de telecomunicación gestionada.
- El soporte lógico del computador, incluido el sistema operativo del computador, las aplicaciones de gestión, el almacenamiento de datos (base de información de gestión) y los servicios de comunicaciones con el usuario y la red.

Debido a la extensión geográfica de la red gestionada, hasta los sistemas de gestión pueden distribuirse, lo que da lugar a un procesamiento distribuido.

Los sistemas de gestión desarrollados mediante la arquitectura lógica por capas pueden contener diversas partes, cada una de ellas responsable de la gestión en una determinada capa de gestión. La arquitectura física resultante suele constar de los siguientes sistemas de gestión:

Sistema de gestión de elemento (EMS)

Sistema de gestión de red (NMS)

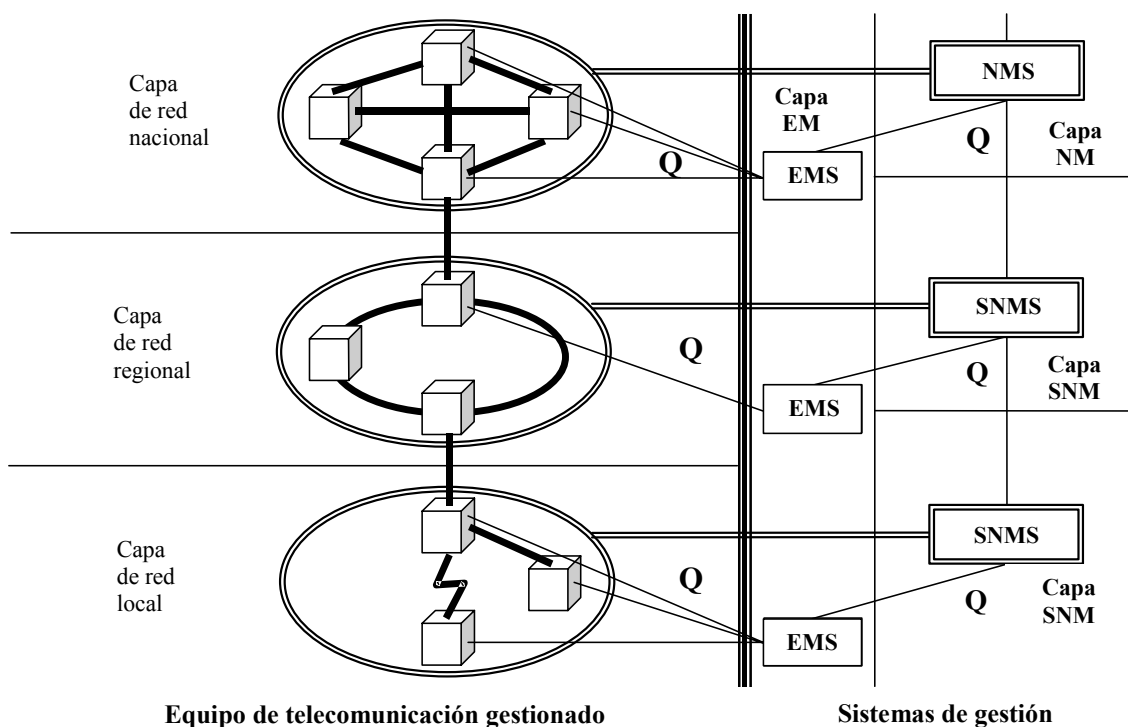
Sistema de gestión de servicio (SMS)

Sistema de gestión comercial (BMS).

En el momento actual, los suministradores sólo ofrecen el EMS y el NMS, bien como partes separadas o ubicados conjuntamente en un equipo (sistema de gestión). El SMS se utiliza para servicios más sencillos, por ejemplo, el servicio de líneas arrendadas, versión RGT del BMS todavía no generalizada.

Dependiendo de la jerarquía de las redes –local, regional y nacional–, puede definirse una jerarquía de sistemas de gestión de red correspondientes que determine el número de sistemas de gestión de subred (SNMS) que están conectados jerárquicamente al sistema de gestión de red (NMS). En la figura 5.7 se muestra una posible disposición de sistema de gestión para red de transporte.

**Figura 5.7 – Ejemplo de red de transporte gestionada**



Algunas de las funciones EMS y NMS se enumeran en el cuadro 5.3.

**Cuadro 5.3 – Ejemplo de las funciones EMS y NMS**

**Funciones del sistema de gestión de elementos (EMS):**

- *Construcción de mapa de elementos de red y gestión del mapa*
- *Control de un subconjunto de elementos de red*
- *Gestión de la seguridad*
- *Información de averías (localización y tipo, procedimientos de reparación)*
- *Función de pasarela a la capa de gestión de red y a la estación de trabajo*

**Funciones del sistema de gestión de red (NMS):**

- *Construcción del mapa de red y gestión del mapa*
- *Control de red o subred*
- *Gestión de la seguridad*
- *Recogida de datos de contabilidad*
- *Función de pasarela a la capa de gestión del servicio y a la estación de trabajo*

La utilización de las funciones de gestión conlleva la transferencia de información a través de interfaces de gestión. La cuestión es saber cuál de las interfaces de sistema de gestión debe acomodarse a la RGT. En el caso de las interfaces Q3 puede adoptarse el enfoque normalizado por la UIT para la mayoría de los intercambios de información. La comunicación en las RCD locales, sin embargo, frecuentemente se basa en interfaces SNMP o de propiedad privada, disponibles en el mercado, que pueden dar lugar a soluciones más económicas.

¿Qué plataforma informática será adecuada para aplicaciones RGT? La experiencia demuestra que el diseño debería tener la máxima independencia con respecto a la tecnología, pero al mismo tiempo han de considerarse la capacidad funcional y las limitaciones de la plataforma. Las plataformas que hoy existen no están diseñadas a medida de la RGT y requieren soporte lógico para las aplicaciones de gestión, así como herramientas informáticas que habrá de proporcionar el suministrador.

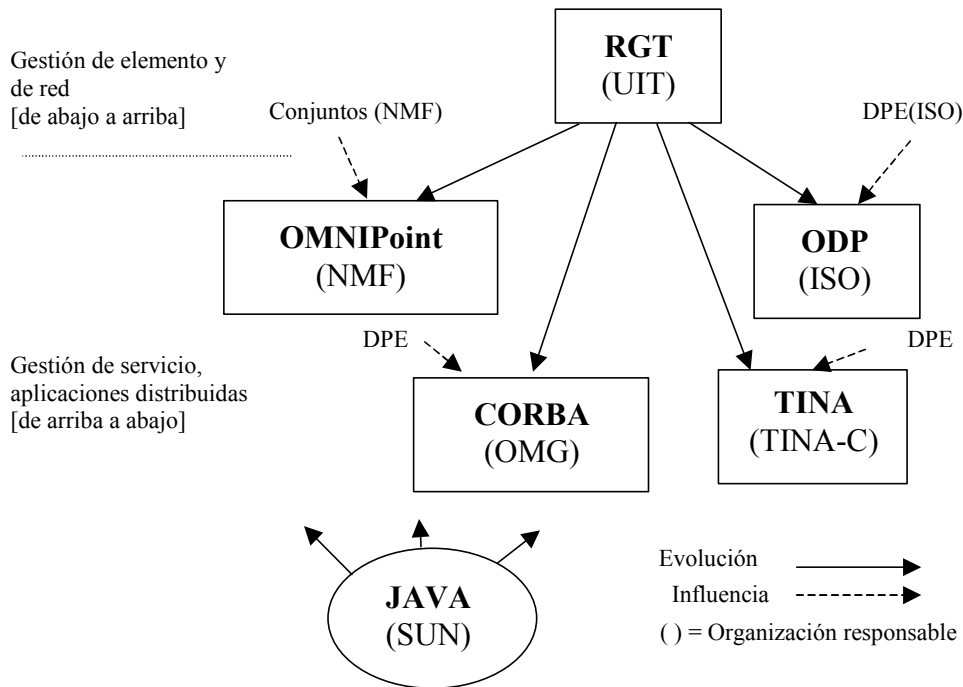
## 5.5 Evolución de las herramientas de gestión

La UIT y la ISO han elaborado durante el último periodo de estudios las normas básicas RGT para la capa de elementos, la capa de gestión de elementos y la capa de gestión de red. Durante los procesos de implantación de la RGT se descubrió que, pese a todas las intenciones integradoras de la RGT, esta tecnología no se prestaba bien a los casos de gestión complicados. En consecuencia, diversos organismos y agrupaciones de normalización tuvieron que desarrollar nuevas metodologías para ampliar las herramientas de gestión. Todavía hay varias organizaciones dedicadas a la evolución de las herramientas de gestión basadas en la RGT, como se indica en la figura 5.8.

### 5.5.1 Foro de telegestión (Foro TM)

El foro de telegestión (TM, *TeleManagement*) es una organización internacional no lucrativa que atiende a la industria de las comunicaciones. Su cometido es ayudar a los proveedores de servicios y operadores de redes para que automaticen sus procesos de un modo eficaz y económico. Específicamente, los trabajos del foro TM consisten en establecer orientaciones operacionales sobre la forma de los procesos, llegando a acuerdos en cuanto a la información que ha de pasar de una función a otra, identificando un entorno realista de sistemas que sustente la interconexión de sistemas soporte operacionales, y permitiendo el desarrollo de productos reales que concurren en el mercado para la automatización de los procesos operativos en las telecomunicaciones. El Foro utiliza normas internacionales y regionales en caso de que existan, y aporta contribuciones a los organismos de normalización siempre que se concluye un trabajo técnico nuevo. ([www.tmforum.org](http://www.tmforum.org))

Figura 5.8 – Evolución simplificada de las herramientas de gestión



### 5.5.2 Organización Internacional de Normalización (ISO)

La ISO se ha estado dirigiendo al entorno de procesamiento distribuido (DPE, *distributed processing environment*) para solucionar problemas relativos a la gestión distribuida. Con base en el DPE se ha desarrollado el sistema de procesamiento distribuido abierto (ODP, *open distributed processing*). El ODP amplía la RGT, y su modelo de referencia utiliza diferentes puntos de vista para simplificar el enfoque de problemas complejos. Cada punto de vista se describe con su propio lenguaje. En el siguiente cuadro 5.4 se exponen las utilidades y usuarios típicos del ODP.

**Cuadro 5.4 – Puntos de vista sobre ODP**

Punto de vista	Utilizado por	Utilizado para
Empresa	Compradores de sistemas y gestores de empresas	Requisitos comerciales (estructura y gestión de la red)
Información	Usuarios y analistas de sistemas	Modelado de la información (determina reglas, limitaciones, relaciones estáticas)
Computación	Diseñadores y programadores de aplicaciones	Descomposición funcional de objetos (funciones de programación, tipos de datos, relaciones estáticas)
Ingeniería	Diseñadores de sistemas operativos y comunicaciones	Configuración física RGT (determina localización de la información y entidades informáticas)
Tecnología	Suministradores de sistemas	Configuración, instalación, mantenimiento de tecnologías soporte (realización de red física)

### 5.5.3 Grupo de gestión de objetos (OMG)

El grupo de gestión de objetos ha desarrollado la arquitectura de gestión de objetos (OMA, *object management architecture*), de la cual proviene la arquitectura común de intermediario de petición de objeto (CORBA, *common object request broker architecture*), concebida para la cooperación entre usuario y suministrador con base en componentes de aplicación universal. La RGT describe el gran número de objetos gestionados, relativamente sencillos, que guardan relación con la capa de elemento de red. Sin embargo, en las capas de servicio y comercial existe un número relativamente pequeño de objetos muy complejos, con interacciones complicadas, que son difíciles de tratar por medio de la RGT. Se ha desarrollado la arquitectura CORBA con miras a describir la gestión de objetos complejos en un entorno de procesamiento distribuido.

El proceso agente-gestor, tal como está definido en la RGT, requiere utilizar un mismo lenguaje y una comprensión común entre el gestor y el agente, es decir, un conocimiento de gestión compartido (SMK, *shared management knowledge*). Mediante CORBA se extiende el proceso agente-gestor hasta los procesos cliente-servidor generalizados que permiten nuevos procesos de transacción, agentes de itinerancia, gestión de datos multimedios, entidades de datos autogestionadas y órganos intermedios inteligentes.

Las funciones se basan en el concepto de componentes, entendidos como porciones de soporte lógico que son independientes del lenguaje, la realización, las herramientas, sistemas operativos, suministradores, aplicaciones de red y sus localizaciones.

Los componentes son entidades susceptibles de comercialización, que forman parte de aplicaciones completas y pueden utilizarse en combinaciones ilimitadas. Se comportan como objetos gestionados y vienen definidos por su interfaz.

El modelo de referencia CORBA, presentado en la figura 5.9, contiene un intermediario de petición de objeto (ORB, *object request broker*), el cual utiliza en sus conexiones el lenguaje de definición de interfaz (IDL, *interface definition language*) que define para cada componente su interfaz, atributos, herencia, denominación, operaciones, servicios y sintaxis.

El ORB es la entidad intermedia que establece la relación cliente-servidor entre los componentes (objetos). Los componentes pueden comunicarse entre sí en diferentes lenguajes, en tiempo de ejecución, y pueden invocar servicios.

Las facilidades comunes tratan la interfaz de usuario (por ejemplo, para modificar servicios), la gestión de información (tal como el almacenamiento de documentos), la gestión de sistema (instalación de

componentes, por ejemplo) y la gestión de tarea (como las etapas de trabajo y sus normas). Estas facilidades comunes son utilizables con carácter general en diferentes sectores que pertenezcan, por ejemplo, a telecomunicaciones, servicios sanitarios, comercio y finanzas.

Los servicios de objeto describen detalles de los componentes tales como la vida útil, denominación, eventos, transacciones, relaciones y concesión de licencias.

Los objetos de aplicación permiten aplicaciones específicas del usuario final, además de las que proporcionan las facilidades comunes y los servicios de objeto, y ofrecen el marco para construir modelos de sistemas complejos.

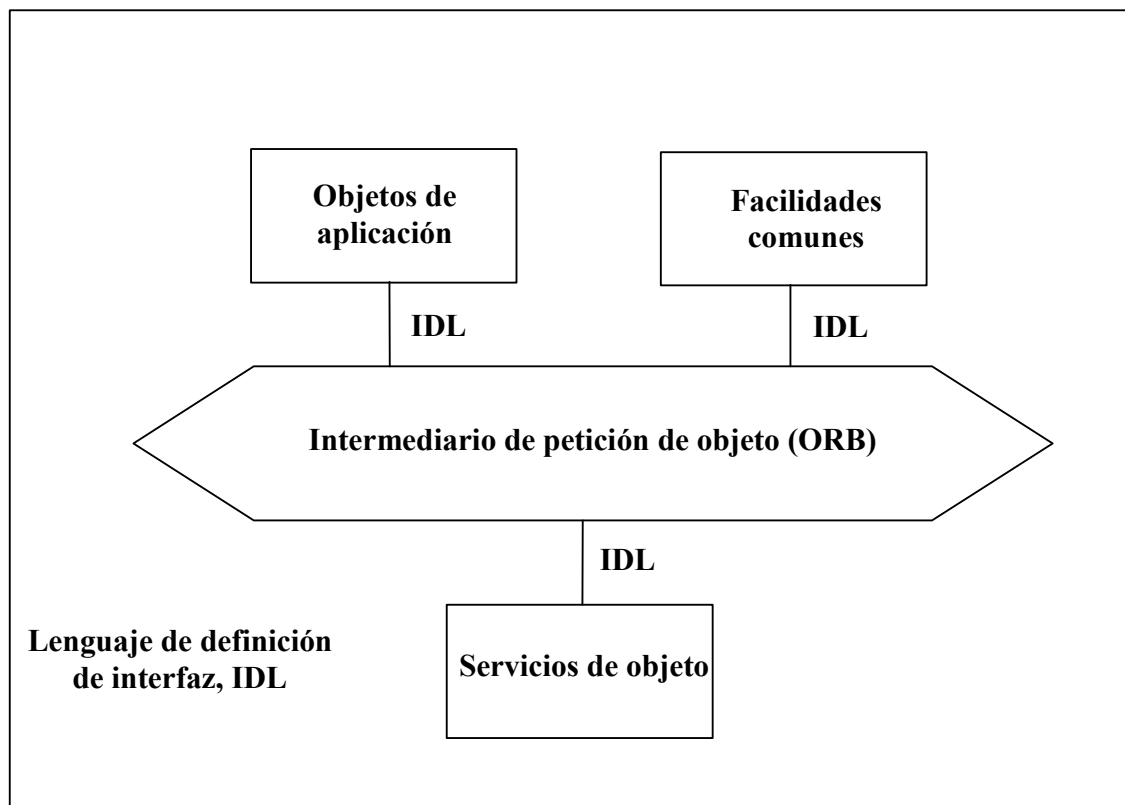
#### 5.5.4 Consorcio TINA (TINA-C)

El Consorcio TINA ha desarrollado la arquitectura de red de información de telecomunicaciones (TINA, *telecommunications information network architecture*), que define una arquitectura abierta para aplicaciones de telecomunicación con soporte lógico distribuido. El TINA-C se compone de operadores y suministradores de equipos de telecomunicaciones e informática. La TINA se basa en la RGT con la intención de mejorar ésta en los sectores de distribución, interfuncionamiento, procesos dinámicos, capacidad de reutilización y coherencia. Algunas de las mejoras se presentan en el cuadro 5.5.

La TINA ofrece un enfoque unificado, con componentes de distintas categorías, tales como los componentes de servicio (por ejemplo, agente de usuario, gestor de sesión), componentes de recurso (coordinador de conexión, gestor de recursos) y elementos (equipo de conmutación y transmisión, conversor de protocolos).

Con esta finalidad, se utiliza en TINA el entorno de procesamiento y puntos de vista distribuidos (puntos de vista de ingeniería, información y computación).

**Figura 5.9 – Modelo de referencia CORBA**



**Cuadro 5.5 – Mejoras de la RGT por medio de TINA**

TINA	RGT MEJORADA
Protocolos	CMIP y SNMP
Proceso dinámico	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Un objeto gestionado puede realizar acciones de gestión</li> <li>– Un gestor puede ser gestionado</li> <li>– Las relaciones gestor-agente pueden ser dinámicas</li> </ul>
Concepto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El concepto de gestión es aplicable a servicios</li> <li>– El concepto de servicio puede aplicarse a la gestión</li> </ul>

### 5.5.5 JAVA

La presentación de las funciones de gestión en las estaciones de trabajo y terminales informáticos ha seguido la evolución de la Internet, que ha venido ofreciendo:

- en el decenio de 1970, funciones de correo electrónico;
- en 1987: la red mundial (www), que simplifica el acceso a Internet;
- en 1995: JAVA, un lenguaje destinado a la creación de programas;
- en 1996: Javascript para el control de programas, y
- en 1998: www + Javascript para la creación de páginas www dinámicas.

Java ofrece ventajas para la presentación de aplicaciones de gestión, como las siguientes:

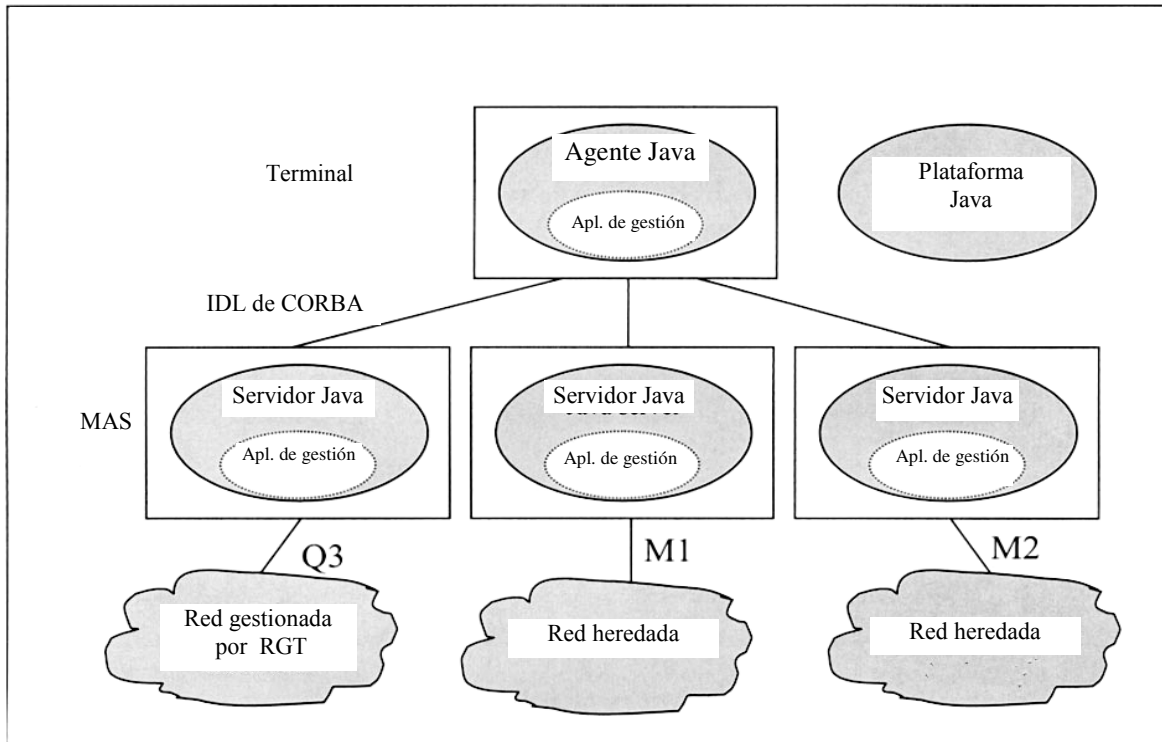
Sencillez	Similar a C++
Orientado a objeto	Adecuado para aplicaciones de gestión distribuida
Independiente de la plataforma	Plataforma de soporte lógico universal
Dinámico	Descarga automática de las nuevas versiones
Independiente de la tecnología	Coexistencia con las tecnologías existentes y nuevas

Un agente Java ofrece:

- Acciones pro-activas sin influencia humana
- Actualización automática y a distancia, por ejemplo, a través de Internet
- Gestión a través de un navegador de la *web*
- Adaptación ajustada a diferentes tipos y tamaños de redes.

La figura 5.10 presenta un ejemplo de gestión de red con Java. A un mismo agente Java pueden conectarse diferentes clases de equipo gestionado con distintos tipos de interfaces de gestión.

Figura 5.10 – Gestión de red con Java



## 5.6 Conclusión

Los trabajos de los diversos organismos en materia de gestión de redes y servicios han dado lugar al desarrollo de plataformas destinadas esencialmente a los servicios de RGT y CORBA. Las plataformas disponibles ofrecen funciones de RGT y CORBA capaces de simplificar grandemente la labor de los operadores y diseñadores de sistemas, como son las siguientes:

- correlación y filtrado de eventos, que tienden a reducir el número de alarmas;
- construcción de modelos de objetos gestionados basada en un navegador interactivo que utiliza directrices gráficas;
- herramientas de desarrollo de agente y gestor que utilizan el modelo GDMO para generación y pruebas;
- servicios de topología utilizados para relaciones de objeto que conducen a la integración de aplicaciones múltiples.

## Bibliografía

- 1 Una estrategia técnica: *Implementing TMN Using OMNIPoint NMF*.
- 2 *The «Ensemble» Concepts and Format*, Forum 025, Versión 1.0.
- 3 *Telecommunications Information Networking Architecture. (TINA) IEEE/IFIP 1994 Network Operations and Management Symposium*.



- 4 *Rural Telecommunications, Volume III-Basic Aspects, Problems, Criteria, Instructions and Suggestions Concerning Maintenance of Rural Telecommunications Networks*, 1994.
- 5 *An Overview of Open Distributed Processing*. Premira Mullan, ATT Bell Laboratories.
- 6 Robert Orfali, *The Essential Distributed Objects Survival Guide*.
- 7 Aaron E. Walsh, *Java for Dummies*, IDG Sweden Books.
- 8 Todd Goldman, *Network Management*, Global Telephony, noviembre 1997.
- 9 *Guía para la introducción de un Sistema de Gestión de abonado (CSMS)*, UIT 1ª edición, 1999.
- 10 *Directrices para un nuevo enfoque basado en la Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT)*, UIT-D.

## 5.7 Lista de abreviaturas

ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
BML	Capa de gestión comercial ( <i>business management layer</i> )
BMS	Sistema de gestión comercial ( <i>business manager system</i> )
CORBA	Arquitectura común de intermediario de petición de objeto ( <i>common object request broker architecture</i> )
DPE	Entorno de procesamiento distribuido ( <i>distributed processing environment</i> )
EML	Capa de gestión de elemento ( <i>element management layer</i> )
EMS	Sistema de gestión de elemento ( <i>element manager system</i> )
FCD	Función de comunicaciones de datos
GDMO	Definición global de objeto gestionado ( <i>global definitions of managed object</i> )
IDL	Lenguaje de definición de interfaz ( <i>interface definition language</i> )
ISO	Organización internacional de normalización ( <i>international standardization organization</i> )
LAN	Red de área local ( <i>local area network</i> )
MCF	Función de comunicaciones de mensajes ( <i>message communication function</i> )
MD	Dispositivo de mediación ( <i>mediation device</i> )
MIB	Base de información de gestión ( <i>management information base</i> )
MO	Objeto gestionado ( <i>managed object</i> )
MS	Sistema de gestión ( <i>management system</i> )
NE	Elemento de red ( <i>network element</i> )
NEL	Capa de elemento de red ( <i>network element layer</i> )
NML	Capa de gestión de red ( <i>network management layer</i> )
NMS	Sistema de gestión de red ( <i>network manager system</i> )
OMA	Arquitectura de gestión de objeto ( <i>object management architecture</i> )
OMG	Grupo de gestión de objeto ( <i>object management group</i> )
ORB	Intermediario de petición de objeto ( <i>object request broker</i> )
ODP	Procesamiento distribuido abierto ( <i>open distributed processing</i> )

OSI	Interconexión de sistemas abiertos ( <i>open systems interconnection</i> )
OS	Sistema de operaciones ( <i>operation system</i> )
QA	Adaptador a interfaz Q ( <i>q adaptor</i> )
RCD	Red de comunicaciones de datos
RGT	Red de gestión de telecomunicaciones
SMK	Conocimiento de gestión compartido ( <i>shared management knowledge</i> )
SML	Capa de gestión de servicio ( <i>service management layer</i> )
SMS	Sistema de gestión de servicio ( <i>service manager system</i> )
SNMP	Protocolo simple de gestión de red ( <i>simple network management protocol</i> )
SNMS	Sistema de gestión de subred ( <i>subnetwork manager system</i> )
TCP/IP	Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet ( <i>transmission control protocol/internet protocol</i> )
TM Forum	Foro de telegestión ( <i>telemangement forum</i> )
WS	Estación de trabajo ( <i>work station</i> )

## ANEXO 5A

**Sistema de pruebas y mediciones de línea de Thomson CSF  
(Sistema MIRABEL)****1 Introducción**

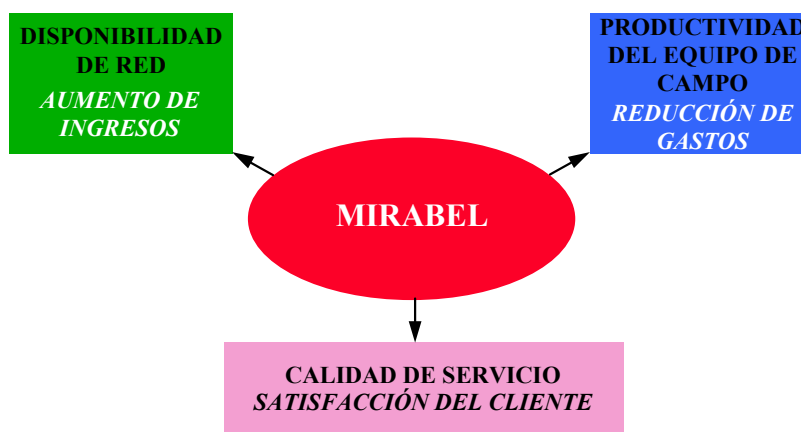
El presente anexo presenta un ejemplo de realización similar a la RGT en sistemas de pruebas y mediciones de línea.

**1.1 Antecedentes**

En numerosos países los operadores de telecomunicaciones sostienen hoy una encarnizada competencia. Los combatientes de esta batalla cuentan con dos armas: las tarifas y la calidad del servicio. Ofrecer tarifas atractivas es un tema esencial para captar nuevos clientes y la prestación de servicios de alta calidad es de suma importancia para mantenerlos. Pero, por atractivas que sean las tarifas, ningún cliente aceptará verse privado del servicio durante varios días. La calidad de servicio (QoS) adquiere una importancia cada vez mayor.

Aunque se dispone de instrumentos muy diversos para el mantenimiento de la red local, incluso facilidades incorporadas en el conmutador, tales instrumentos suelen carecer de coherencia y no pueden ser considerados como «sistemas»: a menudo dependen del tipo de conmutador y requieren una capacitación y una pericia especiales. La finalidad de los diseñadores de MIRABEL era por consiguiente doble: desarrollar, por un lado, un sistema completo que integrara todas las funciones y, por otro lado, una interfaz de uso fácil que no exigiera una habilidad especial.

---

**Figura A1 – Ventajas de MIRABEL**

---

Finalmente, las ventajas de MIRABEL son de tres tipos:

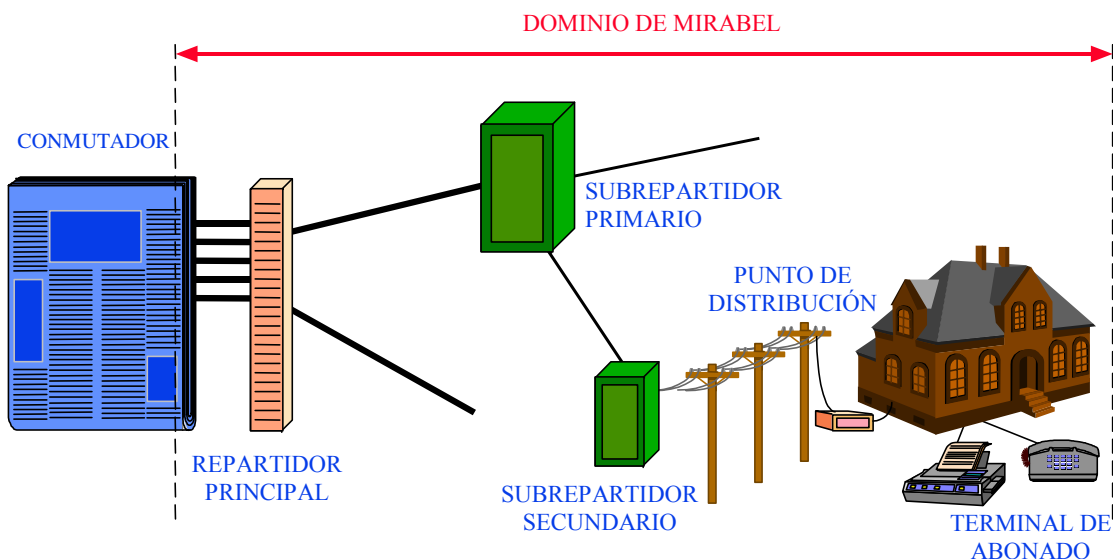
- La satisfacción del cliente aumenta en razón directa a la calidad de servicio.
- La red proporciona mayores beneficios, puesto que una línea fuera de servicio es improductiva.
- Disminuye el gasto por mantenimiento, debido a la mayor productividad del equipo de campo.

## 1.2 Características esenciales

La función básica de MIRABEL consiste en **identificar** y **localizar** los defectos (averías, instalación incorrecta, etcétera) en las líneas de abonado, desde el conmutador a los abonados. El dominio de MIRABEL incluye, pues:

- los circuitos de interfaz de líneas de abonado (SLIC, *subscriber line interface circuits*) ubicados en los conmutadores (centrales principales o unidades de abonado distante);
- el repartidor principal (MDF, *main distribution frame*);
- todos los subrepartidores y segmentos de línea situados en el trayecto hacia los abonados;
- los aparatos telefónicos.

Figura A2 – Dominio de MIRABEL



En MIRABEL sólo se consideran líneas de cobre, puesto que el proceso se basa en pruebas eléctricas. Pueden comprobarse conductores de cobre de cualquier tipo. Incluso en líneas de RDSI es posible probar los hilos en el aspecto eléctrico.

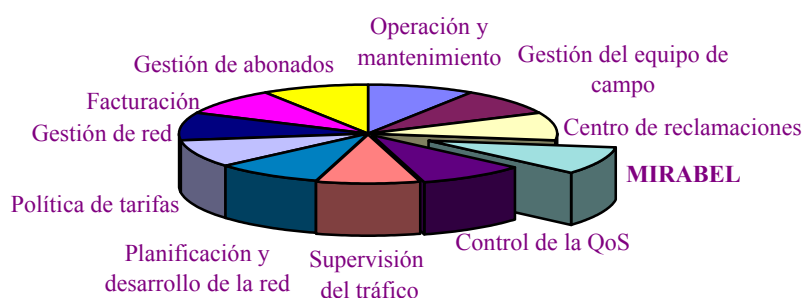
MIRABEL es capaz de probar tanto líneas conmutadas como líneas especializadas (arrendadas).

Tras ejecutar una serie de pruebas eléctricas, el sistema no solamente informa sobre los valores eléctricos, sino que ofrece un **diagnóstico**, señalando el tipo y la localización del defecto. Esto es una gran ventaja, puesto que las herramientas tradicionales sólo proporcionan una gama de valores eléctricos que nadie puede utilizar, salvo los expertos en telecomunicaciones. El diagnóstico (por ejemplo, «cortocircuito en armario nº 23») es comprensible para empleados o trabajadores que no posean una capacitación especial.

El sistema no sólo puede ejecutar pruebas aisladas, a petición de un empleado o de un técnico de campo, sino además series de pruebas encaminadas a evaluar periódicamente la red y descubrir defectos ocultos que todavía no hayan provocado fallos. Por consiguiente, MIRABEL es adecuado tanto para mantenimiento correctivo como para mantenimiento preventivo.

MIRABEL interactúa con el sistema de atención al cliente e interviene en el sistema global de información del operador de telecomunicaciones. La facilidad de prueba y medición es sin duda una característica esencial, tanto como la facturación, la gestión de tarifas, la gestión de mercados, etc.

**Figura A3 – MIRABEL y la información global**



## 2 Arquitectura

Además de ser un preciso instrumento de medición, MIRABEL es un sistema de información completo que interactúa con tres entidades importantes, a saber:

- el centro de reclamaciones, que se relaciona directamente con los abonados y recoge todos los datos relativos a averías,
- el equipo de campo para mantenimiento, encargado de reparaciones en la red local,
- la red telefónica pública con conmutación (RTPC).

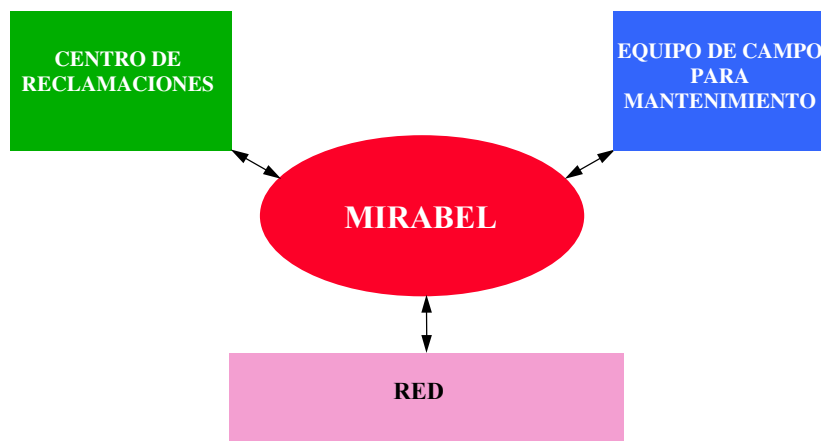
### 2.1 Interfaz de red

Las pruebas de línea se ejecutan mediante un dispositivo denominado «unidad de prueba y diagnóstico» (TDU, *Test & Diagnosis Unit*), diseñado y desarrollado para medir una extensa gama de características eléctricas en la línea de abonado. Cada TDU está conectada a un conmutador a través de «enlaces de prueba» (hasta 24), que son facilidades disponibles en la mayoría de los conmutadores.

Las TDU están instaladas a muy corta distancia de los conmutadores<sup>1</sup> a fin de evitar cualquier cambio importante en las características eléctricas de las líneas que mermaría la precisión de la medición.

<sup>1</sup> Central principal o unidad de abonado distante, dependiendo de la configuración del conmutador.

---

**Figura A4 – Interfaces de MIRABEL**



---

Todas las TDU están controladas por «unidades principales de control» (MCU, *main control units*) que son computadores con soporte lógico elaborado especialmente. Cada TDU está unida a una MCU, sea a través de la RTPC, de una red de área extensa (con TCP/IP o X.25), o de una red de área local. El número de MCU depende sobre todo de la organización del operador.

La MCU gobierna las pruebas siguiendo un proceso de tres etapas:

- La MCU accede al conmutador y solicita que una determinada línea de abonado se conecte a un enlace de prueba dado<sup>2</sup>. Seguidamente la MCU accede a la TDU y desencadena una prueba.
- La TDU ejecuta la prueba e informa a la MCU de los valores medidos y el diagnóstico resultante.
- La MCU accede de nuevo al conmutador y solicita que la línea de abonado se libere.

La MCU accede a los conmutadores directamente a través de la red o a través de la TDU, dependiendo de sus facilidades de mantenimiento. Por ejemplo, el acceso a todos los conmutadores electromecánicos se verifica a través de las TDU.

El método para controlar un conmutador depende del tipo de equipo. DASSAULT AT ha desarrollado una gama de interfaces diversas para conmutadores tanto electrónicos como electromecánicos procedentes de numerosos fabricantes (Alcatel, Ericsson, NEC, Siemens, Lucent Technologies, y otros). Es fácil desarrollar nuevas interfaces para centrales específicas.

Con MIRABEL no sólo pueden probarse líneas de abonado sino también líneas especializadas, gracias a una «matriz de líneas especializadas» (DLM, *dedicated line matrix*) insertada en la línea.

La DLM está controlada por la TDU. Las pruebas están gobernadas por la MCU con arreglo a un proceso de tres etapas. Cada extremo de línea puede probarse por separado.

---

<sup>2</sup> Sin tarificación al abonado.

Figura A5 – Interfaz de red

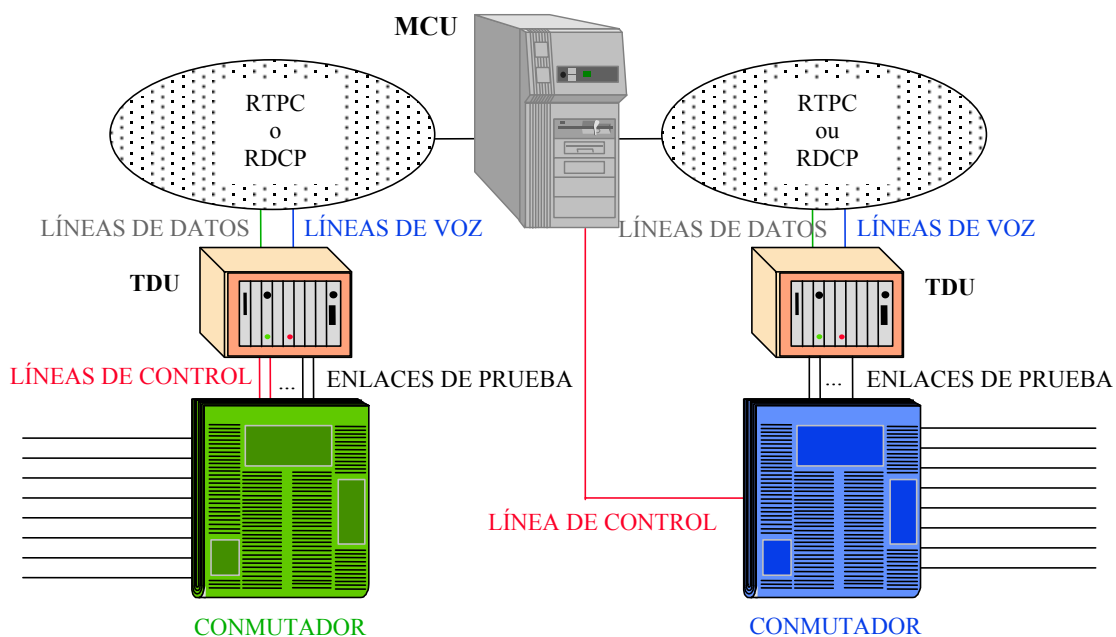
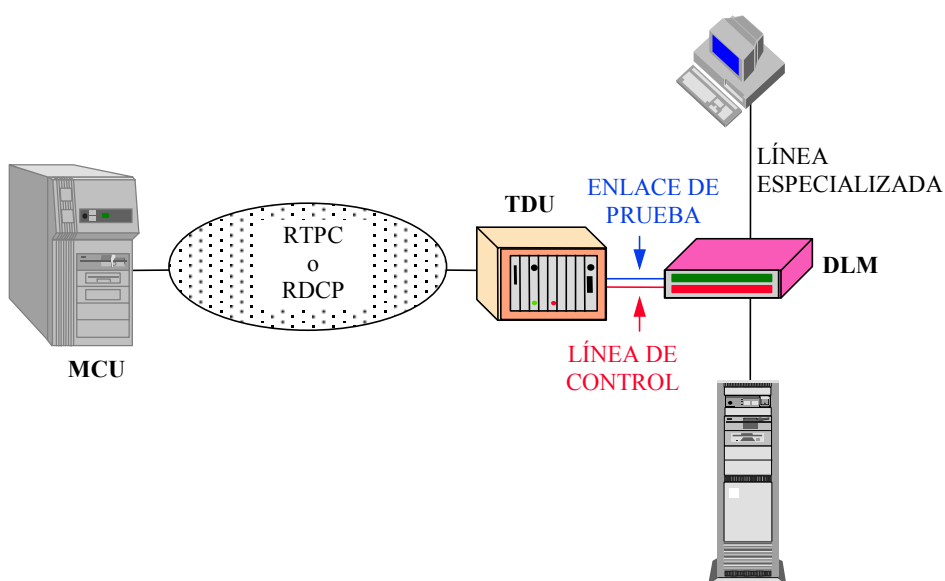


Figura A6 – Interfaz de línea especializada



## 2.2 Interfaz del centro de reclamaciones

El centro de reclamaciones es el primer usuario de MIRABEL, puesto que todo usuario lo llama al encontrar un problema en su línea. Habitualmente responde un empleado que registra la reclamación y la entrega al experto encargado de analizar las averías. Posteriormente el equipo de campo soluciona la anomalía, tomando como base el informe emitido por el experto.

Por último, el equipo de campo devuelve un informe al centro de reclamaciones.

Utilizando MIRABEL, el proceso es mucho más rápido, puesto que:

- el empleado que recibe la reclamación prueba la línea del abonado en tiempo real y valora el problema. Se encuentra así capaz de responder adecuadamente («Ya veo lo que le pasa. La causa es...»). Esta información transmite una gran confianza al cliente;
- una vez establecido el diagnóstico, se envía inmediatamente al equipo de campo.

El soporte lógico del centro de reclamaciones no está incluido en MIRABEL. Este programa suele formar parte del «Sistema de atención al cliente» y proporciona datos importantes al sistema mundial de información. No obstante, puede ofrecer interfaces con:

- **Soporte lógico privativo de los operadores.** Esto requiere unos estudios y un desarrollo concretos, en cooperación con el operador y/o cualquier otro participante.
- **Sistemas de atención al cliente que los operadores adquieran en el mercado.** Se han desarrollado ya estas interfaces.
- **Soporte lógico desarrollado especialmente** de acuerdo con las especificaciones del operador, para satisfacer necesidades particulares.<sup>3</sup>

Las MCU se conectan al sistema de información del operador, ya sea a través de una red de área extensa (TCP/IP o X.25) o de una red de área local (LAN). La elección depende del tamaño de la red y de la organización del operador en cuestión.

Debido a la integración, los empleados acceden a las facilidades de atención al cliente (a la base de datos de abonados, por ejemplo) y a MIRABEL por medio de una sola interfaz hombre-máquina.

El sistema de información propio del operador se beneficia de la integración al recoger datos relativos a los fallos y procesar los datos estadísticos.

A su vez, en el caso de que el sistema de información del operador incluya una «Base de datos de descripción de líneas» que detalle la estructura de las líneas de abonado (cables y subrepartidores), MIRABEL utiliza tales datos para precisar la localización de las averías. Por ejemplo, en vez de señalar «fallo a 1500 metros del repartidor principal», MIRABEL informa «fallo en subrepartidor nº 17», que es mucho más comprensible desde el punto de vista operacional.

---

<sup>3</sup> Por ejemplo, se ha desarrollado un programa especial para un cliente que utiliza caracteres chinos.



Figura A7 – Interfaz de centro de reclamaciones

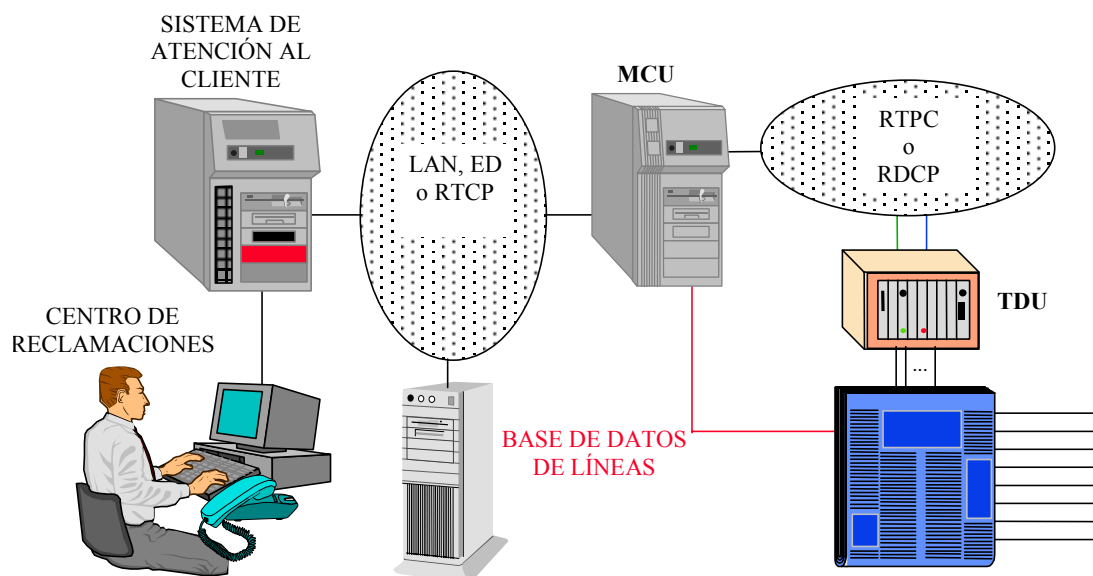
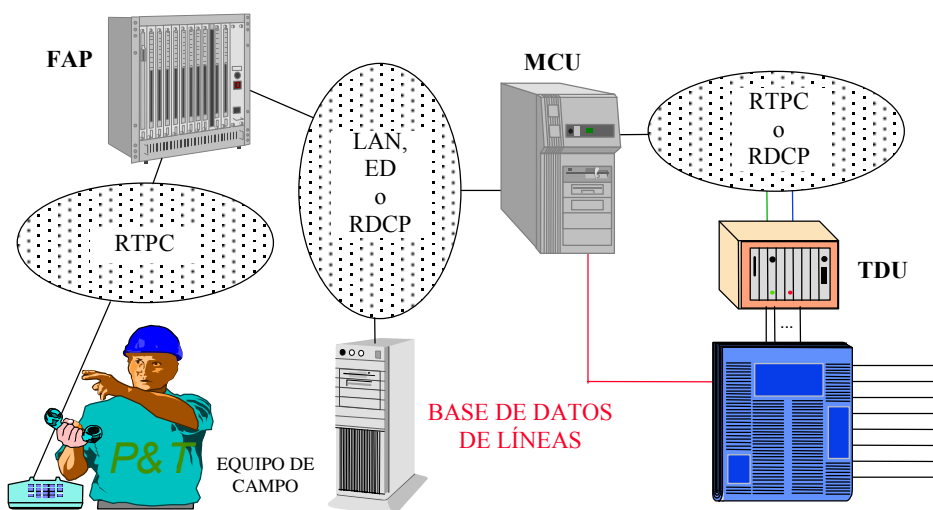


Figura A8 – Interfaz del equipo de campo



### 2.3 Interfaz del equipo de campo

Durante su trabajo, los técnicos de campo pueden utilizar interactivamente el MIRABEL con el fin de analizar un defecto y evaluar, en tiempo real, el resultado de la reparación. Así se mejora notablemente la eficacia y productividad del equipo de campo.

Dichos técnicos acceden al sistema a través de un «punto de acceso de campo» (FAP, *field access point*) con ayuda de un aparato telefónico o, posiblemente, un computador portátil.

El FAP incorpora una unidad de respuesta vocal que ayuda a los técnicos a controlar las pruebas mediante un sencillo aparato telefónico, configurado con teclado DTMF, que responde en menú vocal. En este caso, el FAP comunica en modo vocal el diagnóstico y los valores medidos.

En caso de incertidumbre, MIRABEL aconseja al técnico de campo que prosiga la prueba, sugiriendo, por ejemplo: «ponga en bucle el subrepartidor N° 13 y vuelva a probar».

**Cuando el fallo se considera reparado, es conveniente solicitar una nueva prueba como conclusión final.**

## 3 Servicios

MIRABEL ofrece dos servicios:

- **Pruebas individuales**, que son la base del «mantenimiento correctivo».
- **Pruebas por lotes**, que son la base del «mantenimiento preventivo».

### 3.1 Pruebas individuales

Cada vez que falla una línea se ejecuta una prueba individual, ya sea iniciada por un empleado del centro de reclamaciones o por un técnico de campo.

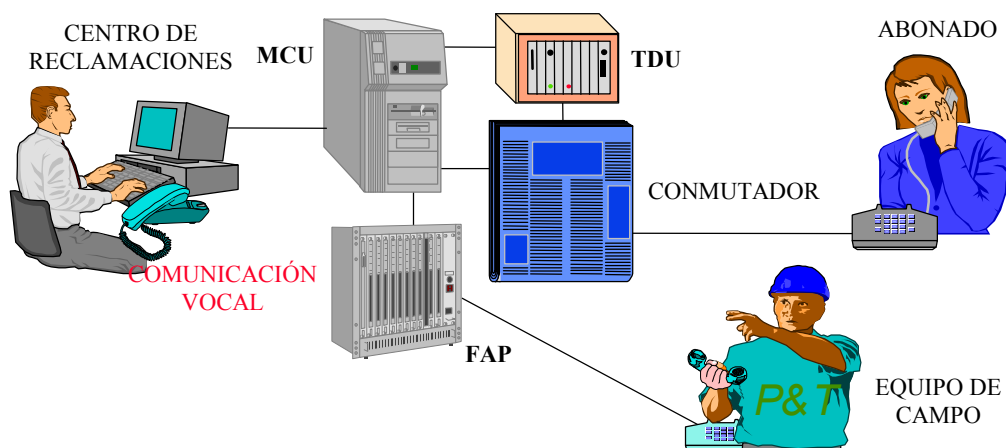
La «prueba básica» es una operación ejecutada automáticamente por MIRABEL, de conformidad con los datos introducidos por el empleado o técnico de campo. El resultado de esta prueba se comunica al cabo de pocos segundos. El empleado o técnico podrá ejecutar una serie de pruebas básicas a fin de depurar el resultado. También puede procesarse la prueba en cooperación con un técnico de campo o posiblemente el abonado. Se requiere tal interacción, por ejemplo:

- En caso de que, por un defecto en el aparato telefónico, el empleado pida al abonado (o a cualquier colaborador) que oprima consecutivamente las teclas. El empleado comprueba el resultado desde su mesa.
- Cuando, en caso de una avería complicada, el técnico de campo solicite a un ayudante que ponga en bucle un determinado subrepartidor, antes de repetir la prueba de línea.

A fin de trabajar de manera interactiva, los empleados y técnicos de campo acceden a la línea en modo vocal. Cuando una línea defectuosa está bajo el control de una TDU para realizar pruebas, puede llamarse a esa TDU a través de la RTPC al objeto de establecer una comunicación vocal de extremo a extremo sin interrumpir la prueba.

Suele utilizar esta característica el empleado que prueba un aparato telefónico, lo que le permite hablar con el abonado incluso en el transcurso de la prueba.

Figura A9 – Prueba individual



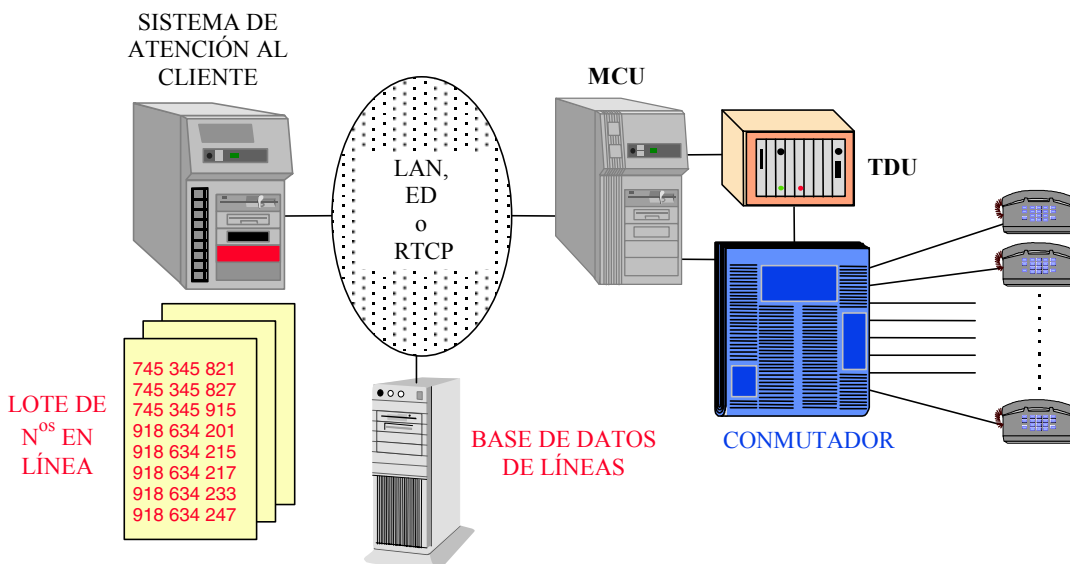
### 3.2 Pruebas por lotes

Aun cuando la corrección de las averías sea de primordial importancia, su prevención es todavía más valiosa para el proveedor de servicios, desde todos los puntos de vista.

MIRABEL ayuda a controlar la calidad de las líneas gracias a su inherente capacidad para emprender repetidas campañas de pruebas, ejecutadas en horas de escaso tráfico, típicamente por la noche. Para realizar estas campañas de prueba, el equipo de mantenimiento tiene que definir lotes de números de línea y fechas y horas de la ejecución. De este modo se prueba cada lote automáticamente.

El equipo de mantenimiento puede, por ejemplo, dividir la red en una serie de lotes de líneas, y probar cada uno de ellos en una noche diferente, con el fin de comprobar la red entera en una o dos semanas. Una vez revisados todos los lotes, vuelve a iniciarse el ciclo. El operador obtiene así una imagen de la red periódicamente renovada.

Figura A10 – Prueba de un lote de líneas



Cada vez que se prueba un lote, se señalan todas las líneas averiadas. Para determinar que una línea es defectuosa, se dispone de dos métodos:

- Se define una gama de valores correctos para cada característica eléctrica. El conjunto de todos los valores correctos se toma como un «patrón». Dado que todos los bucles locales (sólo voz, voz y datos, etcétera) no requieren la misma calidad, puede asignarse a cada línea de abonado el patrón particular que le corresponda. Una red local (gestionada por una MCU) admite hasta 16 patrones. Durante las pruebas, se compara cada medición con la gama de valores correctos correspondiente y se señalan todas las discrepancias.
- Durante la prueba de un lote, se comparan todos los valores medidos de una línea con los valores de referencia de esa misma línea. Los valores de referencia se recogen durante lotes de pruebas específicos, ejecutados cuando la red se mantiene en estado correcto. Este proceso permite la detección de cualquier evolución anormal de la red.

Durante las campañas de pruebas se descubren numerosos defectos ocultos, debidos sobre todo a fenómenos de evolución lenta, como la introducción de agua en los armarios, la oxidación, etcétera. De este modo, el operador se mantiene informado sobre el comportamiento de la red y puede tomar las medidas correctivas apropiadas antes de que llegue a producirse el fallo.

## CAPÍTULO 6

### 6 Aspectos de planificación

El presente capítulo aborda los aspectos de planificación que atañen a la introducción de nuevas tecnologías y servicios. Dada la importancia de los sistemas de telecomunicación para la prosperidad de la economía nacional, la planificación debería considerarse como una actividad esencial en cualquier país. En este capítulo se tratan separadamente los aspectos de planificación de los sistemas de radiocomunicación, puesto que implican la gestión de un recurso natural limitado (el espectro radioeléctrico de frecuencias). Se reconoce, no obstante, que las infraestructuras de telecomunicación nacionales están concebidas para proporcionar una integración sin discontinuidades de los servicios de radiocomunicación prestados por sistemas radioeléctricos y no radioeléctricos. El Servicio de Radiocomunicación que define el Reglamento de Radiocomunicaciones se refiere a categorías particulares de utilización del espectro, cada una de ellas definida por separado, como por ejemplo «Servicio Móvil» o «Servicio Fijo». Sin embargo, en este Manual se examinan los «servicios» (con «s» minúscula) de telecomunicación radioeléctricos y no radioeléctricos, es decir, servicios de usuario final (por ejemplo, de facsímil, datos o del tipo radioeléctrico celular).

Numerosas publicaciones de los UIT-D y UIT-R (Manuales, Informes y Recomendaciones) proporcionan un tratamiento detallado de las materias expuestas brevemente a continuación. En la sección 6.8 se da una lista de las publicaciones pertinentes.

#### 6.1 Aspectos radioeléctricos

##### 6.1.1 Gestión y utilización del espectro

En los puntos siguientes se describen con brevedad los fundamentos de la gestión del espectro radioeléctrico con la finalidad de hacer comprensible el marco en el que pueden introducirse nuevas tecnologías y servicios en el espectro radioeléctrico. Gran parte de esta información se ha extractado de los Manuales del UIT-R «Gestión nacional del espectro» y «Comprobación técnica del espectro», que ofrecen una explicación completa de los procesos y requisitos involucrados. Los términos utilizados en relación con los Servicios de Radiocomunicación están definidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones, debiendo prestar particular atención al significado de los términos *Atribución* (S1.16) y *Asignación* (S1.18).

##### 6.1.1.1 Aspectos generales del espectro radioeléctrico de frecuencias

La radiocomunicación se ha convertido en parte esencial de la vida diaria. Se utilizan sistemas de radiocomunicación que funcionan a través de satélite o de plataformas terrenales en un creciente número de servicios, como la defensa nacional, seguridad ciudadana, radiodifusión, comunicaciones comerciales e industriales, comunicaciones y navegación aeronáuticas y marítimas, y comunicaciones personales. La radiocomunicación suele ser necesaria cuando no es posible utilizar otra forma de comunicación, cual sucede en las aplicaciones móviles, o cuando las líneas físicas no existen (en zonas rurales) o están interrumpidas (situaciones de emergencia y catástrofe). Además de sistemas de telecomunicación, se utilizan cada vez más sistemas radioeléctricos para la gestión del medio ambiente, particularmente en aplicaciones de detección remota destinadas a la protección de recursos naturales esenciales.

### 6.1.1.2 Gestión internacional del espectro

Como las ondas atraviesan libremente las fronteras y hay numerosos sistemas radioeléctricos que sustentan a escala mundial las comunicaciones, el comercio y los viajes, la comunidad internacional ha desarrollado, a compás del progreso de la tecnología radioeléctrica, una estructura para coordinar las actividades y cooperar en la prevención de interferencias. Las naciones participantes han creado una entidad única, la denominada *Unión Internacional de Telecomunicaciones* (UIT), como organismo especializado de las Naciones Unidas. La UIT está gobernada por un Convenio Internacional de Telecomunicaciones único, al que dan suplemento el Reglamento Telegráfico, el Reglamento Telefónico y el Reglamento de Radiocomunicaciones, cada uno de ellos con el rango de tratado internacional.

El cuadro de atribución de bandas de frecuencias, dado en el artículo S5 del Reglamento de Radiocomunicaciones, atribuye el espectro de radiofrecuencias utilizable (9 kHz – 275 GHz), dividido en bandas de radiofrecuencias, a unos cuarenta servicios de radiocomunicación diferentes. Las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) abordan, entre otros, los cambios a introducir en el Reglamento de Radiocomunicaciones al cabo de un periodo cíclico (actualmente dos años) de trabajo preparatorio por el Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R). La mayoría de las CMR incluirán en su orden del día consideraciones sobre partes del artículo S5, incluido el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias, con miras a ajustar las atribuciones entre los diferentes Servicios de Radiocomunicación habida cuenta de los nuevos requisitos y tecnologías.

### 6.1.1.3 Gestión nacional del espectro

A nivel nacional y para obtener beneficios de este recurso natural, cada país debe elaborar unos métodos de gestión del espectro que garanticen la coordinación eficaz y efectiva entre los distintos servicios y que satisfagan la demanda inmediata y a largo plazo procedente de los servicios de radiocomunicación actuales y futuros. Aunque no hay dos administraciones que gestionen el espectro de idéntica manera, para cualquier enfoque son esenciales los elementos básicos, descritos en el apéndice 2 [*extracto del Manual de gestión del espectro, edición de 1995*]. Su ausencia entorpecerá casi con certeza el establecimiento de los servicios de radiocomunicación.

### 6.1.1.4 Necesidades de espectro para la gestión ambiental

La gestión del medio ambiente para conseguir un desarrollo sostenible ha pasado a ser un asunto de la máxima importancia mundial a raíz de la reunión de Río de Janeiro. Más recientemente, el grupo científico internacional sobre cambio climático (IPCC, *International Panel on Climatic Change*) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha emitido su segundo informe, confirmando la tendencia al calentamiento mundial y exponiendo predicciones sobre la evolución del clima en un futuro no inmediato. Las predicciones carecen todavía de detalle, pero permiten concluir que habrá una repercusión muy importante, casi inaudita, en las condiciones de vida de grandes masas de población.

Además de los efectos mundiales como la general elevación del nivel del mar, el «clima» en términos locales viene a ser «el tiempo» de cada día. Esta expresión es muy dinámica. La evolución que produce el cambio climático en los modelos meteorológicos estacionales o diarios no se conoce todavía con ningún grado de detalle a escala regional o local. En consecuencia, no es posible formular predicciones razonables a largo plazo de muchos parámetros críticos. Valgan unos cuantos ejemplos: duración de la estación lluviosa, intensidad del monzón, frecuencia y gravedad de las tormentas tropicales, duración de la estación de cultivos o del calor, profundidad y duración de las heladas y la nieve, zonas afectadas por desastres ambientales como las inundaciones o la sequía. Estos factores evolucionan de manera dinámica por efecto del cambio climático, obedeciendo a mecanismos tales como las configuraciones de nubes, corrientes marinas, vientos y precipitaciones.

Al mismo tiempo, el espectacular auge de la tecnología de la información permite aprovechar los resultados científicos y las observaciones diarias para mejorar la gestión de actividades afectadas por las condiciones y fenómenos ambientales. Se considera que ello aumenta el valor de estos productos de

información. Los servicios públicos mejoran y nacen nuevos mercados comerciales. Los sistemas de observación de nueva tecnología generan enormes cantidades de datos. La recogida automática, el análisis y la distribución de datos ambientales es cada vez más una fuente de contenidos notable para los sistemas telemáticos. Los sistemas en operación que recogen y distribuyen esta información son mundiales en el más real y auténtico sentido de la palabra, y han sido una de las fuerzas impulsoras del desarrollo tecnológico en muchos de los países menos adelantados del mundo.

Para lograr el éxito, este sistema de ámbito mundial requiere recursos. En los sistemas de telecomunicaciones se necesita anchura de banda, pero raras veces se plantean problemas importantes. Por el contrario, el acceso a las bandas adecuadas del espectro radioeléctrico de frecuencias ha llegado a ser un tema candente. Se necesita espectro radioeléctrico por diversas razones. La telemida de observaciones tomadas en localizaciones distantes y el uso de las interacciones de las ondas electromagnéticas con parámetros de interés ambiental forman parte ya de la rutina diaria. El aumento de estas necesidades y requisitos sólo podrá atenderse en buena cooperación con los demás usuarios del espectro.

### *Aplicaciones de telemida específicas*

La observación del medio ambiente se ha convertido tempranamente en una actividad mundial bajo los auspicios de varios organismos especializados de las Naciones Unidas (por ejemplo, PNUMA, OMS, IOC, UNESCO, OIEA). En realidad, la mayoría de estos organismos se interesan por el medio ambiente y han alcanzado competencia en esas materias. Dado que muchos de los fenómenos no respetan fronteras nacionales, se han construido varias redes de observación auténticamente mundiales que, cada vez en mayor proporción, informan en tiempo real por medios electrónicos.

Gran parte de estos sistemas, como las estaciones hidrológicas o meteorológicas y las boyas de observación oceanográfica, están ubicados en zonas remotas y generan volúmenes de tráfico demasiado bajos para interesar a los operadores comerciales de telecomunicaciones. Por ello han llegado a establecerse sistemas por satélite especializados, que operan conjuntamente con sensores espaciales distantes. Es preciso intensificar esta actividad con nuevos tipos de mediciones y mayor cobertura geográfica. Se están preparando grandes programas internacionales, como son el Sistema mundial de observación de los océanos (GOOS) y el Sistema mundial de observación del clima (SMOC). Tales desarrollos conllevan unas inversiones totales cercanas a los 10 000 millones USD. Algunos de estos sistemas también entrañan elevados costes de explotación. Las predicciones meteorológicas diarias se basan esencialmente en los datos suministrados por la red internacional de radiosondas. Unas 1 000 estaciones de observación lanzan dos veces al día un instrumento de alta precisión no recuperable, elevado en globo hasta 30 o más kilómetros de altura. La misión de tales instrumentos es transmitir datos sobre la presión, temperatura y humedad de la atmósfera. Su trayectoria se va siguiendo mediante radar o ayudas a la navegación para obtener perfiles del viento. Estos sistemas funcionan en radiofrecuencias designadas en las regiones de 403 MHz y 1 680 MHz. Los requisitos de coste y calidad de funcionamiento de las radiosondas son muy rigurosos: tienen que alcanzar una precisión excepcional en condiciones de intemperie, sin protección, desde  $-90^{\circ}\text{C}$  hasta  $+60^{\circ}\text{C}$ , y sin embargo pesar muy poco.

La creciente importancia de los océanos se refleja en los desarrollos de instrumentos sumergibles desde aviones para realizar mediciones in situ, incluyendo el uso de aeronaves telepilotadas a gran altura.

Las tecnologías de telemida y telecomunicación están compartidas a nivel fundamental con otros servicios. Las aplicaciones ambientales requieren, sin embargo, en muchos casos una calidad de funcionamiento especial, dictada por las necesidades de localización de los sensores.

### *Aplicaciones de teledetección*

Las tecnologías de teledetección constituyen un sector en rápida expansión dentro de la observación del medio ambiente. Su aplicación produce ingentes cantidades de datos, a menudo en formatos de imagen de fácil visualización.

La utilización masiva de los datos de teledetección exige, no obstante, un soporte eficaz in situ de instrumentos para calibración.

La teledetección siempre tiene como base la interacción de las ondas electromagnéticas con la atmósfera, el mar, el suelo o la vegetación. Las interacciones son diferentes en las distintas regiones del espectro, y por ello es preciso atribuir varias bandas de frecuencias óptimas para la teledetección. Se están desarrollando además sistemas de radar a bordo de vehículos espaciales para observar las propiedades de masas vegetales y océanos, aunque para estas aplicaciones tradicionalmente se ha trabajado en longitudes de onda ópticas.

Las aplicaciones de teledetección exigen que el sistema tenga una sensibilidad extremada, tanto en modo radiométrico como en modo de medición activa. Las interacciones físicas básicas son débiles, y con frecuencia ambiguas debido a los fenómenos de interferencia. Desde este punto de vista, los requisitos son semejantes a los de la radioastronomía. De hecho, varias técnicas originalmente desarrolladas para la astronomía se han adaptado ya para mediciones del medio ambiente y procesamiento de datos. En la gestión del espectro, esto impone rigurosas condiciones. En la mayoría de los casos, los sistemas de teledetección no pueden compartir espectro con otros tipos de servicios, sino que hay que asignarles bandas especializadas. Las necesidades tienden a ser mundiales. Muchos de estos sistemas están instalados en satélites de órbita baja, mientras que otros se basan en redes mundiales terrestres.

Los sistemas de teledetección presentan grandes ventajas en comparación con los sensores in situ. Proporcionan buena cobertura de superficie, actualización rápida de los datos y acceso a zonas de otro modo inalcanzables. Asimismo favorecen el procesamiento centralizado de los datos. Por desgracia, todos los sistemas conocidos adolecen también de fuertes limitaciones con respecto a los parámetros susceptibles de medición, la precisión, la representatividad de la medición o la capacidad de funcionar en condiciones ambientales adversas. A menudo los costes de la inversión son un factor restrictivo.

### *Recomendaciones*

La gestión eficaz de los recursos naturales y del entorno, la prevención de desastres y el desarrollo sostenible necesitan el mantenimiento y posterior evolución de sistemas adecuados y económicos de medición y comprobación técnica. Los especiales requisitos de esta función deben atenderse con sumo cuidado a la hora de decidir en materias de gestión del espectro de frecuencias y de planificación de sistemas de telecomunicación.

El desarrollo de servicios de radiocomunicación depende enteramente de la disponibilidad del espectro de radiofrecuencias (RF), recurso natural de igual disponibilidad en todos los países. Este recurso encierra grandes posibilidades y puede utilizarse para potenciar la eficacia y productividad de todo el personal activo de un país, y mejorar además su calidad de vida. Sin embargo, es un recurso finito, limitado por la capacidad tecnológica y de gestión. Es posible encontrar en el espectro grandes capacidades libres si se acierta a organizarlo, desarrollarlo y reglamentarlo a nivel internacional y nacional, de modo que se eviten interferencias y se facilite la introducción de nuevos sistemas o usuarios de radiocomunicaciones.

## **6.1.2 Coexistencia entre sistemas, coordinación de frecuencias entre países vecinos**

### **6.1.2.1 Coexistencia e interferencia**

Puesto que el espectro radioeléctrico es un recurso finito y, en un creciente número de casos, insuficiente para satisfacer la demanda, habrá que compartir porciones del espectro entre distintos sistemas. Tal compartición, sin embargo, puede dar lugar a interferencias. El Reglamento de Radiocomunicaciones (número S1.166) define la *interferencia* como «el efecto de una energía no deseada sobre la recepción en



un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada». Se consigue la coexistencia entre sistemas nuevos y los ya existentes si la interferencia entre unos y otros puede reducirse a un nivel aceptable, proporcionando un aislamiento suficiente en las dimensiones de frecuencia, tiempo, posición en el espacio u ortogonalidad de las señales. Hay toda una variedad de instrumentos reglamentarios y técnicos para ayudar al gestor del espectro en esta tarea. No obstante, la creciente demanda de espectro y la complejidad de la nueva tecnología exige un constante perfeccionamiento de los instrumentos existentes, así como el desarrollo de nuevas técnicas que los complementen.

### **6.1.2.2 Atribución de bandas de frecuencias**

El cuadro de atribuciones de bandas de frecuencias, dado en el artículo S5 del Reglamento de Radiocomunicaciones, proporciona el primer nivel de separación de frecuencias al atribuir bandas de frecuencias diferentes a aquellos servicios de radiocomunicación cuyas características técnicas y requisitos operacionales se consideran mutuamente incompatibles. El cuadro marca también una separación espacial al atribuir ciertas bandas de frecuencias a diferentes servicios con carácter regional.

La mayoría de los países tienen su propio Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias, basado en el cuadro internacional. Es posible subdividir el espectro atribuido a un Servicio entre diferentes usuarios nacionales (subatribución). Por ejemplo, un país puede decidir que una determinada atribución internacional al Servicio Móvil se subdivida con carácter nacional para atribuir bandas de frecuencias separadas a los sistemas móviles de usuarios públicos, privados o militares.

### **6.1.2.3 Asignación de frecuencias**

Dentro de estas atribuciones, procede asignar frecuencias a las estaciones. Una vez más, el objetivo es introducir nuevos sistemas utilizando, del modo conveniente, una o varias técnicas para conseguir aislamiento.

### **6.1.2.4 Coordinación de frecuencias internacional**

Se requiere coordinación internacional (en algunos casos, obligatoria) para las asignaciones de frecuencias que hayan de utilizarse donde exista posibilidad de interferencia con los sistemas que operan en otros países. En este caso se encuentran los sistemas espaciales, de radiodifusión, los que funcionan por debajo de 30 MHz y la mayoría de sistemas en zonas fronterizas. El Reglamento de Radiocomunicaciones contiene reglas convenidas internacionalmente y procedimientos que aconsejan a las Administraciones sobre la manera de intercambiar información y adoptar todas las medidas necesarias para que no se produzca interferencia perjudicial. Los procedimientos pueden en líneas generales subdividirse en acciones de coordinación, notificación, examen por la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT y, finalmente, registro en el Registro internacional de frecuencias.

Los procedimientos de coordinación varían, de acuerdo con el Servicio y la frecuencia, desde las asignaciones individuales hasta el desarrollo de planes (de adjudicación) regionales. Se necesitan planes regionales para garantizar el acceso equitativo al espectro o a las posiciones de la órbita geoestacionaria de un determinado Servicio (radiodifusión, por ejemplo), en los casos de que los países de una región tengan diferentes calendarios para la introducción de ese Servicio. Cada país declara por anticipado sus peticiones, usualmente en una conferencia o reunión de planificación especialmente acordada. La labor de la conferencia de planificación consiste en incorporar al plan en forma de «adjudicaciones» las peticiones declaradas por cada país, respetando los límites del espectro disponible y las características técnicas del Servicio. Una vez convenido el plan, las adjudicaciones quedan protegidas con arreglo a los procedimientos técnicos y reglamentarios contenidos en el mismo plan. Cada país podrá luego convertir sus adjudicaciones en asignaciones de acuerdo con su ritmo peculiar de desarrollo.

Además, el artículo S6 del Reglamento de Radiocomunicaciones ofrece la oportunidad de que dos o más administraciones establezcan «acuerdos especiales» acerca de la utilización del espectro. Una ventaja de

estos acuerdos es que pueden contener procedimientos técnicos detallados que conciernen a las administraciones interesadas, por ejemplo, utilización de una base de datos digital común sobre terrenos y modelos de propagación especiales para zonas fronterizas montañosas.

De conformidad con el artículo S6, la UIT tendría que ser invitada a participar en la elaboración de tales acuerdos y se le debería notificar su entrada en vigor. El mandato internacional de la UIT consiste en favorecer tales reuniones, ofreciendo asesoramiento en materias técnicas o reglamentarias con el fin de ayudar a países vecinos a alcanzar sus propios acuerdos en las cuestiones de coordinación.

### 6.1.3 Planificación de la introducción de nuevos sistemas de radiocomunicaciones

#### 6.1.3.1 Principios y definiciones

La planificación del espectro puede dividirse en categorías con respecto al tiempo (a corto plazo, largo plazo y estratégica), y con respecto a las áreas cubiertas (utilización del espectro y sistemas de gestión del espectro). A continuación se definen las diversas categorías de planificación que atañen a la gestión del espectro:

- **Planificación a corto plazo:** para aspectos que necesiten resolución o sistemas que haya que introducir dentro de más o menos 5 años.
- **Planificación a largo plazo:** para aspectos que necesiten resolución o sistemas que haya que introducir dentro de más o menos 10 años.
- **Planificación estratégica:** para la identificación de un limitado número de aspectos cruciales que exigen una atención concentrada en la gestión del espectro.
- **Planificación de la utilización del espectro:** para aspectos relacionados con la utilización del espectro, como atribución, asignación, normas, etcétera.
- **Planificación de sistemas de gestión del espectro:** para técnicas de gestión del espectro, métodos de análisis, organización, recursos, realización informática, etcétera.
- **Planificación de servicio o de red:** para características y operaciones específicas de los sistemas. Este tipo de planificación suele dejarse en manos del operador del servicio o de la red.

#### 6.1.3.2 Planificación para la introducción de nuevos sistemas o tecnologías

En el futuro, numerosos sistemas nuevos necesitarán acceder al espectro como consecuencia del crecimiento de las redes existentes, las nuevas aplicaciones de la tecnología actual y las aplicaciones propiciadas por nuevas tecnologías. Sin duda alguna, las necesidades cambian y esto podría determinar que ciertos usuarios reduzcan su demanda; por otra parte, la nueva tecnología permitiría utilizar con más eficacia el espectro, transfiriendo sistemas a bandas de frecuencias más elevadas donde es mayor la anchura de banda y menor la demanda, o bien ofreciendo alternativas económicas que no sean radioeléctricas. Sin embargo, no es probable que la reducción de la demanda de espectro compense el aumento de la misma. Las administraciones tendrán que determinar si los nuevos sistemas pueden coexistir con los actuales, y si no fuera así, decidir cómo atender las demandas en competencia por las mismas partes del espectro.

Cuando se planea modificar la utilización del espectro, hay dos factores que influyen notablemente en la elección del momento oportuno:

- toda nueva tecnología importante o cambio de utilización que no pueda acomodarse en el Cuadro internacional de atribuciones de bandas de frecuencias exigirá actuar para que el asunto sea incluido en el orden del día de la próxima CMR;
- la presumiblemente fuerte repercusión operacional y económica en los usuarios existentes y la habitual necesidad de llegar a acuerdos de transición entre los usuarios afectados.

Los planes a largo plazo o estratégicos juegan aquí un papel esencial al identificar:

- las tecnologías nuevas importantes;
- los desarrollos en técnicas o reglamentación en otros países;
- la repercusión potencial (en los usuarios actuales, por ejemplo);
- los cambios técnicos o de reglamentación que sean necesarios;
- los objetivos escalonados que permitan su introducción.

### **6.1.3.3 Herramientas de planificación para optimización de redes**

#### **6.1.3.3.1 Herramientas técnicas**

Como se mencionaba en el punto 6.1.2, las crecientes demandas de espectro y la necesidad de compartir en mayor grado el espectro no hacen sino subrayar la necesidad de herramientas de planificación más refinadas. En términos generales, esto permitirá calcular con mayor precisión y confianza el aislamiento entre los sistemas, con el objetivo global de garantizar que las frecuencias se asignan con miras a la utilización óptima del espectro.

La complejidad cada vez mayor de la gestión del espectro exige la introducción de tecnología informatizada para la gestión de la base de datos, asignación de frecuencias, análisis de interferencias y comprobación técnica. La Comisión de Estudio 1 del UIT-R es responsable de facilitar la recogida y la difusión de información relativa a los programas de computador identificados por las Comisiones de Estudio para la ejecución de las Recomendaciones pertinentes que utilizan procesos automatizados en su aplicación correcta. La Comisión de Estudio se responsabiliza también de llevar a cabo la Recomendación 31 (CAMR-79), en la cual se especificaba que debía prepararse y revisarse periódicamente un Manual sobre «Técnicas informatizadas para la gestión del espectro».

#### **6.1.3.3.2 Herramientas de índole económica**

En los países donde hay una fuerte demanda de acceso al espectro, las administraciones se ven abocadas a tratar demandas que compiten por las mismas partes del espectro. En tales casos, y pese a disponer de eficaces sistemas de gestión del espectro, las administraciones están considerando soluciones alternativas, desde un enfoque económico, ya que los tratamientos técnicos no ofrecen una respuesta completa.

Se reconoce que la utilización del espectro se traduce en una contribución destacada a la economía de un país, a través de la provisión de servicios y de equipos, una mayor eficacia para los usuarios de radiocomunicaciones y la creación de empleos. Por consiguiente, se ha de permitir que los factores económicos influyan sobre las decisiones relativas a la utilización del espectro, especialmente en aquellas gamas de frecuencias y zonas geográficas en que la demanda excede al suministro. Ciertos países experimentan con diversos tipos de enfoque «según mercado».

La incorporación de métodos económicos al repertorio de herramientas de gestión del espectro significará un cambio notable desde los métodos tradicionales de análisis técnico, y se recomienda cautela en su aplicación. La Comisión de Estudio 1 del UIT-R ha publicado (1997) el informe UIT-R SM.2012 «Aspectos económicos de la gestión del espectro», en el que se describen los métodos, aspectos, implicaciones y experiencias de países referidas a la reunión de las Comisiones de Estudio UIT-D en 1997.

## **6.2 Aspectos no radioeléctricos**

### **6.2.1 Previsión de la demanda de servicios y del tráfico**

Los servicios introducidos comercialmente en el pasado decenio o que sean resultado de las últimas tecnologías se llaman «nuevos». Varios de ellos se prestan a través de la red existente, cuya utilización

original se ha potenciado. Otros, los más modernos, tienen soporte en la RDSI y otras nuevas plataformas de red.

Los servicios de telecomunicación no vocales ofrecen comunicaciones punto a punto y punto a multipunto en las que hay transferencia de información en tiempo real y con almacenamiento y retransmisión. En algunos de estos servicios intervienen también proveedores externos. Su calidad y aceptación dependen de la infraestructura de la red, de la gestión de la base de datos, amabilidad en las consultas, presentación de las páginas en pantalla y otros factores. Ciertos servicios como la teleconferencia de audio y la videoconferencia, combinan varias características vocales y no vocales.

Para preparar la introducción de nuevos servicios (véase el Capítulo 2, secciones 2.8 y 2.9) se ha de analizar minuciosamente no sólo su descripción técnica, aplicaciones específicas, requisitos esenciales de la red, accesos, terminales y entorno, sino además la demanda existente y la oportunidad de ofrecer tales servicios. Deberían construirse modelos de tráfico. Otras consideraciones atañen a la elección de los sistemas más apropiados, su repercusión en el dimensionado de la red, la operación, mantenimiento y capacitación del personal, viabilidad económica, tarifas, aspectos legales y alcance de la evolución futura.

La mayoría de estas tareas se apoyan en la recopilación de datos, mucho más fácil si se utiliza un sistema de información. En ciertos casos, los datos disponibles no son suficientes para deducir de ellos tendencias y evaluar todos los parámetros requeridos para formular previsiones de nuevos servicios. En todo caso, para elaborar la estrategia de introducción es esencial la política de la Administración sobre oferta de servicios tradicionales y nuevos. El uso de técnicas avanzadas permite el tratamiento dinámico de servicios de diferente anchura de banda combinados en distintas dosis, así como la implantación gradual de nuevos servicios, el procesamiento de tráfico de velocidad binaria variable y la insensibilidad a predicciones inexactas sobre la composición de la demanda de servicios.

Cada país u operador debe considerar los pros y las contras de las ofertas de servicios concretos. Tanto en el aspecto técnico como en el económico, se han de evaluar cuidadosamente la infraestructura existente, las capacidades de ofrecer servicios de la red y las modificaciones necesarias en la infraestructura de la red local. La actual política económica y de tarifas, el entorno técnico y de explotación y las experiencias en otros países pueden influir en las decisiones sobre nuevas ofertas de servicios.

### *Previsión de la demanda*

Los métodos clásicos para predecir la demanda de abonados telefónicos se basan en mediciones de los recursos telefónicos y los factores socioeconómicos, teniendo en cuenta al respecto los pronósticos en esta materia. A la introducción de nuevos servicios puede aplicarse la metodología general, aunque los modelos no pueden aplicarse directamente si se carece de experiencia y de datos históricos o fiables.

Para estudiar la relación entre actividades socioeconómicas y la necesidad de nuevos servicios, debería realizarse una estimación expresiva de la demanda. Esto es difícil cuando el mercado está limitado o cuando la tecnología de la información adolece de falta de refinamiento y pericia hasta el punto de que los clientes desconozcan las posibilidades del nuevo servicio.

Los modelos de la demanda de nuevos servicios tienen como parámetros el número y la distribución geográfica de las instalaciones de usuario y el número de terminales por instalación.

Para deducir tales parámetros se realizan encuestas del mercado, dividido en segmentos. La segmentación del mercado es el primer paso para estimar la repercusión de las numerosas variables involucradas en las previsiones de servicios vocales y no vocales. Al responder a los cuestionarios, los escasos clientes que participan en la encuesta expresan sus intenciones respecto de un servicio cuya utilidad sólo pueden, con dificultad, imaginar.

No es factible ni necesario analizar el uso, comportamiento o repercusión sobre la población entera de los distintos parámetros relativos a un servicio. Estos análisis pueden realizarse sobre una muestra de usuarios en la que estén representados los diversos sectores de la población.

Una muestra de abonados de telecomunicación constituye un sistema de información estadística sobre abonados y recursos que permite analizar las relaciones entre la vida económica y el desarrollo de las telecomunicaciones. Para asegurar que sea representativa, deberían disponerse en capas los diferentes segmentos de mercado, y tomar luego al azar un cierto número de elementos en cada segmento. En general, las familias se clasifican en categorías socioprofesionales, y las empresas se clasifican por sector de actividades y tamaño, medido en número de empleados.

La experiencia de países donde los nuevos servicios hayan tenido una penetración apreciable o se estén introduciendo nuevas tecnologías puede servir de guía para una evaluación pragmática de la demanda de servicios, siempre que las estructuras económicas sean comparables.

Es necesario determinar la demanda de cada servicio. Pueden adoptarse reglas sencillas para evaluar la demanda y las conexiones de un servicio concreto. Por ejemplo, para deducir las conexiones con RDSI en una fase temprana del desarrollo del servicio podría ser razonable suponer, a falta de información más precisa, que los más cualificados aspirantes a conexiones RDSI son las centralitas privadas (PBX). Observando entonces su tráfico, sus proyectos de ampliación o renovación y las previsiones de nuevas instalaciones PBX, será posible evaluar burdamente el número de conexiones RDSI como se indica en el cuadro 6.1.

**Cuadro 6.1 – Una regla de equipamiento de accesos a RDSI**

Tráfico en Erlang	Número de canales (líneas de enlace)	Acceso a RDSI equipando
Menos de 10	Entre 2 y 12	BRA por 2 canales
Entre 10 y 16 Para bajo crecimiento Para alto crecimiento	Entre 13 y 20	1 BRA por 2 canales 1 PRA
Más de 16	Más de 20	1 PRA por 30 canales

Nota: BRA = acceso a velocidad básica  
PRA = acceso a velocidad primaria (más detalles en el Capítulo 2)

### *Previsión de tráfico*

La previsión de tráfico para un nuevo servicio se basa en los parámetros previstos de demanda de abonados y de tráfico por abonado. Raras veces se dispone de mediciones de tráfico directas sobre un nuevo servicio, y éstas podrían ser engañosas en las primeras fases de introducción del servicio.

Dado que el usuario dispone de distintos servicios para transmitir información y se ofrece un mismo servicio portador para teleservicios diferentes, resulta más importante prever las necesidades de comunicación que los servicios elegidos para comunicarse.

Debería proporcionarse un perfil de los parámetros de volumen de tráfico, por ejemplo, los minutos totales de utilización mensual de la red en el caso de videotex. La experiencia del abonado influye a la vez en el tiempo de ocupación por llamada (menor cuanto mayor sea la habilidad del usuario) y en el número de llamadas (en aumento al encontrar nuevas aplicaciones del servicio). El comportamiento telemático de los abonados nuevos y antiguos es capaz de modificar el tráfico medio por abonado. Las estructuras de tarifas afectan también al tráfico por abonado, y pueden ser características de una población.

Para dimensionar una red se han de estimar los volúmenes de tráfico de los nuevos servicios. Parámetros como la demanda de tráfico en la hora cargada, las tentativas de llamada, la anchura de banda necesaria, dependen tanto de la naturaleza del nuevo servicio como de la solución de red elegida para su prestación. Una vez identificados los parámetros pertinentes, los valores de estos parámetros pueden deducirse del

volumen total de la demanda de tráfico, tomando como base las características del servicio, las comparaciones con servicios existentes y la evolución prevista a lo largo del tiempo. Ciertos servicios requieren fragmentarse en grupos de aplicaciones de usuario, cada grupo con sus propios parámetros de tráfico.

La Recomendación E.508 del UIT-T (Previsiones para nuevos servicios de telecomunicación) clasifica los nuevos servicios, proporciona los parámetros de previsión y desarrolla diferentes métodos para deducir su demanda y el tráfico que generan. Las Recomendaciones UIT-T de la serie E.730 se dirigen a proporcionar métodos que relacionen los objetivos ofrecidos de tráfico y grado de servicio con el fin de proporcionar recursos suficientes para la planificación y el diseño de la RDSI.

A efectos de planificación y dimensionado de los recursos de la red, deberán construirse matrices de tráfico para expresar el tráfico entre los emplazamientos que se interconectan, señalando su volumen y sentido. También puede expresarse matricialmente el número de sistemas MIC requeridos para cursar el tráfico entre tales emplazamientos.

### 6.2.2 Numeración

Para prestar servicios de telecomunicación por conmutación se necesita una numeración, tanto si los servicios son telefónicos como si son de datos por conmutación de paquetes. La numeración se ha de controlar y asignar de manera que no altere la competencia. Los proveedores de servicios con conmutación deben tener la facultad de obtener números del gobierno o la entidad designada al efecto a través de un procedimiento transparente y no discriminatorio.

Antes de definir planes de numeración no discriminatorios, se han de establecer criterios que caractericen una numeración de esa índole. Estos atributos pueden dividirse en los cuatro grupos siguientes:

- Capacidad adecuada

Los planes de numeración deberán tener capacidad suficiente para numerar servicios y abonados presentes y futuros, capacidad para numeración geográfica y no geográfica que incluya números personales, capacidad para códigos de acceso al operador, y números abreviados y códigos de acceso a servicios comerciales y no comerciales.

- Igualdad de acceso

En el mercado liberalizado la numeración debe ser administrada por un organismo independiente, de modo que la reciprocidad y simetría entre operadores de red y proveedores de servicio no se vea limitada por cuestiones de numeración; los planes de numeración han de garantizar el mismo procedimiento de marcación para todos los operadores de red y proveedores de servicio correspondientes, con una numeración transparente, y permitiendo a todos los solicitantes un acceso no discriminatorio a los recursos de numeración.

- Comodidad para el usuario

Para el usuario tiene gran importancia la portabilidad del número, es decir, que se pueda conservar el mismo número al cambiar a otro operador. Tal sistema sería ventajoso para el usuario y estimularía la competencia.

- Armonización

Los planes de numeración deberán permitir el paso de números de servicio nacionales a números de servicio panregionales y/o mundiales, y admitir la armonización de códigos de acceso a servicios, prefijos de selección de operador, y posiblemente de numeración PCS a un nivel regional<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Véase *Interim report of national numbering schemes on their openness to competition*, CEPT, Oficina europea de telecomunicaciones (21 de marzo 1997), pág. 7.

La atribución de números debe encuadrarse en planes a largo plazo preparados por el gobierno. Estos planes buscarán asegurar, en todo lo que sea posible, que ciertas aplicaciones sean reconocibles en ciertos números (por ejemplo, una cantidad de llamadas especial). Aunque no sea previsible que falten números en un momento dado, la atribución debe efectuarse con orden y eficacia.

Se está suscitando como aspecto importante la portabilidad del número, es decir, que se pueda conservar el mismo número al cambiar de operador. Tal sistema sería ventajoso para el usuario y estimularía la competencia.

(Para mayor información, véase el Manual del PNUD sobre Planificación de redes, Volumen 1, Capítulo II, «Planes técnicos fundamentales»).

### **6.2.3 Herramientas de planificación para optimización de las redes**

La planificación de redes por computador tiene por objetivo desarrollar capacidades de planificación de redes en todas las organizaciones interesadas, en especial de países en desarrollo, con miras a fortalecer su autosuficiencia en este terreno.

El Programa N° 5 del Plan de Acción de Buenos Aires (Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones – CMDT-94) invita a las administraciones a participar en el programa denominado PLANITU de la UIT. La participación en estas actividades fomentará la aceptación de instrumentos mundialmente normalizados, incluyendo el desarrollo adicional del soporte lógico de la UIT para la planificación de redes de telecomunicaciones (PLANITU), reducirá duplicaciones en la elaboración y mantenimiento de soportes lógicos y facilitará la cooperación entre los Miembros. Las administraciones participantes en el programa recibirán la siguiente asistencia: establecimiento de unidades de planificación y organización de los procedimientos de trabajo; instalación de un soporte lógico de planificación de redes y capacitación de personal en actividades de planificación de redes e ingeniería del tráfico.

## **6.3 Aspectos comunes para redes radioeléctricas y no radioeléctricas**

### **6.3.1 Experiencia actual en reglamentación y políticas**

A la vista de la importancia estratégica y financiera de un sistema nacional de telecomunicaciones, la mayoría de los países explotan sus redes de telecomunicación dentro de un marco reglamentario. Tradicionalmente estas redes se han explotado en régimen de monopolio controlado por el gobierno, y el fin principal de la reglamentación ha sido la protección de la red de perjuicios físicos o financieros, estableciendo tarifas para recuperar las inversiones del gobierno. El rápido desarrollo de la nueva tecnología, en particular del procesamiento digital y las comunicaciones móviles masivas, permite nuevas formas de prestar los servicios existentes y posibilita la provisión de servicios nuevos. Paralelamente ha creado una demanda comercial de clientes que aspiran a elegir entre una gama más amplia de servicios, calidades, tecnologías y precios. En consecuencia, los gobiernos se han visto abocados a crear un nuevo entorno reglamentario que estimule la inversión privada y aliente la innovación en los principales sectores del mercado:

- Contenidos
- Prestación de servicios
- Provisión de redes
- Equipos de usuarios

Los gobiernos tienen diversas opciones directas o indirectas a su alcance. Algunos han introducido una competencia plena o parcial en todos o en determinados sectores del mercado, descubriendo que allá donde se ha permitido la competencia, las redes se han expandido, han descendido los precios y se ha estimulado la innovación. Otros, en cambio, tal vez decidan que la competencia agresiva no es adecuada y prefieran acuerdos de asociación amistosa, por ejemplo concesiones en régimen de construcción-explotación-transferencia. En los puntos siguientes se analizan con más detalle los diferentes enfoques y aspectos.

### Implicaciones reglamentarias para los nuevos servicios y tecnologías

Se admite generalmente que los órganos decisorios en materias políticas y legales tienen parte de responsabilidad sobre el ritmo de la innovación. El grado en que hayan de cambiarse las disposiciones de concesión de licencias o las reglamentaciones depende de la política general del gobierno afectado, en particular de que se elija un entorno monopolístico o competitivo. Una consideración ulterior es el modelo de reglamentación que el gobierno decida adoptar, de los tres modelos básicos siguientes<sup>2</sup>:

- *Decisión de la entidad reglamentadora*

En este enfoque activista la entidad de reglamentación identifica cuáles innovaciones o innovadores considera prometedores, les concede acceso prioritario a los recursos necesarios (financiación, espectro, etcétera) y elimina obstáculos institucionales.

- *Supresión de obstáculos a la acción*

No se pretende «escoger ganadores» sino procurar activamente que la propia reglamentación no obstruya la innovación prometedora, y que además se promuevan actuaciones para conseguir un entorno general adecuado (por ejemplo, en atribuciones de espectro radioeléctrico, normas técnicas o interconexión de redes de diferentes organizaciones).

- *A prudente distancia*

Es un enfoque orientado a que la entidad reglamentadora juegue un papel mínimo en la toma de decisiones, basado en que el reglamentador raramente adopte iniciativas en materias que afectan a innovaciones del servicio sino que responda a iniciativas de las Administraciones u otros agentes interesados (usuarios de telecomunicación, revendedores o proveedores de servicios de valor añadido). Esto puede suceder si tales agentes necesitan una actuación específica del reglamentador (por ejemplo, la atribución y/o asignación de radiofrecuencias) para que una innovación pueda avanzar.

Los tres enfoques descritos pueden aplicarse a los principales aspectos reglamentarios seguidamente expuestos, de forzosa consideración para favorecer la introducción de nuevos servicios y tecnologías:

#### Concesión de licencias

La concesión de licencias adquiere mayor importancia en un entorno liberalizado, y normalmente sólo es aplicable a los sectores de mercado relativos a la provisión de servicios o los operadores de redes. Las principales decisiones a este respecto conciernen a los servicios que deben liberalizarse y a la limitación, si procede, del número de licencias.

Como alternativa al enfoque «primero en llegar, primero en servir», puede aplicarse un sistema de **concesión selectiva de licencias**. Si la entidad reglamentadora pretende autorizar solamente un operador, o unos pocos operadores, (sea por motivos políticos o por limitaciones físicas como la escasa disponibilidad de espectro), puede conceder preferencia a los solicitantes que hayan propuesto o que sean capaces de exponer innovaciones que ofrezcan ventajas técnicas, económicas o sociales. Sin embargo, esta concesión selectiva raras veces se adopta por diversos inconvenientes: uno es que el reglamentador ha de estar capacitado para evaluar correctamente las propuestas, y otro, que tal vez no exista realmente margen para innovación si el sistema que va a autorizarse ha de cumplir normas nacionales, regionales o internacionales.

---

<sup>2</sup> Papel cambiante del gobierno en una época de desreglamentación de las telecomunicaciones. Informe de orientación N° 2 de la UIT: *Universal Service and Innovation: Fostering Linked Goals through Regulatory Policy*.



Las licencias preferenciales pueden también servir de ayuda a los recién llegados para competir en el mercado con una Administración dominante. Por ejemplo, se puede conceder licencia a las compañías que distribuyen televisión por cable para prestar servicios de telecomunicación adicionales, y por otra parte prohibir a la Administración ofrecer espectáculos durante un periodo limitado.

La introducción de nuevos sistemas móviles por satélite proporcionará anchura de banda a la carta en un ámbito mundial. Tales sistemas constituyen, por tanto, una solución técnica ideal para las telecomunicaciones en zonas rurales donde no haya alternativas de red local. Los gobiernos cuyos operadores nacionales encuentren dificultades técnicas o económicas para cumplir las obligaciones de un servicio universal tal vez decidan considerar unos acuerdos de licencias adecuados para que los terminales móviles de satélite puedan funcionar en su territorio. Con este propósito, la UIT ha establecido un memorándum de entendimiento que facilita los acuerdos para los sistemas mundiales de comunicaciones móviles personales por satélite (GMPCS), incluyendo sistemas regionales.

### **Interconexión de redes**

Los recién llegados al mercado de la telecomunicación, ya sea para proporcionar redes, equipo o servicios, tendrán que relacionarse con la red titular. Las políticas de reglamentación que controlan las disposiciones de interconexión entre los operadores recién llegados y los titulares repercutirán notablemente en la viabilidad operacional o económica de las innovaciones. La exigencia básica será el establecimiento de acuerdos a nivel de servicios para asegurar, por ejemplo, que los recién incorporados no sufran excesivos retrasos en la conexión o las reparaciones ni tengan que cumplir condiciones técnicas abusivas. Por otra parte, el operador ya establecido tendrá que cerciorarse de que el equipo o los servicios interconectados no perjudican la red ni amenazan la seguridad de sus procesos operativos.

### **6.3.2 Establecimiento de normas e innovación**

Aquí solamente interesa la repercusión de la normalización de las telecomunicaciones en el ritmo de la innovación y lo que (eventualmente) podría o debería hacer al respecto la entidad reglamentadora. Sin embargo, puede ser útil exponer brevemente la idea fundamental sobre el papel que juegan las normas en las cuestiones debatidas.

Existe la creencia generalizada de que es posible mejorar la calidad y el valor de cualquier tipo de bienes o servicios estableciendo e imponiendo normas comunes para todos sus productores. Por ejemplo, la normalización y la capacidad de intercambiar piezas resultante son el *sine qua non* de la producción en serie. No obstante, la normalización no es una comida gratis: siempre conlleva costes y riesgos.

Hágase como se haga, la normalización siempre tiene un coste. Ciertamente un gobierno puede fijar una norma sin consultar previamente a los que se verán afectados por ella y sin gastar mucho en deliberaciones sobre los requisitos de esta norma. Pese a todo, el gobierno incurrirá en costes, tal vez apreciables, para el plan de introducción de la norma, y los sujetos a la norma soportarán costes por adaptar a la misma sus procesos o sus productos.

En el extremo opuesto, la norma se establece y se pone en vigor mediante negociación y cooperación entre quienes han de cumplirla, sin intervención alguna del gobierno, pero sigue habiendo unos costes implicados. La negociación consume tiempo y esfuerzos, que cuestan cada vez más si la negociación se prolonga. Además, casi todos los participantes en una negociación fructífera aceptan un resultado final más o menos distante de su posición de regateo ideal o inicial, y esa distancia suele representar un coste real. Tampoco es el caso de que las normas acordadas por negociación tengan necesariamente que autoplanificarse. Así como en una asociación voluntaria numerosos miembros se ven tentados a engañar, los participantes en una norma negociada quizás tengan que incurrir en costes para hacerla respetar.

El establecimiento de normas comporta, además, riesgos. Si dentro de un grupo amplio hay algunos que se adhieren voluntariamente a una norma, éstos corren el riesgo de que la mayoría rechace esa norma a favor de otra muy diferente, y se vean entonces obligados a reconvertir sus operaciones con el gasto consiguiente. Los riesgos que acechan la elección de una norma «incorrecta», o de una norma «correcta» en el momento «incorrecto», se traducen en costes, a veces con efectos funestos. Y una norma puede ser «incorrecta» de muchas maneras diferentes<sup>3</sup>.

### *Estabilidad e interfuncionamiento*

Por todas las razones expuestas, el establecimiento de normas es uno de los cometidos fundamentales de una entidad reglamentadora de las telecomunicaciones, si bien ésta puede a veces «abstenerse» y dejar que una cierta elección de normas sea determinada por acuerdo voluntario entre los industriales interesados, o por la competencia en el mercado. En un contexto de innovación en servicios, tecnologías y arquitecturas de red, el cometido que desempeña el reglamentador en materia de normalización es importante y ambiguo, incluso paradójico.

Por un lado, la adopción de una norma puede estimular la innovación al permitir que los empresarios adquieran confianza en el entorno técnico donde van a operar, reduciendo así los riesgos aparentes y alentando por lo tanto las iniciativas y las inversiones. Tomando como ejemplo un empresario que proporcione servicios especializados de telecomunicaciones y datos para telecompra, los costes empresariales y por tanto los riesgos reales y aparentes se reducirían al mínimo si las interfaces a la RTPC se normalizaran rígidamente. (En los Estados Unidos, las interfaces pertinentes se especifican con arreglo a la arquitectura de red abierta (ONA), y varían ligeramente de un estado a otro. Muchas compañías pequeñas sostienen que esto les ocasiona unos costes innecesarios notables, además de otras desventajas en el terreno competitivo.)

Por otra parte, una normalización prematura, excesivamente detallada o inflexible puede por sí sola inhibir la innovación. La normalización de interfaces a través de la ONA citada como ejemplo en EE. UU., al tiempo que reduce los aparentes riesgos asociados a la interconexión y por tanto parece fomentar la competencia, podría desalentar las innovaciones que se apoyen en una integración funcional, no técnica.

Otra consideración importante al establecer normas es la oportunidad. Se reconoce ya que un organismo de ámbito mundial como la UIT necesita para formular una norma internacional un tiempo tan largo que no le permite mantenerse en línea con el estado de la tecnología. A fin de combatir, al menos parcialmente, este problema, se han establecido organismos regionales de normalización (ORN). La creación de tales organismos indica claramente que las soluciones mundiales no son oportunas; incluso las ORN tienen dificultades para poder atender las demandas de los usuarios al compás del desarrollo tecnológico en una parte «limitada» de las redes mundiales.

Los grandes fabricantes y suministradores de sistemas de telecomunicación ofrecen servicios nuevos atractivos, basados en tecnologías de propiedad privada, que gradualmente se están aceptando como norma. Esperar a que estos servicios sean incorporados con carácter mundial en el proceso de normalización internacional en curso, frenará el ritmo de crecimiento y reducirá la eficacia del comercio.

Existen varias opciones sobre la política de reglamentación en materia de normalización:

- a) Ninguna intervención reglamentadora. Al no haber intervención en absoluto, los operadores u otros participantes en la industria de servicios de telecomunicación (por ejemplo, proveedores de servicios de valor añadido y fabricantes o empresas de soporte lógico) negocian realmente las normas.

#### *Ventajas*

- La ventaja principal de este enfoque es que el reglamentador no necesita seguir el ritmo del avance tecnológico, y por consiguiente tampoco lo entorpece.

---

<sup>3</sup> Véanse, por ejemplo, los textos citados por Besen y Johnson, 1986.

*Inconvenientes*

- Los participantes pueden fracasar en el logro de acuerdos por negociación.
  - Ciertos participantes pueden confabularse para acordar normas que discriminen a otros participantes.
  - A medida que crece la competencia en el mercado, disminuyen las expectativas de adopción mayoritaria de normas. Cuanto mayor sea el número de participantes en el mercado, más raro será llegara acuerdos sobre las normas.
- b) Intervención excepcional. Se produce cuando los participantes de la industria sean incapaces de alcanzar acuerdos.

*Ventajas*

- Esta opción incorpora la ventaja del enfoque de «no intervención», en el que los empresarios no están obligados a normas predeterminadas, pero a partir de la intervención reguladora, se puede instar a las partes a que se acomoden a una norma concreta, limitando así la proliferación de múltiples normas.
- La facultad de intervenir en el proceso de negociación de normas puede además servir para asegurar que los operadores no abusen de su posición dominante a costa de los operadores menores.

*Inconvenientes*

- El proceso de intervención puede ser costoso para los participantes y para la entidad reglamentadora, dado el tiempo y el esfuerzo necesario para convenir una norma apropiada. El coste de oportunidad que para el innovador supone el tiempo gastado en negociar normas puede ser apreciable, y si el proceso no se resuelve en breve plazo el valor de la innovación sufriría un severo desgaste.
- c) Normas oficiales para algunos servicios. Se insta a la industria a que aplique unas normas para ciertos servicios, mientras se deja coexistir a los servicios o interfaces que no cumplan con esas normas.

*Ventajas*

- Se simplificará el proceso de negociación de normas y se reducirán los niveles de esfuerzo requeridos para llegar a acordar normas.
- El reglamentador puede utilizar una normalización selectiva para garantizar que el acceso a la infraestructura no sea un estorbo para la competencia. Ejemplo es la adopción de normas ONA en los Estados Unidos.

Dependiendo de la estructura del mercado, la normalización parcial o la multiplicidad de normas podría satisfacer mejor los objetivos económicos de los productores. Por ejemplo, es demasiado esperar que haya alguna vez una norma LAN única, o una única norma sobre sistemas operativos. Análogamente, cuando la motivación de los fabricantes para establecer acuerdos sea la reducción de las características específicas, como sucede con los microcircuitos controladores de LAN, las compañías tratarán de diferenciarse utilizando de diferentes maneras estos componentes normalizados. Tanto las compañías como los agentes del gobierno necesitan tener unas expectativas realistas en cuanto al probable alcance de la normalización en cada caso concreto.

*Inconvenientes*

- Provoca divisiones dentro del sector industrial. Los participantes no serán tratados de igual modo, puesto que a algunos se les exigirá adaptarse a las normas prescritas y a otros, no.
- Da a los participantes la oportunidad de abusar del proceso normalizador para su provecho económico, por ejemplo, ejerciendo presión sobre el reglamentador para que imponga su norma particular a nivel general de la industria.
- Puede incitar a los participantes a elaborar servicios en sustitución de otros regidos por normas, obligando así al reglamentador a definir de nuevo el alcance de las normas.

d) Normas obligatorias. Selección de normas de obligado cumplimiento por la industria.

*Ventajas*

- Conformidad. Esta opción elimina ambigüedades en las normas y evita las dificultades que entrañan los sistemas que compiten con tecnologías incompatibles.

*Inconvenientes*

- Escaso conocimiento por parte del reglamentador de los progresos del desarrollo tecnológico.
- Dificulta la innovación funcional.
- Si el reglamentador decide adoptar normas internacionales amplias, se corre el riesgo de que éstas no se acomoden a las notables diferencias existentes entre los países e incluso entre las regiones de un mismo país.

Los potenciales inconvenientes de ordenar a los innovadores que se sujeten a normas previamente determinadas han quedado de manifiesto al imponer el gobierno japonés unas normas para el desarrollo de la televisión de alta definición (TVAD). Los japoneses, que han trabajado durante veinte años en el desarrollo de TVAD, han implantado un sistema analógico (de conformidad a las normas japonesas), que pueden verse obligados a reemplazar por el sistema digital que se está desarrollando en los Estados Unidos (de acuerdo con las normas internacionales). Este caso pone de relieve el riesgo afrontado al establecer una determinada política antes de haber experimentado públicamente la tecnología, ya que la innovación puede finalmente retrasarse al no poder las etapas políticas asimilar los desarrollos tecnológicos futuros.

## 6.4 Elaboración de planes de desarrollo

### 6.4.1 Relación con otras publicaciones de la UIT

La introducción de nuevas tecnologías en la red general afecta al diseño, la ingeniería y la planificación de la red, así como a la instalación de equipos.

Varias publicaciones del UIT-D abordan la segmentación del mercado, la previsión de la demanda, la formación de modelos de tráfico y su previsión, así como otros aspectos relativos al empleo de nuevos métodos para la planificación de la red, la optimización y reducción al mínimo de los costes, y además aportan directrices para estudiar la introducción de nuevos servicios, especialmente en los países en desarrollo. Son éstas, por ejemplo:

- GAS 3: Planificación general de la red, publicado en 1983.
- GAS 10: Datos de planificación y métodos de previsión, publicado en 1987.
- GAS 11: Estrategia para la introducción de una red pública de datos en países en desarrollo, publicado en 1987.
- GAS 12: Estrategia para la introducción de nuevos servicios no vocales de telecomunicación en los países en desarrollo, publicado en 1992.
- Transformación competitiva de empresas de telecomunicaciones – MANDEVTEL, 1997.
- Lecturas útiles para Directores y Jefaturas – Principios generales de gestión en telecomunicaciones (Volumen I), 1993.
- Lecturas útiles para Directores y Jefaturas – Principios generales de gestión en telecomunicaciones (Volumen II), 1996.
- Planificación estratégica, 1993.

Por consiguiente, en los puntos que siguen se mencionan solamente unos pocos hechos a considerar para la elaboración de planes de desarrollo.

Se han abordado materias conexas en las publicaciones de la UIT dedicadas a aspectos particulares de la red, tales como los sistemas de conmutación y transmisión, y la planificación de redes de telecomunicación rurales.

#### **6.4.2 Puntos cruciales en el desarrollo de las telecomunicaciones**

El desarrollo de las técnicas de transmisión digital al principio del decenio de 1960 marcó un punto de inflexión notable, con capacidad de conducir a una reducción de los costes.

En los años 1970 se introdujo la modulación por impulsos codificados (MIC). Los sistemas de acceso a velocidad primaria no resultaban económicos para líneas de menos de 20 a 25 km; el progreso posterior de la electrónica permitió reducir esa distancia hasta un valor de 6 a 8 km en los comienzos del decenio de 1980, lo que posibilita ciertas aplicaciones en la red local.

Otro giro importante tuvo lugar en los años 1980. Las fibras ópticas comenzaron a introducirse en las redes de telecomunicación, primero en multimodo y luego en monomodo. También se utilizaron fibras ópticas en la red local, sobre todo en pruebas de campo, a veces para aplicaciones específicas. Estos experimentos ilustraron las particularidades del empleo de cables de fibra óptica en esa parte de la red y los problemas conexos.

Las fibras ópticas ofrecen una enorme anchura de banda en cables de pequeñas dimensiones, y asociadas a sistemas de transmisión digital pueden sustentar una extensa variedad de servicios de usuario. Su utilización permite al operador establecer nuevas configuraciones de red, menos costosas y más fáciles de explotar y mantener.

Además de los sistemas de cable, se utilizan sistemas radioeléctricos, particularmente cuando existen obstáculos (montañas, ríos, lagos) o dificultades en el acceso a usuarios (asentamientos aislados), o bien cuando se necesitan teléfonos móviles. Sigue en aumento la importancia de los sistemas radioeléctricos en este campo de aplicación.

Los medios modernos de comunicaciones inalámbricas proporcionan conexiones y ofrecen nuevas posibilidades de servicios de comunicación móviles o fijos.

#### **6.4.3 La nueva tecnología y la planificación de la red**

El desarrollo de la red es un proceso continuo y evolutivo, que requiere una planificación detallada y unas estrategias de realización tendentes a optimizar los recursos de telecomunicación y la provisión de servicios, tanto ahora como en el futuro.

Hasta hace poco, la planificación tenía como metas la optimización y la ampliación de la red para satisfacer las demandas previstas respecto de servicios establecidos, siguiendo un calendario fijo. Actualmente el diseño de la red debe tener en cuenta criterios de capacidad y calidad para satisfacer demandas de servicios que sólo se conocen parcialmente o que, en cierta medida, son esperados.

La implantación de la fibra óptica, la introducción de la jerarquía digital síncrona (SDH) y de técnicas de transmisión y conmutación relativamente nuevas, las radiocomunicaciones celulares y de punto a multipunto, abren nuevas expectativas de eficacia en el diseño y desarrollo de la red. Las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías en cuanto a inversiones en la red, explotación y calidad de funcionamiento deben valorarse minuciosamente.

La planificación apunta a determinar la evolución de la red durante un periodo definido, a fin de que el operador pueda satisfacer las demandas previstas así como las expresadas de manera espontánea, que pueden ser diversas, con especiales características de calidad y capacidad. Una de sus metas es la disminución global del riesgo económico para el operador, definiendo las etapas de evolución de la red en

consonancia con la evolución tecnológica, y permitiendo atender económicamente las ofertas de servicios existentes y nuevos. En algunos casos, este último punto es esencial para evitar la migración del cliente a otros operadores, sea porque ofrecen estos nuevos servicios o porque sus tarifas son más atractivas.

Sin embargo, cuanto más lejana esté la meta, menor será la confianza que deba concederse a los datos que sustentan los planes. Es por tanto esencial definir un objetivo intermedio, en línea con el objetivo final, en el cual se conozcan mejor los factores internos y externos que influyen en el plan y las previsiones de la demanda sean más realistas, o al menos pueda hacerse una fiable evaluación de ambos aspectos.

Las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías en la red conducen a una ingeniería de mejor calidad, unas facilidades de explotación potenciadas y una calidad de funcionamiento superior, lo que da lugar a un relativo descenso de las inversiones y costes de explotación globales y por tanto permite reducir las tarifas del servicio. Es razonable esperar ingresos adicionales, dado que se ofrece a los usuarios una gama de servicios más extensa, a un coste menor y con mejor calidad.

Se necesita una planificación integrada para diseñar y construir una red dotada de capacidad, adaptabilidad, flexibilidad y posibilidad de supervivencia, que además sea apta para satisfacer las necesidades del usuario una vez identificadas.

Los planificadores no deben olvidar ningún aspecto evolutivo de la red con miras a preparar, en la mayor medida posible, la infraestructura de red necesaria para facilitar la evolución hacia la banda ancha y los nuevos servicios.

Los métodos de planificación se abordan en el Manual «Planificación general de la red» de la UIT (Ginebra, 1983). Examinados ya en otros capítulos de este Manual los temas de planificación de la conmutación y las ventajas de las nuevas tecnologías, se intenta aquí solamente subrayar algunos aspectos de la elaboración de planes de desarrollo de la red de transmisión, especialmente en lo tocante a la introducción de SDH.

La demanda de nuevos servicios y las previsiones de tráfico son datos de entrada típicos para los planes de desarrollo de la red. El dimensionado de los recursos se apoya en la precisión de las previsiones del tráfico y las demandas de acceso, parámetros de los que se deducen matrices de tráfico cursado entre los distintos emplazamientos. Pese a su importancia, los temas relativos a previsiones sólo se tratan someramente en esta publicación.

Una planificación de red cuya única base sea reducir al mínimo los costes por gastos de inversión iniciales para los servicios establecidos, tiene muy poca capacidad de producir beneficios a medio y largo plazo, y corre el riesgo de excluir las posibilidades de ingresos por los nuevos servicios y demandas incipientes. Además, la desreglamentación no facilita la labor de planificación de la red debido a la incertidumbre de las cuotas de mercado esperadas. Con todo, la prudencia excesiva limita las posibilidades futuras y finalmente restringe la capacidad de reacción del operador frente a la competencia.

La implantación de la tecnología digital se acometió entre los años 1970 y 1990 en la mayoría de los países. Pese a la complejidad técnica y económica de las redes de telecomunicación en su camino hacia la digitalización total, este proceso no modificó realmente la arquitectura de la red ni los medios de transmisión fundamentales.

La evolución de los medios de transmisión en el momento actual, basada en la utilización de fibra óptica y SDH, induce cambios profundos en la infraestructura, arquitectura y gestión de la red.

## 6.5 Definición de escenarios de desarrollo a corto, medio y largo plazo

Con referencia al periodo de estudios, deberán proponerse soluciones que correspondan a planificaciones a corto plazo, medio plazo y largo plazo. Los planes habrán de actualizarse periódicamente para incorporar la nueva tecnología y la evolución de los servicios.

Los planes a corto y medio plazo tienen que guardar coherencia con los planes a largo plazo, y deben comprender el proceso de iniciación, las decisiones ya adoptadas sobre el equipo que va a instalarse, los servicios que han de prestarse y las primeras etapas preparatorias del desarrollo de la red hacia el objetivo deseado. Esto es lo que suele llamarse planificación operacional.

Pueden distinguirse dos fases en el desarrollo de la red:

- Periodo a medio plazo –la primera fase del desarrollo–, en el que las características de la evolución de la red deben seguir una política más o menos bien definida dentro de un entorno técnico evaluado. Por ejemplo, las reglas relativas a la implantación de una infraestructura óptica, la supresión o la renovación de un tipo definido de equipo, la organización de la red para los cinco años venideros, deberían ser conocidas y consecuentemente aceptadas. Durante esta fase, debería alcanzarse la red intermedia objetivo, pudiendo aquí confiar en la estimación de la demanda, los costes del equipo y la evolución tecnológica. Los planes para un marco temporal de corto y medio plazo han de tener un gran contenido. Las inversiones para implantación de la SDH deben considerarse prioritarias.
- Periodo a largo plazo –la segunda fase del desarrollo– durante el cual deben alcanzarse los objetivos de la red deseada si no se interponen otras circunstancias que los modifiquen. La representación de la red deseada y la elaboración de una estrategia de evolución han de ser consecuentes con la evolución de red planificada durante la primera fase, que podría tender hacia una infraestructura mundial de la información, GII (véanse las Recomendaciones Y.100, Y.110 e Y.120 del UIT-T).

Durante parte de la segunda fase, la red sigue siendo tradicional: el equipo y la infraestructura PDH todavía se apoyan en cables metálicos y enlaces por microondas. Sin embargo, los enlaces de cable metálico se reemplazarán por otros de fibra óptica cuando sea necesario, y todo enlace nuevo deberá establecerse por fibra óptica o por nuevos sistemas de microondas SDH. No obstante, si se contempla la evolución hacia una red equipada en SDH, habrán de considerarse anillos secundarios subordinados a los anillos primarios ya instalados.

## 6.6 Evaluación económica

Para poder comparar las diferentes soluciones, deberá realizarse una evaluación económica de cada escenario, considerando costes e ingresos globales. Sin embargo, aun siendo importantes, los aspectos financieros no son los únicos criterios de examen. La flexibilidad y la gestión eficaz de la red deberían ser factores primordiales.

Con miras a la evaluación de costes, es útil distinguir entre costes de inversión y costes variables:

- Para cada escenario, deben sumarse todos los costes de inversión incurridos durante el periodo de estudios completo, como son los generados por ampliación de la capacidad existente, política de renovación de equipo y creación de nuevas rutas. En una red actual, todo enlace nuevo que se instale ha de sustituir a una ruta, enlace o capacidad existente. El cable y/o equipo desechado se ha de inventariar y valorar tanto en su valor residual (reutilización) como en costes de explotación. El planificador puede así evaluar la repercusión económica de cada nuevo enlace creado.

- Los costes variables comprenden los gastos de logística, explotación y mantenimiento. Si bien los costes de explotación se apoyan principalmente en aspectos organizativos y por tanto son difíciles de averiguar, los costes de mantenimiento guardan más bien relación con la red y el equipo. En consecuencia, los costes de mantenimiento son los de mayor relevancia para la evolución de la red, y se refieren a los cables metálicos, de fibra óptica y enlaces de microondas, a los equipos de central como multiplexores, equipos de supervisión, repartidores digitales, y otros.

Por último, debería realizarse una síntesis basada en la comparación de los costes de los diversos escenarios y servicios propuestos, las posibilidades de evolución y la evaluación de los ingresos.

## 6.7 Enfoque para los planes de desarrollo de redes de transmisión locales

Una vez evaluada la demanda de tráfico para cada año del periodo de estudio, el primer paso para la elaboración de planes de desarrollo a largo plazo (para una zona local, una región o un país) consiste en establecer un inventario completo de la red existente. Tales datos podrían estar ya disponibles en servicios operacionales.

Es preciso seguir una política de renovación coherente, tanto en la infraestructura (centros de conmutación, nodos de transmisión, cables, enlaces de microondas) como en los dominios de sistema, tomando como base la vida útil esperada o supuesta, de acuerdo con una política de adquisiciones nacional o específica del operador.

En el siguiente paso se establece un marco de red objetivo, consecuente con la evolución en conmutación, transmisión y explotación prevista durante el periodo de planificación, y se definen las principales etapas a recorrer para su logro.

Otro paso importante es la determinación de una red intermedia objetivo que sea coherente con la red objetivo establecida en la etapa anterior, y la trayectoria para alcanzarla. Por razones de factibilidad y fiabilidad, la red intermedia objetivo debe situarse a tres o cuatro años vista. Por consiguiente, esta primera fase crucial de la planificación compromete tanto al planificador –quien propone un objetivo intermedio de estructura de red– como al operador –que lo aprueba y lo financia. Asumido esto, al planificador le incumbe determinar la evolución posterior de la red hasta lograr el objetivo final –elaborado y posiblemente reajustado–, es decir, dentro de cinco a diez años por lo menos.

La tecnología, la organización y los equipos de conmutación influyen profundamente en las opciones de arquitectura de transmisión. La disponibilidad de equipo de conmutación de la nueva generación y la renovación conexas de sistemas de conmutación antiguos y obsoletos modifican la configuración de la red y, en consecuencia, los requisitos de los sistemas de transmisión.

Las decisiones relativas a las configuraciones en anillo o en bus tienen como base el volumen de tráfico interior y exterior a la zona de servicio en la que se va a instalar la red en proyecto. Al tiempo que se determina la configuración de la red, se han de evaluar sistemáticamente los riesgos y las consecuencias del aislamiento de cada emplazamiento en el caso de un fallo de nodo o de enlace, a fin de evitar en la medida posible grandes interrupciones del servicio en los sectores afectados; con esta finalidad el operador ha de fijar un umbral del número de abonados que no deban quedar aislados.

Sólo se podrá determinar una configuración de red eficaz tras haber realizado varios estudios iterativos y varias tentativas de elaborar planes a largo plazo acomodados a la política estratégica de desarrollo general de la red. En particular, para grandes redes, estos estudios no pueden acometerse sin las herramientas y programas de computador apropiados, que habrán de ser desarrollados o actualizados para realizar tareas de planificación de red.



### 6.7.1 Objetivos de los planes de desarrollo

Las tareas de planificación deben alinearse con la política general de desarrollo de la telecomunicación y, en caso de estar definida, con la política específica que afecte a las redes locales. Por consiguiente, se ha de examinar la evolución y las decisiones previstas que conciernen a la red troncal para determinar los objetivos generales de los planes de desarrollo de redes locales.

Los objetivos generales de la planificación de redes son los siguientes:

- **Satisfacción de la demanda**, en la que se incluyen la oferta de nuevos servicios y la configuración de tráfico consecuente. En los planes de equipamiento a largo plazo han de tenerse en cuenta todos los tipos de acceso a la red pública conmutada, puesto que necesitan un equipo de conexión específico y presentan características propias de tráfico y de evolución. Debe distinguirse entre conexiones analógicas, accesos a télex, videotex, accesos a RDSI a velocidad básica y velocidad primaria, conexiones digitales a centralitas. Por otra parte, se han de considerar las líneas arrendadas, sean cuales fueren los servicios que sustentan, las pasarelas a redes de sistemas radioeléctricos celulares, las redes de datos o cualquier otro tipo de redes existentes o previstas.

Una vez conocidos los requisitos de acceso y los volúmenes de tráfico, la demanda puede venir expresada por los recursos de transmisión necesarios.

- **Mejora de la calidad** en todas las partes de la red, y especialmente en los enlaces más largos, tendiendo por ejemplo cables de fibra óptica en la parte reestructurada de la red. Si además se proyecta utilizar fibra para redes de larga distancia y de distribución, se ha de buscar la conectividad óptica y realizar de manera coherente la introducción de fibra óptica en las áreas locales afectadas.

Los criterios de disponibilidad y calidad de los servicios a prestar acaso necesiten equipos específicos. En esto se ha de guardar coherencia con la política de renovación anteriormente mencionada.

- **Organización de la red**, operaciones y mantenimiento que cumplan los requisitos expresados, y automatización de operación, administración, mantenimiento y suministro (OAM&P) en las facilidades de conmutación y transmisión.
- **Protección del servicio**. El mundo de la telecomunicación moderno requiere una elevada capacidad de supervivencia de los servicios avanzados, y cada vez depende más de la seguridad, incluso para la telefonía tradicional. En consecuencia, hay que adoptar medidas para proteger en su integridad los flujos de información contra interrupciones y degradaciones de la calidad del servicio.

### 6.7.2 Ámbito de aplicación

Los planes de desarrollo de redes locales deben abarcar la infraestructura y los equipos de abonados, las facilidades de transmisión, conmutación, edificaciones y suministro de energía.

En las redes urbanas o rurales se elaboran planes de bucle de abonado para las correspondientes áreas elementales (atendidas por unidades de conexión o sus equivalentes), mientras que para cada área local (atendida por una central local o por un conjunto de centrales locales) se prepara un plan maestro que abarca conmutación, transmisión, edificios y planta de energía.

En cada área local se necesitan previsiones detalladas de abonados y tráfico, incluyendo el servicio telefónico básico, las líneas arrendadas y los servicios especiales. Debe realizarse el dimensionado de los edificios, conducciones de cable, equipos de conmutación y transmisión, y plantas de energía. A partir de estos datos se elaboran planes que describen las operaciones a realizar en periodos de 3, 5, 10 y 15 años.

La operación, administración y mantenimiento de la red se han de considerar también como aspectos fundamentales del proceso planificador. Por consiguiente, los planes de desarrollo deben abarcar el patrón de evolución del personal requerido y su capacitación, así como la organización de operaciones, administración y mantenimiento (OAM) orientadas a la red de gestión de telecomunicaciones (véanse más detalles en las directrices de la UIT «Directrices de mejora del mantenimiento para un nuevo enfoque basado en la red de gestión de telecomunicaciones (RGT)»).

Puede aplicarse un procedimiento similar para la elaboración de planes de desarrollo aplicables a redes regionales o nacionales. No obstante, los datos pueden suministrarse de un modo más compacto, y los métodos tendrán que ajustarse a cada caso en particular,

### 6.7.3 Factores internos y externos

Una serie de factores influyen sobre la planificación de la red; pueden ser externos o internos respecto del operador.

Los factores externos al operador que han de considerarse son:

- la evolución de nuevos servicios en firme crecimiento y con fuertes exigencias de calidad;
- la evaluación de la fibra óptica monomodo como principal medio soporte de la transmisión;
- aparición del concepto y equipo de SDH;
- perspectivas de la introducción de ATM en un futuro previsible;
- perspectiva de la infraestructura local de la información, LII (véase el anexo 6C);
- evolución de la conmutación hacia grandes máquinas de conmutación multiservicios;
- aspectos regulativos como la desreglamentación de los operadores de telecomunicación, que permiten un nuevo reparto del mercado entre varios operadores;
- concesión de radiofrecuencias que cumpla con los acuerdos internacionales relativos a su utilización (por ejemplo, el plan de 2 GHz pasa de la utilización actual en microondas a radiocomunicaciones móviles).

Los factores internos del operador o del país comprenden:

- estrategia general del operador en cuanto a desarrollo de la red;
- decisiones sobre reestructuración y organización de la red;
- nueva infraestructura y política de renovación de equipos.

Con base en estos factores, aparecen otras consideraciones, como por ejemplo:

- descenso de los costes de la fibra, en competencia con el cable de cobre, especialmente si hay necesidad de repetidores;
- variación notable de los costes de equipo al generalizarse la SDH. Como ejemplo, para una aplicación punto a punto, la PDH y la SDH son ya comparables en coste a 140 Mbit/s y 155 Mbit/s, respectivamente. En aplicaciones de inserción-extracción, esto puede ocurrir a 34 Mbit/s para PDH y 155 Mbit/s para SDH;
- los aspectos de gestión, las posibilidades de oferta de servicios y la operación fuerzan a reconsiderar el uso de radioenlaces en zonas donde sería posible tender cables de fibra óptica, aunque el coste de inversión sea más elevado.

Por añadidura, los costes generales de operación y mantenimiento para la red entera descenderán puesto que:

- la infraestructura de la red se contrae hacia una topología mejor estructurada: la relación entre la longitud acumulada de las rutas de cable en proyecto y existentes que atienden el área de la central local puede rondar el 70%; en áreas de central local desarrolladas, esta relación puede contraerse hasta el 30%. Habrá, pues, que mantener menos enlaces por cable y será nueva la parte de la red que se estructura;
- la cantidad de equipo será menor cuando se implante SDH en vez de PDH;
- los procesos de operación y mantenimiento se automatizarán progresivamente según se vayan instalando elementos de red SDH por toda la red; la puesta en servicio estará en gran medida controlada por soporte lógico cuando la gestión de SDH se haya automatizado enteramente, es decir, en la segunda mitad del decenio.

La evolución puede incluso acelerarse o intensificarse mediante la consolidación del área de servicio de la central local. En último término, se conseguirá optimizar la topología de la red de transmisión e implantar la SDH de un modo adecuado.

Los grandes operadores de telecomunicación van a reducir radicalmente sus pedidos de equipo PDH, lo cual probablemente hará subir el coste de estos equipos al tiempo que los costes de equipos SDH muestran una tendencia a la baja.

#### **6.7.4 Determinación de prioridades para la implantación de nuevas tecnologías**

La implantación de nuevas tecnologías no puede hacerse simultáneamente en todas las partes de la red. Se ha de establecer un orden cronológico para los trabajos, que guarde coherencia con la oferta y demanda de servicios. La red puede por tanto subdividirse en «red primaria» y «red secundaria» mediante una clasificación previa de los nodos. La introducción de nuevas tecnologías atañe, en primer lugar y ante todo, a la red primaria.

La clasificación de los nodos, esencial para la división de la red propuesta, se ha de basar en criterios como los siguientes:

- principales funciones de estructuración de la red (por ejemplo, centros técnicos);
- importancia del nodo considerado en cuando a características del equipo de conmutación, prestación de servicios, tráfico, accesos a RDSI, líneas arrendadas, evolución futura o prevista;
- localización (por ejemplo, en las cercanías de un enlace de «cable primario»).

La red primaria debe comprender nodos primarios únicamente. El nivel secundario de la red contendrá los emplazamientos restantes, una vez evaluados los emplazamientos primarios. Deberá dejarse un número apreciable de nodos para formar estas pequeñas redes secundarias en torno de los nodos primarios respectivos (véase el anexo 6A).

#### **6.7.5 Suministro de equipo**

El equipo básico SDH se compondrá de multiplexores terminales (TM, *terminal multiplexer*) y multiplexores de inserción-extracción (ADM, *add-drop multiplexer*). Cuando sea necesario, estos elementos de red pueden incorporar funciones internas de transconexión.

A tal efecto, habrá que determinar para cada nodo unas funciones de red con miras a seleccionar el elemento de red adecuado. Tales funciones son:

- transferencia de señales,
- inserción y/o extracción de señales de una señal de línea compuesta,
- transconexión,
- adaptación (a otra jerarquía o nivel digital, según se necesite).

La difusión (transferencia de una señal entrante a varios puertos de salida) puede incluirse en las funciones de transconexión.

En cada nodo de red se habrá de realizar una o varias de las funciones señaladas. Los elementos de red SDH instalados deberán, pues, contener esas funciones específicas del nodo. Dada su esencial versatilidad, los elementos de red son susceptibles de evolucionar, por ejemplo, desde un repetidor aislado (en caso de que el nodo sólo tenga la función de transferencia) a un ADM real, e incluso más allá, hasta un pequeño transconector digital (TCD) local. Esta capacidad de mejora funcional progresiva del elemento de red, sin alterar el servicio, es una de las principales ventajas de utilizar elementos de red SDH en la transmisión, que de ese modo adquiere flexibilidad y capacidad de evolución.

### 6.7.6 Mejora de enlaces y de red

Deben considerarse dos aspectos mejorables:

- Evolución de la red síncrona (por ejemplo, un bus que se convierte en anillo)
- Aumento de capacidad para atender la creciente demanda.

#### *Evolución de la red*

Existen las siguientes opciones:

- Insertar el nuevo nodo en un bus o anillo: El ADM instalado correspondiente se conecta a ambos pares de fibra, «Este» y «Oeste». Esto puede hacerse sin interrumpir el tráfico en ninguno de ellos por medio de los protectores de línea (con propiedades de bus o anillo unidireccional). Lo que era trayecto de protección se convierte en el nuevo trayecto de operación.
- Ampliación de bus: Se instala un TM en un nuevo nodo de codificación de línea y se conecta al par de fibra asignado, mientras que el anterior TM se configura como ADM al añadirle las interfaces de línea y unidad de control respectivas. De este modo, el TM existente no tiene que trasladarse al nuevo extremo de línea sino que evoluciona en su mismo emplazamiento. Tampoco hace falta interrumpir el tráfico.
- Cierre del bus en anillo: A través de la evolución escalonada del bus, anteriormente descrita, y una vez instalado el último enlace de fibra, los dos TM que cierran este segmento se configuran en ADM añadiendo las interfaces de línea y unidad de control respectivas. El anillo queda completo y el sistema de gestión toma nota de la nueva configuración de red.

#### *Aumento de la capacidad*

El aumento de capacidad puede conseguirse por medio de:

- Ampliación del anillo STM-1: Cuando se alcanza el umbral fijado (63 señales de velocidad primaria, por ejemplo), es preciso equipar un nuevo anillo. Para conseguir esto en SDH, se añade un ADM suplementario en el nodo central, conectado a un segundo par de fibra; a continuación se trasladan a este nuevo par de fibra los ADM designados del anillo existente, con lo que se establece un segundo anillo que duplica la capacidad de transmisión. Esta evolución es factible sin alterar el servicio.
- Ampliación del STM-1 al STM-4: Estos elementos de red son especialmente adecuados para este tipo de ampliación, y el operador tiene que seleccionar cuidadosamente el equipo, teniendo en cuenta las propiedades que permiten no interrumpir el servicio y operar dentro del bastidor. Desde el ADM al menos se debería acceder a dos STM-1, y éstos deberían elegirse libremente otorgando al elemento de red las características más flexibles, es decir, la utilización universal en cualquier nodo de la red.

### *Advertencias*

Únicamente la SDH confiere a la red y elementos de red las posibilidades de mejora mencionadas anteriormente, lo que confirma la flexibilidad de la SDH y su capacidad de responder a cualquier necesidad y tipo de evolución de la red.

Además, todas estas mejoras y evolución se realizan a través de un proceso de dos niveles: un nivel físico que implica la instalación de fibra y elementos de red, y un nivel lógico que comprende el sistema de gestión de red para tener en cuenta las nuevas configuraciones a nivel de elemento de red y/o de red.

### **6.7.7 Conclusión**

Los sistemas basados en la jerarquía digital síncrona (SDH), que ofrecen notables ventajas sobre los sistemas plesiócronicos (PDH) actuales, coexistirán con éstos y los reemplazarán progresivamente. En el futuro, estos equipos podrán transmitir servicios de banda ancha que requieren control de extremo a extremo y una elevada calidad de transmisión.

Por otra parte, la tecnología de cables de cobre, equipos plesiócronicos y microondas tiene un futuro incierto. La disponibilidad de equipos SDH y su capacidad de adecuarse a pequeños lugares es otro asunto a resolver. Se plantean otras cuestiones como el futuro de la conmutación óptica, la dualidad de SDH/ATM en la parte de acceso de la red, el índice de penetración de la fibra óptica en las redes de acceso, la repercusión de las comunicaciones móviles, la demanda y el tráfico de los nuevos servicios, etcétera.

Puesto que la instalación del equipo SDH introduce una discontinuidad tecnológica, ha de ser objeto de una cuidadosa planificación. Cuando el equipo síncrono llegue a integrarse en la red, se apreciarán claramente las ventajas que aporta. Disminuirán los costes de explotación de la red a consecuencia de la reducción de equipos y soporte físico, del aumento de eficacia y fiabilidad, de la automatización y mejor organización del mantenimiento.

Si el coste significa un componente importante en las decisiones de inversión, al considerar las alternativas de desarrollo serán decisivas la calidad, flexibilidad y rápida respuesta de la red a una demanda que evoluciona con suma rapidez. Son también argumentos decisivos la satisfacción de los objetivos generales de planificación y una evaluación cualitativa sobre las posibilidades de prestación de servicios y la capacitación del personal.

Deberían emprenderse actuaciones coordinadas entre los servicios comerciales y de planificación para la elección de nodos primarios, respetando la estrategia comercial y las previsiones a medio plazo relativas a servicios avanzados. El resultado de esa elección determinará la configuración del objetivo intermedio.

Probablemente lo más adecuado para atender todas las recomendaciones y observaciones que aquí se proponen, sea distinguir dos fases y dos niveles en el enfoque de la red.

En la primera fase del desarrollo, estructurar la red cobra la máxima importancia. Para responder de manera coherente a las necesidades de red y de servicios, los nodos más importantes deben interconectarse por estructuras de bus, que ofrezcan accesibilidad en SDH (con lo que ello implica en capacidad de supervivencia y calidad de servicio) a la mayor parte de las líneas de acceso (por ejemplo, al 75% del número total de líneas telefónicas) y casi al 100% de los emplazamientos comerciales existentes o previstos. En la segunda fase del desarrollo, la estructura en bus evolucionará progresivamente a anillos, al ritmo que permitan las limitaciones financieras.

Debido a sus especiales características, la red de enlaces locales puede estructurarse con anillos de multiplexores síncronos.

La evaluación de las características pertinentes de OAM&P (operación, administración, mantenimiento y suministro) integradas en los equipos instalados deberá permitir una red local muy renovada y enteramente gestionada, al menos en su red primaria.

## 6.8 Lista de las publicaciones de la UIT y otras pertinentes

### Sector UIT-D

Telecomunicaciones rurales – Volumen I (GAS 7).

Manual sobre «Repercusiones económicas y técnicas del establecimiento de una red regional de telecomunicaciones por satélite»– 1983 (GAS 8).

Caso práctico: aspectos técnicos y económicos de la transición de una red nacional completamente analógica a una red digital – 1988 (GAS 9A).

Manual sobre «Estudios de casos sobre la digitalización de redes regionales» – 1992 (GAS 9).

Manual sobre «Estudios de casos sobre introducción progresiva de la RDSI en una red nacional» – 1992 (GAS 9).

Aspectos económicos y técnicos de la transición de redes de telecomunicación analógicas a redes digitales – 1984 (GAS 9).

Datos de planificación y métodos de previsión – Volumen I – 1987 (GAS 10).

Datos de planificación y métodos de previsión – Volumen II – 1987 (GAS 10).

Estrategia para la introducción de una red pública de datos en países en desarrollo – (GAS 11).

Estrategia para la introducción de nuevos servicios no vocales de telecomunicaciones en países en desarrollo – 1993 (GAS 12).

Reestructuración de las telecomunicaciones a favor del desarrollo: evolución, políticas y tendencias – 1994.

Telecomunicaciones rurales, Volumen I – Sistemas radioeléctricos en zonas rurales (1994).

Telecomunicaciones rurales, Volumen II –Conmutación, RDSI, aspectos financieros y utilización de fibras ópticas en redes rurales (1994).

Telecomunicaciones rurales, Volumen III – Aspectos básicos, problemas, criterios, instrucciones y sugerencias con respecto al mantenimiento de telecomunicaciones rurales (1994).

Planificación estratégica (1993).

Métodos para la evaluación de nuevos sistemas de transmisión digital entre centrales como guía para la planificación de una red nacional – 1988 (GAS 3).

Aspectos económicos y técnicos de la elección de sistemas de transmisión – 1986 (GAS 3).

Planificación general de la red – 1983 (GAS 3).

Seminario ABU-FES-UIT: «Adoption of New Media Technologies: Trends, Opportunities and Issues» – Kuala Lumpur, 20-21 febrero de 1995.

Seminario «New Technologies in Sound and TV Broadcasting» – Brasilia, 1994.

Manual sobre desarrollo de las comunicaciones móviles – Ginebra, 1997.

### Sector UIT-R

Manual sobre comprobación técnica del espectro (1995).

Manual sobre gestión nacional del espectro (1995).

Manual sobre codificación e interfaces de las señales de televisión digital en el estudio (1995).

Manual sobre comunicaciones por satélite (servicio fijo por satélite) – Segunda edición, 1988.

Suplemento N° 2 al Manual sobre comunicaciones por satélite «Programas de computador para las comunicaciones por satélite» (1993).

Suplemento N° 3 al Manual sobre comunicaciones por satélite. «Sistemas VSAT y estaciones terrenas» (1995).

Construcción, instalación, empalme y protección de cables de fibra óptica (1994).

Introduction of New Technology in Local Network (1993).

Manual de planificación de la transmisión (1993).

Manual sobre Tecnologías de planta exterior para redes públicas (1992).

Manual sobre servicio móvil terrestre:

Volumen I: Bucle local para el acceso inalámbrico.

Volumen II: Principios y enfoques de la evolución hacia la FSPTMT/IMT-2000.

## Sector UIT-T

Guía para la planificación de sistemas de fibra óptica (1989).

Aplicaciones de computadores y microprocesadores a la construcción, instalación y protección de cables de telecomunicación (1994).

Recomendaciones UIT-T: Serie E: Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos.

## 6.9 Lista de abreviaturas

ADM	Multiplexor de inserción-extracción ( <i>add drop multiplexer</i> )
CMR	Conferencia mundial de radiocomunicaciones
DXC	Transconector digital ( <i>digital cross connect</i> )
GII	Infraestructura mundial de la información ( <i>global information infrastructure</i> )
GMPCS	Sistema mundial de comunicaciones móviles personales ( <i>global mobile personal communications by satellite</i> )
LAN	Red de área local ( <i>local area network</i> )
LII	Infraestructura local de la información ( <i>local information infrastructure</i> )
MIC	Modulación por impulsos codificados
OAM&P	Operación, administración, mantenimiento y suministro ( <i>operation, administration, maintenance and provisioning</i> )
ONA	Arquitectura de red abierta ( <i>open network architecture</i> )
ORN	Organismo regional de normalización
PDH	Jerarquía digital plesiócrona ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )
PTO	Operador público de telecomunicaciones ( <i>public telecommunication operator</i> )
RTPC	Red telefónica pública con conmutación
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
STM	Modo de transferencia síncrono ( <i>synchrony transfer mode</i> )
TVAD	Televisión de alta definición

## ANEXO 6A

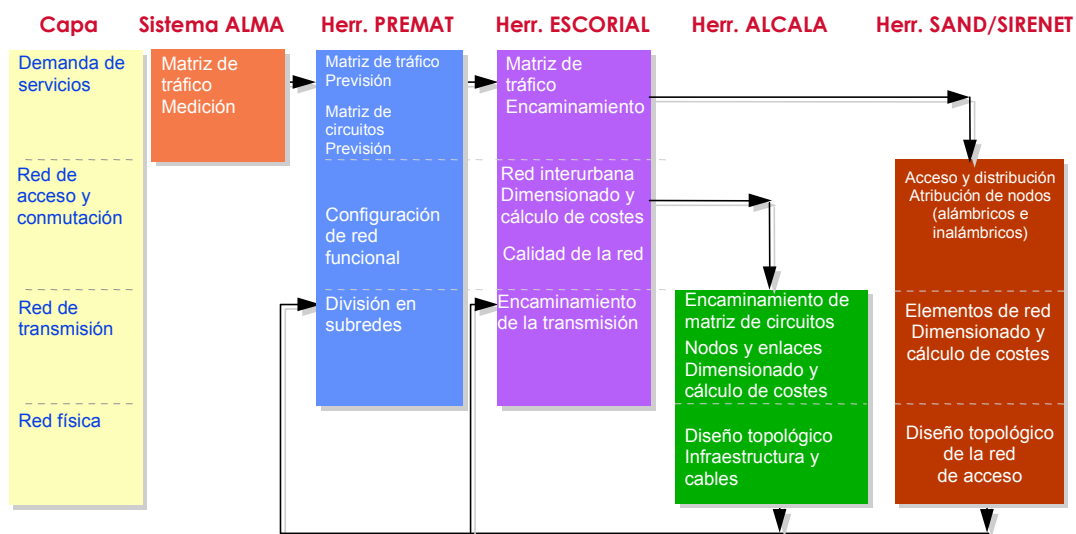
## Enfoque de Alcatel para la planificación de redes en países en desarrollo

### 1 Introducción

Las redes de telecomunicación de los países en desarrollo se basan en redes de conmutación de núcleo con estructuras jerárquicas y transmisión punto a punto. Sin embargo, estas redes no pueden atender el rápido crecimiento de la demanda de servicios tradicionales y nuevos que caracteriza a estos países. En consecuencia, es preciso planificar e instalar infraestructuras de red flexibles, capaces de evolucionar y adaptarse para satisfacer una demanda que cambia muy deprisa.

La introducción de conmutadores digitales que admitan esquemas de tráfico no jerárquicos, la transmisión por jerarquía digital síncrona (SDH) y las técnicas de acceso modernas implican que las arquitecturas de red existentes tendrán que cambiar, planteando a los operadores retos de gran envergadura.

**Figura A1 – Relaciones entre las herramientas de diseño y las capas de la red**



La figura A1 ilustra la secuencia de tareas y herramientas conexas que intervienen en la planificación de una zona nacional. El proceso de planificación es iterativo porque la estructura de la red cambia a lo largo del periodo transcurrido, afectando tanto a la solución como a los costes (conmutación, transmisión y acceso). Por ejemplo, la red de transmisión que resulta de la herramienta ALCALA puede modificar el coste y la configuración de la transmisión que se ha supuesto en el modelo de red ESCORIAL. Mediante segundas iteraciones del diseño de red de conmutación (ESCORIAL) y del diseño de la red de transmisión (ALCALA), se perfecciona el diseño y la evolución de una red global óptima.

Además, el tráfico de la red puede variar durante el periodo de planificación a compás de la evolución de los servicios; la rápida actualización del tráfico con los sistemas de gestión (ALMA) y la aplicación del sistema de planificación de telecomunicaciones [1, 2] con la cadena de herramientas (PREMAT, ESCORIAL, ALCALA, SAND/SIRENET) permite al operador definir y optimizar la evolución de la red.



## 2 Previsión de la demanda

La herramienta PREMAT incluye métodos de previsión y algoritmos para definir la evolución de la demanda de la red con base en la matriz de demanda actual: puede calcular la matriz de demanda de la red para un año cualquiera del periodo de planificación. Comenzando con los datos de servicio de la red y las mediciones del tráfico, puede calcularse la matriz de tráfico entre las centrales existentes, y asimismo determinar el tráfico total originado y terminado en el área de servicio de cada central.

Es posible prever el aumento de la demanda en cada zona mediante técnicas de predicción basadas en las variaciones incrementales de actividad en zonas similares. Con base en la distribución de la demanda se puede configurar la red proyectada, reasignar las áreas de servicio y estimar el tráfico total futuro en cada área. Compilada esta información, el planificador puede elegir entre seis modelos matemáticos fundamentales de PREMAT (factores dobles, tráfico unitario, matricial, factores de interés, factores de afinidad, coeficientes de semejanza) y tres métodos combinados para obtener la distribución futura de matrices de tráfico.

PREMAT considera todos los flujos de tráfico que circulan por una red multiservicio (señales vocales, conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, red inteligente, Internet, etcétera). En la matriz final pueden integrarse matrices de varias clases de servicios; la integración puede realizarse sobre las matrices actuales o las proyectadas.

La evolución de la red cuenta con el soporte de métodos y facilidades para dividir la matriz global en matrices de menor tamaño, correspondientes a subredes, y para integrar las matrices con reasignación de áreas.

## 3 Estructura de la red de acceso

En la mayoría de los países en desarrollo, la red nacional de telecomunicaciones comprende múltiples niveles. Tras un proceso de evolución, quedará una red moderna de dos niveles: un nivel superior de red de tránsito interurbana y nodal internacional, y un nivel local que comprende redes urbanas/metropolitanas o redes regionales/rurales. Los países se estructuran en áreas nodales que abarcan regiones, con conmutadores nodales que concentran el tráfico de larga distancia (interurbano e internacional). Las redes locales/metropolitanas presentan también una estructura a dos niveles: centrales de tránsito que gestionan el tráfico urbano o interurbano, y centrales locales para el acceso de los abonados.

El acceso de abonados se realizaba tradicionalmente por cables de pares de cobre a una central local o unidad de abonados distante (RSU, *remote subscriber unit*). Las redes de rápido crecimiento actuales pueden justificar soluciones basadas en redes de acceso multiservicio (véase la figura A2) que utilicen tecnologías como la de fibra en el bucle (FITL, *fiber-in-the-loop*) y las telecomunicaciones digitales sin cordón mejoradas (DECT).

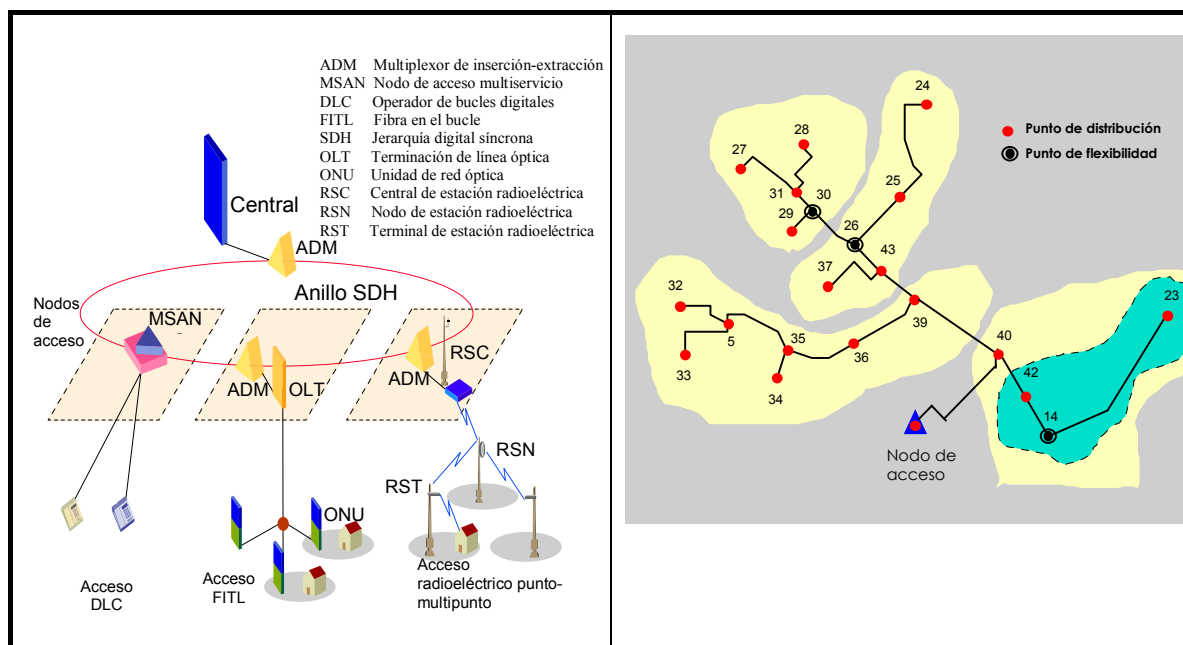
Las redes regionales o rurales comprenden unidades de conmutación primarias a las que se accede a través de RSU o sistemas punto a multipunto (PMP) y sistemas radioeléctricos DECT.

La planificación de la red de acceso sirve para seleccionar una solución de acceso adecuada, atribuir los elementos de red (NE), y dimensionar dichos NE y subsistemas de transporte de acuerdo con la demanda. Se incluyen ahí los servicios y su distribución, teniendo en cuenta la demografía y la geografía del área de abonados. Este proceso de planificación consta de cuatro etapas fundamentales [3].

La primera etapa contempla la caracterización de los servicios, sobre la base de los requisitos impuestos por abonados individuales o en grupo.

La segunda conduce a una descripción de la red funcional, estimando y/o optimizando el número, tipo y tamaño de las áreas de servicio, comprendidas las áreas heredadas de la capa de conmutación.

Figura A2 – Estructura de acceso a la red y una de las topologías



La tercera etapa se centra en conseguir un dimensionado óptimo de la tecnología utilizada para comunicación entre los abonados y las unidades de terminación de red. Esta conexión podría realizarse con tecnologías muy diversas, como los pares metálicos, la fibra o los radioenlaces. Debe destacarse que la tecnología radioeléctrica ha adquirido gran importancia en los países de rápido desarrollo debido a su reducido coste, rapidez de implantación y limitadas exigencias de recursos.

Por último, en una cuarta etapa se optimiza la tecnología utilizada para conectar las unidades de terminación de la red a la red telefónica pública conmutada (RTPC), lo que incluye tanto el equipo instalado en el nodo como la topología de la red (véase la figura A2).

Adoptan este enfoque las herramientas SAND y SIRENET, que utiliza Alcatel para planificar sus soluciones de acceso alámbrico, inalámbrico y mixto [3, 4].

## 4 Diseño de la red de conmutación

La siguiente etapa de la planificación consiste en optimizar la red interurbana según estructuras jerárquicas o no jerárquicas, seleccionar la mejor solución para el año planificado y definir cómo evolucionará la estructura [5].

### 4.1 Herramientas de diseño

El conjunto de herramientas ESCORIAL utiliza las matrices de tráfico calculadas por PREMAT con el fin de definir la red interurbana óptima para el año apropiado, junto con las fases de la transición. Los modelos de la herramienta se aplican a las capas de conmutación y transmisión de la red.

Tradicionalmente se distinguen dos modelos de red: funcional y físico. El primero se refiere al encaminamiento del tráfico, y el segundo a los medios utilizados para el encaminamiento.

- Modelo de red de conmutación: considera la estructura de red lógica (esquemas de encaminamiento alternativo y modelos de tráfico) para el dimensionado de la red, de acuerdo con el objetivo de grado de servicio señalado y los costes combinados de conmutación y transmisión, con miras a optimizar la economía de la red.
- Modelo de red física: considera los costes de la red de transmisión (infraestructura de cables y sistemas de transmisión) y representa la disposición geográfica de la red. Selecciona los trayectos de coste mínimo para las interconexiones entre los nodos.

#### *Redes jerárquicas*

El módulo ESCORIAL-H [6] se utiliza para el dimensionado óptimo de redes interurbanas jerárquicas multinivel, con un máximo de 1 152 centrales. Aplica métodos y algoritmos [7] para dimensionar enlaces uni/bidireccionales y optimizar la red tomando como base los costes marginales. La precisión de los resultados se ha comprobado a través de estudios.

#### *Redes no jerárquicas*

El módulo ESCORIAL-N [6] se aplica al diseño, análisis, dimensionado óptimo y cálculo de costes de redes de dos niveles con conmutación de circuitos en las que el encaminamiento del tráfico es secuencial, no jerárquico, y se realiza en el nivel de tránsito superior. Opcionalmente, puede dimensionar la red con parámetros de reserva de circuitos, diferentes planes de encaminamiento y distintos niveles de seguridad física o funcional.

La reserva de circuitos protege el primer tráfico ofrecido a un enlace para impedir la inestabilidad de la red y la degradación del servicio producida por las sobrecargas.

En la opción de seguridad estructural de la red, la seguridad de la conmutación se consigue duplicando las centrales de tránsito y las interconexiones por enlaces en el nivel superior, y en cambio la seguridad de la transmisión se obtiene disponiendo dos trayectos físicos separados por cada ruta. Otra opción analiza la red para diferentes dimensiones (definidas por el planificador) del grupo de enlaces, y calcula el grado de servicio para cada pareja origen-destino.

## **4.2 Transición de la red**

Los países en los que crece velozmente la demanda de tráfico necesitan una red de conmutación cuya flexibilidad permita una evolución rápida y con la seguridad adecuada para evitar que el comportamiento de la red sufra los efectos negativos de las interrupciones del servicio. Es de primordial importancia el coste de lograr estos objetivos, dados los limitados recursos financieros de numerosas economías nacionales en desarrollo.

El conjunto de herramientas de Alcatel puede evaluar diversas estructuras y alternativas, basadas en una evolución de red a coste mínimo, que van desde redes jerárquicas multinivel a redes no jerárquicas de dos niveles. La evaluación se realiza en dos fases. En la primera fase se configura el nivel de red superior, reduciendo los niveles primario, secundario y terciario de la red a un único nivel (enteramente digital), equivalente al nivel de tránsito interurbano de las redes no jerárquicas. Se evalúa la red en su totalidad dividiendo el país en áreas de servicio de tránsito y reagrupando las centrales de la red (para que dependan de centrales de tránsito).

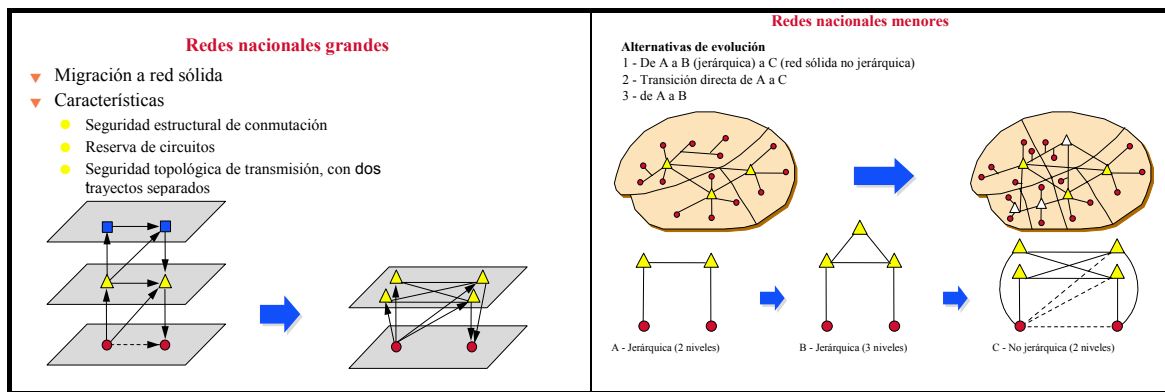
Dentro del mismo marco temporal, se seleccionan centrales en el nivel de red inferior que concentren el tráfico interurbano (zonas urbanas y rurales), y se digitalizan esas centrales. Ello reduce notablemente (alrededor del 25%) el número de centrales que han de considerarse en la red de larga distancia a dos niveles.

Para optimizar las alternativas, el modelo de red contemplado en el nivel superior es una red mallada completa que interconecta los nodos de ese nivel y utiliza otros esquemas de encaminamiento no jerárquico del tráfico. El nivel inferior se conecta al nivel superior por medio de una red en estrella, complementada con conexiones directas a otras centrales cuando ello esté económicamente justificado (sólo en rutas de alto tráfico).

La segunda fase considera la interconexión por enlaces entre los conmutadores del nivel superior y del nivel inferior, incluyendo en casos concretos la sustitución por conmutadores digitales, la adscripción de los conmutadores a otras regiones de tránsito y la interconexión al nuevo conmutador de tránsito. En casos escogidos, se establecerán enlaces con otras regiones. Estos cambios se llevarán a cabo en un plazo medio.

Esta evolución da lugar a una red de dos niveles con encaminamiento de tráfico secuencial, no jerárquico, en el nivel superior (véase la figura A3).

**Figura A3 – Evolución de red jerárquica multinivel a red de dos niveles**



Las redes multiservicio modernas imponen requisitos exigentes en cuanto a grado de servicio y disponibilidad. En tales casos se han utilizado modelos de red de seguridad estructural [6] (por ejemplo, en las RTPC de España [8] y de Francia); la evolución de la red sigue esas dos mismas fases.

## 5 Diseño de la red de transmisión

La introducción de la tecnología SDH en la red de transporte significa un paso importante, que sigue la evolución lógica de las redes en comunidades de rápido crecimiento. ALCALA es una herramienta para el diseño de infraestructuras de transmisión y soluciones SDH.

### 5.1 Herramienta de diseño

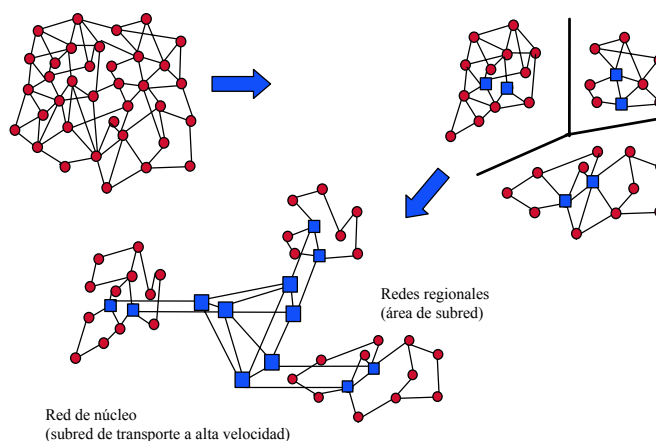
ALCALA utiliza las matrices de circuitos de servicio producidas por ESCORIAL y PREMAT para calcular el diseño topológico de la red física (infraestructura y cables de transmisión). De esta manera, optimiza la asignación del equipo de red SDH: multiplexores de inserción-extracción (ADM), transconectores digitales (DXC), terminaciones de línea óptica (OLT), regeneradores, etcétera. El objetivo es diseñar, optimizar y calcular los costes de las redes de transmisión SDH. Este proceso de planificación se apoya en una metodología desarrollada por Alcatel, en la que el proceso general se estructura en etapas: diseño topológico de la red física, configuración de la red, encaminamiento optimizado por circuitos, dimensionado del equipo, cálculo de costes y análisis de disponibilidad de la demanda [9].

ALCALA diseña redes con gran capacidad de supervivencia, en las que se utilizan redes en anillo equipadas con la protección de conexión de subred (SNCP, *SubNetwork Connection Protection*) y el anillo de protección de secciones múltiples (MS-SPRING, *Multiple Section Protection Ring*), así como redes malladas con diferentes mecanismos de protección y restablecimiento, tales como la diversidad de trayectos, la reserva activa y los trayectos directos. ALCALA genera semiautomáticamente las estructuras en anillo más adecuadas [10], considerando a la vez diversas demandas de velocidad de transmisión. El dimensionado óptimo toma como base un flexible catálogo de equipos de múltiples suministradores.

## 5.2 Evolución de la red de transmisión

En línea con la evolución de la red de conmutación de núcleo, la red de transmisión de larga distancia también se estructurará en dos niveles.

**Figura A4 – Capas de la red de transmisión: redes de núcleo y regionales**



El nivel superior, que concentra el tráfico y requiere mayores anchuras de banda, puede justificar el empleo de estructuras de red en malla o en anillo. La herramienta evalúa en cada caso la red y elige la solución óptima (véase la figura A4).

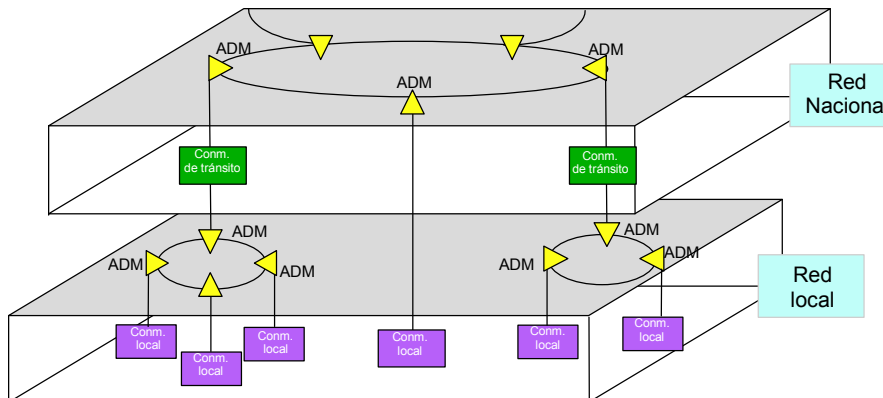
La mejor solución para interconectar los niveles superior e inferior será una red en estrella o en anillo múltiple, o bien una combinación de ambas. La herramienta da soporte a la evaluación y la selección.

El modelo de la herramienta se aplica a la capa física (infraestructura, operadores públicos) y capas de transmisión de la red de tal manera que acomoda el diseño de la red de transmisión a la configuración de la red de conmutación. A modo de ejemplo, la figura A5 ilustra una solución SDH para una red básica de transmisión de anchura de banda relativamente pequeña, que podría servir como jalón inicial para un país en desarrollo. En este caso, podría realizarse la red a base de equipos ADM.

ALCALA da soporte a dos tareas de diseño, siendo la primera la configuración y el diseño topológico. Atendiendo a la configuración de conmutación y a las limitaciones existentes en cuanto a planta exterior, selecciona las estructuras de red adecuadas en malla o anillo múltiple.

La segunda tarea es el dimensionado del equipo SDH y la interconexión a los conmutadores, teniendo en cuenta los sistemas de protección requeridos. Todas las soluciones propuestas se optimizan desde la perspectiva del coste.

Figura A5 – Solución en dos niveles a base de ADM



## 6 Medición y gestión del tráfico

La matriz de tráfico real puede calcularse utilizando las facilidades de medición de tráfico (incorporadas en los nodos de conmutación o en el sistema de gestión de la red). El tráfico ALMA de Alcatel [11] utiliza el sistema de análisis de datos de tráfico (TDAS) para calcular la matriz de tráfico de la red.

El sistema de recogida de datos de tráfico de la red proporciona las mediciones siguientes:

- Flujos de tráfico por central (originado, terminado, entrante, saliente, de tránsito).
- Flujos de tráfico por grupo de enlaces (entrante y saliente).
- Factores de interés de tráfico. Tráfico desglosado por destinos en cada central.

El sistema de análisis y procesamiento de datos de tráfico utiliza estos datos para procesar la información correspondiente a ciertos días del año, o para calcular los valores medios estadísticos a lo largo del año. De ahí se obtienen la matriz real de tráfico punto a punto en la red y la matriz de los factores de interés. Además, el analista de tráfico se vale de las herramientas de previsión que proporciona el sistema de análisis estadístico para prever (en cada zona de tráfico o área de central) el número de abonados y el tráfico total (originado o terminado) para un determinado momento o año en el futuro. Estos datos se utilizan como entrada a PREMATE.

## 7 Ejemplos de redes

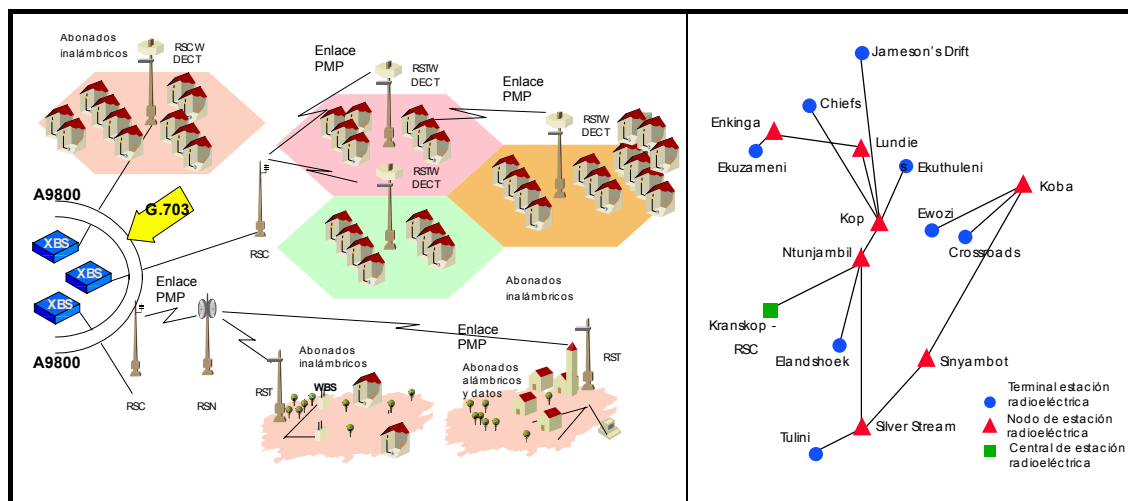
Las nuevas tecnologías están llevando las telecomunicaciones a numerosos países en desarrollo. El primer paso es determinar la solución más apropiada para cada país. La planificación de red de Alcatel puede jugar aquí una baza decisiva, ayudando a los operadores nacionales a elegir correctamente en lo que atañe a la evolución de sus redes de telecomunicación.

Los siguientes estudios de casos prácticos, elegidos entre otros muchos [12], demuestran que Alcatel está ayudando a extender las telecomunicaciones por el mundo entero.

## 7.1 Planificación de redes de acceso en Sudáfrica

En Sudáfrica, se están implantando servicios telefónicos básicos en zonas rurales y pequeñas aldeas por medio de una red superpuesta Alcatel 9800/DECT.

Figura A6 – Solución integrada Alcatel 9800/DECT: diagrama de la zona de Kranskop



Alcatel está suministrando 288 000 líneas de equipo de acceso radioeléctrico al operador sudafricano Telkom. La zona rural de Kranskop (figura A6) se ha elegido como aplicación piloto de la planificación a fin de realizar un ejercicio de ubicación y dimensionado del equipo Alcatel 9800/DECT. Una central (de estación radioeléctrica o RSC) atiende a toda la zona a través de una red de microondas punto a multipunto.

El sistema Alcatel 9800 comprende un controlador de estación de base, un controlador central, 17 estaciones de base distantes, 34 estaciones de base DECT y 500 terminales de red inalámbricos DECT de la primera generación.

En este caso, el planificador utiliza la herramienta SIRENET para diseñar la solución óptima. Las características de esta herramienta incluyen: trazados de la cobertura para redes de uno o múltiples emplazamientos; compatibilidad electromagnética local y análisis espectral; mapas de interferencia, asignación de frecuencias y planificación celular; diferentes modelos de propagación; procedimientos de optimización para ubicación, dimensionado, etcétera, de las estaciones; toda una gama de bases de datos (cartográficas, de frecuencias, equipos, emplazamientos, estaciones, reglamentos).

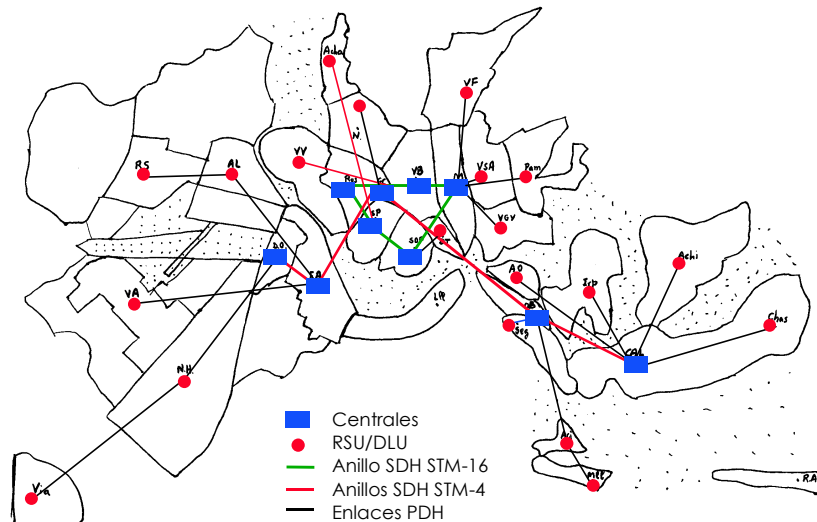
## 7.2 Red de conmutación metropolitana para La Paz

El área metropolitana de La Paz en Bolivia tiene una población de 1,36 millones, con un índice de penetración telefónica del 9%. El operador de telecomunicaciones, COTEL, proyecta digitalizar totalmente la red (el 40% de las líneas son analógicas) y ampliarla para atender un 33% de aumento de la demanda en los próximos 3 años.

La planificación de la red se inició con una previsión a gran escala de la demanda y una caracterización del tráfico para definir los servicios de telecomunicación fijados como objetivo para el año 2000.

El diseño de la red de conmutación condujo a definir una configuración de red en dos niveles con diez conmutadores (tres de ellos nuevos) y una red de acceso compuesta por RSU y DLU (véase la figura A7), más una red de acceso radioeléctrico superpuesta.

Figura A7 – Red metropolitana de La Paz



El diseño de la red de transmisión se concretó en una estructura SDH de triple anillo que interconecta las centrales, y una combinación de la jerarquía digital plesiócrona (PDH) existente y nuevos enlaces SDH para la red de acceso.

Las herramientas de planificación de redes y la experiencia de Alcatel en la materia respaldaron los resultados principales del estudio, que dan soluciones claras a la evolución que el operador de telecomunicaciones desea en su red.

### 7.3 Diseño de una red de transmisión SDH en Bangladesh

Bangladesh es uno de los países más poblados del mundo, con 126 millones de habitantes y una densidad de 875 habitantes por kilómetro cuadrado. Con frecuencia el desarrollo general se ve limitado por factores económicos. Bangladesh tiene un producto interior bruto (PIB) de 265 USD per cápita, una inflación relativamente baja (4%) y un crecimiento anual del 5,7%.

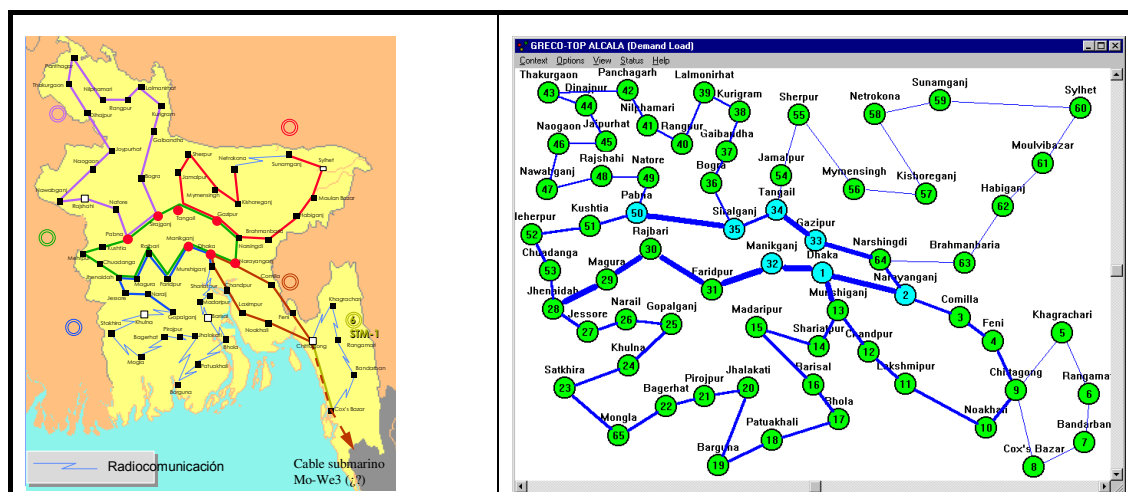
La red de telecomunicación tiene actualmente alrededor de 450 000 líneas instaladas, más de un tercio de ellas suministradas por Alcatel en los últimos tres años. El índice de penetración es solamente del 0,37%. La red de transmisión básica se apoya en enlaces radioeléctricos PDH punto a punto que interconectan más de 100 conmutadores de tránsito y locales.

*Bangladesh Telegraph & Telephone Board* (BTTB) se enfrenta a la tarea ardua y compleja de definir la red futura teniendo presente la evolución de la red, la introducción de nuevos servicios de telecomunicación (móviles, transmisión de datos, Internet, etc.) y los nuevos agentes implicados (privados, fijos y móviles). Cualquier solución deberá proporcionar una red de telecomunicación eficaz que tenga en cuenta las condiciones geográficas locales (numerosos ríos y corrientes surcan el país) y las infraestructuras existentes (equipo instalado, autopistas, puentes u otras).

Uno de los componentes más importantes de la red es la red básica de transmisión. BTTB tomó la decisión estratégica de abandonar la PDH punto a punto y establecer una estructura nacional flexible basada en la tecnología SDH. Hubo que responder a dos preguntas fundamentales: «¿Qué diseño sería el mejor para la red SDH deseada?» y «¿Cuál sería la estrategia de evolución óptima, partiendo de la red de transmisión existente?»



Figura A8 – Planificación de la red básica de transmisión SDH de Bangladesh



Alcatel, principal suministrador de telecomunicaciones a Bangladesh, ha acometido un estudio de planificación para dar respuesta a las dos preguntas anteriores, habida cuenta de la diversidad de factores económicos, geográficos y tecnológicos implicados. El estudio comprendía las siguientes etapas importantes: análisis de la red existente, incluyendo la QoS; recogida y reconstrucción de datos de tráfico; previsión de la demanda; planificación de la evolución de la red de conmutación; diseño de la red básica de transmisión SDH. La planificación y el diseño de la red SDH se realizaron mediante refinadas herramientas de planificación de redes, concretamente, ALCALA. La figura B8 muestra una de las soluciones generadas por ALCALA para su posterior análisis y ejecución.

## 8 Conclusiones

Los operadores de telecomunicación de países en desarrollo se enfrentan al desafío de definir sus necesidades futuras de capacidad de red y servicios. La dificultad del problema se agudiza por el hecho de que muchas de estas redes crecen velozmente. Alcatel ayuda a muchos de estos operadores a que, por un lado, desarrollen soluciones de red que satisfagan sus necesidades inmediatas y, por otro lado, definan estrategias de evolución óptimas.

Unas herramientas de planificación refinadas son la clave para alcanzar estos objetivos. La metodología y la cadena de herramientas resuelven los problemas de análisis de la evolución en las redes de conmutación, transmisión y acceso.

La integración de sistemas de datos de planificación de red y de gestión del tráfico hace posible obtener soluciones prácticas con gran rapidez, asegurando que el proceso de planificación corre parejo con los frecuentes cambios de los requisitos del tráfico o de la red.

## 9 Referencias

- [1] *Telecommunication Planning System for Integrated Design of Modern Networks*, por M. de Miguel, O. González Soto y J.M. Silva, 6º Foro Mundial de Telecomunicaciones, Simposio Técnico, Ginebra, 1991.

- [2] *Planificación de redes competitivas*, por P.A. Caballero y O. González Soto, Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, edición de Telecom 95, 1995.
- [3] *Planificación de redes de acceso: metodología, plataformas y herramientas*, por E. Lafuente y J.L. Roncero, Revista de Telecomunicaciones de Alcatel, 3<sup>er</sup> trimestre de 1996.
- [4] *Multilevel Local Access Network Design*, por A. Nitchiporenko, J. Barbas y A. Marín. 15º Congreso Internacional de Teletráfico (ITC-15), Washington, EE.UU., 1997.
- [5] *Solutions for Telecom Network Evolution to non-hierarchical structures*, por M. De Miguel, A. Nitchiporenko, I. Puebla, 15º Congreso Internacional de Teletráfico (ITC-15), Taller de Ingeniería de Tráfico para países en desarrollo, Washington, EE.UU., 1997.
- [6] *ESCORIAL, the tool for planning advanced National Networks with security*, por M. De Miguel, A. Bartolomé, F. Martín. 13º Congreso Internacional de Teletráfico (ITC-13), Copenhague, Dinamarca, 1991.
- [7] *Some aspects of the dimensioning and optimisation of digital networks in both-way circuits*, por M. De Miguel y F. J. de los Ríos. 10º Congreso Internacional de Teletráfico (ITC-10), Montreal, Canadá, 1983.
- [8] *Evolution strategy of the Telefonica Network*, por J. Linares. NETWORKS'89, Mallorca, España, 1989.
- [9] *Planning of High Capacity Transmission Networks with Flexibility*, por E. Lafuente, C. Alcázar y A. Lardies. NETWORKS'94, Budapest, Hungría, 1994.
- [10] *Efficient Ring Creation Procedure for Design of SDH/SONET Transmission Networks*, por A. Nitchiporenko, A. Mata Rodríguez y J. Yáñez, 5º Congreso Internacional de modelación de sistemas de telecomunicación, Nashville, EE.UU., 1996
- [11] Alcatel 1340, *ALMA-Traffic Management*, Doc. 2580001 (Ed. 02), Alcatel 1997.
- [12] *Planificación de redes en áreas de baja densidad*, por P.A. Caballero, Comunicaciones Eléctricas de Alcatel, 1<sup>er</sup> trimestre de 1995.

## ANEXO 6B

**Ejemplo de estrategia para la planificación de una infraestructura de información local**

Una característica común de los países en desarrollo es que la carencia de estrategias determina una planificación descoordinada en lo que se refiere al desarrollo de infraestructuras de telecomunicación, y especialmente a la introducción de nuevos servicios. Son varias las razones: falta de recursos financieros, escasez de personal con cualificación suficiente, reglamentaciones imprecisas que, sobre todo para los servicios nuevos, no tienen posibilidad alguna de cumplir las normas internacionales y, por herencia histórica, son monopolio del PTO titular.

Es muy difícil definir el concepto de Sociedad de la Información (IS), y más todavía en los países en desarrollo. Las situaciones descritas se transforman de diferente manera en marcos estratégicos y políticos, dependiendo de cada caso particular. Está claro que en estos países no puede ahora pensarse en una rápida integración en la IS. Sin embargo, es oportuno plantearse la definición de una estrategia que, en alguna etapa de realización posterior, facilite tal integración. La implantación de una infraestructura local de información (LII) juega un papel muy destacado en dicha estrategia nacional de IS. Su consideración implica el análisis de varios elementos componentes:

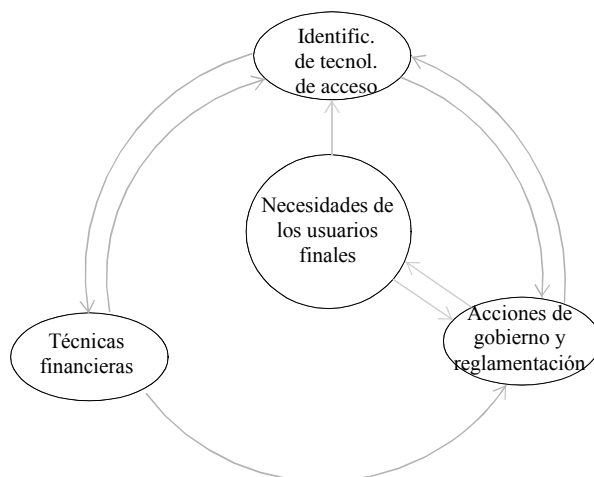
- situación actual en la red de núcleo (segmento de núcleo),
- situación actual en la red de acceso (segmento local),
- peticiones de nuevos servicios,
- tecnologías disponibles,
- recursos humanos para aplicación de las nuevas tecnologías,
- posibilidades financieras.

Sobre la base de este análisis, debe perfilarse una estrategia adecuada para construir una infraestructura local de telecomunicaciones capaz de sustentar aplicaciones IS en países en desarrollo. Tal estrategia se compondría de los siguientes segmentos principales, correlacionados mutuamente como se ilustra en la figura B1:

- 1) reconocimiento de las necesidades de los usuarios finales;
- 2) acciones de gobierno y reglamentación para crear un entorno favorable a la IS;
- 3) identificación de la tecnología de acceso apropiada;
- 4) adopción de las técnicas financieras necesarias para las nuevas inversiones.

La estrategia se inscribirá en una política estatal general relativa a otros aspectos de la instauración de la IS que deban ser gestionados institucionalmente.

Figura B1 – Segmentos de la estrategia LII



## Elementos de la estrategia LII

### 1 Necesidades del usuario final

Es bien sabido que la mayoría de los usuarios de telecomunicación de los países en desarrollo se orientan a los servicios de voz, y todavía no tienen experiencia en el uso y tratamiento de otros tipos de información. No obstante, se va extendiendo el empleo de computadores entre los abonados telefónicos actuales, y se establecen numerosas empresas de pequeño y mediano tamaño que utilizan sistemas de información para sostener su actividad, lo cual plantea nuevas exigencias a todos los involucrados en la prestación de un servicio. Lo que esperan estos nuevos tipos de usuarios es:

- un fácil acceso a la información, programas recreativos, oportunidades educativas y comunicación;
- unas comunicaciones más económicas;
- la posibilidad de elección entre diferentes proveedores de servicios y contenidos;
- por último, que fuera de las líneas arrendadas haya otras opciones de acceso a la infraestructura nacional de información (NII) e incluso a la infraestructura mundial de información (GII).

De este modo, los usuarios estarían inscritos en un entorno de decisiones y soluciones elaboradas por gobiernos, entidades reglamentadoras y operadores, además de proveedores de servicios y contenidos. Por consiguiente, la estrategia para iniciar la implantación de la LII debe incorporar los conocimientos y experiencias sobre la conducta y las necesidades del usuario, así como las motivaciones que le hacen desear la LII. Esto proporcionará información sobre posibles bases de abonados, atractivos de los diferentes servicios y aspectos económicos de las necesidades del usuario. Asimismo permitirá una exacta comprensión de las posiciones del usuario, y servirá como soporte y guía de otros segmentos de la estrategia.

## 2 Función del gobierno y de la entidad reguladora

Los gobiernos de los países en desarrollo deben ver en el proceso de implantación de la sociedad de la información una oportunidad de modificar la estructura económica de sus respectivos países. En primer lugar, tienen que comprender que el paradigma económico de la IS obedece a sectores de gran riqueza en conocimientos que utilizan directamente tecnologías de la información y la comunicación. Es, por tanto, necesario que el gobierno intensifique las actividades de promoción de esas industrias multimedios, capaces de atraer inversiones y de crear empleo. Además, estimular el desarrollo del mercado es condición previa esencial para este proceso cuya iniciación corresponde al gobierno.

Para lograr estos objetivos, el gobierno tiene que definir su propia política nacional en materia de infocomunicación, sobre la base de:

- estimular las inversiones del sector privado;
- promover la competencia;
- crear un entorno reglamentario flexible con un reglamentador independiente;
- promover una estrategia de obligación de servicio universal (USO, *Universal Service Obligation*).

El último requisito es de especial interés para los países en desarrollo. Habitualmente, el acceso universal se entiende como una obligación impuesta al PTO para proporcionar acceso telefónico a todo el que lo solicite, con la misma tarifa de acceso en cualquier lugar del país y durante el mismo periodo de tiempo. El papel del reglamentador consiste en garantizar esa obligación. Por otra parte, el reglamentador debe estar enterado de las necesidades de los nuevos usuarios y de los posibles cambios a introducir hacia una nueva definición de «servicio universal» que admita servicios avanzados para aquellos usuarios que puedan pagarlos.

Por tales motivos, la plena comprensión de los siguientes conceptos ayudará a perfilar una táctica adecuada para implantar el servicio universal y la obligación de servicio universal:

- las necesidades de clientes o comunidades en materia de infocomunicación,
- los medios de satisfacer esas necesidades con nuevas soluciones técnicas y de servicio,
- la validación del uso al que se destinan las comunicaciones,
- la infraestructura (actual o nueva) que va a soportar los servicios de infocomunicación,
- la secuencia y el momento oportuno para proporcionar el nuevo tipo de acceso universal a los servicios avanzados.

Dependiendo de la situación del país, el enfoque dado a la admisión de nuevos usuarios a nivel local puede variar desde una obligación de servicio universal estricta a ninguna obligación en absoluto.

Aparte de ello, al reglamentador le incumben otras tareas orientadas a la preparación de un entorno adecuado para la promoción de la IS y su implantación desde el nivel local al nacional. Éstas son:

- creación de un marco reglamentario flexible que facilite la entrada de nuevos operadores de red,
- promoción de acceso a los servicios de infocomunicación mediante una política de tarifas apropiada,
- preparación de normas para facilitar la modernización de redes y servicios tendente a la implantación de una nueva infraestructura de información local (LII) o nacional/mundial (GII),
- aplicación de principios contractuales entre los asociados interconectados en caso de una estrategia multired en el bucle local.

### 3 Identificación de la tecnología de acceso

Es bien sabido que las aplicaciones IS, aun siendo cada vez más fáciles de utilizar, requieren más anchura de banda. Incluso en los países desarrollados esto representa una seria limitación, puesto que las redes apenas pueden satisfacer las crecientes demandas de anchura de banda por parte de los usuarios finales para el acceso local. Naturalmente, el problema señalado podría utilizarse en los países en desarrollo para mejorar la estrategia de escalonamiento que hoy predomina. Se ahorrarían así etapas enteras de desarrollo de red local para establecer una infraestructura adecuada, evitando retrasos innecesarios.

El cuadro B1 ilustra diversas redes de acceso, actualmente existentes para el acceso digital (de datos) a velocidad elevada (gran anchura de banda). Durante largo tiempo, los módems analógicos han sido la única solución disponible para acceder a las redes básicas. Por lo que a los países en desarrollo se refiere, esta tecnología sigue siendo la más generalizada. Afortunadamente, los módems han aumentado su velocidad, aproximándose a 56 kbit/s en sentido de ida y 33 kbit/s en sentido de retorno, siendo todavía los módems de 34 kbit/s los que predominan en el acceso distante por marcación.

No obstante, en los años más recientes han aparecido nuevas tecnologías que proporcionan acceso de alta velocidad en dúplex total a velocidades de varios megabit por segundo y que ofrecen nuevas oportunidades, sobre todo a los países en desarrollo. Son éstas las redes xDSL, de módems de cable, diversas redes ópticas, inalámbricas y por satélite. El cuadro B1 señala asimismo las velocidades típicas obtenidas utilizando diversos tipos de redes de acceso.

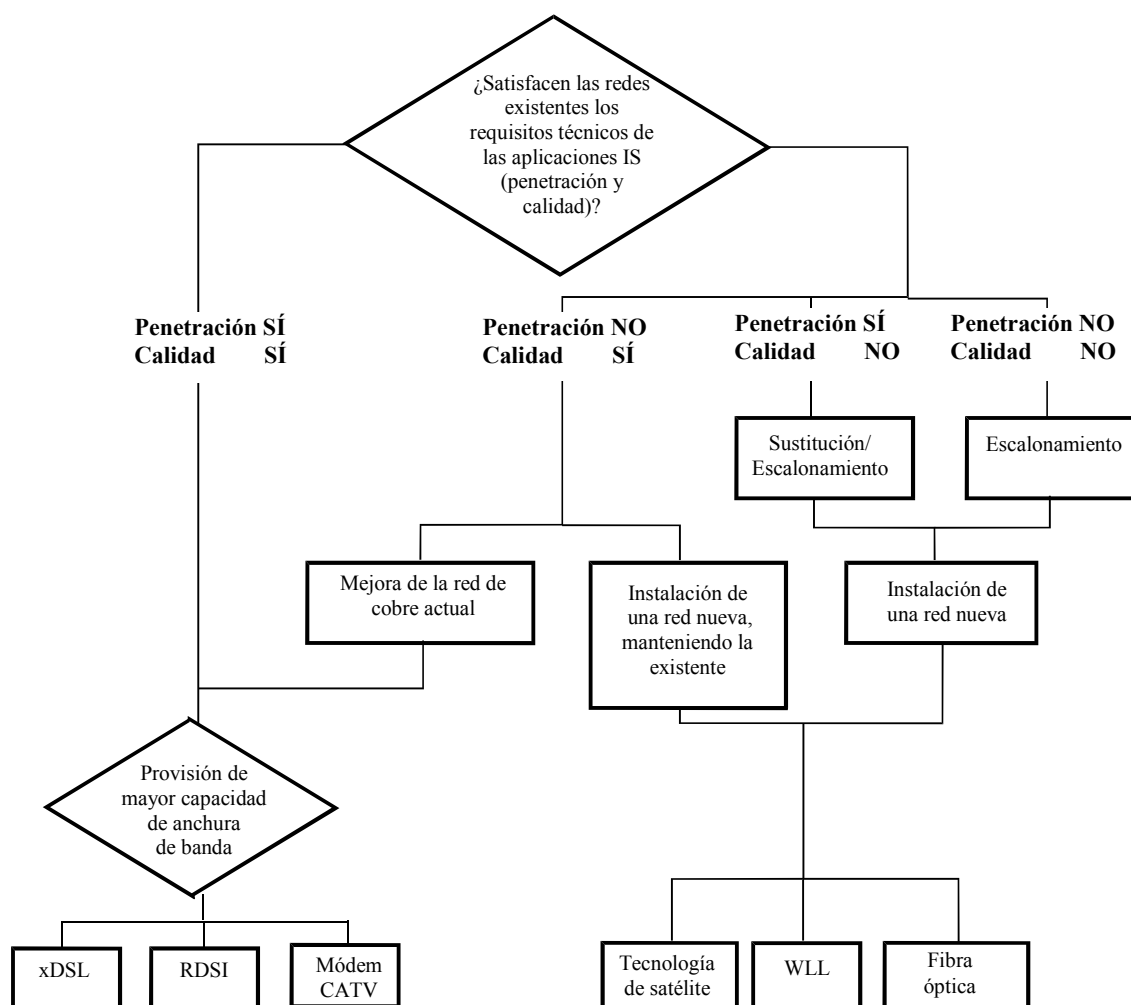
**Cuadro B1 – Características de las diferentes tecnologías de acceso**

Tecnología de acceso		Servicios prestados		
		Voz	Datos	Vídeo
Marcación a RTPC + módem		1 canal	9,6 kbit/s a 33,6 kbit/s	Movimiento lento
RDSI-BA		1 canal	64 kbit/s o 128 kbit/s	Videoconferencia
Módems de cable		Posible	2 Mbit/s a 10 Mbit/s (unidireccional)	Difusión
xDSL	HDSL	30 canales	2 Mbit/s	Videoconferencia
	ADSL	1 canal	640 kbit/s en retorno 6 Mbit/s en ida	A la carta
Fibra óptica		hasta 100 000 o más canales	hasta 10 Gbit/s	TVAD múltiple, interactiva
Inalámbrica		Variable	hasta 128 kbit/s	Dependiente del tipo
Satélite		Dependiente del tipo (128 kbit/s a 40 Mbit/s)		

Es obvio que las tecnologías de acceso pueden clasificarse en dos categorías, alámbricas e inalámbricas. Cada una de ellas es susceptible de analizarse por separado desde la perspectiva de los requisitos, recursos y disponibilidad específicas de los países en desarrollo. Con miras a elegir una tecnología de acceso capaz de afrontar los retos que implique la realización concreta, se han de considerar los siguientes criterios:

- estructura de red ya existente (de núcleo y local);
- demanda de servicios;
- costes de ejecución;
- capacidad de suministrar servicios en banda ancha;
- complejidad tecnológica de la red de acceso;
- calidad de funcionamiento de los servicios ofrecidos por cierta tecnología de acceso;
- facilidad de planificación;
- facilidad de crecimiento de la red mediante la modularidad;
- facilidad de acceso desde el lado del usuario final.

**Figura B2 – Algoritmo para identificación de la tecnología de acceso apropiada**



Se da una notable correlación entre la elección de la tecnología de acceso y otros segmentos de la estrategia LII, lo cual dificulta aún más la elección. No obstante, aplicando determinados criterios, la comparación de todas las soluciones alámbricas e inalámbricas pertinentes demostrará que algunas de ellas presentan significativas ventajas en el caso de los países en desarrollo. Por ejemplo, el bucle local inalámbrico (WLL) constituye una de las nuevas posibilidades más adecuadas para el suministro de aplicaciones IS de banda ancha a los usuarios finales, de manera rápida y económica. Sus ventajas pueden resumirse así:

- menores inversiones iniciales,
- costes de operación más reducidos,
- gama de arquitecturas más amplia sobre plataforma única,
- instalación más rápida,
- mayor flexibilidad de la red.

La figura B2 ilustra un algoritmo basado en criterios de calidad técnica que puede utilizarse en el proceso de identificación de las tecnologías de acceso apropiadas, teniendo en cuenta que en las redes locales existentes predominan los servicios vocales. El algoritmo propuesto incluye todos los escenarios posibles y podría ser de gran ayuda para encontrar una solución óptima y gestionar la modernización de la red.

#### **4 Aplicación de técnicas financieras**

Es un hecho que se necesitará una inversión de insólita cuantía, incluso para la primera etapa del establecimiento de la IS en los países en desarrollo. Aunque los gobiernos de estos países todavía mantengan en su poder una parte notable de los medios de infocomunicaciones existentes, las inversiones financiadas por ese medio no hacen sino disminuir. Por consiguiente, hay que encontrar nuevas maneras de obtener el capital necesario. Esencialmente, el éxito de este proceso dependerá en primer lugar de los fundamentos comerciales y de las condiciones económicas del mercado, y en segundo término de las técnicas y estructuras innovadoras de la financiación. Es posible utilizar diversas técnicas para la financiación de proyectos, orientadas principalmente hacia la participación de capital del sector privado. Éstas son las siguientes:

- empresas mixtas;
- BLT (construcción-arriendo-transferencia), particularmente aplicable a proyectos que comprenden ampliaciones de las redes existentes;
- BOT (construcción-explotación-transferencia), con posibilidades de ceder la propiedad del proyecto a otro propietario local;
- financiación por el suministrador, utilizada para los equipos;
- deuda a interés elevado, adecuada para inversores institucionales en mercados de alto riesgo.

Este desvío de los tradicionales operadores del sector público y fondos estatales, exige que los gobiernos de los países en desarrollo se responsabilicen de suprimir cualquier restricción actual que pudiera limitar la plena rentabilidad de las nuevas disposiciones financieras. Para atraer la financiación del sector privado, el gobierno tiene por tanto que garantizar:

- una economía abierta y estable;
- un marco de reglamentación que reduzca la incertidumbre para los inversores;



- una verdadera competencia al nivel local, así como en los niveles superiores de la red;
- un procedimiento competitivo de concesión de licencias;
- una política de tarifas adecuada.

Queda claramente de manifiesto que este segmento de la estrategia LII depende acusadamente de las acciones gubernamentales y reglamentarias realizadas para fomentar su establecimiento. Por otra parte, el éxito en la obtención del capital necesario determinará las posibilidades de implantación de la tecnología de acceso elegida con arreglo a criterios de calidad técnica de funcionamiento.

### **Bibliografía**

M. Pejanovic, N. Gospic, «*Strategy for implementation of Local Information Infrastructure*», Cumbre del Desarrollo, TELECOM 99, Ginebra.



## CAPÍTULO 7

### 7 Aspectos de recursos humanos

#### 7.1 Introducción

El presente capítulo se centra en aspectos importantes de la gestión de recursos humanos (GRH) relativos a organización, dotación de personal y capacitación, de gran incidencia en la introducción de nuevas tecnologías y servicios, y en encajar estos temas en el amplio contexto de una reforma general de las estructuras en el sector de las telecomunicaciones.

Los responsables de gestionar los recursos humanos se enfrentan al reto fundamental de que el proceso de modernización, ya no sólo técnico sino comercial, organizativo y administrativo, puede originar cambios en todos los niveles de la organización que hayan de asimilarse en plazos demasiado breves para el grado de inercia existente.

#### 7.2 Organización

En el contexto de la organización general, la cultura en materia de gestión de la entidad de telecomunicaciones y su estatuto legal tienen gran importancia. Numerosos países en desarrollo están transformando su sector de telecomunicaciones, pasando de monopolios de servicio público a organizaciones orientadas al cliente, explotadas comercialmente.

La presión para emprender esta reforma estructural crece con la introducción de nuevas tecnologías y servicios. La razón es que se necesita flexibilidad de decisiones y sensibilidad al entorno de mercado, cualidades no muy frecuentes en organizaciones explotadas según la línea tradicional de los servicios públicos.

##### 7.2.1 Mejora de la orientación del mercado

Para introducir con éxito nuevos servicios es esencial reconocer la importancia de una correcta planificación y configuración del mercado, y la consecuencia en términos organizativos es la creación de una dirección o departamento de mercados. La función de análisis de mercado pretende asegurar que se satisfagan las necesidades del cliente con servicios ya existentes o en proyecto, y tiene como principales responsabilidades la investigación de mercados, el desarrollo, la fijación de precios y la promoción de servicios para los nuevos productos.

El concepto de gestión por cuentas es importante para mejorar la orientación al mercado. Anteriormente, el equipo de ventas se organizaba con arreglo al producto o al servicio. Este enfoque presentaba la innegable ventaja de que los vendedores podían conocer muy bien sus productos. Sin embargo, desde la perspectiva del cliente se percibían claros inconvenientes: los clientes de múltiples servicios tenían que tratar con varios vendedores diferentes, y éstos podían competir en dar satisfacción a los deseos del cliente sin tener una idea global de lo que realmente necesita.

La gestión por cuentas pretende superar estos problemas designando un gestor responsable de cuenta como punto de contacto primario para el cliente. Los gestores de cuentas tienen encomendados segmentos específicos del mercado (banca, transporte, viajes, etcétera), y llegan a conocer bien las actividades del cliente y sus necesidades generales de comunicación. Pueden establecer una estrecha relación profesional con los clientes y ayudarles a encontrar soluciones a sus problemas de telecomunicaciones.

Otras unidades organizativas requieren también un cambio de enfoque para atender mejor al cliente. El personal de operación y mantenimiento en contacto con los clientes debe acostumbrarse a su presencia y reconocer la importancia de sus interacciones. Las posiciones de ayuda y los centros de atención al usuario mejoran aún más la capacidad de la organización para responder a las necesidades de sus clientes.

### 7.2.2 Precisión del enfoque empresarial

La idea de organizar la función de gestión empresarial según las líneas de productos va ganando aceptación entre las administraciones de telecomunicación. Cada producto (servicio) está a cargo de un gestor de producto individual, responsable de todos los aspectos que se conjugan en el mercado. Este concepto se aplica tanto a los servicios nuevos como a los existentes, y expresa con nitidez el interés de la empresa en cada servicio. Está claro que si el personal de ventas (y quizás también el de instalación y mantenimiento) está organizado por segmentos de mercado, se requiere una estructura de gestión matricial que admita ambas orientaciones, por mercado y por productos.

### 7.2.3 Perspectivas por sexos

Es importante asegurar que se tengan en cuenta los intereses femeninos al preparar la introducción de nuevos servicios. Las estrategias de desarrollo de mercado a largo plazo deben considerar que las mujeres forman un grupo de posibles consumidores de las tecnologías de información y comunicación (ICT, *information and communication technologies*), con unas necesidades específicas. Las organizaciones que logren dar respuesta a todos los consumidores, hombres y mujeres por igual, alcanzarán sus objetivos comerciales y contribuirán al desarrollo humano sostenible.

Reconociendo que cualquier política, programa o proyecto afecta de diferente manera a hombres y a mujeres, debería realizarse un análisis separado por sexos en las primeras etapas de realización del proyecto o programa, e integrar sus resultados en la planificación correspondiente.

El uso de aplicaciones y redes ICT en nuevas combinaciones proporcionará a las mujeres unos servicios de información y comunicación asequibles. Los telecentros, los centros comunitarios polivalentes y los quioscos son buenos ejemplos que ofrecen servicios mediante programas de acuerdo cooperativos, microcréditos o iniciativas de tipo empresarial.

Deberían promoverse medidas especiales en materia de formación, junto con políticas de creación de empleo, para estimular y facilitar la participación femenina en el sector ICT, y mejorar las posibilidades generales de impulsar por igual el desarrollo de personal femenino y masculino.

## 7.3 Efecto de las nuevas tecnologías en la dotación de personal

La modernización tecnológica suele conducir a una reducción de la plantilla de personal requerida para explotar y mantener las redes de telecomunicaciones, y por otro lado las nuevas tecnologías exigen un nivel de especialización más elevado.

La planta exterior quizás sea la actividad que tradicionalmente ha consumido más horas de trabajo en las organizaciones de telecomunicación. Sin embargo, la introducción de nuevas tecnologías y métodos de trabajo asociados está teniendo una gran repercusión en esta esfera. El diseño asistido por computador (CAD) y el sistema de gestión de líneas (LMS) informatizado reducen radicalmente la plantilla necesaria para las funciones de planificación y registro de la planta. La organización de mantenimiento puede también aligerar su dotación, pues los enlaces troncales y locales de fibra óptica y los cables primarios y secundarios rellenos de gelatina son mucho más fiables que las tecnologías a las que reemplazan.

En sistemas de transmisión y conmutación, puede aumentarse enormemente la eficacia de la red mediante la utilización de la jerarquía digital síncrona (SDH) y el desarrollo de las tecnologías de la red de gestión de telecomunicaciones (RGT) para la comprobación y supervisión a distancia de los elementos de red. Paralelamente, al centralizarse la comprobación y el control se reduce el número de expertos requerido, y ello tiene especial importancia ante la escasez de ingenieros de alta cualificación.

A nivel básico, el personal de operación y mantenimiento que necesitan los equipos utilizados en los nuevos servicios se cuantifica atendiendo a los métodos de trabajo previstos, la experiencia de otras administraciones y/o la experiencia del suministrador del sistema.

Generalmente se cree que la introducción de nuevas tecnologías y servicios destruye empleo. A menudo esa idea da pie a una oposición laboral, y a veces política, a los cambios. Interesa señalar que surge un prejuicio similar cuando se contemplan reformas que presuponen la liberalización.

La realidad, no obstante, es que la relación entre estas dos variables (nuevas tecnologías y servicios, nivel de empleo) es compleja e involucra una serie de factores correlacionados positiva o negativamente. Dado que la aparición de estos factores suele ser más o menos simultánea, resulta difícil aislar su verdadera repercusión. Sólo ahora, empezamos a obtener datos y hechos que nos ayudan a comprender esta compleja relación y sus implicaciones.

**Por una parte**, ciertos factores claramente guardan una correlación negativa. La modernización tecnológica suele originar una reducción del número de personas necesarias para operar y mantener redes de telecomunicaciones, mientras que las nuevas tecnologías requieren especializaciones nuevas y personal más cualificado. También se reducirá el personal requerido para funciones de planificación y registro de la planta. La centralización de la comprobación y el control que aporta la nueva tecnología permite además reducir el nivel del personal a cargo de tales funciones.

Por añadidura, numerosos operadores titulares han utilizado las nuevas tecnologías como una herramienta para reelaborar sus procesos y suprimir tareas y actividades que no añadían valor alguno a los ojos de los clientes o usuarios. Esta nueva ingeniería, a menudo en paralelo con las actividades ya señaladas, claramente da lugar a un exceso de personal.

En nuestra comparación, cuando se introdujeron reformas sectoriales que incluían la liberalización, en general disminuía el nivel de empleo del operador titular, al menos inicialmente, puesto que su única posibilidad era perder parte de su histórica cuota de mercado del 100%.

**Por otra parte**, hay factores con una clara correlación positiva. Las nuevas tecnologías (como la celular y la PCS), por cuanto implican el diseño y la construcción de nuevas redes, generan empleo en casi todos los departamentos de explotación.

En nuestra comparación, cuando se introducen reformas sectoriales que incluyen la liberalización, el empleo creado por los nuevos competidores también contribuye positivamente –los hechos lo demuestran– al nivel de ocupación del sector.

Además, y este fenómeno todavía está en pañales, la implantación de nuevas tecnologías y servicios también hace crecer el empleo en otros sectores y componentes de la sociedad.

Los datos publicados casi todos los meses demuestran que el efecto neto total de los factores correlacionados positiva y negativamente es un crecimiento del empleo, tanto en los países en desarrollo (por ejemplo, Chile, Filipinas, China, Malasia, Viet Nam, Colombia, etc.) como en los desarrollados (Canadá, EE.UU., Noruega, Suecia, entre otros), siempre que persigan estos objetivos políticos y de explotación.

Como ejemplo, el operador titular de Canadá (Bell Canada) ha reducido su nivel de empleo en casi un 40% en los últimos años. Cabe señalar que estas reducciones en ningún caso procedían de despidos, sino de acuerdos de jubilación anticipada. Pero las nuevas tecnologías y servicios, así como la introducción de liberalización, produjeron un incremento neto del empleo en el sector. Bell Canada tiene hoy más de 150 competidores, que dan trabajo a canadienses. Las compañías celulares también generan empleo. Las nuevas concesiones de licencias PCS darán lugar a la creación de 12 000 nuevos puestos de trabajo en Canadá, y como resultado de las nuevas tecnologías y servicios aparecen nuevas ocupaciones en otros sectores de la economía canadiense.

Los hechos y datos demuestran hoy que la introducción de nuevas tecnologías y servicios (así como la reforma del sector) es netamente positiva en el nivel total de ocupación en una economía.

Sin embargo, se aprecia generalmente que el efecto de los factores de correlación negativa precede al de aquellos otros de correlación positiva. Las economías de menor peso tienen que poner mayor cuidado en elegir los momentos políticamente oportunos. Este fenómeno obliga a los políticos y operadores a afrontar importantes retos en su gestión. Por ejemplo, cómo reducir al mínimo los efectos negativos a corto plazo al tiempo que se consiguen beneficios máximos para el bienestar general de todo el país.

#### **7.4 Capacitación en nuevas tecnologías**

La capacitación en nuevas tecnologías y servicios se incluye normalmente en los contratos de suministro de equipos que aportan esa tecnología; por su parte, la administración debe asegurarse de que sea apropiada para sus necesidades e integrar los módulos específicos en los programas de desarrollo del personal de la organización.

Si bien es cierto que la capacitación en la sede del suministrador puede traer cuenta cuando el número de sujetos a capacitar es pequeño, la capacitación *in situ* normalmente dará mejor rendimiento económico. Además, la organización podrá de este modo asegurar que más personas tengan acceso a la formación impartida, así como controlar mejor el proceso entero para cerciorarse de que los cursos de capacitación cumplan los objetivos enunciados. Puede haber «lagunas» en los conocimientos básicos de los empleados que reciben la instrucción, y ello puede identificarse y remediarse con más facilidad si la capacitación es local. Análogamente, cualquier problema de idioma puede solventarse mucho mejor.

Invertir en la formación de instructores del propio operador y en equipos de capacitación especializados (por ejemplo, una central de adiestramiento) debería también ser prioritario, puesto que garantiza la posibilidad de renovar las técnicas que se enseñan y de capacitar adecuadamente nuevos técnicos en el futuro. Además, este enfoque permite a la Administración acomodar mejor la actividad de capacitación a las necesidades más generales de desarrollo del personal, ofreciendo posibilidades tales como cursos panorámicos para responsables técnicos y cursos de valoración técnica destinados a personal no técnico. Tal vez se considere deseable reducir a medio o largo plazo la dependencia del suministrador del equipo.

#### **7.5 La gestión del cambio**

La modernización sigue siendo una fuerza impulsora de las organizaciones de telecomunicación. Pero por sí sola ya no es suficiente para garantizar el éxito de la organización, a menos que traiga consigo cambios orientados a satisfacer mejor al cliente. Por eso, en las entidades de telecomunicación actuales, no sólo han de modernizarse sistemas y procedimientos a compás de la evolución tecnológica, sino que se ha de insistir más en la remodelación de sistemas y en los procedimientos que atañen al servicio prestado al cliente, la gestión de la calidad, el control de gestión, etcétera, en los que necesariamente intervienen todas las áreas de la organización.

Es tal la magnitud del cambio que el recurso humano no puede ya relegarse a un nivel secundario, subordinado a los aspectos financieros, técnicos y de explotación. La gestión de recursos humanos debe adoptar un enfoque estratégico para garantizar que la base de especializaciones de la organización se readapta continuamente en línea con las cambiantes necesidades. Esta actividad ha de ser continua, no limitada a un ejercicio de renovación de ingeniería.

A su vez, esto exige elevar el nivel del proceso de planificación de la plantilla de personal. Comenzando con un inventario de los recursos humanos existentes y una visión de la organización deseada que satisfaga los nuevos objetivos propuestos, y distinguiendo factores en aspectos tales como jubilaciones, renunciaciones, ascensos, etcétera, lo que se pretende es planificar la reorientación óptima del recurso humano a través de la organización entera.

Para que tengan éxito los cambios propuestos, se ha de encontrar el modo de reconciliar los objetivos de la empresa con los objetivos de realización personal del trabajador. Obviamente, los aspectos de redistribución y posibles excedentes de personal son de inmensa importancia para los empleados, y es preciso utilizar hábilmente los sistemas de comunicación para que el personal se sienta plenamente informado de los planes de la dirección, a salvo de rumores e informaciones tendenciosas. Deben subrayarse los aspectos positivos de los cambios para el personal y dejar bien sentado que la dirección les va a dar oportunidades de prepararse adecuadamente por medio de capacitación y desarrollo. En este contexto, los objetivos son los siguientes:

- animar a quedarse a las personas capaces y motivadas;
- proporcionar, mediante cursos de capacitación o perfeccionamiento, el necesario apoyo a los empleados que deseen trabajar y adaptarse al cambio;
- deshacerse de las personas que han demostrado ser una carga en la organización.

Los mecanismos para tratar los casos de personas sujetas a redistribución, capaces de actualización, o no recuperables, dependen en gran medida del estado legal y contractual de los empleados y de las normas culturales en el seno de la organización y en la comunidad exterior. Lo más importante siempre es que la dirección se muestre abierta para dar información y sea coherente en el tratamiento de los individuos; deberá haber transparencia en el tratamiento del cambio organizativo.

## **7.6 Actividades de la UIT relacionadas con el desarrollo de los recursos humanos**

### **7.6.1 Introducción**

El principal objetivo de la UIT en desarrollo de recursos humanos (DRH) consiste en ayudar a los países en desarrollo a que establezcan capacidad institucional y organizativa a través de la gestión y el desarrollo de los recursos humanos y de actividades de desarrollo orgánico. En tales actividades se utilizarán y probarán técnicas modernas como el aprendizaje a distancia, la capacitación por computador y la telecapacitación, con miras a aumentar la eficacia, reducir los costes y reflejar objetivos de desarrollo en cuanto al acceso y al género.

La transferencia de conocimientos se ha de apoyar en la capacitación, fortaleciendo los centros nacionales y regionales para asimilar nuevas tecnologías, a través de los Centros de Excelencia (con capacidad de difusión), las asociaciones con entidades educativas, la atención a temas de interés como la gestión del espectro, las técnicas de gestión modernas, y la formación de gestores y directivos para adaptarse al cambiante entorno reglamentario y comercial. Se incluye aquí la capacitación para definir casos comerciales, gestionar el proceso de reforma sectorial e introducir nuevos servicios y técnicas de mercado.

La asistencia en GRH/DRH a organizaciones de telecomunicación y radiodifusión, incluye el envío de expertos en misiones breves, un centro de formación virtual, análisis de las necesidades de capacitación, estudios de viabilidad, diseño y preparación de los documentos de proyectos, modelos, directrices y herramientas para aplicaciones prácticas, ayudas a la financiación y apoyo profesional para la realización.

Hoy día la UIT se dedica intensamente a actividades de aprendizaje electrónico (*e-learning*). Como ejemplo, el Simposio Mundial de Teleeducación para países en desarrollo que organizó la UIT en Manaus, Brasil. En los próximos años se espera celebrar simposios similares y otras actividades relacionadas con «DRH electrónico».

### 7.6.2 Centro de formación virtual

La división de desarrollo de recursos humanos (DRH) de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) comenzó a utilizar tecnologías de aprendizaje a distancia ya a finales de los ochenta. El Teleproyecto nació a principios de los años noventa. En aquel momento, el proyecto era esencial para utilizar la tecnología informática así como las redes de comunicación en los cursos de capacitación en telecomunicaciones destinados a los países en desarrollo. A través de una línea telefónica y un módem, el Teleproyecto prestó soporte desde la Sede de la UIT en Ginebra a sesiones de capacitación en presencia física.

La experiencia positiva del Teleproyecto así como la aparición de Internet condujeron al establecimiento del centro de formación virtual (VTC) de la UIT en 1995. **Este Centro es actualmente la plataforma de todas las actividades de enseñanza electrónica en la BDT.** Otras actividades y proyectos de DRH utilizan la plataforma VTC para sus actividades de aprendizaje a distancia.

El centro de formación virtual es conceptualmente un centro de capacitación que ofrece sus servicios en directo, o en otras palabras, **un centro de capacitación en la autopista de la información.**

El paradigma del VTC es una instrucción en línea, completada y reforzada adecuadamente con mecanismos de distribución más tradicionales, según se necesite. Las decisiones sobre las soluciones reales a aplicar se basan en factores como la disponibilidad del material, el estado de las infraestructuras en la organización receptora, y las peculiaridades culturales locales.

Varios servicios del VTC se prestan gratuitamente, por ejemplo el material y noticias de capacitación existentes en la Biblioteca, y el acceso a la información sobre material y servicios comerciales de capacitación disponible en el Almacén de Recursos. Ciertos servicios y materiales se facilitan gratuitamente a los miembros de la UIT por acuerdos especiales: entre otros, las series «The Telecommunications Manager» de CBT (capacitación por computador), y un curso sobre gestión del espectro y planificación de frecuencias para radiodifusión. Otros servicios y materiales se adquieren comercialmente de terceros asociados del VTC.

El VTC proporciona los servicios siguientes:

- acceso a la información (por ejemplo, material y cursos disponibles, enlaces a los proveedores de servicios, etc.),
- acceso al material destinado a capacitación (a través de la biblioteca y el almacén de recursos),
- enseñanza a distancia y participación en aulas virtuales,
- servicios de consulta a distancia,
- funciones administrativas (registro, pagos, etc.).

Los principales componentes del VTC son la **biblioteca**, el **almacén de recursos** y las **aulas virtuales** en las que tienen lugar las actividades de capacitación en línea.



En la **biblioteca virtual** se puede explorar y descargar todo el material destinado a enseñanza disponible gratuitamente en el VTC.



Actualmente, se incluyen ahí:

El **Human Resources Development Quarterly** (Boletín trimestral de desarrollo de recursos humanos), publicado por la división de gestión de recursos humanos/desarrollo de recursos humanos de la UIT.

Un servicio de investigación y orientación sobre tecnologías de telecomunicación avanzadas, proporcionado por el *Institute for Telecommunications Studies* de la Universidad de Ohio.

**Web ProForums**, una valiosa colección de guías sobre tecnologías de telecomunicación avanzadas proporcionada por el *International Engineering Consortium*, [www.iec.org](http://www.iec.org).

El Catálogo internacional de recursos de capacitación **publicado por la UIT**, incluye cursos de aprendizaje a distancia, cursos de capacitación de base tecnológica (TBT), material de enseñanza tradicional y oportunidades de capacitación (cursillos, seminarios, etc.).

El Directorio mundial de centros de capacitación en telecomunicaciones, **publicado por la UIT**.

Se ruega consultar asimismo la Biblioteca del VLC para encontrar material suplementario de capacitación gratuito.

En el **Almacén de Recursos** del VTC se pueden explorar bases de datos que proporcionan información sobre cursos y materiales al respecto, tanto tradicionales como tecnológicos, así como centros de formación y proveedores de servicios.

En este momento, el Almacén de Recursos solamente da información sobre el material comercial existente. En el futuro, los usuarios podrán pedir elementos directamente desde su posición de trabajo a través de dicho Almacén de Recursos.

Los proveedores de material de formación y los proveedores de cursos podrán anunciarse gratuitamente en el Almacén de Recursos del VTC, siempre que esta información sea de interés para los presuntos usuarios del VTC y se presente en el formato apropiado.

Las **Aulas Virtuales** constituyen el entorno real en el que se imparte la instrucción en línea. Los métodos de distribución utilizados en las aulas virtuales son muy heterogéneos, desde la capacitación por computador (CBT) autónoma a la teleconferencia en tiempo real, aplicando habitualmente soluciones tecnológicas económicas. En una aula virtual determinada, el método de distribución que realmente ha de aplicarse se elige tras analizar las infraestructuras existentes en el país, los aspectos de costes y la idoneidad de los medios disponibles en el contexto específico de la capacitación.

### ***Tecnologías utilizadas en el contexto del VTC***

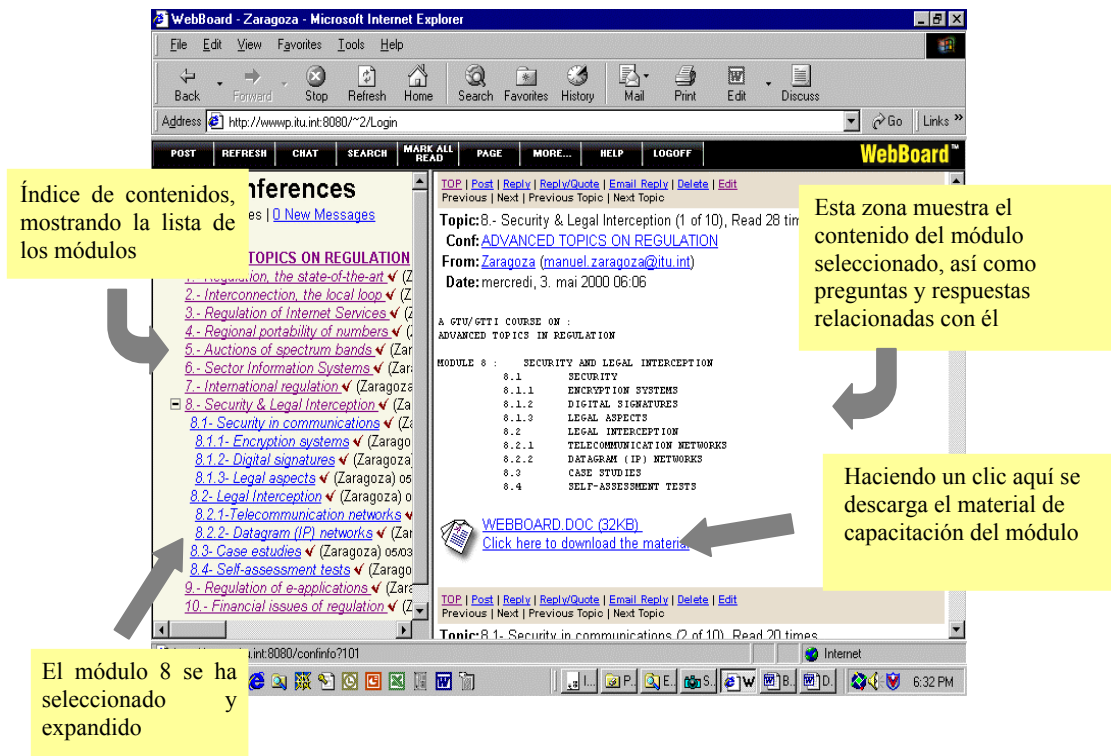
El VTC se orienta principalmente a los países en desarrollo, y tiende a favorecer el uso de las infraestructuras ya existentes, centrandó su interés en las tecnologías asequibles. Con el fin de abordar las situaciones y necesidades más desiguales imaginables en el terreno de la formación, el VTC utiliza una extensa gama de tecnologías, incluso dentro de sistemas concretos de capacitación.

Se utilizan paquetes de capacitación por computador autónoma, así como materiales más tradicionales sobre papel o vídeo, en combinación con una adecuada tutela a distancia.

En lo que se refiere a la comunicación asíncrona, la Internet ha demostrado ser un marco extremadamente eficaz. El VTC utiliza un sencillo sistema de conferencia en la *web* para distribuir los cursos de aprendizaje a distancia. La plataforma es muy intuitiva y no exige ninguna maestría especial en computadores o en Internet. En la figura 7.1 se presenta un ejemplo típico de pantalla de un curso. Lo único que necesita el participante es un computador con acceso a Internet y un navegador (suele ser Netscape o Explorer).

La metodología de aprendizaje electrónico del VTC es también muy sencilla. La mayoría de los cursos de corta duración comprenden alrededor de ocho semanas. Cada semana los participantes trabajan en un módulo diferente, y descargan el material de enseñanza correspondiente. El instructor distribuye las tareas, enseña particularmente y aconseja. El administrador del curso controla el nivel de actividad de cada individuo, y al terminar el curso se expide un certificado de participación a aquéllos cuyo nivel de actividad durante el curso haya sido satisfactorio.

Figura 7.1 – Ejemplo de pantalla de un curso típico de aprendizaje a distancia



Todas las actividades y comunicaciones se realizan a través de Internet y de la *web*. Los participantes, el instructor y el administrador permanecen en su lugar de trabajo. Asistir a un curso de aprendizaje a distancia es una actividad de tiempo parcial, muy conveniente para los directivos, ya que pueden seguir el curso sin dejar de atender los asuntos más urgentes. Sin embargo, la metodología VTC reconoce la importancia de los seminarios cara a cara tradicionales. Siempre que sea posible, la sesión de capacitación a distancia deberá terminar con un breve seminario en presencia física (2 a 3 días).

Puede conseguirse más información sobre el VTC en la dirección <http://www.itu.int/VTC/>

### 7.6.3 MANDEVTEL (Desarrollo de gestión para telecomunicaciones)

La misión del proyecto MANDEVTEL se enuncia así «*enriquece, mediante empresas en común con socios interesados, el Proyecto de Desarrollo de Gestión con el fin de desarrollar e impartir capacitación a jefes y altos directivos sobre las modernas técnicas de gestión*».

MANDEVTEL se centra exclusivamente en las cualidades de gestión necesarias para dirigir una entidad de telecomunicación, tanto en la explotación como en la reglamentación. El proyecto ha elaborado módulos de capacitación, manuales y estudios de casos prácticos en diversas áreas de la gestión, todas ellas apoyadas en capacitación de base tecnológica. Todos los materiales están concebidos para organizarse dentro de cursillos o para ser estudiados individualmente, con ayuda tal vez de un instructor. Todos los productos MANDEVTEL se encuentran en el centro de formación virtual (acceso restringido).

A partir de 1993, MANDEVTEL pronto se hizo realidad, y con la colaboración de valiosos asociados el centro de formación virtual dispone ahora de numerosos cursillos, materiales TBT y estudios de casos prácticos. La mayoría de los cursillos están disponibles al menos en las tres lenguas de trabajo de la UIT, y a menudo en cinco o más. Algunos de los cursillos son:

DDL (designación de materiales de teleaprendizaje)	UIDL (utilización de materiales de teleaprendizaje)
Plan de empresa	Cálculo de costes según actividades
Transformación competitiva de entidades	Transformación competitiva (teleaprendizaje)
Reglamentación de telecomunicaciones (teleaprendizaje)	Gestión para altos ejecutivos
Reestructuración del sector de telecomunicaciones	Gestión y planificación de la empresa
Gestión estratégica	Calidad de servicio
Gestión total de la calidad	Naturaleza y finalidad de GRH/DRH
Nuevo camino hacia el éxito	Planificación corporativa
Análisis de mercados	Gestión de costes
Planificación del personal	Desarrollo organizativo
Gestión de la capacitación	Desarrollo de la capacitación
Formación de los instructores	Gestión y jefatura (teleaprendizaje)

Se recomienda que las personas interesadas accedan al sitio de MANDEVTEL en la *web*, ya que se añaden nuevos materiales y cursos con regularidad: <http://www.itu.int/VTC/MANDEVTEL>.

#### 7.6.4 Centros de Excelencia

La utilización creciente de tecnologías nuevas, la tendencia hacia la corporativización y la competencia, y la separación de las funciones reglamentadoras de los servicios operacionales requieren una política de avanzado nivel, así como experiencia en reglamentos, gestión y tecnologías. Con el fin de desarrollar y fortalecer la capacidad de conseguir tal grado de suficiencia en países en desarrollo de todo el mundo, se ha establecido el concepto de «Centro de Excelencia» (CdE). **Fundamentalmente es una organización virtual**, con una oficina física para el coordinador. Todas las actividades se ejecutarán en las diferentes instituciones asociadas a la organización.

Hay cuatro proyectos de Centros de Excelencia en curso:

##### 1 – Centros de Excelencia en Africa

Las actividades de capacitación están principalmente apoyadas por las organizaciones regionales de capacitación existentes, AFRALTI (*African Advanced Level Telecommunication Institute*, Nairobi) para los países anglófonos, y ESMT (*École Supérieure Multinationale des Télécommunications*, Dakar) para los francófonos. Desde mediados de 1999, hay un firme propósito de ampliar el concepto de Centro de Excelencia a otros países de la región, no necesariamente miembros de AFRALTI ni de ESMT.

En línea con el creciente empleo de las facilidades de aprendizaje a distancia, va avanzando un proceso de interconexión en red. Debería encontrarse ahí una oportunidad de utilizar lo mejor posible los medios nacionales de capacitación que existan en la región, así como de destacar el valor y la calidad de la experiencia en el ámbito regional. Los programas ofrecidos dependen principalmente de las iniciativas adoptadas por los socios con respecto a los resultados de las encuestas recientes sobre las necesidades de formación en la región. Los mismos programas se aplican a ambas subregiones, caracterizando cada contexto particular con estudios de casos específicos.

##### a) Asociaciones actuales

Tres socios importantes participan actualmente en las actividades de los Centros de Excelencia africanos: Nortel Networks, IDRC (a través de su programa específico ACACIA) y AGRA. Tienen en proyecto realizar cinco programas concretos, así como un laboratorio avanzado sobre tecnología de radiocomunicación, en cada subregión.

Se está estableciendo una segunda asociación con THOMSON y el Gobierno francés para los países francófonos de África. También se incluirá en ella la instalación de equipos específicos.

##### b) Desafíos actuales

Los Centros de Excelencia comenzaron a funcionar a finales de 1998 con una serie de actividades piloto y actuaciones preliminares que apuntan a la futura sustitución, tanto en AFRALTI como en ESMT, del sistema actual basado en la contribución de los miembros por un sistema de pago por utilización. Para aplicar los nuevos programas se ha de confirmar que esta transformación es factible y sostenible a largo plazo. La experiencia de la asociación permitirá aprovecharse de un primer conjunto de recursos de formación avanzados que ha de ser adaptado al contexto regional a través del proceso de interconexión en red.

Quedan todavía por establecer Comisiones de dirección apropiadas, y el proceso de interconexión tiene que desarrollarse y enraizarse en la actividad operacional de cada subregión.

##### 2 – Centro de Excelencia de América

Tras consultar con los países integrantes de CITELE, se ha aprobado el concepto de una red de asociados para la creación de la organización virtual denominada «Centro de Excelencia de América», y se han iniciado las actividades siguientes:

Desarrollo del CdE de América

- Creación de una junta de coordinación, responsable de determinar las actividades y planes de trabajo asociados. Nombramiento de un coordinador.

- Establecimiento de una red de nodos, con la adecuada configuración de los puntos focales subregionales y la definición de las tareas pertinentes a realizar.

Actuaciones formativas innovadoras del CdE de AMERICA

- Ejecución de un programa de formación modular sobre temas de reglamentación (contratado un experto por tres meses para que dirija el desarrollo del material formativo).
- Ejecución de un programa modular avanzado sobre temas de gestión (contratado un experto por tres meses para dirigir el desarrollo del material formativo).
- Ejecución de un programa de formación especial para la subregión del Caribe.

### **3 – Centro de Excelencia de Asia y Pacífico**

La UIT está ahora formando un Centro de Excelencia en telecomunicaciones para la zona de Asia y el Pacífico. Este Centro aglutinará una red de organizaciones de investigación, centros de educación y formación, instituciones de estudios políticos y económicos, organizaciones legales, universidades, etcétera.

Este sitio *web* desempeñará un papel importante en el Centro de Excelencia de la UIT al reunir toda la experiencia en telecomunicaciones de las organizaciones de la Región, y de su exterior cuando haya algo que ofrecer. La presente demostración viene a ser una «prueba de concepto» que extiende la profundidad de un sitio *web* de concepto anterior ([http://www.aitec.edu.au/assian\\_itu\\_coe](http://www.aitec.edu.au/assian_itu_coe)). El sitio actual tiene por finalidad explorar modalidades de utilización de Internet capaces de sustentar el crecimiento y desarrollo de las telecomunicaciones en la zona de Asia y Pacífico, y el desarrollo de la infraestructura de la información en dicha zona.

### **4 – Nuevo Centro de Excelencia para los Estados Árabes**

En febrero de 2000 se aprobó un nuevo proyecto de Centro de Excelencia para los Estados Árabes.

Puede encontrarse más información sobre el mandato de Plan de Actuación de La Valetta y los informes subsiguientes relativos a los Centros de Excelencia en el sitio *web* <http://www.itu.int/ITU-D-HRD/cexcellence>.

Cada Centro de Excelencia posee su propio programa y calendario. En una etapa posterior se establecerán vínculos transregionales mediante el intercambio de productos, recursos y experiencia.

#### **7.6.5 Universidad Mundial de Telecomunicaciones/Instituto Mundial de Capacitación en Telecomunicaciones (UMT/IMCT)**

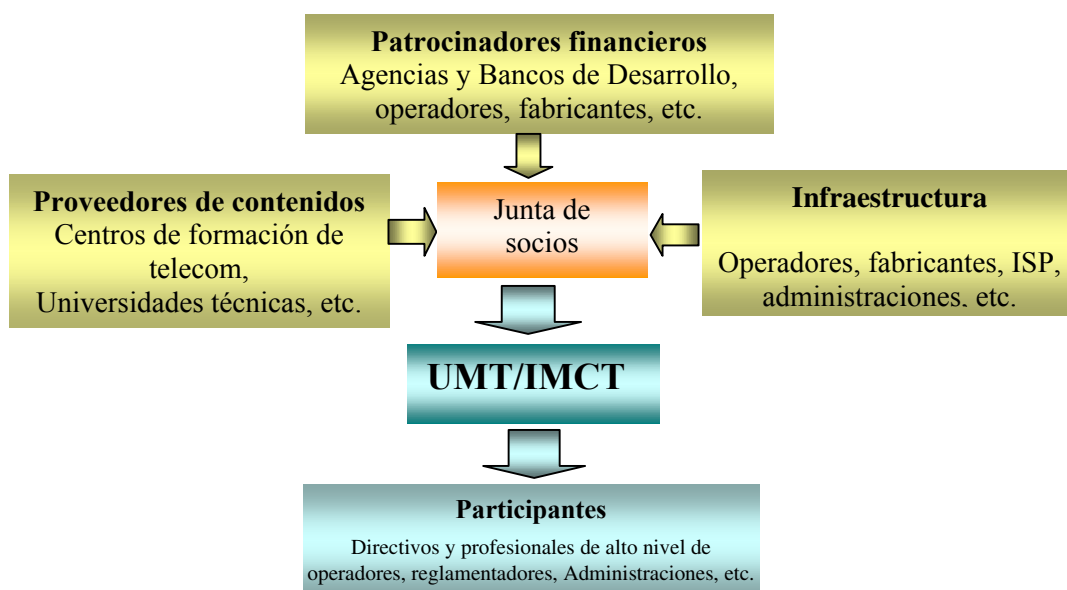
El concepto de Universidad Mundial de Telecomunicaciones y de Instituto Mundial de Capacitación en Telecomunicaciones (UMT/IMCT) fue introducido en la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones en Buenos Aires, a fines de 1994. Este proyecto es el punto crucial de las actividades de aprendizaje electrónico, y organiza cursos de esa modalidad por medio de la plataforma VTC, prestando además asistencia a otros proyectos (MANDEVTEL, CdE – Centros de Excelencia) para organizar las actividades de aprendizaje electrónico.

Perfilar el concepto de UMT/IMCT y analizar su viabilidad llevó algún tiempo. En 1996, un equipo de expertos realizó un estudio de factibilidad. Desde entonces, las actividades y la evolución del UMT/IMCT se han guiado por las recomendaciones de dicho estudio. Su principal conclusión fue que el UMT/IMCT podría convertirse en una institución autofinanciada mediante el cobro de unos derechos de inscripción muy razonables. También se recomendó que el UMT/IMCT estableciera asociaciones con patrocinadores (socios financieros) y proveedores de contenidos de cursos (centros de formación en telecomunicaciones, universidades técnicas, etcétera). El objetivo a largo plazo era evolucionar hacia una institución motivada por la recuperación de costes y la satisfacción de la demanda, bajo el gobierno de una Junta de Socios (Patrocinadores).

Los posibles participantes en las actividades de la UMT propusieron luego cambiar el nombre de UMT a IMCT, que es acrónimo de Instituto Mundial de Capacitación de Telecomunicaciones, con el fin de evitar la referencia al término «Universidad», que podría inducir a error. Tal como ahora se entiende, el IMCT se refiere a actividades de teleaprendizaje que contemplan cursos breves de capacitación para técnicos y supervisores, mientras que la UMT denota actividades de teleaprendizaje orientadas a profesionales de nivel superior. Se ha convenido, no obstante, en utilizar el acrónimo combinado UMT/IMCT para expresar el interés de ambos colectivos.

Actualmente los cursos se ofrecen gratuitamente, y el proyecto busca socios que patrocinen estas actividades. Según las recomendaciones del estudio de factibilidad, en el futuro el UMT/IMCT será financiado por contribuciones de los patrocinadores, así como por el cargo de derechos de inscripción razonables. En la figura 7.2 se ilustra la estructura propuesta del UMT/IMCT. Como actividad en curso, el UMT/IMCT establece relaciones y contactos con posibles socios (patrocinadores y proveedores de contenidos de cursos) con miras a enriquecer el programa de los cursos y consolidar los logros anteriores. Ésta será la base de la futura organización del UMT/IMCT como empresa en común.

**Figura 7.2 – Patrocinadores del UMT/IMCT**



El estudio de factibilidad recomendó igualmente utilizar el VTC como plataforma, e iniciar una fase piloto del UMT/IMCT con el fin de probar todas las hipótesis adoptadas por el equipo de expertos. El VTC ha sido un instrumento esencial para el éxito de esta fase piloto.

Durante la fase piloto, el UMT/IMCT ha estado ofreciendo cursos breves de teleaprendizaje (programa de educación continuo) a través del VTC. En ese mismo periodo, otros proyectos como los Centros de Excelencia (CdE) han organizado también cursos de teleaprendizaje como complemento a sus cursos y seminarios en presencia. En el cuadro 7.1 se presenta una muestra de cursos de teleaprendizaje. El material del curso puede estar en inglés, francés y/o español, pero no todos los cursos están disponibles en los tres idiomas.

El primer curso de educación académica acreditada que va a ofrecer el UMT/IMCT será de Maestría en Gestión de Comunicaciones, patrocinado y preparado por Cable & Wireless. Consiste en un programa de 40 semanas en el que se alternan métodos de aprendizaje a distancia y frente a frente. La versión inglesa comenzará en enero de 2001, e irá seguida de la versión española (2002) y la francesa (2003).

**Cuadro 7.1 – Muestra de cursos de teleaprendizaje, con su estado**

Curso	Estado
Gestión nacional de frecuencias	Disponible (1998)
Gestión de la calidad	Disponible (1998)
Planificación de frecuencias para la radiodifusión	Disponible (1999)
Análisis de mercados	Disponible (1999)
Diseño del material de teleaprendizaje	Disponible (1999)
Acceso inalámbrico fijo	Disponible (1999)
Planificación comercial (Proyecto CdE)	Disponible (2000)
Reglamentación de las Telecomunicaciones (Proyecto CdE Amer.)	Disponible (2000)
Gestión con liderazgo (Proyecto CdE Amer.)	Disponible (2000)
Diseño de la capacitación para Internet	En preparación (2000)
Uso de la tecnología para la formación	En preparación (2000)
Negociaciones sobre el comercio de servicios de telecom. en la OMC	En preparación (2000)
Seguridad, firmas electrónicas y certificación en telecomunicaciones	En consideración (2000)
Realización y gestión de las redes IP nacionales	En consideración (2000)

El UMT/IMCT va dirigido a los que toman decisiones en el sector de la telecomunicación, que por tanto tienen la facultad de introducir cambios para acelerar el desarrollo del sector en sus respectivos países. Se incluyen ahí altos directivos y profesionales destacados de entidades de telecomunicación, como los operadores, reglamentadores, poderes políticos, centros de formación e investigación, etc.

La misión de la UMT es contribuir al desarrollo de los recursos humanos en el sector de la telecomunicación. Cabe resaltar especialmente las necesidades de capacitación en ingeniería y gestión, originadas por el variable entorno de los países en desarrollo como consecuencia de la privatización, la competencia, la apertura a la economía de mercado, la digitalización de las redes y la introducción de nuevas tecnologías y servicios. La finalidad del UMT/IMCT es capacitar para las necesidades específicas de la telecomunicación, y no reeducar con miras a la obtención de un título académico.

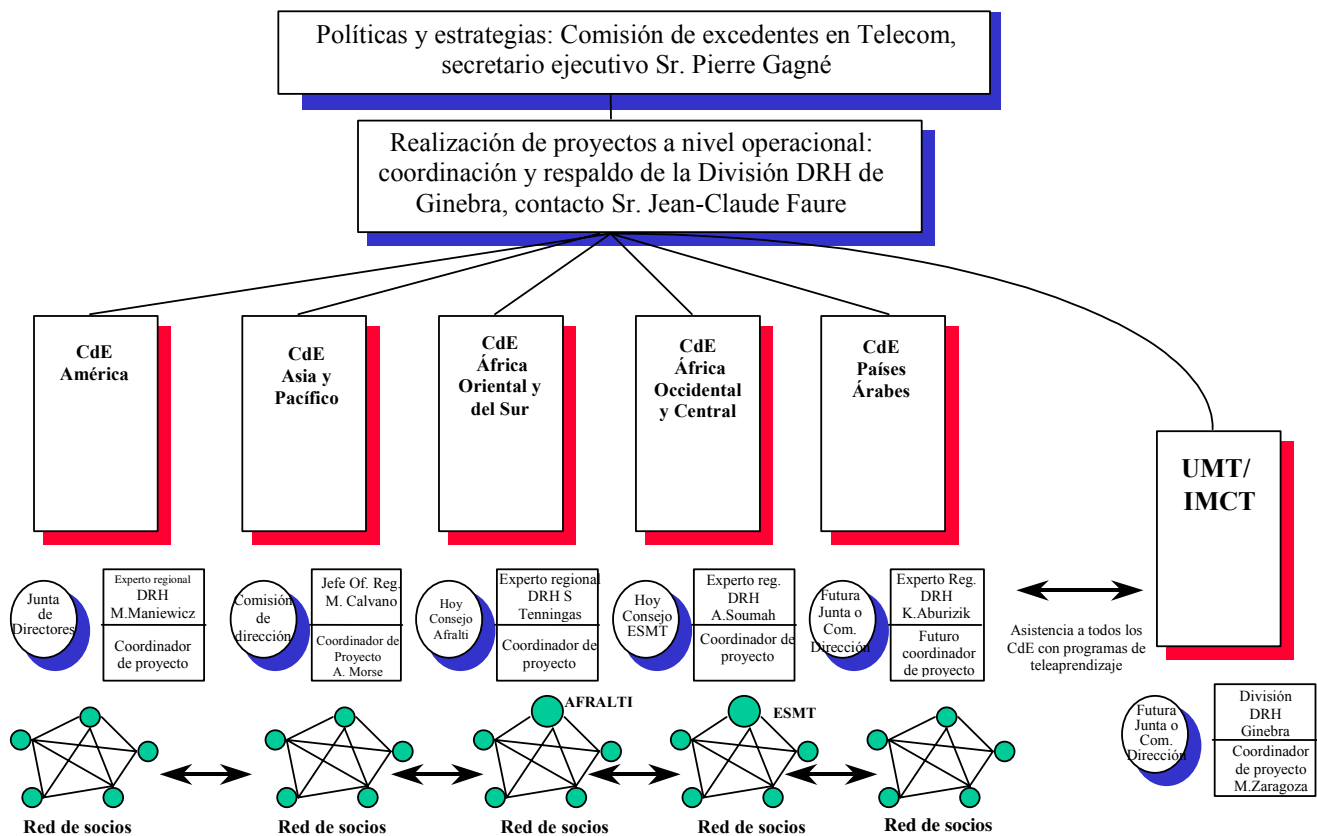
Puede hallarse más información sobre el proyecto UMT/IMCT en <http://www.itu.int/ITU-D-HRD/gtugtti>.

### 7.6.6 Gestión del proyecto DRH

Dado el rápido incremento de las actividades de DRH provocado por la enorme demanda de asistencia procedente de países en desarrollo y países de economía incipiente, se están adoptando medidas especiales para poder gestionar todos los proyectos mencionados.

El gráfico siguiente muestra la distribución de responsabilidades con miras a llevar a término los cinco proyectos de Centros de Excelencia, el proyecto UMT/IMCT, así como el resto de actuaciones de DRH requeridas por los clientes. El gráfico señala la necesidad de que el personal regional de la BDT trabaje en estrecha cooperación con los clientes y usuarios de los servicios que han de prestar los diferentes proyectos.

## Organización para realizar los proyectos de Centros de Excelencia (CdE) y UMT/IMCT



Además de todos los proyectos y actuaciones mencionadas anteriormente, la División DRH organiza numerosas actividades complementarias para cumplir los objetivos señalados al principio de esta sección. Entre ellas, las siguientes:

- Asistencia a administraciones u operadores en materias de desarrollo de recursos humanos, desarrollo de gestión, desarrollo y transformación de las organizaciones. Se concreta en el envío de expertos en misiones breves a los países que lo soliciten.
- Organización de cursillos. Con el fin de satisfacer necesidades diversas se organizó el proyecto MANDEVTEL. Dentro de este proyecto, la División DRH desarrolló y produjo el material de capacitación requerido para los diferentes cursillos. En el punto 7.6.3 se da más información sobre MANDEVTEL.
- Publicación de directrices, manuales, informes, estudios de casos prácticos, y especialmente el prestigioso Human Resource Development Quarterly (en los tres idiomas de trabajo: inglés, francés y español).



- Gestión de bases de datos sobre oportunidades de capacitación y el directorio de centros de capacitación y su preparación, así como todas las publicaciones y material de capacitación disponibles en la web.

En la BDT se llevan a cabo varias actividades adicionales relacionadas con el desarrollo de los recursos humanos. Las principales son:

- 1) Capacitación y transferencia de conocimiento práctico: todos los programas incluidos en el Capítulo 2 del Plan de Actuación de La Valetta, complemento del Programa 6 sobre DRH, además de organización de cursillos, seminarios y simposios en las materias cubiertas por los programas (políticas y estrategias, nuevas tecnologías, financiación y costes, relaciones en el sector privado, telecentros y telefonía rural, etc.),
- 2) En la Comisión de Estudio 2, la Cuestión 15/2 trata de la repercusión de la reforma de las telecomunicaciones en el DRH.
- 3) También en las Comisiones de Estudio, se ha creado un grupo especial sobre Recursos Humanos para aportar orientaciones al Director de la BDT a través de la TDAG (Junta Asesora sobre Desarrollo de las Telecomunicaciones).

## 7.7 Transferencia del conocimiento

En el anexo 7A se presenta un ejemplo de transferencia del conocimiento.

## 7.8 Publicaciones de la UIT

Las siguientes publicaciones editadas por la UIT pueden servir de guía al interesado por el desarrollo de los recursos humanos:

- 1) *Transformación competitiva de empresas de telecomunicaciones* – MANDEVTEL, 1997, ediciones separadas en inglés, francés, español.
- 2) *The Virtual Training Centre*, 1998.
- 3) *Designing Distance Learning Material*.
- 4) *Using the Internet for Distance Learning*.
- 5) *Manual sobre desarrollo de las comunicaciones móviles*, 1997.
- 6) *Reference Manual – Guide for the Production of a Diagnosis – Evaluation and Plan for Establishing or Improving a Telecommunication Training System*, 1997.
- 7) *Lecturas útiles para Directores y Jefaturas – Principios generales de gestión en telecomunicaciones* (Volumen I), 1993.
- 8) *Lecturas útiles para Directores y Jefaturas – Principios generales de gestión en telecomunicaciones* (Volumen II), 1996.
- 9) *Directorio de Centros de Capacitación*, 5ª edición – Enero de 1998.
- 10) *Guía para la preparación de cursos de capacitación*, 1994.
- 11) *Training Handbook on Rural Telecommunications (first part)*, edición separada.

## ANEXO 7A

**Ejemplo de transferencia de conocimientos innovadora**

(ofrecido por Alcatel)

**1 Introducción**

La liberalización y desreglamentación de los mercados de telecomunicación en numerosos países ha ofrecido oportunidades de competencia entre operadores de telecomunicaciones. En consecuencia, estos mercados se han enriquecido con incorporaciones recientes muy diversas.

Dada la encarnizada competencia y su repercusión en una notable reducción de los niveles (y los márgenes) de las tarifas, los nuevos operadores reconocen que reforzarán decisivamente su posición competitiva si se concentran en la actividad esencial de un proveedor de servicios de telecomunicación: la innovación de los servicios y las técnicas de mercado.

Se acepta generalmente que un factor clave para alcanzar esa meta reside en el «coste de la propiedad», frase pegadiza que encierra todos los aspectos económicos vinculados a la posesión de una red, desde la adquisición a la explotación y la optimización constante.

Los servicios de operador de red (NOS, *network operator services*) sirven de ayuda a los operadores para reducir tiempos de salida al mercado, recortar costes, prestar una eficaz atención al cliente y conseguir ingresos más elevados.

Se necesita un enfoque enteramente nuevo para encarar estos retos. Para que sean innovadores, los servicios de apoyo ofrecidos han de estar basados en diseños perfectamente probados, de tecnología de vanguardia, pero al mismo tiempo en conceptos personalizados que reflejan las preocupaciones por el rendimiento de la inversión de los operadores de telecomunicación.

Las relaciones de trabajo, nuevas y más exigentes, entre el operador y el suministrador de la red se basan en procedimientos de acceso distante o en línea, que utilizan la infraestructura de telecomunicaciones de las redes públicas, con líneas de abonado RDSI, redes institucionales y la Internet como plataforma.

Ejemplo típico de estas soluciones NOS es el centro de información de operadores (OIC, *operator information centre*).

**2 El concepto de OIC**

El centro de información de operadores es un servicio integrado de transferencia de documentación y capacitación que asegura al operador la inmediata disponibilidad, en todo momento y en cualquier lugar de trabajo, de información y conocimientos prácticos para optimizar la cualificación de su personal. En este concepto totalmente integrado se amalgaman la transferencia de conocimientos por documentación electrónica, las modalidades correlacionadas de capacitación por computador y por aulas virtuales, y la instrucción en línea que les presta soporte.

Los servicios del OIC pueden agruparse en cuatro categorías:

- Base de datos de documentación
- Capacitación interactiva
- Apoyo al cliente
- Posición de ayuda.

Figura A1

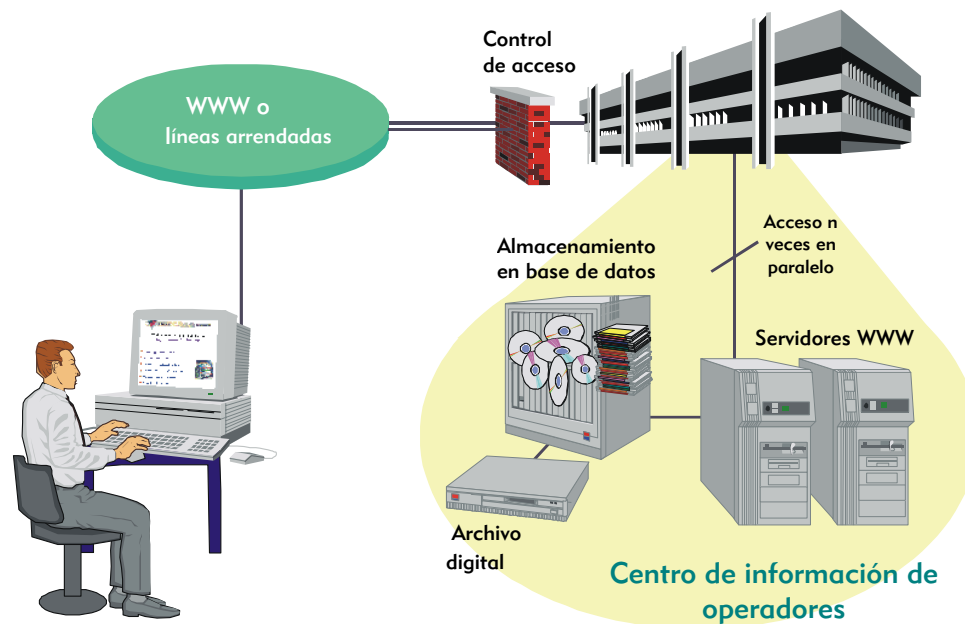
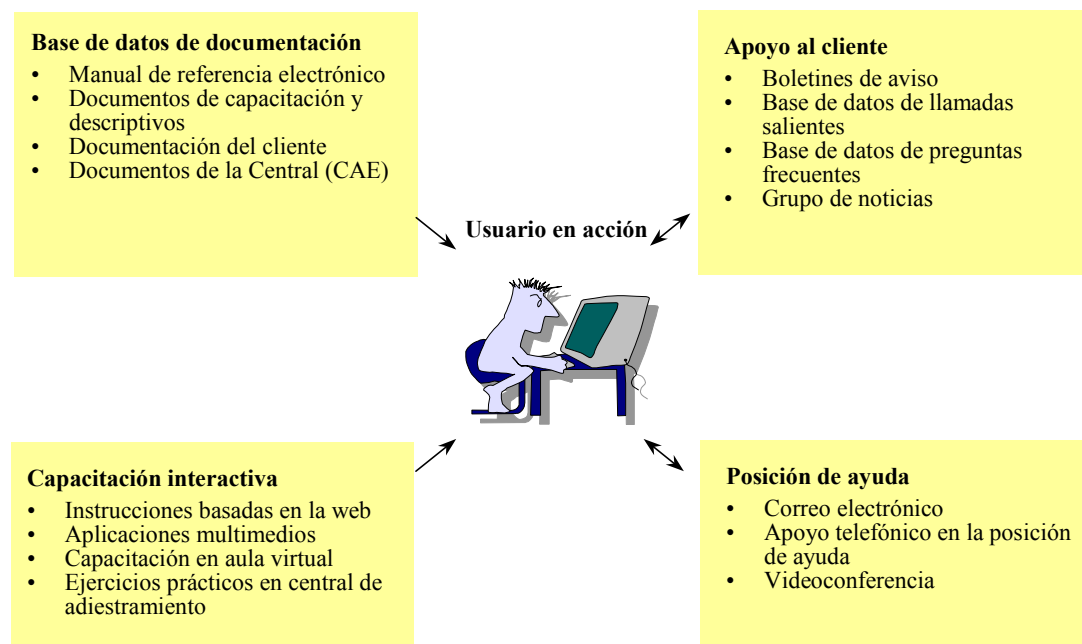


Figura A2



### 3 Los servicios del OIC

- ENSEÑANZA A DISTANCIA, A PETICIÓN

Las sesiones de enseñanza a distancia son el método elegido para cursos de capacitación flexibles y de buen rendimiento económico. La aplicación de enseñanza a distancia se basa en las técnicas normales de Internet.

- ACCESO DISTANTE A LOS EQUIPOS DE CAPACITACIÓN

El OIC ofrece al personal el acceso a distancia, en cualquier momento, a los equipos físicos situados en los Centros de Capacitación. Para acceder a estos equipos, basta con marcar un número telefónico previamente asignado.

- FUNCIONES DE LA POSICIÓN DE AYUDA

Además de la propia sesión de capacitación en línea, se ofrece también una función asociada a la posición de ayuda. Por ese medio, el alumno puede entrar en contacto directo con el instructor y conseguir respuesta a sus preguntas en modo interactivo.

La posición de ayuda ofrece esta función en diferentes niveles:

- por teléfono,
- por correo electrónico,
- por videoconferencia.

- ACCESO EN LÍNEA A DOCUMENTOS

Partiendo de la página de entrada OIC situada en un servidor central de la *web*, se puede hacer clic en los vínculos que permiten trasladarse a fuentes de información diferentes. Una estructura de información eficaz garantiza una navegación fácil y rápida.

El servidor de OIC contiene, por un lado, toda la documentación relativa a los cursos de capacitación ofrecidos, es decir, los gráficos presentados durante los cursos, los glosarios y otras fuentes adicionales de información (libros, sesiones de instrucción por computador, normas, etcétera). Por otro lado, la información completa del producto y de la red está también disponible en el mismo servidor.

### 4 Las ventajas del OIC

- INFORMACIÓN ACTUALIZADA

El OIC proporciona al personal la información que necesita. La combinación ideal de instrucción, documentación y datos operacionales permite trabajar de un modo adecuado. Resulta muy fácil instruirse en las nuevas características de la red, examinar informaciones en la capacitación por computador o intercambiar experiencias con otros expertos en el Foro de Usuarios del servidor de OIC. Todo eso no dista más de un clic de ratón de la mesa de trabajo. El servidor de OIC siempre dispone del conjunto de documentos más reciente. El sistema de documentación indica automáticamente si hay una nueva versión de los documentos disponible en el servidor central. Esto asegura que el personal tenga, en todos los emplazamientos, la información más reciente en su mano.

- ACCESO FÁCIL

Se accede al servidor de OIC con un solo clic de ratón desde la mesa. La información precisa requerida se consigue por medio de navegadores normales y una base de datos estructurada según las propias necesidades. Los mecanismos de búsqueda integrados y los hipervínculos facilitan la navegación dentro de la información aportada.

- DISTRIBUCIÓN

Puesto que la solución OIC se basa en almacenar documentos electrónicos en un servidor central, la distribución de documentos dentro de una compañía ya no es un problema. No se necesita ya manejar grandes tomos de documentación en papel o sustituir páginas para actualizar documentos, con toda la carga administrativa que ello implica. Tan pronto como la información llegue al servidor, el personal podrá acceder a ella desde cualquier lugar.

- EFICACIA

El OIC tiene la misión de asistir al personal en su trabajo diario. El acceso a un foro de usuarios que contiene Grupos de Noticias y respuestas a Preguntas Frecuentes proporciona un entorno operacional apto para que el personal desempeñe su tarea con rapidez y eficacia, teniendo en su mano toda la información, con vínculos a herramientas y documentos conexos, todo lo cual facilita mantener la red en estado correcto de actividad.

- AHORRO DE TIEMPO

Los mecanismos de búsqueda integrados facilitan mucho la localización de informaciones concretas en la documentación electrónica. Normalmente, el usuario no leerá la documentación página a página como en un libro, sino que irá saltando de un capítulo a otro, e incluso de un volumen a otro, para encontrar la información útil. Esto es muy fácil en un sistema electrónico, al contrario que en la documentación sobre papel.

- MAYOR FLEXIBILIDAD

El empleo de los métodos de enseñanza a distancia aumenta la flexibilidad de las sesiones de capacitación. En cuanto se hayan introducido nuevas facilidades o servicios en la red podrá impartirse una sesión para mantener actualizado el personal. El acceso distante a los dispositivos físicos de capacitación permite adquirir experiencia práctica inmediata. Siempre que se necesite refrescar conocimientos, el acceso directo a los documentos de capacitación y las sesiones de capacitación por conmutador en el servidor del centro OIC ofrecerán una solución independiente del tiempo y del emplazamiento.

- MENORES GASTOS DE CAPACITACIÓN

La instrucción por videoconferencia alivia el problema de que el personal no esté disponible durante las sesiones de capacitación. Ya no es necesario pagar viajes costosos para recibir formación. Es posible transferir todos los conocimientos necesarios dentro de las propias instalaciones.

## ANEXO 7B

**Plan de capacitación de UIT-D/Cable & Wireless****Información básica\***

Desde la creación del sector de desarrollo dentro de la UIT, la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) ha establecido una excelente relación con Cable & Wireless, que se apoya en el «Plan de capacitación de UIT y Cable & Wireless» iniciado durante Telecom 91.

Existe una serie de programas desarrollados por Cable & Wireless que abren camino hacia la Universidad Mundial de Telecomunicaciones de la UIT. La BDT ha contribuido al desarrollo del grado de Maestro en Gestión de Comunicaciones, que se iniciará en 2001.

**MAESTRO EN GESTIÓN DE COMUNICACIONES**  
(ofrecido por UIT/Cable & Wireless)

Ofrece a los profesionales de las comunicaciones la oportunidad de participar en el programa de Maestro en Gestión de Comunicaciones.

La finalidad de este curso es capacitar a los participantes en las refinadas técnicas de gestión necesarias para abordar aspectos estratégicos cruciales, dentro de un entorno sometido a incesantes cambios como el de las comunicaciones.

**El curso comprenderá**

- Entorno y mercados de las comunicaciones
- Planificación comercial estratégica en comunicaciones
- Cambio de la organización y tecnología en entorno competitivo
- Principios y prácticas de la política de comunicaciones
- Gestión de las comunicaciones
- Comercio electrónico y sus repercusiones
- Leyes de comunicaciones
- Empresas mixtas internacionales y alianzas estratégicas
- Gestión orientada al cliente en las comunicaciones
- Gestión de riesgos y proyectos en proyectos de comunicaciones
- Gestión de relaciones con empleados en las comunicaciones

Los participantes normalmente serán gestores en los que se haya descubierto capacidad de alcanzar posiciones destacadas dentro de sus organizaciones respectivas.

Como requisito previo para participar en el programa se exige el grado de Bachiller y un buen conocimiento de la lengua inglesa.

Para conseguir más información, se ruega acudir a:

Teléfono: +44 24 76292029

Fax: +44 24 76868657

Correo-e: [ir.admin@cwplc.com](mailto:ir.admin@cwplc.com)

---

\* De la Secretaría de la BDT.

## CAPÍTULO 8

### **8 Aspectos financieros y económicos**

#### **8.1 Generalidades**

##### **8.1.1 Importancia de la planificación económica**

Tanto a nivel nacional como de toda una organización, los conceptos e instrumentos de la evaluación económica son importantes para asegurar que a lo largo del tiempo se aplican un capital limitado y unos recursos costosos a las inversiones más productivas para el desarrollo de las redes telefónicas.

La lista de proyectos del programa de construcciones de una administración no sólo incluirá aquéllos de carácter «obligatorio», consistentes en proyectos de crecimiento de empleo y de necesidades públicas, sino también otros proyectos de naturaleza discrecional, tales como los que implican la modernización del equipo existente y determinados programas de tipo comercial. El programa total de construcciones ha de evaluarse en función de consideraciones económicas y de la situación financiera de la administración. En general, deben incluirse en un programa de construcciones únicamente los proyectos que respondan a las necesidades del mercado, que produzcan ingresos y generen fondos para el desarrollo del sector. Además, dada la responsabilidad pública del proveedor de telecomunicaciones en un país, entre los proyectos acometidos deben figurar los que sean necesarios y contribuyan al bienestar social de los ciudadanos.

A los efectos del presente capítulo, es fundamental tener a la vista el Manual del GAS 11. Muchos de los procedimientos de evaluación de proyectos incluyen elementos tratados en el Capítulo VII del citado Manual.

##### **8.1.2 Finalidad de este capítulo**

Este capítulo incluye directrices generales para la selección de proyectos que proporcionarán nuevas tecnologías y nuevos servicios sobre la base de la evaluación económica de proyectos alternativos. También se tratan las fuentes de capital, el análisis de riesgos, la rentabilidad y los aspectos de tarifas.

##### **8.1.3 Ventajas de un análisis preciso de los nuevos servicios**

La introducción de un nuevo servicio en una red telefónica pública es tarea difícil debido a las incertidumbres del mercado, no sólo en términos de estimación de las características de la demanda y el precio del nuevo servicio, sino también en cuanto a la estimación de los costes del equipo y los gastos corrientes de la explotación. Han de considerarse con antelación todas las contingencias que puedan sobrevenir en el mercado o en la Administración. La gestión de los riesgos financieros de un nuevo servicio puede efectuarse reduciendo al mínimo las inversiones iniciales, limitando al principio el ámbito de la oferta de nuevos servicios mediante establecimiento de pruebas de mercado, o compartiendo las necesidades de inversión iniciales con inversores privados, posibles clientes o gobiernos locales y regionales.

## 8.2 Métodos de análisis económico

### 8.2.1 Criterios de evaluación

La metodología para analizar la selección de proyectos figura en el Capítulo VII del Manual del GAS 11. Este capítulo explica detalladamente los planteamientos e instrumentos utilizados en la evaluación de planes alternativos para las inversiones, mediante análisis del flujo de efectivo actualizado, análisis de rentabilidad, estudios de sensibilidad y modelos de tarifas. Como hay múltiples servicios nuevos entre los que escoger, el proceso de selección ha de ser interactivo, investigando las necesidades de los clientes y su disposición a pagar el servicio junto con los planes alternativos de inversión en redes o servicios.

Los proyectos deben evaluarse en primer lugar atendiendo a sus beneficios a largo plazo y al flujo de efectivo actualizado que para ello se utiliza. El valor actual neto (VAN) resultante de un proyecto se compara con el de otros programas de asuntos similares. Los estudios de sensibilidad son importantes para determinar el grado de sensibilidad del plan ante los cambios en los costes o en los ingresos reales. Lo que se pretende es estimar el rendimiento de la inversión y los gastos de un proyecto a lo largo de su vida prevista.

Además del VAN, un proyecto debe tener un periodo razonable de recuperación o de equilibrio, que normalmente está entre tres y cinco años, aunque uno o dos programas que impliquen planes de modernización importantes y programas de comercialización masiva pueden tener un periodo de recuperación ampliado. Por ello el administrador debe conocer la cartera total de planes de inversión con los objetivos de rentabilizar al máximo el negocio, ofrecer un rendimiento a los inversores y desarrollar el poder económico del país. Los servicios avanzados de comunicaciones pueden satisfacer todos estos requisitos económicos.

Una vez identificados los beneficios económicos a largo plazo de una inversión, debe evaluarse la rentabilidad anual del programa. Los administradores pueden elegir proyectos con rentabilidad elevada a corto plazo, a fin de conseguir un buen flujo de efectivo, pero no pueden olvidar los proyectos de rentabilidad a largo plazo para obtener ganancias a corto plazo.

Asimismo, habría que analizar las posibilidades de inversión de las empresas a lo largo del tiempo, lo que incluiría las fuentes de financiación que representan las empresas y los inversores del sector privado para las administraciones, así como las fuentes de asistencia financiera a los países en desarrollo.

Por último, habrá que utilizar las estrategias y objetivos de la organización entera, ya sea un operador comercial o estatal, como referencia fija para cualquier toma de decisiones. Hay ocasiones en que las obligaciones sociales locales exigen la prestación de ciertos servicios nuevos que podrían ser deficitarios (por ejemplo, un sistema de satélite nacional en zonas rurales). Las reglas de análisis económico permanecen invariables, concediendo siempre primordial importancia al objetivo global de evaluar y seguidamente gestionar de modo adecuado el proyecto.

### 8.2.2 Análisis del ciclo de vida

Al igual que en los demás criterios de evaluación, hay que analizar los costes en función de los beneficios de un proyecto a lo largo de su duración prevista, que puede llegar a 20 años, y no sólo para los primeros años del plan. Un análisis de los primeros años inclinaría el plan hacia los costes iniciales mínimos y no podría prever los costes futuros de explotación, que incluyen gastos de mantenimiento y mejora. El ámbito temporal del estudio debe extenderse a todo el periodo de recuperación, es decir, aquél en el que se prevé recuperar la inversión de capital.



### 8.2.3 Métodos contables

Aun cuando parezca que un proyecto es rentable a largo plazo, puede no ser viable si la administración no puede permitirse la inversión inicial.

Es posible efectuar un análisis financiero de las necesidades de inversión determinando la forma en que se financiará la inversión de capital, dada la situación financiera actual de la administración. El balance financiero actual se refleja en las cuentas de pérdidas y ganancias de la administración. En resumen, los balances financieros incluyen los ingresos y gastos corrientes de las transacciones de una administración, junto con su relación entre el pasivo y el activo. Utilizando modelos contables de los balances y flujos financieros para un periodo de cinco años, los especialistas de la administración pueden evaluar la posibilidad económica de afrontar el proyecto y la viabilidad de un plan financiero para recuperar la inversión.

Si una administración carece de medios para emprender un proyecto, aunque éste parezca rentable a largo plazo, puede optar entre:

- diferir la inversión hasta que pueda permitirse la realización del proyecto;
- reducir la magnitud del proyecto;
- buscar alternativas de financiación de capital más asequibles.

## 8.3 Consideraciones de política

### 8.3.1 Requisitos sobre rentabilidad

Hay dos formas de medir la rentabilidad de un plan de red. Una es la contribución a largo plazo de la alternativa de inversión, y la otra son los beneficios anuales que produce el nuevo servicio.

Si suponemos que la explotación del servicio básico produce a la administración una tasa de rendimiento medio aceptable, convendrá exigir a los nuevos servicios una tasa de rendimiento superior que cubra los riesgos asociados. Con ello se obtendrán ciertas garantías que compensen la falta de datos precisos sobre los costes y beneficios de la inversión. En este caso, la tasa de rendimiento se refiere al rendimiento a largo plazo de la inversión en un proyecto específico. Todo proyecto con un VAN positivo producirá más que el coste del dinero (tipo de descuento en el análisis del flujo de efectivo), y cuanto mayor sea el VAN, más favorable será el plan.

En algunas ocasiones, un programa de modernización o desarrollo preparará una red telefónica para más de un servicio nuevo, siendo la contribución de cada uno de esos servicios parte integrante del proceso general de toma de decisiones.

Una vez conocida la rentabilidad a largo plazo de un plan basado en el análisis del flujo de efectivo, se analizan los costes y los ingresos anuales. El Capítulo VII del Manual del GAS 11 describe la metodología y los fundamentos para medir la rentabilidad anual de un proyecto. Este análisis es necesario para asegurar la viabilidad a corto plazo del proyecto y establecer los niveles de precios de los nuevos servicios.

### 8.3.2 Beneficios globales para la telecomunicación nacional o la economía nacional

Desde la perspectiva del análisis económico, la selección de las nuevas tecnologías y servicios incluirá un examen de las necesidades económicas nacionales. La introducción de nuevos servicios produce beneficios directos e indirectos. Los beneficios directos son el aumento de los ingresos para la administración, las ventajas de explotación, la formación profesional avanzada y la reclasificación del empleo para los trabajadores del servicio telefónico, así como una mayor utilización de la red pública por empresas. Indirectamente, los nuevos servicios pueden estimular el crecimiento de la economía nacional aumentando, por ejemplo, la eficacia de los clientes comerciales, lo que dará lugar a la aparición de proveedores de servicios conexos y a su vez será una fuente de nuevas profesiones.

### **8.3.3 Objetivos en cuanto al tiempo necesario para lograr rentabilidad; efecto en la implantación de la red**

Todo proyecto debe lograr la rentabilidad que requieren los objetivos de la administración. Pueden aceptarse algunos proyectos con un periodo de recuperación ampliado para lograr beneficios a largo plazo, pero hay otros proyectos que deben retornar beneficios a la administración a corto plazo.

Una vez seleccionado un proyecto o grupo de proyectos, es fundamental aplicar el plan de la manera más eficaz posible. Cada administración deberá examinar sus políticas de adquisiciones, ingeniería, instalaciones, servicio comercial, puesta en servicio y mantenimiento, así como su capacidad para elevar al máximo sus posibilidades de realizar el plan. El riesgo está en perder el segmento de mercado de esos servicios: si los clientes encuentran medios alternativos para satisfacer sus necesidades o se demoran la instalación e introducción en el mercado tras el envío y el pago de los equipos, se incurrirá en una carga de capital sin una entrada de ingresos coincidente que cubra la inversión. Es muy importante instalar el equipo de la red y poner a punto los servicios lo antes posible después de la instalación.

## **8.4 Consideraciones sobre el capital**

### **8.4.1 Estimación del capital necesario**

El Capítulo VII del Manual del GAS 11 describe los costes de inversión considerándolos como gastos de capital. Junto con los costes materiales de construcción de la planta, la estimación del capital debe incluir la instalación, la ingeniería y los costes incurridos durante la construcción, por ejemplo, los intereses, seguros e impuestos.

### **8.4.2 Financiación del equipo de las instalaciones del cliente**

Algunos servicios requerirán un nuevo equipo terminal ubicado en las instalaciones del cliente. Para fomentar la utilización del nuevo servicio, puede ser necesario suministrar el Equipo de las Instalaciones del Cliente (EIC) con una fórmula conveniente y económica. Deben determinarse los costes de dicho EIC, y a continuación habrá que fijar su precio con los márgenes adecuados. Las administraciones pueden ofrecer alternativas para la adquisición del EIC, a saber:

- ofrecer en venta el equipo a precio de mercado;
- arrendar el equipo;
- vender el equipo a precio de promoción, para estimular la demanda;
- ofrecer el equipo gratuitamente.

Los costes de las dos últimas opciones pueden cubrirse con los ingresos del servicio o ser compensados por otros inversores en los servicios que tengan productos o servicios conexos que se beneficien de este nuevo servicio ofrecido.

### **8.4.3 Financiación de la inversión**

Hay varias alternativas para financiar el nuevo servicio:

- utilización de fondos internos (por ejemplo, de la reserva de amortización), o de retención de beneficios, con posibilidad de aumentar los beneficios en el futuro mediante la eficacia en la explotación y el crecimiento del negocio;
- utilización de fondos externos procedentes del Banco Mundial (véase más adelante) u organizaciones o bancos de desarrollo regionales;

- inversiones privadas, utilizando préstamos (posiblemente con conversión a deuda) o la emisión de acciones, corrientemente a través de acuerdos de riesgo conjunto;
- financiación a cargo del suministrador y pagos anticipados;
- atribuciones de presupuesto por parte del Gobierno;
- depósitos por los servicios de los usuarios potenciales.

{A efectos de referencia, el Banco Mundial está formado por cinco organizaciones:

1. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), que concede préstamos a países en desarrollo con alta renta per cápita para proyectos de desarrollo de estructuras.
2. Asociación Internacional de Fomento (AIF), que otorga empréstitos a los más pobres de los países en desarrollo (renta per cápita inferior a 905 USD en 1995), que no pueden hacer frente a préstamos del BIRF.
3. Corporación Financiera Internacional (CFI), que presta solamente al sector privado (el BIRF y la AIF prestan al sector público). El soporte incluye también la gestión de las compensaciones y los riesgos.
4. Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (OMGI), que atrae inversiones extranjeras en los países en desarrollo ofreciendo a los inversores garantías contra riesgos no comerciales.
5. Centro Internacional para el Arreglo de Diferencias relativas a Inversiones (CIADI), para conciliación y arbitraje de controversias.}

En el caso de la inversión privada, un gran usuario de los nuevos servicios puede pagar directamente la construcción de las partes de la red que necesita para su acceso. Otra alternativa sería que una compañía o grupo de compañías privadas ofreciese la construcción, explotación y transferencia de la red necesaria para los nuevos servicios. Este enfoque ofrece algunas ventajas. La más significativa es que el riesgo de la nueva inversión está compartido entre un grupo de entidades financieras. Otra posible ventaja se obtiene si una de las compañías es proveedor de equipo; esta compañía puede entonces participar a lo largo de toda la duración del contrato (por ejemplo, 10 a 15 años), con lo que tendrá un interés particular en suministrar un sistema operacional a un coste que permita a la administración lograr más fácilmente sus objetivos financieros.

Una alternativa de mayor alcance consiste en vender participaciones de la administración a grandes compañías privadas que se manifiesten interesadas, quienes pagarán un buen precio por las participaciones e invertirán fondos adicionales para la expansión del negocio.

Numerosos suministradores de equipo ofrecen financiación. Si así se desea, la financiación por parte de los suministradores se estipulará en las peticiones de oferta y se evaluará junto con el coste de capital del equipo. Los estudios económicos deberán reflejar una gama de costes de la deuda, pues la competencia puede estimular una amplia variación en los tipos de la financiación inicial.

Dada la complejidad de las alternativas de financiación disponibles, es aconsejable revisar cuidadosamente todas las opciones y, cuando sea necesario, buscar la orientación de un experto, por ejemplo, un representante del Banco Central local.

En todos los casos, la reglamentación del gobierno local y las opiniones políticas impondrán restricciones sobre las alternativas disponibles y seleccionadas.

Como advertencia final, es esencial que se elabore un plan de empresa completo, incluyendo todas las justificaciones económicas de la introducción del nuevo servicio o tecnología, y los riesgos que comporta. Los inversores probablemente serán mucho más receptivos a un proyecto de inversiones bien pensado, en el que se consideren minuciosamente todos los riesgos y puntos débiles así como los planes para su tratamiento, que a un plan falto de profundidad y que intente ocultar problemas potenciales.

## 8.5 Parámetros del estudio

### 8.5.1 Parámetros económicos

Los parámetros económicos del análisis del flujo de efectivo de un proyecto en perspectiva deben incluir el ámbito temporal del estudio, los tipos impositivos, la inflación y el coste del dinero (tipo de descuento). En un conjunto de proyectos, también es necesario determinar los recursos totales disponibles para la inversión a lo largo del tiempo, y los enfoques económicos óptimos para el crecimiento a largo plazo del negocio, así como los beneficios a corto plazo.

A continuación figuran ciertas consideraciones a tener en cuenta al elegir los parámetros económicos.

#### *Ámbito temporal del estudio*

El análisis del flujo de efectivo de los costes y beneficios debe abarcar el ciclo total de las inversiones de capital. Por ejemplo, para una red de área local que utilice un conmutador de datos podría ser adecuado un estudio de 5 a 7 años de duración. Sin embargo, cabe esperar que una ampliación con cable tenga una vida de 20 años y, por tanto, la perspectiva del estudio deberá ser como mínimo de 20 años. Como es difícil estimar los costes e ingresos a largo plazo, el estudio podría concebirse para 10 a 15 años sin reducir apreciablemente su calidad.

#### *Tipos impositivos*

Para calcular los impuestos pagados, hay que aplicar los tipos impositivos nacionales y locales, cuando así convenga, a la diferencia entre los ingresos y los gastos. Puede haber oportunidad de discutir con las autoridades fiscales locales la aplicación de tipos de amortización acelerada para proyectos concretos, con miras a calcular cargas frente a beneficios. Esta aceleración reducirá impuestos en los primeros años y mejorará el perfil del flujo de efectivo.

#### *Inflación*

Deben evaluarse y aplicarse los índices de inflación del capital y de salarios a los costes materiales y salariales para cada año del plan. El objetivo es calcular para cada año del estudio el flujo de efectivo real en ese año.

#### *Tipo de descuento*

El tipo de descuento (coste del dinero) se utiliza para convertir los flujos de efectivo después de impuestos a su valor actual. El coste del dinero es función del rendimiento de la inversión necesario para cubrir la emisión de deuda y dar un rendimiento por acción a los inversores. Su expresión sencilla es:

$$\text{Tipo de descuento} = (\text{Tasa de endeudamiento}) \times (\text{Coste marginal de la deuda}) + \\ (1 - \text{tasa de endeudamiento}) \times (\text{Valor de los títulos})$$

en la que el coste marginal de la deuda será el interés pagado, tras deducir los impuestos.

La cifra que va a utilizarse para la tasa de retorno necesaria que cubra los costes de capital depende del método de financiación del proyecto. Si éste se financia mediante un empréstito, la tasa debe ser lo más cercana posible al interés del préstamo. Si el proyecto se financia con reservas, la tasa debe ser igual al

tipo obtenido por una inversión del dinero sin riesgo (por ejemplo, en bonos del Estado), o a una tasa próxima a la esperada por inversores en la compañía (es decir, incluyendo una recompensa por aceptar el grado de riesgo asociado con la compañía y con este proyecto).

Otra alternativa para identificar cómo se va a financiar este proyecto «específico» (por deuda o acciones) consiste en utilizar una cifra ponderada para todos los proyectos previstos, dentro de un programa general de desarrollo. En ambos casos, sin embargo, el requisito esencial sigue siendo mirar a los costes de financiación futuros, no a los pasados.

### **8.5.2 Vida útil de la instalación**

La vida útil del equipo será la duración prevista del equipo en servicio. Se llama también vida económica porque es el número de años durante los cuales la inversión original de capital y las ampliaciones de equipo posteriores proporcionarán ingresos a la administración como rendimiento de aquellas inversiones.

Al finalizar la vida económica del equipo, se estima un valor residual neto que se contabiliza como un flujo de efectivo. El valor residual neto es el valor normal de mercado del equipo menos el coste de su remoción, que incluye la desconexión, el desmontaje y el traslado.

### **8.5.3 Estimación de los parámetros de incertidumbre**

De los parámetros del estudio mencionados, el índice de inflación será el más incierto y el de mayor dificultad de estimación, ya que constituye el aspecto más volátil en una economía nacional y el menos controlable desde la perspectiva de una compañía individual. Por este motivo, es muy importante realizar un análisis coste/beneficio para el ciclo de vida. Si se realizan estudios de sensibilidad utilizando diferentes índices de inflación, puede trazarse una línea de actuación que reduzca al mínimo los riesgos de los aumentos de inflación. Por ejemplo, puede ser conveniente programar con antelación la adquisición del equipo inicial, y para un periodo prolongado, digamos de 3 a 5 años. En este caso el precio inicial podría ser inferior, y podría convenirse al principio el factor de inflación con el suministrador. Esto eliminaría la incertidumbre debida a la inflación en el precio del equipo. Otro método de reducir al mínimo los riesgos sería elaborar las tarifas teniendo presente la inflación.

### **8.5.4 Efecto sobre los servicios existentes**

El examen de todas las tecnologías o servicios nuevos revelará si los clientes pueden satisfacer sus necesidades utilizando las facilidades existentes, o si se requieren otras nuevas. Los servicios más novedosos suelen ofrecer características o precios más ventajosos que los servicios existentes. El declive de los servicios existentes debe gestionarse en el marco de la cartera de activos financieros de la Administración, y habrá que tenerlo en cuenta cuando se evalúe la repercusión del nuevo servicio. Por otra parte, algunos servicios nuevos podrían incrementar el uso de los servicios existentes, y hay que prever por anticipado la capacidad adicional resultante.

## **8.6 Análisis de riesgos**

### **8.6.1 Identificación de los factores de riesgo**

El retorno previsto de la inversión en un nuevo servicio o tecnología dependerá de los ingresos y los costes esperados de ese nuevo servicio. Cualquier ejercicio de previsión comporta un riesgo inherente. Es posible que la demanda no sea tan amplia como la que se planeó en un principio o que los programas de comercialización en materia de precios, promoción, entrega y calidad de funcionamiento no atraigan a un elevado número de usuarios. También puede darse el caso de que los gastos de operación sobrepasen a los previstos.

Antes de emprender un proyecto, es necesario efectuar un análisis de riesgos sobre los flujos de efectivo del proyecto. Este tipo de análisis se realiza modificando los parámetros y los flujos de efectivo para reflejar condiciones hipotéticas de riesgo. En lo posible, se determinará el caso más desfavorable, de modo que la Administración pueda adoptar todas las medidas necesarias para garantizar que la inversión alcance la rentabilidad requerida, o al menos mitigar anticipadamente los riesgos.

### 8.6.2 Cuantificación de los riesgos

Debería diseñarse un estudio de sensibilidad con respecto a todos los parámetros del flujo de efectivo, valiéndose de una variación ( $\pm x\%$ ) de los datos de entrada, para determinar la sensibilidad de los valores VAN con respecto a las variaciones de los datos de entrada, tales como las hipótesis de beneficio y costes. Por ejemplo, podría utilizarse una variación del 85% para ciertos parámetros de entrada y volver a calcular los valores nominales del estudio original, multiplicando uno o varios parámetros por 85%. Sería menester aclarar por qué razón se utilizan determinados multiplicadores.

Otro método para cuantificar los riesgos consiste en establecer un conjunto de valores para el beneficio y los costes que den un VAN aceptable (aunque quizás no óptimo). Esta hipótesis puede denominarse el caso «básico». Como cualquier variación de los parámetros que haga aumentar el VAN por encima del correspondiente al caso «básico» es una mejora, la Administración tendría una orientación para elegir el caso óptimo y evitar riesgos indebidos.

Entre los parámetros que requieren un análisis de sensibilidad figuran el volumen de la demanda, la cuota de mercado, el precio o tarifas de los servicios, los costes de capital, los gastos de explotación, el número de usuarios, la utilización del servicio, la tasa de inflación, las fases de la inversión y las etapas de penetración en el mercado.

## 8.7 Análisis económico

### 8.7.1 Costes

Deberán incluirse en el estudio todos los costes que puedan identificarse, una vez que se determine la red y el plan de operación. Para comparar las alternativas, resulta preferible un enfoque de costes marginales. En el marco de este enfoque, se consideran únicamente los costes imputables a los nuevos servicios, en los que no se incurría antes de la introducción de esos servicios. Tras la decisión definitiva sobre las alternativas, puede utilizarse el coste plenamente asignado de la red para análisis de la rentabilidad y de tarifas. Hay que tener cuidado para identificar las interrelaciones cuando se considera la oferta de varios servicios posibles (en los que, por ejemplo, se pueden compartir ciertos costes).

El objetivo global de dicho análisis es optimizar el uso de los recursos disponibles para las nuevas inversiones.

### 8.7.2 Ingresos

Las previsiones de la demanda de cualquier nuevo servicio o tecnología deben basarse en:

- la identificación del mercado objetivo;
- un perfil de utilización del nuevo servicio en ese mercado;
- la identificación de los posibles clientes en ese mercado en vista de las características del servicio.

Una vez hecho esto, se calculará un precio para el servicio y su utilización, partiendo de los costes proyectados y de las relaciones precio/demanda, tras lo cual se estimará la penetración en el mercado a lo largo del tiempo. A continuación se procederá a determinar los ingresos a partir de las previsiones de la demanda.

### 8.7.3 Flujo de efectivo

Al organizar los datos que permitirán tomar decisiones con respecto a la evaluación de los proyectos, debe hacerse hincapié en los flujos de efectivo, y no en la cuenta de ingresos netos. La razón está en que el cálculo del ingreso neto se basa en conceptos reales que pasan por alto la periodicidad de los flujos de efectivo entrantes y salientes de una organización.

### 8.7.4 Rentabilidad

Una vez seleccionado un proyecto, atendiendo al beneficio económico que puede generar a largo plazo o a su VAN, la viabilidad de la operación exige examinar los criterios de rentabilidad.

El Capítulo VII del Manual del GAS 11 aborda el sector de la rentabilidad, así como las tres áreas de estudio precisadas (costes, ingresos y flujos de efectivo).

## 8.8 Consideraciones sobre tarifas

### 8.8.1 Introducción

La fijación de tarifas es un ejercicio complejo que exige experiencia, comprensión de los principios involucrados y comprensión de las circunstancias concretas a que se enfrenta el operador. El Capítulo VII del Manual del GAS 11 considera las estructuras tarifarias, los niveles tarifarios y da algunos ejemplos.

### 8.8.2 Aspectos esenciales

La necesidad de asegurar que todos los elementos operacionales tengan como enfoque común el logro de los objetivos comerciales generales de la administración, las complejas interrelaciones que existen entre los diversos componentes de los ingresos totales, y la exigencia de que los precios parezcan razonables al cliente, todo ello impone una estructura o estrategia de tarifas que englobe todos los productos y servicios ofrecidos.

Por consiguiente las decisiones sobre los precios que han de aplicarse a productos o servicios individuales no deben tomarse aisladamente, sino que han de encajarse dentro de la citada estructura o estrategia global.

Seguidamente se incluye una recapitulación de los factores esenciales que es preciso considerar e integrar en el modelo de tarifas de una administración.

1. Objetivos comerciales: la estructura de tarifas será parte integrante de la estrategia general dirigida a alcanzar los objetivos comerciales de la administración. Entre estos objetivos (todos señalados en plazos específicos) podrían, por ejemplo, incluirse algunos de los siguientes:

Financieros:

- objetivo de máximos beneficios
- objetivo de volumen de negocio
- objetivo R.O.C.E.
- amortización anticipada de las deudas pendientes.

No financieros:

- aumentos específicos del número de clientes o de líneas (quizás siguiendo los objetivos del Gobierno)
- cobertura geográfica.

Si el objetivo primario fuera, por ejemplo, aumentar el número de líneas en servicio, el precio cobrado por la instalación probablemente sería menor que si el objetivo fuese conseguir máximos rendimientos financieros a corto plazo.

2. Coste de la prestación del servicio: comprenderá una revisión de:
- la estructura de costes, expresada en costes fijos y marginales, y los factores creadores de costes;
  - el coste de explotar la red nacional (mano de obra, amortización, mantenimiento, etcétera);
  - los costes adicionales por la prestación de servicios internacionales, por ejemplo, cargos por tráfico entre administraciones, arriendo de capacidad en el extranjero (por satélite o cable);
  - los costes, normales o no, asociados con las instalaciones;
  - el coste inclusivo del EIC;
  - una base apropiada para la atribución y repartición de los costes entre los diversos productos y servicios;
  - costes actuales y futuros.

Se requiere una evaluación de los costes para valorar la rentabilidad relativa de los diferentes productos y servicios entregados con arreglo a diversas estrategias tarifarias. Cabe esperar que el beneficio obtenido de cada servicio cumpla un objetivo financiero concreto.

3. Escasez de los recursos: cuando escaseen los recursos financieros o laborales en la Administración, puede ser necesario cargar un suplemento para cubrir los costes adicionales asociados con la prestación de un determinado servicio, por encima de los precios que normalmente se exigen por ese tipo de servicio.
4. Demanda del cliente: parte esencial del ejercicio de fijación de precios es un enfoque estructurado de la evaluación de la demanda, en la que influyen numerosos factores además del precio, como por ejemplo la calidad, el nivel de renta del cliente, otras ofertas competitivas, etc.
5. Competencia: se espera que existan notables diferencias entre los precios cargados en un mercado abierto a la competencia y los que se fijan en un entorno monopolístico, puesto que la competencia normalmente hace descender los precios, reduce los costes y eleva la calidad general del servicio.

Debe efectuarse una cuidadosa evaluación de todas las estrategias que podrían aplicarse, y de las reacciones esperadas de la competencia. En el mercado actual de las telecomunicaciones, aun cuando no haya competidores locales autorizados, el uso de facilidades como la rellamada, reencaminamiento u otras, crea de hecho una competencia por los servicios internacionales (tradicionalmente, la parte más lucrativa de cualquier administración estatal).

6. Economía nacional: se necesita examinar la repercusión de la economía local como, por ejemplo, la tasa de crecimiento nacional, los índices de inflación y los tipos de cambio de moneda (actuales y previstos).

El crecimiento de la economía repercutirá en la demanda de servicios de telecomunicación; se ha demostrado, sin embargo, que el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones es un motor de primer orden del crecimiento económico total en los países en desarrollo. Debe por tanto tenerse en cuenta esta relación a la hora de evaluar la economía local y la estructura de tarifas que ha de adoptarse.

7. Restricciones políticas o legales: pueden referirse a limitaciones de precios, reducciones obligatorias de precios, disponibilidad de servicios, o amortización exigida de los préstamos del Gobierno.
8. Exposición a riesgos financieros: a medida que una administración sale de un régimen de monopolio para competir como proveedor de servicios, debe intentar reducir su financiación por deuda y aumentar su financiación por acciones. La reducción de la tasa de endeudamiento de una compañía hará descender sus costes a lo largo del tiempo, y por tanto mitigará los riesgos financieros. Asimismo situará a la compañía en mejor posición en los sectores de financiación y créditos.



## **8.9 Reexamen basado en la experiencia**

### **8.9.1 Revisión del cálculo de la rentabilidad**

Debe revisarse periódicamente la rentabilidad de los servicios, preferiblemente en el nivel ejecutivo dentro de la administración.

A medida que los proyectos se ejecutan y se ofrecen los servicios, es preciso que la Administración supervise los factores internos y externos para averiguar si las operaciones se están realizando de la forma prevista. Entre las tendencias que deben vigilarse, hay que citar el volumen de ventas y la rentabilidad por servicio y sector del mercado o cliente, los costes fijos, el punto de equilibrio, los ingresos de explotación y los ingresos antes de deducir los impuestos. Los factores externos esenciales que deben considerarse son las necesidades y los valores de los clientes, el volumen e incremento de la demanda, la cuota de mercado, las condiciones comerciales, las actividades de la competencia y la legislación nacional. Basándose en el análisis económico de cada plan, los administradores pueden estudiar la situación para tomar decisiones que mejoren la rentabilidad.

### **8.9.2 Revisión de las tarifas**

Pueden revisarse las tarifas iniciales de un nuevo servicio, así como los beneficios generados por ese servicio. Habrá que reajustar las tasas que no generen un ingreso suficiente para cubrir los costes de capital o los gastos de explotación, o las tasas que resulten demasiado elevadas para conseguir un nivel de utilización satisfactorio.

## **8.10 Mecanismo transitorio en relación con tasas de liquidación orientadas a costes**

El Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones (WTPF, Ginebra 1998), dedicado al comercio de los servicios de telecomunicación, recomendó la creación, dentro de la Comisión de Estudio 3 del UIT-T, de un Grupo Focal con el fin de definir un mecanismo transitorio hacia unas tasas de liquidación orientadas a los costes. Resultado del trabajo del citado grupo ha sido la propuesta de añadir un anexo E a la Recomendación D.140. El proyecto de anexo E (véase el anexo 8A) ha sido muy bien acogido por las administraciones, y va a ser incluido en el informe presentado por la Comisión de Estudio 3 a la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT, Montreal, 27 de septiembre-6 de octubre de 2000) para su aprobación final. Se ha señalado que, aunque el anexo E no haya sido adoptado oficialmente, numerosos operadores de países en desarrollo y países desarrollados ya lo están utilizando como base para sus negociaciones.

## **8.11 Publicaciones e informes de la UIT**

El texto de este Capítulo se basa sustancialmente en el Capítulo 5 del Manual del GAS 12, Aspectos económicos de la introducción de nuevos servicios no vocales de telecomunicación en los países en desarrollo. A continuación se enumeran otras publicaciones pertinentes de la UIT relacionadas con temas financieros. Asimismo se enumeran resúmenes de informes recientemente preparados sobre eventos importantes.

- 1) Telecommunications and Economic Growth – Seminarios organizados conjuntamente por UIT y Webster University, 1999.
- 2) Colección de Tendencias generales en las reformas de telecomunicaciones, 1ª edición, 1998.
- 3) Telecommunication Policy on CD-ROM, 1999.
- 4) Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones – Telefonía móvil celular – Indicadores de telecomunicaciones mundiales, 5ª edición, 1999.
- 5) Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones: Acceso universal, 4ª edición, 1998.

- 6) Informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones: Comercio de las telecomunicaciones, 3ª edición, 1996/97.
- 7) World Telecommunication Indicators Database, 5ª edición, 1999.
- 8) Direction of Traffic: Trading Telecom Minutes – Report, 3ª edición, 1999.
- 9) Direction of Traffic: Trading Telecom Minutes, 3ª edición, 1999.
- 10) Direction of Traffic, 3ª edición, 1999.
- 11) ITU Yearbook of Statistics – Telecommunication Services 1989-1998, 26ª edición, 2000.
- 12) Anuario estadístico de la UIT (series cronológicas 1987-1994), 1994.
- 13) UIT-D Cuestión 1/1 – Papel de las telecomunicaciones en el desarrollo económico, social y cultural, 1998 – (CE1) Informe Final. Ediciones separadas en inglés, francés, español.
- 14) UIT-D Cuestión 2/2 – Preparación de Manuales destinados a los países en desarrollo: Aspectos económicos, de organización y reglamentarios de la gestión nacional del espectro 1999 – (CE2) Informe Final.
- 15) UIT-D Cuestión 4/1 – Políticas y modalidades de financiación de las infraestructuras de telecomunicación en los países en desarrollo.
- 16) Manual on Tendering and Procurement of Broadcasting Systems and Equipment Ediciones separadas en inglés, francés.
- 17) Transformación competitiva de empresas de telecomunicaciones – MANDEVTEL, 1997. Ediciones separadas en inglés, francés, español.
- 18) Lecturas útiles para Directores y Jefaturas – Principios generales de gestión en telecomunicaciones (Volumen I), 1993.
- 19) Lecturas útiles para Directores y Jefaturas – Principios generales de gestión en telecomunicaciones (Volumen II), 1996.
- 20) Socios en el desarrollo: Telecomunicaciones – El primer eslabón, 1994.

#### Resúmenes:

- *Final Report and Proceedings of the Seminar on Partnerships and Rural Telecommunication Development, Kampala (Uganda), 3-5 de noviembre 1999*

El Informe final contiene las declaraciones formuladas en las sesiones de apertura y de clausura, así como las conclusiones principales sobre las presentaciones y debates de cada sesión de trabajo. Las Actas contienen los documentos íntegros presentados durante las sesiones, que abarcan diversos aspectos de las telecomunicaciones rurales, tales como la financiación de las cuestiones reglamentarias y las tecnologías.

- *Addendum – Aspectos del desarrollo de las telecomunicaciones, Volumen II: Reforma del sistema internacional de tasas de distribución*

En 1999 la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones continuó prestando apoyo a los países en desarrollo para el examen de los costes de las telecomunicaciones y la reforma de las tarifas. El addendum a la Recopilación de 1998 de «**Reforma del sistema internacional de tasas de distribución**» contiene los informes de los seminarios celebrados en 1999 y las contribuciones de los países en desarrollo a la labor de los Grupos Regionales de Tarificación y a la Comisión de Estudio 3. Estos informes se completan con tres estudios de casos prácticos adicionales.

Los seminarios y cursillos de la BDT celebrados en 1998 subrayaron la importancia que reviste, para los países en desarrollo, el examen de los elementos de coste subyacentes en las telecomunicaciones con miras a contribuir a la reforma del sistema de tasas de distribución. A petición de los participantes en aquellos seminarios y cursillos, la BDT continuó prestando apoyo a reuniones en las que los representantes de países en desarrollo aplicaban diversas metodologías para calcular las tarifas en situaciones reales. La Parte 3 contiene los informes de estas reuniones, así como recomendaciones a las

deliberaciones en curso de la Comisión de Estudio 3 sobre la reforma de tarifas. Además, los Grupos Regionales de Tarificación se reunieron para reexaminar los modelos de coste a utilizar para un cálculo más preciso de los costes reales. Cierta número de documentos adicionales ofrecen visiones de conjunto sobre cuestiones relacionadas con tarifas, de notable interés para los países en desarrollo. También se incluyen en este volumen tres estudios más de casos prácticos –Barbados, Trinidad & Tobago y Ucrania–, como complemento a los 11 publicados en 1998.

- *Instituciones financieras que ofrecen recursos para proyectos y asistencia técnica de telecomunicaciones en los países en desarrollo (revisada por las Instituciones financieras), cuarta edición, julio de 1999*

Esta publicación, dividida en tres categorías (organismos multilaterales, organismos bilaterales y fondos), presenta una lista de las instituciones que suministran recursos para proyectos de telecomunicaciones y asistencia técnica en los países en desarrollo. Sirve de guía para los gobiernos, los organismos de reglamentación y las entidades públicas de telecomunicaciones, así como para las empresas e instituciones privadas. Además de proporcionar direcciones, números de teléfono y de fax, direcciones de correo electrónico y personas de contacto, cada entrada da información fidedigna (contrastada por cada institución) sobre la finalidad para que fue creada la institución, sus actividades, sus objetivos, un conocimiento más amplio de sus políticas, criterios relativos a préstamos, plazos y condiciones para la financiación de un proyecto en función de su cobertura geográfica.

- *Aspectos del desarrollo de las telecomunicaciones, Volumen II: Reforma del sistema internacional de tasas de distribución – Revisión de la primera edición de 1998, mayo de 1999*

En nombre de la UIT, la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones ha asumido la responsabilidad de guiar, ayudar y animar a los países en desarrollo que reestructuran el sector de las telecomunicaciones, a enfrentar los problemas de la mundialización y la liberalización.

Este volumen contiene los informes de los seminarios y cursillos de validación en los que los representantes de países en desarrollo reexaminaron las actividades encaminadas a reformar el sistema internacional de tasas de distribución y diversos documentos sobre metodología para el cálculo de costes. También aportaron contribuciones y recomendaciones útiles para su consideración por el Grupo Focal de la Comisión de Estudio 3.

- *Aspectos del desarrollo de las telecomunicaciones, Volumen I: Financiación y Comercio – Revisión de la primera edición de 1998, junio de 1999*

La finalidad de esta publicación es proporcionar una revisión anual de los diversos aspectos esenciales en las telecomunicaciones internacionales, según los examina la Unión Internacional de Telecomunicaciones/Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT/BDT).

Los autores de este año se han concentrado en el comercio, las asociaciones y la financiación dentro del contexto de reestructuración y mundialización. Se han seleccionado documentos que reflejan un equilibrio entre los principales apostantes por la telecomunicación: gobiernos, entidades reglamentadoras, sector privado, operadores de telecomunicaciones y sector financiero, así como entre las diversas regiones. Los estudios de casos prácticos ilustran la diversidad de la reestructuración y de los procesos de privatización, así como su repercusión sobre las diferentes etapas del desarrollo de un país.

Las actas e informes detallados se han producido independientemente. Los anexos comprenden un inventario de instituciones financieras y una lista completa de autores y contribuciones presentadas a los Coloquios. Todas estas publicaciones están disponibles, a petición, en la UIT/BDT.

- *Final Reports of the Telecommunication Trade and Finance Colloquia*

Los seis Informes finales (Volúmenes 1 y 2) son el resumen de los seis Coloquios regionales sobre Comercio y Financiación organizados por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones desde 1996 a 1998, en todo el mundo.

Habida cuenta de la importancia de los problemas de financiación y los desarrollos mundiales en el comercio de servicios de telecomunicación en el mundo, los objetivos de estos seis coloquios regionales fueron: alentar y estimular nuevas fuentes y modalidades innovadoras de financiación, facilitar la formación de asociaciones a través de reuniones bilaterales y privadas entre el sector privado y el sector público, y fomentar la liberalización del sector de la telecomunicación de manera que se facilite la entrada de nuevos operadores.

- *Africa Telecommunication Finance Colloquium, Abidjan, Côte d'Ivoire, 25-29 de marzo de 1996. Final Report (Vol. I – Vol. II)*

El Informe final (Volúmenes 1 y 2) es el resumen del Coloquio sobre financiación de las telecomunicaciones en Africa, organizado por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones del 25 al 29 de marzo de 1996 en Abidjan, Côte d'Ivoire. En él se proporcionó un marco de actuación apropiado, bien consolidado e innovador para las estrategias de financiación y movilización de recursos en el contexto de las tecnologías nuevas y el cambiante entorno reglamentario para el comercio y las inversiones en telecomunicación.

- *Arab States Telecommunication Finance Colloquium, Amman, Jordania, 1-4 de septiembre de 1996. Final Report (Vol. I – Vol. II)*

El Informe final (Volúmenes 1 y 2) es el resumen del Coloquio sobre financiación de las telecomunicaciones en los Estados Árabes, organizado por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones del 1 al 4 de septiembre de 1996 en Ammán, Jordania. Las conclusiones del Coloquio proporcionaron una mejor comprensión de las condiciones necesarias para atraer inversiones y subrayar la importancia de la inversión requerida para el desarrollo del sector de la telecomunicación.

- *Coloquio sobre la financiación y el comercio de telecomunicaciones en América Latina y el Caribe, Brasilia (Brasil), 14-16 de julio de 1997, Informe Final (Vol. I – Vol. II)*

El Informe final (Volúmenes 1 y 2) es el resumen del Coloquio sobre financiación y comercio de las telecomunicaciones en América Latina y el Caribe, organizado por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones del 14 al 16 de julio de 1997 en Brasilia, Brasil, con la participación de 120 delegados de 33 países. Los objetivos fueron: alentar y estimular nuevas fuentes y modalidades innovadoras de financiación, facilitar la formación de asociaciones a través de reuniones bilaterales y privadas entre el sector privado y el sector público, y fomentar la liberalización del sector de la telecomunicación.

- *Telecommunication Trade and Finance Colloquium for Asia and Pacific, New Delhi (India), 3-5 de noviembre de 1997, Final Report (Vol. I – Vol. II)*

El Informe final (Volúmenes 1 y 2) es el resumen del Coloquio sobre financiación y comercio de las telecomunicaciones en Asia y el Pacífico, organizado por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones del 3 al 5 de noviembre de 1997 en Nueva Delhi, India, con la participación de 275 delegados de 28 países. Su propósito fue abordar, en el ámbito regional con todos los asociados potenciales, el tema crucial de la financiación del desarrollo de la telecomunicación en cada región, así como los aspectos de telecomunicaciones conexos.

- *Coloquio sobre la información y el comercio de telecomunicaciones para Europa, Ginebra (Suiza), 15-17 de diciembre de 1997, Informe Final (Vol. I – Vol. II)*

El Informe final (Volúmenes 1 y 2) es el resumen del Coloquio sobre financiación y comercio de las telecomunicaciones para Europa, organizado por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones del 15 al 17 de diciembre de 1997 en Ginebra, Suiza. En él se proporcionó un marco de actuación apropiado, bien consolidado e innovador para las estrategias de financiación y movilización de recursos en el contexto de las tecnologías nuevas, el cambiante entorno reglamentario para el comercio y las inversiones en telecomunicación, y las necesidades específicas de los diferentes países.

- *Telecommunication Trade and Finance Colloquium for CIS, San Petersburgo (Rusia), 2-3 de febrero de 1998, Final Report (Vol. I – Vol. II)*

El Informe final (Volúmenes 1 y 2) es el resumen del Coloquio sobre financiación y comercio de las telecomunicaciones para los países de la CEI, organizado por la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones del 2 al 3 de febrero de 1998, en San Petersburgo, Rusia, con la participación de 113 delegados de 26 países.

Las conclusiones del Coloquio proporcionaron una mejor comprensión de las condiciones necesarias para atraer inversiones y subrayar la importancia de la inversión requerida para el desarrollo del sector, así como para establecer acuerdos específicos entre los participantes.

## ANNEXO 8A

**Directrices para las negociaciones bilaterales de acuerdos transitorios  
hacia la orientación a costes, 1999 a 2001<sup>1</sup>**

**E.1 Introducción**

Este anexo contiene las directrices convenidas multilateralmente para utilización en las negociaciones bilaterales tendentes a establecer y revisar las tasas de distribución, las partes alícuotas de las tasas de distribución y las partes alícuotas de tránsito durante la transición a la orientación a costes, en los casos que no ha resultado posible aplicar el enfoque 1 del anexo C a esta Recomendación, a satisfacción de todos los participantes en una relación entre interlocutores. Al aplicar estas directrices deberán tenerse en cuenta el Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales (RTI), las Recomendaciones D.150, D.155 y otras Recomendaciones de la serie D pertinentes.

**E.2 Generalidades**

A la vista de los cambios sobrevenidos en el entorno internacional de telecomunicaciones y el acuerdo de ampliar las opciones de acuerdos de remuneración que habrán de incorporarse a la Recomendación D.150, se recomienda que las Administraciones tengan en cuenta los acuerdos transitorios hacia la orientación a costes que a continuación se detallan.

**E.3 Tasas objetivo indicativas para relaciones directas<sup>2</sup>**

E.3.1 Como medida transitoria durante la aplicación del enfoque 1 del anexo C, se recomienda que las Administraciones avancen progresivamente hasta alcanzar en sus negociaciones bilaterales las tasas objetivo indicativas que se establecen en el cuadro A1. Las tasas objetivo se expresan en derechos especiales de giro (DEG) por minuto, para países o territorios agrupados con arreglo a su nivel de teledensidad (líneas telefónicas por 100 habitantes) en 1 de enero de 1998. Las administraciones que ya hayan alcanzado esas tasas objetivo indicativas deberán seguir adoptando medidas positivas para reducir sus tasas de distribución a niveles orientados a los costes. Cuando un país se traslade, pasado el 1 de enero de 1999, de un grupo de teledensidad al siguiente por haber aumentado el número de abonados, deberá ajustarse consecuentemente la tasa objetivo indicativa aplicable, a realizar en el mismo periodo que anteriormente, con sujeción a E.5.

---

**Cuadro A1 – Tasas de liquidación objetivo indicativas para relaciones directas**

Basadas en el promedio de las 20 por ciento más bajas tasas de liquidación actuales publicadas en cada grupo de teledensidad, medidas en DEG por minuto (T = líneas telefónicas por 100 habitantes)

Teledensidad T ≤ 1	1 < T ≤ 5	5 < T ≤ 10	10 < T ≤ 20	20 < T ≤ 35	35 < T ≤ 50	T > 50
0,327 DEG	0,251 DEG	0,210 DEG	0,162 DEG	0,118 DEG	0,088 DEG	0,043 DEG

<sup>1</sup> Nota – Este periodo puede ampliarse, con sujeción a lo dispuesto en el punto E.5.3.

<sup>2</sup> Las tasas objetivo directas y de tránsito no son aplicables entre mercados competitivos.

E.3.2 Las tasas objetivo indicativas que figuran en el cuadro A1 señalan límites superiores, y de ningún modo debe interpretarse que sirven de guía para establecer límites inferiores en las relaciones directas, ni tampoco deben tomarse como niveles orientados a los costes.

E.3.3 Para pequeños estados insulares, definidos por tener población inferior a 300 000 habitantes, alejados de la tierra continental, fuera de las rutas de cable importantes y por tanto dependientes de las comunicaciones vía satélite, puede utilizarse como tasa objetivo indicativa la de 0,266 DEG por minuto. Los países o territorios comprendidos en esta categoría (véase el apéndice) pueden elegir entre adoptar este objetivo o el que corresponda a su teledensidad.

E.3.4 Para los países menos adelantados, reconocidos por las Naciones Unidas, puede utilizarse la tasa objetivo indicativa de 0,312 DEG por minuto. Los 48 países elegibles dentro de esta categoría, más otros 3 países «asimilables» (véase el apéndice) pueden elegir entre adoptar este objetivo o el que corresponda a su teledensidad.

E.3.5 Las tasas transitorias del cuadro A1 no son aplicables a las administraciones que hayan calculado sus costes con arreglo a un enfoque mutuamente acordado y que sepan que la terminación de una llamada internacional en su red les ocasiona un coste diferente que el señalado en el citado cuadro.

E.3.6 Cuando las tasas indicativas propuestas como objetivo en el cuadro 1 difieran de los resultados obtenidos por la aplicación de un modelo de costes regional que esté reconocido por la Comisión de Estudio 3 del UIT-T, podrían aplicarse los elementos de coste procedentes del caso práctico, por acuerdo bilateral, dentro de la región y en las relaciones con las administraciones exteriores a la región, tal como se describen en el enfoque 1 del anexo C de esta Recomendación. Se reconoce que, cuando esto no es posible, las tasas objetivo propuestas en el cuadro A1 podrían servir de base para determinar las tendencias de los costes y/o tasas de distribución descritas en el enfoque 2 del anexo C de esta misma Recomendación.

E.3.7 Se recomienda que las administraciones utilicen lo antes posible unos métodos de cálculo de costes apropiados para determinar sus costes pertinentes.

E.3.8 En el caso de que las tasas objetivo indicativas propuestas en el cuadro 1 difieran de los elementos de coste identificados en el estudio del caso de un país, que haya sido validado por la región afectada y respaldado por la Comisión de Estudio 3 del UIT-T, podrían aplicarse los elementos de coste procedentes del caso práctico, por acuerdo bilateral, dentro de la región y en relaciones con las Administraciones exteriores a la región.

#### **E.4 Tasa objetivo indicativa para relación indirecta (parte alícuota de tránsito)<sup>3</sup>**

E.4.1 Con el fin de aportar orientaciones sobre las partes alícuotas de tránsito, en rutas en las que la Administración de origen tenga pocas opciones de elección<sup>4</sup> entre rutas de tránsito y proveedores de servicio, se recomienda que las administraciones de tránsito se muevan hacia la tasa objetivo indicativa (límite superior) de 0,05 DEG por minuto.

---

<sup>3</sup> Las tasas objetivo directas y de tránsito no se aplican entre mercados competitivos.

<sup>4</sup> Acceso limitado a tres proveedores de tránsito independientes y comparables.

E.4.2 La tasa objetivo indicativa de 0,05 DEG (límite superior) no debe interpretarse que sirve de guía para establecer límites inferiores en las partes alícuotas de tránsito, ni tampoco ha de tomarse como nivel orientado al coste. Se reconoce que, en rutas competitivas, las partes alícuotas de tránsito pueden ser considerablemente inferiores a la tasa objetivo.

## E.5 Periodo de transición

E.5.1 El punto inicial de la transición será el nivel actual de las tasas de liquidación y el nivel de la parte alícuota de tránsito.

E.5.2 Los acuerdos transitorios encaminados a lograr la orientación a costes deberán ser negociados por acuerdo bilateral, por ejemplo, de una de estas maneras:

a) Según el principio de dividir a partes iguales los ingresos por tasas procedentes del tráfico intercambiado (simetría), aplicando ambas administraciones la misma tasa (tasa de liquidación) para alcanzar un nivel igual o inferior a la tasa objetivo indicativa que corresponde a la administración de categoría de teledensidad más baja, dentro o hacia el fin del periodo de transición.

b) De un modo asimétrico, aplicando ambas administraciones tasas diferentes para la terminación de llamadas, en el contexto de un acuerdo para situarse por debajo de la tasa objetivo indicativa de la administración de categoría de teledensidad más baja. En este caso, la administración de categoría de teledensidad más alta aplicará a la terminación de llamadas una tasa menor que la administración de teledensidad más baja.

c) A fin de potenciar el acceso universal a las telecomunicaciones en los países en desarrollo, las administraciones de los países desarrollados podrían aplicar a las llamadas entrantes terminadas en su red una tasa propia orientada a los costes, sin exigir un tratamiento recíproco. Esta opción sería voluntaria y basada en un acuerdo bilateral.

E.5.3 Se recomienda que las tasas objetivo indicativas para relaciones directas señaladas en el cuadro 1 se alcancen a través de reducciones escalonadas a lo largo de un periodo de tres años (es decir, hasta el final de 2001). No obstante, para las 48 administraciones de países menos adelantados más las 3 «asimilables», se recomienda un periodo de transición más largo, en función del nivel de dependencia de los pagos de liquidación netos (NSP, *net settlement payments*) que presente el país, como se propone en el cuadro A2.

El nivel de dependencia de los pagos de liquidación netos señalado en el cuadro A2 deberá calcularse sobre la base de la media móvil de los tres últimos años. Cada año deberá calcularse de nuevo. Si el nivel de dependencia de una administración, de un año al siguiente, cambia de una a otra categoría, el año tomado como objetivo habrá de ajustarse en consecuencia, pero no más allá del 2004.

Cuando a través de un proceso transparente se determine que otras administraciones tropiezan con notables dificultades para asumir la reducción, la fecha objetivo puede retrasarse mediante acuerdo bilateral. Análogamente, las administraciones que hayan identificado, a través de un proceso transparente, graves dificultades para cumplir las tasas objetivo propuestas en el cuadro A1, pueden aplicar por acuerdo bilateral un programa de reducciones regulares o anuales.

E.5.4 Se recomienda que las partes alícuotas de tránsito sean reducidas progresivamente con el fin de llegar a la tasa objetivo indicativa de 0,05 DEG (límite superior) al final del año 2000.



---

**Cuadro A2 – Periodo de transición en función de la dependencia de pagos de liquidación netos (NSP)**

<b>Pagos de liquidación netos (NSP) como porcentaje de los ingresos de telecomunicación totales (TTR)</b>	<b>Año objetivo para lograr la tasa objetivo</b>
NSP < 10 por ciento de TTR	fin de año 2001
10 < NSP < 20 por ciento de TTR	fin de año 2002
20 < NSP < 30 por ciento de TTR	fin de año 2003
NSP > 30 por ciento de TTR	fin de año 2004

NOTA 1 – Los cálculos deben estar basados en datos publicados, tomados de la contabilidad de la compañía, sobre los pagos de liquidación netos y los ingresos de telecomunicación totales, válidos para 1997 o más recientes.

NOTA 2 – Los datos sobre pagos de liquidación netos e ingresos de telecomunicación totales deben ser válidos para la totalidad del país o territorio, no sólo para una administración individual.

---

## **E.6 Obligación del servicio universal**

Todo Estado Miembro tiene el derecho de definir el tipo de Obligación de Servicio Universal que desea mantener. Sin embargo, estas obligaciones deben ser administradas de una manera transparente, no discriminatoria y en competencia neutral, que no sea más onerosa de lo necesario para el tipo de servicio universal definido por el Miembro.

---

