



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Serie H
Suplemento 3
(05/2003)

SERIE H: SISTEMAS AUDIOVISUALES Y
MULTIMEDIOS

**Requisitos de los operadores relativos a los
servicios completos por línea de abonado
digital de velocidad muy alta en las
Recomendaciones UIT-T H.610 y H.611**

Recomendaciones UIT-T de la serie H – Suplemento 3

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE H
SISTEMAS AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIOS

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS VIDEOTELEFÓNICOS	H.100–H.199
INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVICIOS AUDIOVISUALES	
Generalidades	H.200–H.219
Multiplexación y sincronización en transmisión	H.220–H.229
Aspectos de los sistemas	H.230–H.239
Procedimientos de comunicación	H.240–H.259
Codificación de imágenes vídeo en movimiento	H.260–H.279
Aspectos relacionados con los sistemas	H.280–H.299
SISTEMAS Y EQUIPOS TERMINALES PARA LOS SERVICIOS AUDIOVISUALES	H.300–H.399
SERVICIOS SUPLEMENTARIOS PARA MULTIMEDIOS	H.450–H.499
PROCEDIMIENTOS DE MOVILIDAD Y DE COLABORACIÓN	
Visión de conjunto de la movilidad y de la colaboración, definiciones, protocolos y procedimientos	H.500–H.509
Movilidad para los sistemas y servicios multimedia de la serie H	H.510–H.519
Aplicaciones y servicios de colaboración en móviles multimedia	H.520–H.529
Seguridad para los sistemas y servicios móviles multimedia	H.530–H.539
Seguridad para las aplicaciones y los servicios de colaboración en móviles multimedia	H.540–H.549
Procedimientos de interfuncionamiento de la movilidad	H.550–H.559
Procedimientos de interfuncionamiento de colaboración en móviles multimedia	H.560–H.569
SERVICIOS DE BANDA ANCHA Y DE TRÍADA MULTIMEDIOS	
Servicios multimedia de banda ancha sobre VDSL	H.610–H.619

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Suplemento 3 a las Recomendaciones UIT-T de la serie H

Requisitos de los operadores relativos a los servicios completos por línea de abonado digital de velocidad muy alta en las Recomendaciones UIT-T H.610 y H.611

Resumen

El presente Suplemento está basado en la especificación técnica del Grupo Focal (FGTS) de VDSL de servicio completo – Parte 1 "FS-VDSL Operators Requirements" y complementa las especificaciones de las Recomendaciones UIT-T H.610 y H.611.

Orígenes

El Suplemento 3 a las Recomendaciones UIT-T de la serie H fue aceptado por la Comisión de Estudio 16 (2001-2004) el 30 de mayo de 2003.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta publicación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta publicación es voluntaria. Ahora bien, la publicación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente publicación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de publicaciones.

En la fecha de aprobación de la presente publicación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta publicación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2004

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	3
4 Acrónimos	3
5 Arquitectura y servicios.....	6
5.1 Introducción.....	6
5.2 Arquitectura de la plataforma VDSL de servicio completo	7
5.3 Descripción de los servicios	8
6 Oferta de servicio.....	15
6.1 Servicio exclusivo PC/Internet.....	15
6.2 Radiodifusión de contenido y EPG	16
6.3 Radiodifusión y vídeo a la carta	16
6.4 Radiodifusión y servicios de Internet en televisión.....	17
6.5 Combinación televisión/entretenimiento y PC/Internet	17
6.6 Servicios PC/Internet y servicios de voz derivados	17
7 Protección del contenido digital	17
7.1 Objetivo	17
7.2 Metas	18
7.3 Amenazas de seguridad	18
7.4 Modelo de seguridad FS-VDSL	19
7.5 Mecanismos de seguridad.....	21
8 Requisitos de instalación	24
8.1 Red de acceso para la instalación de la VDSL	24
8.2 Cuestiones relativas a la instalación de las ONU	28
9 Requisitos de la red de distribución óptica	33

Suplemento 3 a las Recomendaciones UIT-T de la serie H

Requisitos de los operadores relativos a los servicios completos por línea de abonado digital de velocidad muy alta en las Recomendaciones UIT-T H.610 y H.611

1 Alcance

En las Recomendaciones UIT-T H.610 y H.611 se definen la arquitectura y los requisitos de operaciones, administración, supervisión y aprovisionamiento (OAMP) para la prestación de servicios de vídeo, datos y voz por redes de acceso VDSL en un entorno doméstico, que se conoce como red VDSL de servicio completo (FS-VDSL, *full service VDSL*).

En este Suplemento se especifican los requisitos para los operadores, en lo que respecta a la prestación de servicios e instalación de infraestructura, en que se basan dichas Recomendaciones. El objetivo es maximizar los puntos comunes de los requisitos para los operadores con el fin de que los proveedores puedan proporcionar productos comunes, que a su vez puedan insertarse en todos los mercados internacionales consiguiendo una economía de escala.

Las Recomendaciones pretenden facilitar la prestación de un conjunto de servicios de tríada de manera fiable, con una intervención mínima por parte del usuario, respetando los requisitos clave de seguridad y de acceso condicional al contenido a unos costos compatibles con su inserción masiva en el mercado. En estas especificaciones se incluyen únicamente los elementos que deben definirse para conseguir una plataforma compatible a bajo costo. Se pretende que cada proveedor de servicios pueda definir y desarrollar un conjunto de servicios competitivos diferente utilizando los materiales de base definidos en las Recomendaciones mediante una configuración informática telecargable.

Se considera, en todo el Suplemento, que la VDSL es una tecnología de capa física; no obstante, las especificaciones de arquitectura recogidas pueden aplicarse igualmente en equipos en las instalaciones del cliente (CPE, *customer premises equipment*) y redes de acceso que utilizan otras tecnologías de capa física de banda ancha.

2 Referencias

Las siguientes referencias son de carácter informativo. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las referencias son susceptibles de revisión, por lo que se invita a los usuarios de este Suplemento a consultar las ediciones más recientes de las referencias citadas a continuación.

- [1] Comité T1, T1.424-Trial Use, *Interface Between Networks and Customer Installations – Very-high Speed Digital Subscriber Lines (VDSL) Metallic Interface (Trial-use Standard): March 2002 – Part 1 – Functional Requirements and Common Specification.*
- [2] Comité T1, T1.424-Trial Use, *Interface Between Networks and Customer Installations – Very-high Speed Digital Subscriber Lines (VDSL) Metallic Interface (Trial-use standard): March 2002 – Part 2 – Technical Specification for Single-Carrier Modulation (SCM) Transceivers.*
- [3] Comité T1, T1.424-Trial Use, *Interface Between Networks and Customer Installations – Very-high Speed Digital Subscriber Lines (VDSL) Metallic Interface (Trial-use standard): March 2002 – Part 3 – Technical Specification for Multi-Carrier (MCM) Transceivers.*
- [4] ETSI TS 101 270-1 V1.2.1 (1999-10), *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Very-high Speed Digital Subscriber Lines (VDSL); Part 1: Functional requirements.*

- [5] ETSI TS 101 270-2 V1.1.1 (2001-02), *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Very-high Speed Digital Subscriber Lines (VDSL); Part 2: Transceiver requirements.*
- [6] Recomendación UIT-T H.610 (2003), *VDSL de servicio completo – Arquitectura del sistema y equipos en las instalaciones del cliente.*
- [7] UIT-T FS-VDSL Focus Group Specification Part 4 (2002), *Physical Layer Specification for Interoperable VDSL Systems.*
- [8] Recomendación UIT-T H.611 (2003), *VDSL de servicio completo – Aspectos del funcionamiento, administración, mantenimiento y prestación.*
- [9] ETS 300 019-1-3, *Equipment Engineering (EE); Environmental conditions and environmental test for telecommunications equipment; Part 1-3: Classification of environmental conditions – Stationary use at weatherprotected locations.*
- [10] ETS 300 019-1-4, *Equipment Engineering (EE); Environmental conditions and environmental test for telecommunications equipment; Part 1-4: Classification of environmental conditions – Stationary use at non-weatherprotected locations.*
- [11] Recomendación UIT-T K.34 (2003), *Clasificación de las condiciones ambientales electromagnéticas de los equipos de telecomunicación – Recomendación básica sobre compatibilidad electromagnética.*
- [12] Recomendación UIT-T K.35 (1996), *Configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra en instalaciones electrónicas distantes.*
- [13] Recomendación UIT-T K.43 (2003), *Requisitos de inmunidad para los equipos de telecomunicación.*
- [14] Recomendación UIT-T K.45 (2003), *Inmunidad de los equipos de telecomunicaciones instalados en las redes de acceso y troncales a las sobrecorrientes y sobretensiones.*
- [15] Recomendación UIT-T K.46 (2003), *Protección de las líneas de telecomunicación que utilizan conductores simétricos metálicos contra las sobrecargas inducidas por el rayo.*
- [16] Recomendación UIT-T K.50 (2000), *Límites de seguridad para tensiones y corrientes de explotación en sistemas de telecomunicación alimentados por la red.*
- [17] EURESCOM Project P917 BOBAN (08, Jan. 01), *Broadband cabinet survey, specification and demonstration.*
- [18] CISPR 22 (2003), *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement.*
- [19] CISPR 24 (1997), *Information technology equipment – Immunity characteristics – Limits and methods of measurement.*
- [20] Telcordia Technologies GR-1089-CORE (2002), *Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety – Generic Criteria for Network Telecommunications Equipment.*
- [21] Telcordia Technologies GR-487 (2000), *Generic Requirements for Electronic Equipment Cabinets.*
- [22] ETSI EN 302 099, *Environmental Engineering (EE); Powering of equipment in access network.*
- [23] Recomendación UIT-T G.993.1 (2001), *Fundamentos de la línea de abonado digital de velocidad muy alta.*

3 Definiciones

En este Suplemento se define el término siguiente.

3.1 unidad de red óptica (ONU, *optical network unit*): Generalmente la ONU designa únicamente una terminación óptica. No obstante, en este Suplemento se utiliza el término ONU como concepto general que incluye la matriz de conmutación, las terminaciones de línea VDSL, los circuitos de alimentación de energía eléctrica, y también puede incluir divisores de POTS/RDSI, sensores medioambientales, baterías de reserva e hilos puente de interconexión.

4 Acrónimos

En este Suplemento se utilizan las siguientes siglas.

AAL	Capa de adaptación ATM (<i>ATM adaptation layer</i>)
ADSL	Línea de abonado digital asimétrica (<i>asymmetrical digital subscriber line</i>)
ANSI	Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos (<i>American National Standard Institute</i>)
ASP	Proveedor de servicio de aplicación (<i>application service provider</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
BLES	Servicio emulado de bucle en banda ancha (<i>broadband loop emulated service</i>)
BRAS	Servidor de acceso remoto de banda ancha (<i>broadband remote access server</i>)
CAM	Módulo de acceso condicional (<i>conditional access module</i>)
CBR	Velocidad binaria constante (<i>constant bit rate</i>)
CCS7	Sistema de señalización N.º 7 por canal común (<i>common channel signalling N.o 7</i>)
CCTV	Televisión en circuito cerrado (<i>closed circuit TV</i>)
CLASS	Servicio de cliente de señalización de área local (<i>customer local area signalling services</i>)
CLEC	Operador de centrales locales en condiciones de competencia (<i>competitor local exchange carrier</i>)
CO	Central (<i>central office</i>)
CPCM	Gestión de copia y protección de copia (<i>copy management and copy protection</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
CSA	Zona de servicio del operador (<i>carrier serving area</i>)
DAVIC	Consejo audiovisual digital (<i>digital audio visual council</i>)
DBA	Asignación dinámica de anchura de banda (<i>dynamic bandwidth assignment</i>)
DBS	Satélite de radiodifusión directa (<i>direct broadcast satellite</i>)
DBTV	Radiodifusión de televisión digital (<i>digital broadcast TV</i>)
DHCP	Protocolo dinámico de configuración de anfitrión (<i>dynamic host configuration protocol</i>)
DLC	Portadora de bucle digital (<i>digital loop carrier</i>)
DLEC	Operador de centrales locales de distribución (<i>distribution local exchange carrier</i>)

DRM	Gestión de derechos digitales (<i>digital rights management</i>)
DSA	Zona de servicio de distribución (<i>distribution serving area</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
DSLAM	Multiplexor de acceso de línea de abonado digital (<i>digital subscriber line access multiplexer</i>)
ECM	Mensaje de control de título (<i>entitlement control message</i>)
EMC	Compatibilidad electromagnética (<i>electromagnetic compatibility</i>)
EMS	Sistema de gestión de elementos (<i>element management system</i>)
EPG	Guía electrónica de programas (<i>electronic programming guide</i>)
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
FPD	Bloque de procesamiento y decodificación funcional (<i>functional processing and decoding block</i>)
FSAN	Red de acceso a servicio completo (<i>full-service access network</i>)
FS-VDSL	VDSL de servicio completo (<i>full-service VDSL</i>)
FTTB	Fibra al edificio (<i>fibre to the building</i>)
FTTCab	Fibra al armario (<i>fibre to the cabinet</i>)
FTTCurb	Fibra a la acometida (<i>fibre to the curb</i>)
FTTEx	Fibra a la central (<i>fibre to the exchange</i>)
FTTH	Fibra a la vivienda (<i>fibre to the home</i>)
GbE	Ethernet gigabit (<i>gigabit Ethernet</i>)
HDTV	Televisión de alta definición (<i>high-definition TV</i>)
HTML	Lenguaje de marcaje hipertexto (<i>hyper text markup language</i>)
IAD	Dispositivo de acceso integrado (<i>integrated access device</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IGMP	Protocolo de gestión del grupo Internet (<i>internet group management protocol</i>)
ILEC	Operador de central local establecido (<i>incumbent local exchange carrier</i>)
ILMI	Interfaz de gestión local integrada (<i>integrated local management interface</i>)
IM	Mensajería instantánea (<i>instant messaging</i>)
IoTV	Internet en televisión (<i>internet on TV</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>internet protocol</i>)
IPSec	Seguridad del protocolo Internet (<i>internet protocol security</i>)
ISP	Proveedor de servicio Internet (<i>internet service provider</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
MGCP	Protocolo de control de pasarela de medios (<i>media gateway control protocol</i>)
MIB	Base de información de gestión (<i>management information base</i>)
MPEG	Grupo de expertos en codificación de imágenes en movimiento (<i>moving picture experts group</i>)

MTBF	Tiempo medio entre fallos (<i>mean time between failures</i>)
MTTR	Tiempo medio hasta la reparación (<i>mean time to repair</i>)
NAT	Traducción de dirección de red (<i>network address translation</i>)
NTSC	National Television Systems Committee
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento (<i>operation, administration and maintenance</i>)
ODN	Red de distribución óptica (<i>optical distribution network</i>)
OLT	Terminación de línea óptica (<i>optical line termination</i>)
ONU	Unidad de red óptica (<i>optical network unit</i>)
OPI	Interfaz de la planta óptica (<i>optical plant interface</i>)
OTU-C	Unidad de terminación óptica – Extremo de central (<i>optical termination unit – central office</i>)
OTU-R	Unidad de terminación óptica – Extremo distante (<i>optical termination unit – remote</i>)
PAL	Línea con alternancia de fase (<i>phase alternation line</i>)
PBX	Centralita privada (<i>private branch exchange</i>)
PKI	Infraestructura de claves públicas (<i>public key infrastructure</i>)
PON	Red óptica pasiva (<i>passive optical network</i>)
POTS	Servicio telefónico tradicional (<i>plain old telephony service</i>)
PPP	Protocolo punto a punto (<i>point-to-point protocol</i>)
PPPoA	Protocolo punto a punto sobre ATM (<i>PPP over ATM</i>)
PPPoE	Protocolo punto a punto sobre Ethernet (<i>PPP over Ethernet</i>)
PPV	Vídeo de pago (<i>pay per view</i>)
PS	Divisor POTS o RDSI (<i>POTS or ISDN splitter</i>)
PVR	Grabador de vídeo personal (<i>personal video recorder</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RFT-C	Circuito de telecomunicación telealimentado – Corriente limitada (<i>remote feeding telecommunication circuit – current limited</i>)
RFT-V	Circuito de telecomunicación telealimentado – Tensión limitada (<i>remote feeding telecommunication circuit– voltage limited</i>)
ROW	Servidumbre de paso (<i>right of way</i>)
RPV	Red privada virtual
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SECAM	Color secuencial con memoria (<i>sequential colour with memory</i>)
SME	Pequeña y mediana empresa (<i>small-medium enterprise</i>)
SNMP	Protocolo simple de gestión de red (<i>simple network management protocol</i>)
SNR	Relación señal/ruido (<i>signal-to-noise ratio</i>)
SOHO	Oficina pequeña/en la vivienda (<i>small office – home office</i>)

SONET	Red óptica síncrona (<i>synchronous optical network</i>)
STB	Adaptador multimedios (<i>set-top box</i>)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplexing</i>)
VBI	Intervalo de supresión vertical (<i>vertical blanking interval</i>)
VBR	Velocidad binaria variable (<i>variable bit rate</i>)
VC	Conexión virtual (<i>virtual connection</i>)
VDSL	Línea de abonado digital de velocidad muy alta (<i>very high-speed digital subscriber line</i>)
VLAN	Red de área local virtual (<i>virtual local area network</i>)
VoATM	Voz sobre ATM (<i>voice over ATM</i>)
VoD	Vídeo a la carta (<i>video on demand</i>)
VoDSL	Voz sobre línea de abonado digital (<i>voice over DSL</i>)
VoIP	Voz sobre el protocolo Internet (<i>voice over IP</i>)
VP	Trayecto virtual (<i>virtual path</i>)
VPI	Identificador de trayecto virtual (<i>virtual path identifier</i>)
VTP	Procesamiento de terminación de VDSL (<i>VDSL termination processing</i>)
VTP/D	VTP y/o VTPD
VTPD	Procesamiento de terminación y decodificación de la VDSL (<i>VDSL termination processing and decoding</i>)
VTU-C	Unidad terminal VDSL – Extremo de central (<i>VDSL termination unit – central office</i>)
VTU-R	Unidad terminal VDSL – Extremo distante (<i>VDSL terminal unit – remote</i>)
WDM	Multiplexación por división de longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Arquitectura y servicios

5.1 Introducción

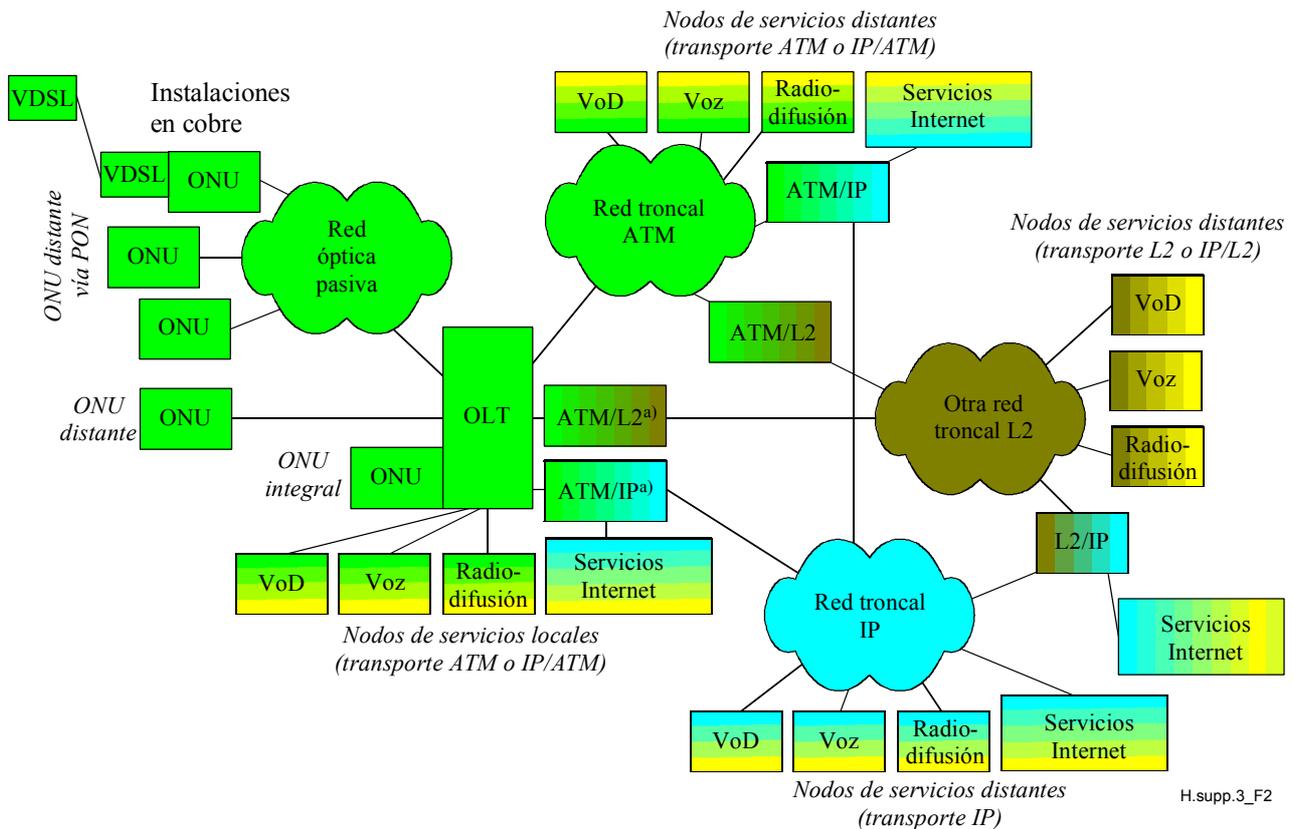
Este Suplemento se centra en las redes de acceso de banda ancha que utilizan la tecnología VDSL para llegar a los usuarios. Esta tecnología de transmisión puede proporcionar servicios que necesitan mucho ancho de banda, tanto a los clientes privados como a las empresas, aprovechando el gran valor de la infraestructura de la red de distribución telefónica de cobre existente.

VDSL significa línea digital de abonado de velocidad muy alta. Al igual que la ADSL, las capacidades de la VDSL dependen de la distancia entre el usuario final y el equipo del operador y de la condición en que encuentre la instalación en cobre que soporta los servicios. En cualquier caso, al igual que ocurre con la ADSL, el objetivo es utilizar los pares de cobre telefónicos para transportar servicios de mucho ancho de banda hasta los usuarios.

En teoría, la VDSL es capaz de soportar diversas velocidades binarias, tanto en modo simétrico como asimétrico, dependiendo de las condiciones del bucle.

Las Recomendaciones UIT-T H.610 y H.611 se basan en los intereses de los operadores tanto en los planes de frecuencias definidos en la Rec. UIT-T G.993.1 anexo A (anteriormente conocido como plan 998) como en el anexo B (anteriormente conocido como plan 997) y en las velocidades binarias que figuran en el cuadro 1.

(OLT, *optical line termination*), que a su vez distribuye el contenido a través del enlace de fibra a las unidades de red óptica (ONU, *optical network units*) conectadas a ella.



^{a)} Los nodos de servicio ATM/IP y/o ATM/L2 locales pueden incorporarse en el mismo equipo que la OLT (en este caso, la interfaz ATM está en el mismo interior del equipo).

Figura 2 – Arquitectura de la plataforma FS-VDSL

Cabe señalar que normalmente el mismo fabricante proporciona la combinación OLT/ONU, dado que, además de los contenidos de servicio normalizados, la OLT/ONU suele incorporar el transporte de información privada por el enlace de fibra. La información privada puede servir para el mantenimiento o para gestionar más eficazmente el flujo de información entre dos entidades. En la práctica, la combinación OLT/ONU debe considerarse como una única entidad. El enlace de fibra entre ambas es simplemente una extensión entre los dos planos de fondo.

Para que la velocidad de datos se mantenga gestionable en toda la plataforma durante la prestación de servicios de radiodifusión de gran ancho de banda, deberá reunirse a la multidifusión en los puntos apropiados.

5.3 Descripción de los servicios

El gran ancho de banda bidireccional que ofrece la VDSL permite la prestación a los consumidores de servicios que requieren de dicha característica, por ejemplo, vídeo. En las siguientes cláusulas se detallan los servicios disponibles simultáneamente en diversos dispositivos domésticos a través de los pares de cobre.

Basándose en el número de canales de televisión que pueden ofrecerse simultáneamente, el sistema debe ser capaz de atribuir dinámicamente el ancho de banda a los servicios de televisión o PC. Esta capacidad se denomina asignación dinámica de anchura de banda (DBA, *dynamic bandwidth assignment*).

5.3.1 Descripción de los servicios de televisión

En esta cláusula se enumeran los servicios que pueden proporcionarse como parte de la oferta de servicios de televisión. Esta lista no es exhaustiva, aunque representa la mayoría de las características que actualmente se proporcionan o se planea proporcionar en las redes competitivas. En el cuadro 2 se indica el ancho de banda típico que necesitan los servicios de televisión ofrecidos.

Para no incrementar indebidamente la complejidad y el costo de las plataformas FS-VDSL, se han tenido en cuenta algunas limitaciones técnicas en la aplicación de la oferta de servicios.

Cuadro 2 – Servicios de televisión

Servicios de televisión	Ancho de banda típico (sentido descendente)	Nota
Radiodifusión de televisión, por ejemplo, MPEG2	1 a 6 Mbit/s	1, 3
Televisión de alta definición – HDTV	6 a 19 Mbit/s	
Vídeo de pago y vídeo casi a la carta – por ejemplo, MPEG2	1 a 6 Mbit/s	1
Vídeo a la carta – por ejemplo, MPEG2	1 a 6 Mbit/s	1
Navegador y EPG (pueden ofrecerse localmente y actualizarse en tiempo no real)	Inferior a 0,5 Mbit/s	
Imagen en imagen – dos canales MPEG2	Hasta 12 Mbit/s	1, 2
Imagen en navegador – un canal MPEG2	Hasta 9 Mbit/s	1, 2
Grabador de vídeo personal (PVR), reproduce ficheros MPEG2 del disco duro	1 a 6 Mbit/s localmente	1
Televisión interactiva – Telefonía en televisión	Inferior a 64 kbit/s	
– Navegador en televisión (la misma velocidad de acceso que Internet)	Hasta 3 Mbit/s	
– Correo electrónico en televisión (la misma velocidad de acceso que Internet)	Hasta 3 Mbit/s	
– Mensajería instantánea en televisión (la misma velocidad de acceso que Internet)	Hasta 3 Mbit/s	
– Conversación en televisión (la misma velocidad de acceso que Internet)	Hasta 3 Mbit/s	
– Notificación en pantalla de televisión	Inferior a 64 kbit/s	
– Juegos interactivos en televisión (la misma velocidad de acceso que Internet)	Hasta 3 Mbit/s	
– Biblioteca de audio en televisión	Inferior a 128 kbit/s	
Videoconferencia	Hasta 2 Mbit/s	
<p>NOTA 1 – Se prevé que las técnicas de compresión de vídeo mejoren para permitir la utilización de un ancho de banda inferior tanto para la definición normalizada de codificación de vídeo digital (1 a 3 Mbit/s), como para la HDTV (6 a 19 Mbit/s).</p> <p>NOTA 2 – Puede haber soluciones más eficaces disponibles.</p> <p>NOTA 3 – Las transmisiones por satélite utilizan velocidades binarias más altas (hasta 15 Mbit/s), pero la VDSL tiene un ancho de banda físico limitado, por lo que será necesario reducir (mediante la técnica de transrating) la velocidad del vídeo para permitir la prestación de estos servicios.</p>		

5.3.1.1 Radiodifusión de televisión

La radiodifusión de televisión es un servicio de televisión digital tradicional que comprende un único tren de vídeo y uno o más trenes de audio estéreo (diversos idiomas). Deben utilizarse las

normas industriales para la codificación (por ejemplo, MPEG). Las señales transitan por una plataforma VDSL y se decodifican en el VTPD o en un adaptador multimedios. La señal de televisión se decodifica para volver a su estado original analógico, por ejemplo, NTSC/PAL/SECAM con sonido Dolby AC3 o Musicam. Estos requisitos pueden aplicarse a todos los servicios de contenido vídeo/audio como se describe a continuación.

Determinados contenidos y características también deben "transmitirse" como es el caso de los datos VBI (subtítulos, etc.) y la protección de copias Macrovisión en los canales analógicos. Estos requisitos pueden aplicarse asimismo a todos los servicios de contenido vídeo/audio como se describe en esta cláusula.

Las señales de radiodifusión generalmente comprenden canales locales (por ejemplo, urbanos, comunitarios o de circuito cerrado), nacionales (por ejemplo, Fox, Speedvision) e internacionales (por ejemplo, BBC, CNN).

Debido a las restricciones locales y reglamentarias, el sistema debe poder controlar las interrupciones de determinados programas (normalmente acontecimientos deportivos). La zona "de interrupción" queda definida típicamente por la dirección de facturación o la ubicación geográfica.

El sistema debe asimismo ser capaz de ofrecer paquetes de canales en función de los intereses locales, así como grupos temáticos/de género como noticias, deportes o canales infantiles. También pueden ofrecerse, a título individual, determinados canales, como los canales para adultos.

5.3.1.2 Televisión de alta definición (HDTV, *high-definition TV*)

Cada vez está más fácilmente disponible el contenido HDTV, como establece el FCC de los Estados Unidos. Por el momento, hay disponible una cantidad de contenido relativamente limitada, aparte de algunas redes, acontecimientos deportivos y películas/vídeo de pago. La HDTV necesita codificadores HD y decodificadores adaptadores multimedios. Las normas exigen una codificación a 19,2 Mbit/s para el contenido HDTV, aunque es posible que esto no sea siempre práctico para los operadores que utilizan tecnología VDSL, por lo que se anima a encontrar técnicas de codificación innovadoras para proporcionar televisión de alta calidad a velocidades binarias muy inferiores.

5.3.1.3 Radiodifusión de audio

Este servicio de audio estéreo se proporciona de manera similar a la radiodifusión de televisión, con la diferencia de que la señal de vídeo suele sustituirse por información sobre el artista y la canción/álbum. La DMX (*digital music express*) es un ejemplo de este servicio. La información textual puede estar codificada en MPEG o transmitirse de otra manera que resulte más rentable al adaptador multimedios (tren de datos).

5.3.1.4 Vídeo de pago (PPV, *pay per view*)

Este servicio consiste en la emisión en flujo continuo de películas o acontecimientos especiales (por ejemplo, boxeo y fútbol). Estas señales son normalmente canales de radiodifusión digital en MPEG, por lo que el cliente no dispone de controles de vídeo a la carta. Se realiza una petición para acceder a la sesión en el momento de comienzo previsto. Algunos proveedores pueden proporcionar también un periodo de cancelación y una ventana de compra (antes y después del comienzo).

El vídeo casi a la carta es otro método vídeo de pago. En este caso, la película se emite por diversos canales con una diferencia de 15 ó 30 minutos. El usuario final puede navegar por los canales para ir hacia adelante o hacia atrás en la película dentro de una ventana de visión NVoD predeterminada.

El PPV no debe limitarse a un único programa o canal. La compra en PPV puede también incluir diversos acontecimientos (por ejemplo, la serie completa de películas de "La Guerra de las Galaxias" durante un fin de semana) y diversos canales (eliminadoras de la NCAA).

Para evitar las compras no autorizadas, el sistema (EPG) puede incluir un "PIN de compra" además del "PIN de control parental".

5.3.1.5 Vídeo a la carta (VoD, *video on demand*)

En un verdadero servicio de vídeo a la carta, el usuario final accede a la película a partir de un catálogo de biblioteca. Esta biblioteca puede contar también con un motor de búsqueda que dé acceso a la descripción y evaluación de la película. Deben incluirse un PIN de control parental y un PIN de compra para evitar las compras no autorizadas. Como ocurre con el vídeo de pago, la codificación se hace generalmente en vídeo digital MPEG.

Los controles de vídeo a la carta suelen ser semejantes a los de un videograbador normal (pausa, reproducción, avance rápido, rebobinado) y también los controles típicos de DVD (salto hacia adelante, hacia atrás, adelantamiento rápido a velocidad X) y pueden tener otras características (información adicional, entrevistas, ángulos y videoclips).

El acceso a la película suele estar controlado por las normas que fija el proveedor, por ejemplo, una ventana de visión VOD predeterminada o el número de reproducciones permitidas por cada compra.

5.3.1.6 Navegador en pantalla

Con los múltiples nuevos servicios disponibles en la actualidad en un aparato de televisión, suele resultar fundamental disponer de un navegador en pantalla que permita al usuario moverse fácilmente entre los distintos servicios de radiodifusión/PPV/VOD, EPG, las aplicaciones de televisión interactivas y el sistema de configuración y personalización de pantallas, así como los demás servicios que podrán proporcionarse a través de la televisión en el futuro.

5.3.1.7 Guía electrónica de programas (EPG, *electronic program guide*)

La gran cantidad de canales de que se dispone hoy en día hace que las guías de televisión en papel tradicionales ya no sean prácticas. Una EPG de fácil manejo permite al usuario acceder rápidamente a la programación, descripciones y evaluaciones de los programas, realizar búsquedas por título, actor o palabra clave, establecer un recordatorio (sintonización o grabación), establecer números PIN y de control parental, acceder a las compras realizadas, visionar la información sobre su cuenta y el proveedor de servicios, y alterar el abono a una cuenta. Una EPG típica dispondrá de, al menos, información sobre la programación de siete días.

La EPG también puede proporcionar una ventana de vídeo imagen en imagen (PIP, *picture in picture*) y una capacidad de transferencia de audio.

5.3.1.8 Imagen en imagen (PIP, *picture in picture*)

Puede ser recomendable la inclusión de una característica PIP como parte del procesamiento de terminación y decodificación de la VDSL (VTPD), que es un adaptador multimedios decodificador múltiple con un módem VDSL.

El método más sencillo es permitir que dos señales de radiodifusión procedentes de un adaptador multimedios se conecten al sintonizador dual PIP del aparato de televisión del usuario.

Utilizando el VTPD VDSL se tiene, además, la capacidad de superponer dos trenes de radiodifusión y decodificarlos en un solo tren, en cuyo caso no es necesario que el aparato de televisión tenga la capacidad PIP. Asimismo, el usuario podría tener la capacidad de invertir las entradas de vídeo, activar/desactivar el PIP, cambiar los canales en una o ambas ventanas, redimensionar la ventana PIP y modificar su ubicación en la pantalla. Para facilitar la utilización de esta característica sería preferible que hubiese una única tecla de control de alternación.

Sería conveniente encontrar métodos creativos de reproducir el contenido en la ventana PIP de manera que se minimice la anchura de banda necesaria.

5.3.1.9 Imagen en navegador

Del mismo modo que con el PIP, esta característica permite al usuario final reproducir una señal de televisión en una ventana superpuesta o incorporada en la página del navegador.

Igualmente, el usuario final debe poder desactivar, redimensionar, cambiar de canal y cambiar la ubicación de la ventana en la pantalla. Para facilitar la utilización de esta característica sería conveniente que hubiese una única tecla de control de alternación.

5.3.1.10 Grabador de vídeo personal (PVR, *personal video recorder*)

El PVR puede utilizarse en muchas ocasiones. En esta cláusula se describen únicamente las características del "grabador de vídeo" controladas por el usuario.

Un PVR típico incluye la capacidad de programar el adaptador multimedios para grabar programas del servicio de radiodifusión de televisión. Esta característica se asemeja a un grabador de vídeo doméstico tradicional con las siguientes excepciones: el disco duro (HDD, *hard disk drive*) del PVR es un componente inherente al VTPD o adaptador multimedios; el usuario utiliza la EPG para seleccionar el programa que ha de grabarse (una sola vez o varias) y, además, se incluye un sistema de biblioteca para una fácil gestión de las películas. Deberá tenerse en cuenta la cuestión de la gestión de derechos digitales (DRM), puesto que el contenido se almacena en formato digital en el PVR.

Dadas las capacidades de gran anchura de banda del sistema VDSL, también podría ser recomendable utilizar el PVR a través de un servidor de red.

5.3.1.11 Televisión interactiva

La televisión interactiva (iTV) puede comprender diversas aplicaciones convergentes basadas en Internet. Estas aplicaciones utilizan la conectividad de datos de alta velocidad y las características permanentes del servicio de datos, y también pueden integrarse en los servicios ofrecidos por un ISP/ASP a una cuenta de usuario común.

En estos servicios puede activarse la característica imagen en navegador para que el usuario final pueda seguir escuchando/viendo una pequeña ventana de programa y alternarla con la pantalla completa utilizando una sola tecla.

Para utilizar los servicios de televisión interactiva es absolutamente necesario disponer de un mando a distancia de fácil manejo y de un teclado inalámbrico.

- **Características de telefonía en televisión**

Visualización simple de los servicios de cliente de señalización de área local (CLASS) en la pantalla. Estos servicios pueden incluir la identificación del número llamante, la identificación del nombre del llamante, el fichero de registro cronológico de llamantes y llamadas activadas en la red. El usuario final debe poder activar/desactivar la visualización de estos servicios.

- **Navegador de red en televisión**

El navegador en televisión debe funcionar continuamente (en modo permanente) cuando esté activado. Esto permitirá al usuario alternar entre la programación de televisión y la red sin tener que volver a abrir el navegador. Tanto el navegador como el adaptador multimedios deberán disponer de características compatibles con la televisión que hagan de la navegación en televisión un servicio de valor añadido. Entre estas características se puede incluir la corrección de color antisolapamiento, la antifluctuación, la posibilidad de redimensionar el texto, cambiar los márgenes y las barras de deslizamiento, ampliar la imagen y demás características de un navegador tradicional. Este navegador debe ser compatible con la mayoría de los pequeños programas de Internet, principalmente aquéllos dedicados al entretenimiento y a los gráficos/animación.

- **Correo electrónico en televisión**

Un buen correo electrónico en televisión debe incorporar la mayor parte de las características típicas de un PC, aunque deberán modelarse teniendo la televisión en mente. Deberá examinarse la compatibilidad con los "ficheros adjuntos".

Una conexión permanente debería avisar al cliente de los mensajes entrantes, y el usuario final debería, asimismo, poder crear diversas cuentas para un mismo domicilio.

Este servicio puede basarse en un servidor (IMAP, POP) o en la red. El servicio de correo electrónico en televisión puede vincularse a un servicio ISP creando así una convergencia entre el PC y la televisión. El sistema debería ser compatible con los sistemas de correo de la red más populares.

- **Mensajería instantánea en televisión**

Como ocurre con el correo electrónico, el servicio de mensajería instantánea podría estar estrechamente vinculado a un servicio ISP o tratarse de manera independiente. Para maximizar su valor para el usuario, el servicio de mensajería instantánea debería ser compatible con los actuales servicios de mensajería instantánea de la red.

Una conexión permanente debería avisar al usuario final de los mensajes entrantes y mostrar la lista de contactos en línea.

La capacidad de aplicar simultáneamente la mensajería instantánea y una ventana de vídeo PIP puede crear un servicio interesante que facilite, por ejemplo, los debates en línea sobre un programa de televisión.

- **Notificación en televisión**

El sistema debe aprovecharse de las ventajas de la conexión de alta velocidad permanente y facilitar mensajes de notificación en pantalla relacionados con los correos electrónicos y mensajes instantáneos entrantes. El usuario final debe poder activar/desactivar esta característica.

- **Conversación en televisión**

La conversación en televisión ("chat") es semejante a los servicios de conversación existentes en Internet hoy en día, y también compatible con ellos (salas de conversación, grupos de noticias, cuadros de diálogo, etc.). El contenido recibido debe estar adaptado para su recepción en la televisión.

La capacidad de aplicar al mismo tiempo la conversación en televisión con una ventana de vídeo PIP puede crear un servicio interesante que facilite, por ejemplo, los debates en línea sobre un programa de televisión.

- **Juegos interactivos en televisión**

En los juegos interactivos puede participar un único jugador o varios. Este servicio debe depender de un servidor y podrá elegirse la opción telecarga o juego directamente desde el servidor de red.

La manera más fácil de acceder a juegos interactivos es utilizar una selección "encerrada" de juegos precargados en el adaptador multimedios.

En función de las capacidades del VTP/D y del adaptador multimedios (CPU, RAM, HDD, Flash, motor de gráficos, etc.) se determinará qué tanto se podrá hacer con cada juego.

Deberán tenerse en cuenta las normas de gestión de derechos digitales.

- **Biblioteca de música**

Este servicio permite la reproducción de títulos musicales a partir de una biblioteca. El contenido puede telecargarse en el disco duro o reproducirse directamente desde la red o un servidor doméstico. Deberán tenerse en cuenta los requisitos inherentes a la gestión de derechos digitales. Ya existen diversos formatos de codificación de audio muy populares como MPEG2, MP3, Real Networks y WMP.

5.3.2 Descripción de los servicios en un PC

En esta cláusula se exponen brevemente los servicios que pueden proporcionarse como parte de la oferta de servicios de PC. En el cuadro 3 se indican los anchos de banda típicos asociados con algunas de las ofertas de servicios de PC.

Cuadro 3 – Servicios de PC

Servicios de PC	Anchura de banda típica (sentido descendente)	Nota
Acceso a Internet de alta velocidad (navegación, mensajería instantánea, conversación, FTP, acceso RPV, etc.)	En la vivienda: hasta 3 Mbit/s	1
	SME/SOHO: hasta 6 Mbit/s	2
Correo electrónico dependiente del servidor	Igual que el anterior	
Televisión en directo en el PC	de 300 a 750 kbit/s	
Vídeo a la carta	de 300 a 750 kbit/s	
Videoconferencia	de 300 a 750 kbit/s	
Juegos interactivos	de 300 a 750 kbit/s	
NOTA 1 – Normalmente en modo asimétrico con velocidades en sentido ascendente inferiores, es decir 128, 256 ó 640 kbit/s.		
NOTA 2 – Servicio generalmente en modo simétrico.		

5.3.2.1 Acceso a Internet de alta velocidad

Este servicio proporciona al usuario final acceso a Internet. Pueden ofrecerse diversas opciones de servicio en función de las velocidades binarias en sentido descendente y ascendente y en el ancho de banda total mensual (por ejemplo, número de bytes telecargados). Este servicio es, normalmente de carácter, "permanente". Los usuarios finales pueden acceder a las aplicaciones basadas en la red a través de este servicio (correo de red, conversaciones, mensajería instantánea, navegación de red, FTP, etc.). Un proveedor de servicios Internet (ISP) puede asimismo ofrecer servicios de valor añadido como cortafuegos, detección de virus, controles parentales, acceso a redes de empresa RPV, etc.

5.3.2.2 Acceso al correo electrónico

El ISP puede ofrecer servicios de correo IMAP o POP tradicionales.

5.3.2.3 Televisión en directo en el PC

Este servicio conlleva la presentación de medios de vídeo/audio en vivo a través de la red. El contenido suele estar codificado utilizando códecs de red como Windows Media Player (WMP), Real Network, variantes del MPEG, AVI, MIDI, etc. El cliente de PC suele utilizar un programa de códecs para decodificar los trenes de medios.

5.3.2.4 Vídeo a la carta

Se trata de un verdadero servicio de vídeo a la carta que puede comprender la difusión en tiempo real o la telecarga en el disco duro. Deberán tenerse en cuenta las cuestiones relativas a la gestión de derechos digitales.

5.3.2.5 Videoconferencia

Se trata de un servicio bidireccional entre dos o más usuarios que intercambian información de vídeo y audio en tiempo real.

5.3.2.6 Juegos interactivos

Puede tratarse de juegos tanto locales como de red en los que interviene un único jugador o varios. En la mayoría de los casos, una parte del juego se telecarga en el PC del cliente. Deberán tenerse en cuenta las cuestiones relativas a la gestión de derechos digitales.

5.3.2.7 Descripción de los servicios de voz

Como ocurre con el ADSL, uno de los requisitos básicos es que los sistemas de VDSL no perturben la telefonía tal y como se transporta por el bucle de cobre con las actuales frecuencias espectrales normalizadas utilizando filtros divisores. Esto incluye todas las características CLASS existentes y planificadas. El servicio de línea telefónica puede ser POTS o RDSI de acceso a velocidad básica (AB de RDSI) RDSI.

Otros servicios de voz derivados pueden implementarse de distintas maneras, por ejemplo, sobre IP (VoIP) o sobre ATM (VoATM). Se considera que los clientes domésticos necesitarán hasta cuatro canales de voz, mientras que los clientes empresariales generalmente necesiten hasta 30 canales. Es necesario contar con una calidad de servicio adecuada que cumpla con las necesidades de los usuarios, por ejemplo, bajo costo, servicio de calidad media para los clientes domésticos; calidad alta y disponibilidad para los clientes empresariales.

Es necesario poder soportar las características de servicio equivalentes a las características CLASS existentes, Centrex, etc.

6 Oferta de servicio

Pueden ofrecerse a los usuarios distintas combinaciones de servicios, que se exponen en la presente cláusula. Cabe señalar que en todos los casos el servicio POTS/RDSI está presente en la infraestructura del bucle de cobre. Se supone que las frecuencias POTS/RDSI normalizadas existentes y las características de servicio (por ejemplo, CLASS, indicadores, tonos de llamada, módems de marcación, etc.) no se verán afectadas por el espectro y los servicios VDSL.

Los servicios de comunicación que pueden ofrecerse son los descritos en 5.3 y pueden clasificarse en servicios de voz, servicios de datos o servicios de vídeo/medios. Éstos pueden agruparse en diversas combinaciones dependiendo de las necesidades de los usuarios finales.

En esta cláusula se asume que los servicios pueden ofrecerse de manera individual o agrupados. Cabe señalar que se espera que los sistemas FS-VDSL soporten diversos tipos de servicios en múltiples aparatos conectados a la red en el entorno del usuario.

En las siguientes subcláusulas se ejemplifican posibles servicios y sus implementaciones.

6.1 Servicio exclusivo PC/Internet

Este segmento representa los servicios ISP/ASP tradicionales. El dispositivo que gestiona el servicio será responsable de fijar las velocidades binarias en dirección ascendente y descendente de manera individual. Esta oferta consiste en una conexión VDSL que proporciona acceso a Internet únicamente en PC para los consumidores que no están interesados en el segmento de servicios de televisión/entretenimiento, o para los clientes SOHO y SME.

Las velocidades binarias pueden variar entre cientos de kbit/s hasta decenas de Mbit/s, dependiendo de cada servicio específico (por ejemplo, teletrabajo, líneas arrendadas punto a punto, etc.).

Varios aparatos PC e IP pueden estar simultáneamente "en línea".

Se supone que el PPPoE, el PPPoA, el cortafuegos y el soporte lógico RPV están cargados directamente en el dispositivo IP, el PC o la pasarela Internet y no necesariamente incluidos en los productos VTP/D.

6.2 Radiodifusión de contenido y EPG

Un sistema FS-VDSL debe permitir al usuario final acceder a los principales servicios de vídeo tradicionalmente ofrecidos mediante el cable o por un proveedor de servicios de satélite de radiodifusión directa (DBS), además de a los servicios adicionales propios a dicho sistema.

Deberá haber la posibilidad de controlar el número de canales que se proporcionan simultáneamente, es decir servicio monodifusión, servicio bidifusión, etc. Esta oferta puede incluir canales de radiodifusión digital de programas de vídeo y audio digitales. Es fundamental disponer de una guía electrónica de programas (EPG) para realizar las actividades de navegación y control. Esta guía debería permitir al usuario acceder a las listas de programas futuros (en las que se incluyen, normalmente, los títulos, actores, productores, tiempos de comienzo/fin y evaluaciones de los programas). La EPG también debería permitir al usuario realizar las funciones de búsqueda, recordatorio y grabación. La EPG se asigna a un tren o a un aparato de televisión, por lo que es necesario que cada tren de difusión de televisión que llegue al hogar disponga de su propia EPG.

También se deberá poder soportar el control parental.

Estos servicios son muy similares a los que se proporcionan mediante el cable o por las compañías DBS y, por ello, en determinados países pueden estar sometidos a aprobación reglamentaria. El modelo empresarial puede comprender diversas opciones que van desde conjuntos de canales por grupo temáticos (locales, noticias, deportes, etc.) hasta canales individuales (programas especiales, etc.).

La visualización en pantalla de la información CLASS de telefonía puede considerarse parte de este grupo de servicios básico. Se supone que es una característica de pago, por lo que estará controlada por el sistema.

Nótese que es posible que sea necesaria la inclusión de textos en los servicios de audio que muestren, por ejemplo, el nombre del artista e información sobre la canción.

La oferta de servicios de radiodifusión debe soportar la información y aplicación VBI básica para los subtítulos, la activación del teletexto interactivo, etc.

Cabe señalar que los sistemas de televisión interactiva (iTV) que incorporan información en el intervalo de supresión vertical (VBI), pueden necesitar su transporte a través de los sistemas VDSL y ser compatibles con ellos. Esto puede incluir Wink, ATVEF (*advance television enhancement forum*) y HMP.

La adición de un servicio de vídeo de pago puede ser fundamental para competir con la industria de cable/DBS. El vídeo de pago es una emisión que el consumidor puede comprar mediante el sistema EPG. Así, los listados de la EPG deben incluir una lista completa de emisiones y un sistema de código PIN de compra.

La compra mediante vídeo de pago puede limitarse a un único evento (por ejemplo, una película), múltiples eventos en uno o más canales, y también puede extenderse durante un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, mundiales de fútbol).

6.3 Radiodifusión y vídeo a la carta

Cabe señalar que el vídeo a la carta (VoD) se refiere a la unidifusión de diversos contenidos (por ejemplo, vídeos, música, juegos), en respuesta a la petición de un usuario.

La VDSL es capaz de soportar servicios de vídeo a la carta de red además de los servicios de radiodifusión de televisión. Aunque tecnológicamente el canal de televisión y los canales VoD son diferentes, generalmente uno es de radiodifusión (o multidifusión), mientras que el otro es a la carta (o de unidifusión) y plenamente controlable por el usuario final (parada, pausa, reproducción, avance rápido, rebobinado). Se prevé que el canal VoD necesite un ancho de banda similar (trenes de vídeo) al canal de televisión de radiodifusión típico y, así, puedan compartir el mismo ancho de

banda en la línea VDSL. Por ejemplo, un cliente que disponga de un sistema de tres emisiones de televisión puede simultáneamente ver un programa VoD y dos canales de radiodifusión, o dos programas VoD y un canal de radiodifusión, etc.

Los eventos comprados deben recibir una autorización antes de ser visionados y quedarán registrados tanto en la EPG como en el sistema de facturación.

6.4 Radiodifusión y servicios de Internet en televisión

En un marco ideal, el servicio de Internet en televisión debe poder estar disponible en diversas sesiones/dispositivos. Por ejemplo, un servicio único puede dar acceso a una sesión, un servicio triple puede dar acceso a tres sesiones de Internet en televisión, es decir, tres pantallas del navegador funcionando independientemente. Para crear un servicio eficaz y ajustarse a las necesidades de los clientes, las aplicaciones de Internet en televisión deben poder funcionar permanentemente en el VTPD o en los adaptadores multimedios. Esto permitirá la alternación entre la televisión y la Internet en televisión (sin tener que abrir nuevamente el navegador) así como la adición de características de valor añadido como el correo electrónico, la conversación, la mensajería instantánea y la notificación mientras se ve un programa de televisión.

6.5 Combinación televisión/entretenimiento y PC/Internet

Esta oferta es una combinación de los servicios antes mencionados.

6.6 Servicios PC/Internet y servicios de voz derivados

Esta oferta es una combinación de los antes mencionados servicios de datos combinados con servicios de voz derivados. Para un mercado de consumo, es concebible una oferta de servicio completo consistente en servicios de vídeo, datos y voz.

7 Protección del contenido digital

Como ya se ha mencionado en las cláusulas anteriores, el sistema VDSL está diseñado para soportar la entrega de contenido de valor a través de la red. Este servicio puede incluir la radiodifusión de televisión y otros servicios a la carta como el vídeo a la carta, el vídeo de pago, etc. Todos los contenidos se transportan en formato digital. En esta cláusula se identifican los requisitos de seguridad para los tipos de servicios que se proponen en las Recomendaciones UIT-T H.610 y H.611.

7.1 Objetivo

El objetivo es garantizar que las Recomendaciones relativas a la FS-VDSL colmarán las expectativas de los propietarios del contenido, se ajustarán a las normas reglamentarias que afectan a la disponibilidad comercial y a las limitaciones presupuestarias. La seguridad, en términos de protección del contenido digital, es básicamente un ejercicio económico. Se trata de conseguir un equilibrio entre el valor del contenido, el costo de proporcionar el nivel de seguridad deseado y los esfuerzos necesarios para violar la protección y obtener acceso al contenido sin pagar por ello.

7.2 Metas

Los requisitos de protección del contenido digital de la FS-VDSL y cualquier implementación que de ello se haga deberán cumplir los siguientes objetivos:

- **Protección del contenido** – El contenido debe estar protegido para garantizar su integridad y que no pueda accederse a él ilegalmente ya sea para su visionado o, en caso más grave, para su copia y distribución ilegal.
- **Gestión de abonados** – Para garantizar que sólo los usuarios legítimos puedan acceder al contenido, la seguridad de la FS-VDSL debe ser capaz de soportar procesos como la identificación, la autenticación y la autorización de usuarios.
- **Comunicaciones en una red segura** – La transmisión debe estar asegurada contra las escuchas clandestinas, las modificaciones, inserciones, eliminaciones o reproducciones no autorizadas.
- **Costo razonable** – El costo y la complejidad de la aplicación de los requisitos de seguridad deben ser razonables.
- **Interoperabilidad de los elementos de red** – Los elementos de red de los distintos fabricantes, con inclusión de los equipos en las instalaciones del cliente (CPE), deben ser compatibles y soportar los requisitos de seguridad.
- **Renovación del sistema** – Cualquier implementación de seguridad debe soportar la renovación en el sistema de métodos de seguridad y algoritmos, cuando sea necesario.
- **Capacidad asociativa de normas empresariales** – El objetivo final debería ser aunar las normas empresariales y utilizar estas políticas para con el contenido.

7.3 Amenazas de seguridad

A continuación se resumen las posibles amenazas de seguridad que afectan a la arquitectura del sistema FS-VDSL y a los servicios de vídeo:

- **Clones de elementos de red** – Puede usurparse la identidad de uno o más elementos de red para redireccionar el contenido a receptores ilegales o fraudulentos. Es una posibilidad remota, pero no obstante factible. Por consiguiente, deberá poder vigilarse a distancia los elementos de red que serán controlados de manera continua gracias a determinados trayectos de control que garantizan que la red en su integridad es segura y está intacta. Además, los elementos de red deberían siempre estar ubicados en un entorno físicamente seguro.
- **Ataques de protocolo** – Cualquier debilidad en el protocolo de acceso FS-VDSL propuesto, de haberla, puede manipularse y permitir un acceso ilegal al contenido. Esto puede asimismo incluir la reproducción, la escucha ilegal y los ataques intermedios.
- **Clones de CPE** – Puede usurparse la identidad de un CPE duplicando su identidad y claves permanentes.
- **Ataques al CPE** – Pueden obtenerse la identidad del CPE o las claves criptográficas secretas violando la seguridad física de dicho CPE o realizando un análisis criptográfico. Además pueden usurparse, el trayecto de datos, la memoria y/o el almacenamiento del CPE, redireccionar el contenido digital y eliminar la información de usuario.
- **Copia en la salida del CPE** – Puede copiarse ilegalmente el contenido digital si se autoriza la salida de contenido sin criptar.
- **Repudiación** – Un cliente puede repudiar un servicio concreto (por ejemplo, PPV basado en el servicio de vídeo a la carta) y denegar cualquier responsabilidad de pago. Como se ha mencionado anteriormente, la protección del contenido se trata de un equilibrio, y generalmente no vale la pena realizar esfuerzos por prevenir este tipo de reclamaciones fraudulentas. La mayor parte de los proveedores de servicio confían en los contratos de

acuerdo de servicio firmados por los usuarios cuando se abona a éste y realizan facturaciones frecuentes para evitar que los usuarios tengan pendientes de pago cantidades sustanciales.

7.4 Modelo de seguridad FS-VDSL

El objetivo del modelo de seguridad FS-VDSL es proteger el contenido de vídeo digital de cualquier utilización ilegal. Otros servicios como el acceso a Internet, la voz sobre IP (o paquetes) y los servicios POTS tradicionales se consideran fuera del alcance de esta cláusula.

7.4.1 Reforma de la arquitectura del sistema FS-VDSL

En la figura 3 se representa la arquitectura del sistema FS-VDSL. Para mayores detalles, véase la Rec. UIT-T H.610.

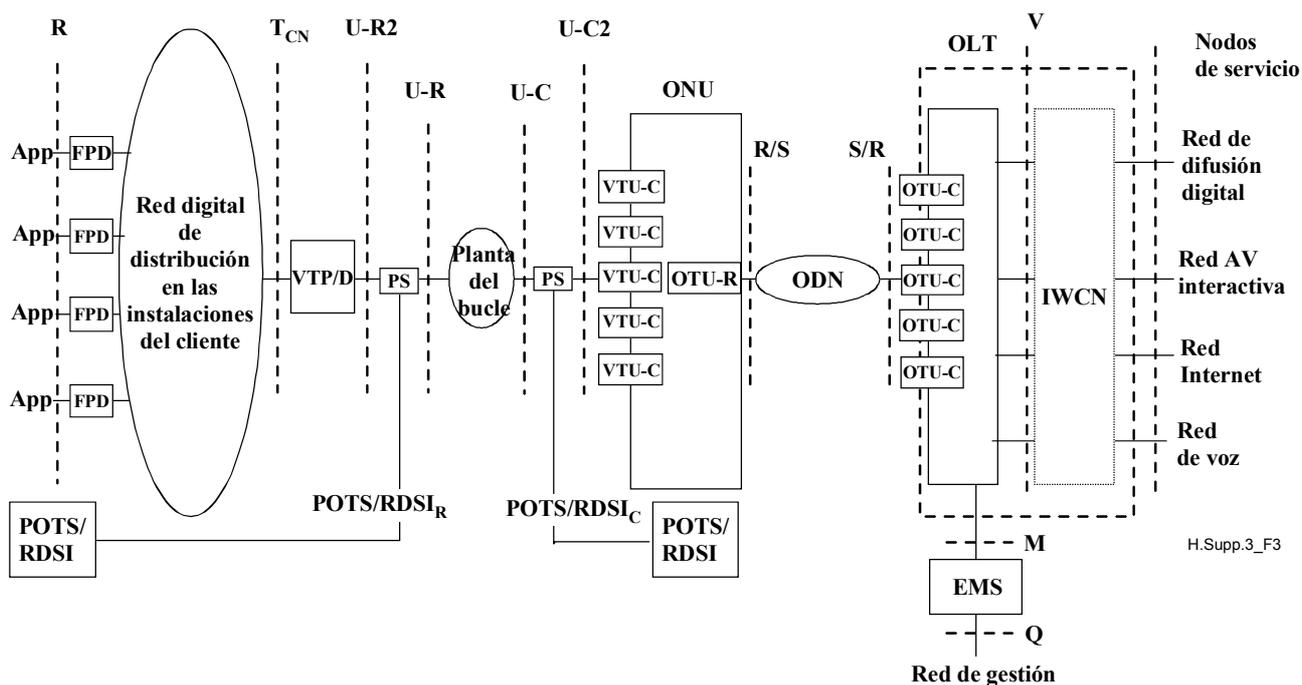


Figura 3 – Diagrama esquemático del modelo de referencia FS-VDSL

7.4.2 El modelo de seguridad

Basándose en el modelo de arquitectura de acceso VDSL propuesto, el modelo de seguridad debe constar de los siguientes componentes funcionales, pertinentes para los servicios de vídeo deseados:

- 1) Red de difusión digital.
- 2) Red AV interactiva.
- 3) OLT.
- 4) ODN.
- 5) ONU.
- 6) Planta del bucle VDSL.
- 7) VTP/D.
- 8) Red digital de distribución en las instalaciones del cliente.
- 9) FPD.

La red de difusión digital y la red AV interactiva quedan fuera del alcance de las Recomendaciones relativas a la FS-VDSL. Los demás componentes funcionales, y sus amenazas de seguridad respectivas, pueden dividirse en los siguientes bloques de seguridad:

- **Elementos de red** – En este bloque se incluyen la OLT, la ODN y la ONU. Las posibles amenazas son, principalmente, el clonaje de elementos de red y los ataques de protocolo a nivel de red. La OLT y la ONU son dispositivos de red específicos del proveedor. Aunque su interoperabilidad se supone, el costo de clonar dichos dispositivos y los esfuerzos necesarios para insertarlos en una red ODN dedicada sin despertar la alarma en el funcionamiento del sistema son extremadamente elevados. A nivel físico, las ubicaciones de la OLT y la ONU están aseguradas, y en el plano lógico, el ATM, en tanto que protocolo de transporte, es muy difícil y costoso de violar. Aun así, es importante que la OLT y la ONU estén constantemente controladas, vigiladas y dispongan de una capacidad de gestión mecanizada para evitar cualquier tipo de ataque.
- **Bucle de acceso** – Consta de la planta del bucle VDSL. La amenaza posible es un ataque de protocolo a nivel de red. Dado que el ATM es el protocolo de transporte, puede argüirse, como en el caso anterior, que resultaría excesivamente oneroso atacar el contenido mediante un ataque de los circuitos virtuales ATM. No obstante, la amenaza de este tipo de ataque es real. Puesto que no hay manera posible de blindar físicamente el par de cobre contra cualquier irrupción, este tipo de ataque puede ser más difícil de detectar e incluso no levantar ninguna alarma en el sistema operativo. Hay dos motivos por los que este tipo de ataque no se dan con frecuencia. En primer lugar, el costo de un analizador de protocolo para irrumpir en las conexiones virtuales del ATM es elevado y puede incluso ascender a decenas de miles de dólares. En segundo lugar, el contenido no tiene tanto valor. Obviamente, cuando los operadores transportan contenido de valor, como películas inéditas, en VDSL, pueden ser necesarios otros métodos de protección, como la criptación del contenido.
- **CPE** – Comprende el VTP/D, la red digital de distribución en las instalaciones del cliente y el FPD. Basándose en la arquitectura del CPE propuesta y en los dos mecanismos de difusión de vídeo recomendados (es decir, MPEG/ATM y MPEG/IP/ATM), el bloque de seguridad del CPE puede además subdividirse en los dos siguientes modelos:
 - **Modelo centralizado** – En el modelo centralizado, el VTPD funciona como punto extremo de los circuitos virtuales ATM, así como de la entrega de contenidos digitales. El contenido se decodifica inmediatamente. La salida del VTPD se hace en formato de televisión analógico (PAL, NTSC, etc.) o en otros formatos de vídeo analógicos. Ningún contenido en formato digital será reenviado desde el VTPD por la red digital de distribución en las instalaciones del cliente al FPD o cualquier otro dispositivo. En el modelo centralizado, las posibles amenazas de seguridad son el clonaje del CPE, los ataques al CPE y la copia en la salida del CPE, que pueden evitarse aplicando los requisitos enumerados en la cláusula "Protección del CPE".
 - **Modelo descentralizado** – En el modelo descentralizado, el VTP, que funciona como un punto extremo de la VC ATM, termina el transporte ATM. No obstante, el VTP reenvía el contenido en su formato digital original por Ethernet (utilizando el IP como transporte) continuamente a otros dispositivos por la red de distribución en las instalaciones del cliente dentro de la vivienda. Las amenazas de seguridad al modelo descentralizado son los ataques de protocolo a nivel de red, el clonaje del CPE, los ataques al CPE y la copia en la salida del CPE. Puesto que el contenido se transporta en su formato digital original a través de la red de distribución en las instalaciones del cliente, sobre IP y Ethernet, puede atacarse el protocolo con más facilidad y los analizadores de protocolo IP son mucho menos costosos que los analizadores de protocolo ATM. De hecho, cualquier computadora personal que disponga del soporte lógico adecuado puede funcionar como analizador de protocolo IP. En el caso del

modelo descentralizado, se considera un requisito primordial la protección del contenido mediante criptación.

7.5 Mecanismos de seguridad

7.5.1 Protección del CPE

Los mecanismos de protección que se enumeran a continuación permiten al CPE (VTP/D y FPD) proteger adecuadamente el contenido y cumplir los requisitos necesarios de seguridad:

- Cada CPE debe tener su propia identidad única.
- Los CPE que deban soportar y descifrar contenido criptado, deben disponer de su propia clave de descripción envuelta de alguna manera en su propia identidad única.
- El diseño y la fabricación del CPE deben estar a prueba de manipulaciones.
- Nunca habrá de revelarse la identificación única del CPE, cualquier clave privada, algoritmo criptográfico o información secreta/confidencial que sea.
- No deberá intentarse modificar la identificación única incorporada.
- El diseño del CPE no deberá permitir que se corten o alteren los conmutadores, botones, puentes o trazas.
- El diseño de las funciones de control y menú de servicio del CPE no deberán permitir que se violen las tecnologías de protección del contenido.
- El diseño del CPE no deberá permitir que el contenido protegido se exponga a procesos de copia no autorizada.
- El diseño del CPE no deberá permitir que las funciones de seguridad principales puedan evitarse o violarse utilizando herramientas simples como destornilladores, puentes, clips, soldadores o herramientas electrónicas especializadas o de software, como lectores y escritores EEPROM, detectores de problemas o de compiladores.
- El diseño del CPE deberá inutilizarlo si se intenta eliminar o sustituir cualquier componente de soporte lógico del que dependan las funciones de seguridad.
- El diseño y fabricación del CPE deberán soportar las siguientes funciones de gestión de contenido y claves:
 - El contenido protegido no deberá estar presente en ningún bus accesible al usuario en formato analógico no protegido o en formato digital comprimido no criptado.
 - Las claves utilizadas para soportar la criptación y/o descripción del contenido no deberán figurar en ningún bus accesible al usuario en formato no criptado.
- Las funciones de clave, generación de clave y criptográficas deberán estar incorporadas en chips de silicio o en dispositivos propios del fabricante que no sean de fácil lectura.
- Las implementaciones de soporte lógico de las funciones de seguridad estarán diseñadas para realizar una autoverificación de la integridad de sus componentes, y estar diseñadas para cancelar las funciones de seguridad que permiten una autenticación autorizada y/o descripción en caso de modificación no autorizada.
- Cualquier fallo de una función de seguridad deberá provocar que el CPE deje de recibir y reproducir el contenido protegido.
- Los recursos del CPE deberán bastar para soportar la criptación del contenido y el procesamiento de reglas.
- El diseño y fabricación del CPE deberá soportar mejoras del sistema mediante renovación de los algoritmos y/o procesos de seguridad subyacentes, y garantizar la compatibilidad con futuras recomendaciones de seguridad y estudios en curso.

- El diseño y fabricación del CPE deberá incorporar una función de registro de sistema y soportar aplicaciones de rastreo dependientes del cliente/servidor.
- El diseño y fabricación del CPE deberá soportar el diagnóstico a distancia.

7.5.2 Control de acceso

El segundo método de protección del contenido digital consiste en el "control de acceso". A diferencia de los métodos de "criptación del contenido", el control de acceso transporta el contenido sin codificar y utiliza la capacidad "gestión de abonado" ya sea en la red o en el CPE, para garantizar que únicamente los usuarios legítimos puedan acceder al contenido. No obstante, el control de acceso no impide que los usuarios mal intencionados puedan apropiarse del contenido a través de la cuenta de un usuario legítimo. Esta posibilidad es muy tentadora y se da sobre todo cuando se utiliza una configuración de "CPE descentralizado". Por consiguiente, el control de acceso debe utilizarse únicamente con la configuración de "CPE centralizado" y, aun así, debe ir acompañado de una "protección del CPE" para alcanzar un nivel de seguridad razonable.

7.5.3 Criptación del contenido

El tercer método de protección del contenido digital es la criptación. Las técnicas de criptación pueden dividirse básicamente en dos tipos: criptación simétrica y asimétrica. La criptación simétrica es eficaz en términos de demanda de recursos del sistema y porque el tamaño de los ficheros es compacto, mientras que la criptación asimétrica es eficaz por proporcionar una fuerte seguridad y por el carácter único de sus claves. Para la criptación de vídeo, que conlleva ficheros de gran tamaño y un procesamiento que necesita mucha anchura de banda, la industria de la seguridad en general emplea ambas técnicas, es decir, criptación simétrica para el contenido mismo y criptación asimétrica para la gestión de claves.

A continuación se resumen los requisitos de implementación para la criptación del contenido recomendadas para los sistemas FS-VDSL:

- Se utilizan algoritmos aceptados por la industria y longitudes de claves para criptar la cabida útil de datos del contenido. El algoritmo y la técnica de criptación utilizados deben ser independientes del formato de vídeo y deberán poder soportar tanto el vídeo en tiempo no real, por ejemplo el servicio de vídeo a la carta, como los eventos en tiempo real, como los acontecimientos deportivos en directo, realizando una criptación "instantánea" de los trenes de vídeo en directo.
- Es mejor criptar el contenido en su origen (por ejemplo, centro de codificación, instalaciones de postproducción, estudio) antes de su distribución, siempre que sea posible.
- El contenido deberá permanecer criptado mientras esté almacenado en la red, durante su distribución a los usuarios finales y durante el almacenamiento en las instalaciones del cliente.
- Las claves de descriptación del contenido deberán ir envueltas y se entregarán y almacenarán aparte del contenido.
- La implementación de la criptación, principalmente de las claves y no necesariamente del contenido, debe ser lo suficientemente flexible para permitir una integración sencilla y sin interrupciones en los sistemas de comercio electrónico y gestión de abonados de terceros.
- Resulta más apropiado utilizar el sistema de gestión de abonados de la red y la identificación única del CPE.
- El sistema de criptación utilizado debe ser compatible con otras arquitecturas de seguridad industriales como 5C, CPCM, etc.

7.5.3.1 Acceso condicional

El término "acceso condicional" ya se utilizaba en tiempos de la radiodifusión de televisión analógica. El acceso condicional analógico se sigue utilizando en muchos sistemas de cable para

proteger los canales de más valor. Básicamente, se trata de confundir al receptor eliminando la información de sincronización o manipulando el control de ganancia. En los sistemas FS-VSDL, "acceso condicional" significa la utilización de la criptografía para controlar el acceso al contenido digital.

El principio básico del acceso condicional criptográfico es el siguiente: el contenido se cripta en la cabecera de vídeo utilizando una técnica de criptación simétrica conocida tanto por el dispositivo de criptación como el de descripción. La clave de criptación más otro tipo de información de criptación se denomina mensaje de control de título (ECM, *entitlement control message*). Cuando el paquete criptado llega al receptor (es decir, al VTP/D o al FPD), se envía en primer lugar a través de un módulo de acceso condicional (CAM, *conditional access module*) para su descripción. El CAM puede estar incorporado en el receptor o en un dispositivo de seguridad como una tarjeta inteligente. La implementación del CAM debe estar regida por las directrices de protección del CPE. La criptación simétrica no es un tipo de criptación fuerte si la longitud de clave es corta (por ejemplo, 64 bits), por lo que es necesario cambiar las claves cada cierto tiempo. La frecuencia de cambio depende de la implementación, pero generalmente es proporcional al nivel de seguridad de la criptación. El principio general es modificar la clave antes de que el contenido pueda sufrir ataques que utilicen un análisis criptográfico forzado.

Las claves simétricas van envueltas gracias a una técnica de criptación asimétrica (por ejemplo, PKI) para proporcionar una capacidad de autenticación del usuario y no repudiación. La actual implementación de los sistemas de gestión de claves y abonados depende de la aplicación misma y queda fuera del alcance del presente Suplemento. La mayor parte de los proveedores de servicio prefieren el acceso condicional puesto que así se convierten naturalmente en controladores de acceso a la gestión de claves, teniendo entonces el poder en la relación comercial con los usuarios.

Técnicamente hablando, la criptación basada en el acceso condicional y la gestión de derechos digitales (DRM, *digital rights management*), que se expone en la siguiente cláusula, son similares. Las diferencias pueden resumirse de la siguiente manera:

- En primer lugar, el flujo del sistema dentro del dispositivo receptor. El acceso condicional funciona como un conducto seguro (similar al concepto de IPSec) y el contenido no está codificado antes de entrar en el conducto ni una vez que sale de él, mientras que en el sistema de gestión de derechos digitales, el contenido se mantiene criptado en todo momento y se describe únicamente cuando se va a reproducir. Esta diferencia fundamental hace que el acceso condicional no esté recomendado cuando se pueda copiar el contenido de un dispositivo a otro en las instalaciones del cliente (por ejemplo, superdistribución del contenido).
- En segundo lugar, la seguridad de la red troncal. El acceso condicional garantiza una entrega segura, pero no protege la distribución del contenido antes de que éste entre en el sistema de acceso condicional. Para garantizar la seguridad de la red troncal, los operadores deberían ampliar la cabecera del acceso condicional hasta el origen del contenido, lo que suscitaría problemas de OAM&P innecesarios y complicados.
- En tercer lugar, la caché de contenido digital en la red. El acceso condicional no está previsto para soportar la caché de red y no puede permitir que el contenido se mantenga criptado dentro del conducto. Por ello, la caché digital debe tratarse como si fuera el origen del contenido, lo que origina un proceso de criptación innecesario y pesado, y suscita serios problemas para la gestión de usuarios.
- En cuarto lugar, la gestión de claves. El acceso condicional está previsto para una entrega segura del contenido a través de la red. La gestión de derechos digitales, por otra parte, está prevista para asegurar el contenido y no necesariamente su entrega.

7.5.3.2 Gestión de los derechos digitales

La gestión de derechos digitales (DRM) es una tecnología emergente que permite la publicación de contenido digital en una red no segura, y que los propietarios del contenido (o sus representantes) mantengan sus derechos de autor. La mayor parte de las implementaciones DRM consiste básicamente en realizar una criptación a nivel de aplicación. Por ello, las Recomendaciones relativas a la FS-VDSL no pretenden especificar cuáles deben ser las implementaciones DRM. Por lo tanto, este Suplemento detalla los requisitos esenciales para garantizar que un sistema VDSL soportará cualquiera implementación DRM.

A continuación se resume un conjunto de directrices para el soporte de sistemas DRM:

- Debe protegerse completamente el CPE, como se especifica en 7.5.1.
- Las aplicaciones DRM deben poder acceder a la identificación del CPE y extraerla fácilmente.
- El CPE es capaz de soportar e integrar sin interrupción cualquier solución DRM de terceros.
- El CPE es capaz de soportar la coexistencia de más de una aplicación DRM, aunque éstas no tienen por qué ejemplificarse ni aplicarse al mismo tiempo.
- Los fabricantes de CPE pueden soportar el DRM en los equipos o en el soporte lógico incorporado a ellos. No obstante, esto no deberá poner en peligro el soporte de otras aplicaciones DRM o su ejecución.
- El CPE, según se especifica en la cláusula sobre su protección, debe proporcionar un almacenamiento seguro de las claves.
- Los ficheros de registro cronológico del sistema del CPE deben ser fácilmente extraíbles.
- Toda solución debe englobar la criptación y la distribución del contenido directamente desde los sitios de los propietarios, un sistema de gestión de usuarios y claves, el comercio electrónico para el pago de cánones y tasas y, lo que es más importante, la gestión del CPE.
- El sistema deberá separar la información relativa a los derechos de la criptación y entrega del contenido.
- El sistema deberá almacenar la información relativa a los derechos en la red y poder entregar esta información para la descripción del contenido a medida que se solicite. No obstante, para el soporte de radiodifusión de televisión, la entrega previa petición de la información relativa a los derechos puede no ser lo suficientemente rápida para soportar un cambio rápido de canales.
- Cualquier aplicación DRM deberá ser independiente del formato.

8 Requisitos de instalación

En esta cláusula se trata de la instalación del equipo activo en la planta exterior. En el caso de una red FS-VDSL, este equipo activo está representado por la ONU, como se muestra en la figura 8.

En las siguientes cláusulas se presentan datos sobre algunas plantas de cobre de acceso actuales y algunas de las características necesarias para una unidad de red óptica prevista para funcionar en estas redes de acceso. Esta información ha sido recogida por los operadores participantes en la preparación de las Recomendaciones FS-VDSL, y pretende servir de ayuda a los proveedores de equipos para encontrar soluciones más adaptadas.

8.1 Red de acceso para la instalación de la VDSL

La tecnología VDSL permite la reutilización de las redes de cobre existentes para transportar servicios de banda ancha hasta los clientes domésticos y las SME. Puesto que la calidad de funcionamiento de la VDSL sufre una degradación debida a las interferencias y a la atenuación del

cable, es necesario analizar cuidadosamente las redes de acceso existentes para conocer el nivel de penetración de la VDSL minimizando al mismo tiempo las inversiones en nuevas infraestructuras (por ejemplo, grandes inversiones en el tendido de fibra en fases tempranas de la instalación). Con este objetivo en mente, se ha recogido información sobre algunas características de la red. Este estudio de la red se ha centrado en aquellas zonas donde se considera que se instalará en un primer momento la VDSL.

8.1.1 Las redes de cobre actuales

En las figuras 4 y 5 se representan los dos modelos generales de las redes de acceso típicas. La primera se aplica principalmente en Europa, y la segunda se adapta mejor a la situación de América del Norte.

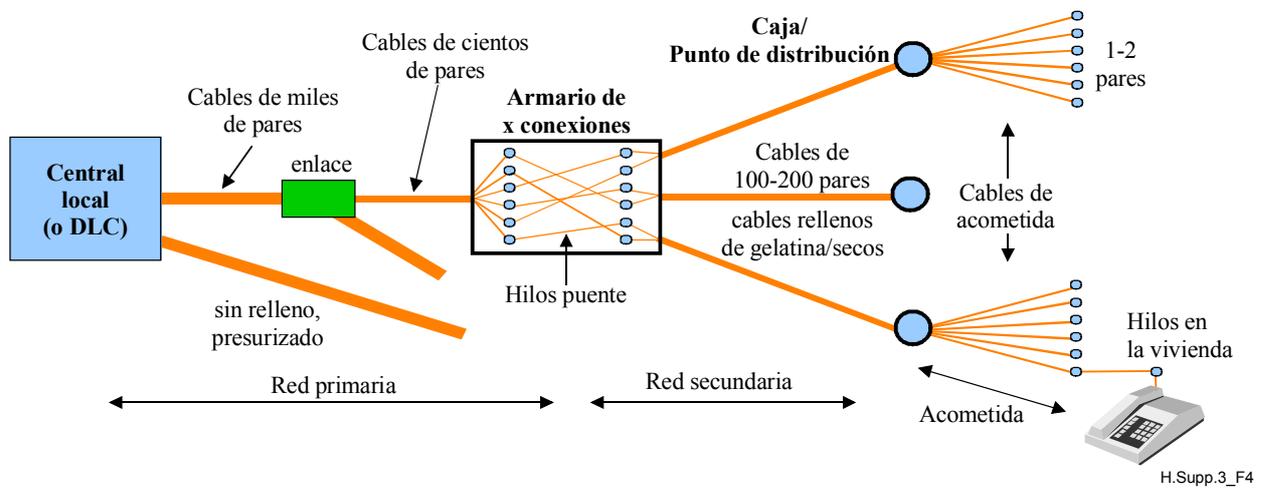


Figura 4 – Modelo general de una red de acceso (Europa)

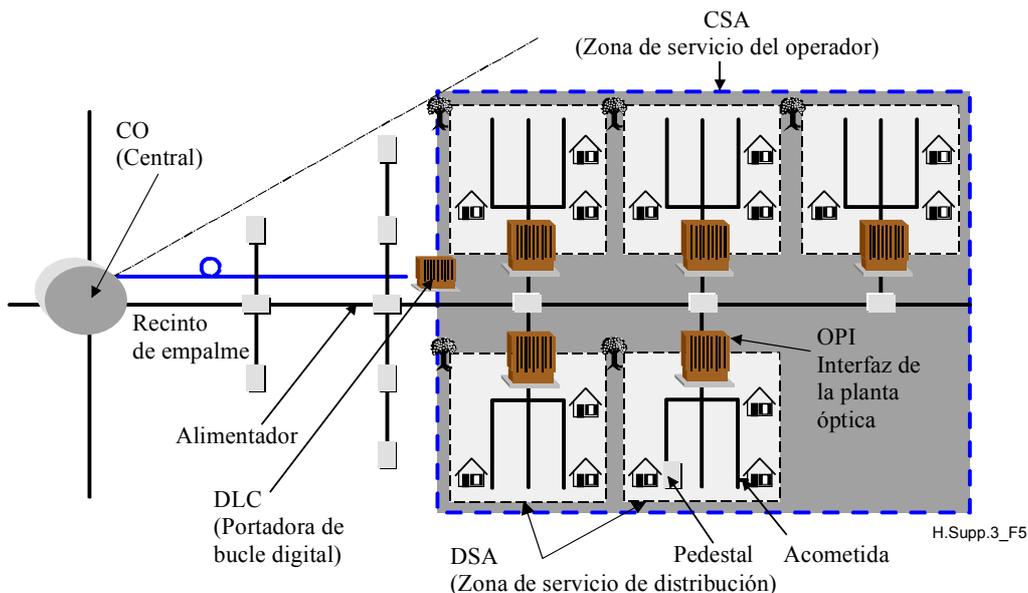


Figura 5 – Modelo general de una red de acceso (América del Norte)

A continuación se dan las definiciones de algunas de las entidades de las redes de acceso:

- **Armario/interfaz de la planta óptica (OPI, *optical plant interface*)** – El armario/OPI es uno de los principales puntos pasivos de flexibilidad donde es posible acceder a los cables de pares trenzados para un número importante de clientes. Normalmente, el armario se encuentra entre 100 y 1500 metros del edificio del cliente. Resulta interesante instalar la ONU en la misma ubicación del armario dado el gran número de posibles viviendas servidas.
- **Caja terminal** – La caja terminal representa el punto de flexibilidad de la empresa de telecomunicaciones más cercano al cliente. Normalmente, la caja se encuentra dentro del edificio o en una planta externa y también se la denomina punto de distribución o pedestal. La caja y el armario/OPI forman parte de la infraestructura propia del operador de red y están sometidos a restricciones reglamentarias. En ocasiones, las infraestructuras dentro del edificio son propiedad del propietario del edificio, que también las gestiona, y no están sometidas a restricciones reglamentarias. Algunos operadores consideran la posibilidad de instalar las ONU dentro de un recinto mejorado, quizá ubicado en un entorno controlado, capaz de alimentar un determinado número de cajas o armarios.
- **DLC** – La portadora de bucle digital (DLC, *digital loop carrier*) es un dispositivo activo generalmente ubicado en la entrada de la zona de servicio del operador (CSA, *carrier serving area*) para proporcionar servicios POTS a la comunidad. En un primer momento, las DLC fueron instaladas por los operadores para dar servicio a los clientes demasiado alejados de la central (CO, *central office*) y están alimentadas por líneas DS-1 procedentes de la CO. Las DLC también pueden proporcionar la función de datos que realiza la ONU si están equipadas para ello.
- **CSA** – Las zonas de servicio del operador (CSA) son zonas geográficas que delimitan la posibilidad que tiene el operador de proporcionar servicios POTS a una comunidad. La definición de CSA ha evolucionado con el tiempo para incluir asimismo la capacidad de proporcionar servicios DSL. Las CSA suelen oscilar entre 1 km (en zonas de alta densidad de población) y 3 km (en zonas suburbanas) en el segmento residencial para ofrecer una flexibilidad de servicio máxima y proporcionar servicios de datos sin necesidad de configurar el bucle de manera especial. La DLC generalmente está ubicada a la entrada de la CSA.
- **DSA** – La zona de servicio de distribución (DSA, *distribution serving area*) representa una zona geográfica donde se encuentra el último punto de la planta exterior de interconexión física entre la CO y los clientes domésticos. En la entrada de la DSA, se encuentra una OPI que puede proporcionar servicios de interconexión entre 300 y 700 clientes domésticos y sirve de interfaz entre el alimentador y las instalaciones de distribución.

Evidentemente, la estrategia de implantación de cada operador FS-VDSL se verá afectada por las características de su red de acceso. En las figuras 6 y 7 se muestran algunas cifras interesantes proporcionadas por los operadores con respecto a la cobertura de sus redes de acceso. Los valores se refieren a las zonas donde la VDSL se instalará en sus primeras fases, y no a toda la cobertura de la red de acceso.

En la figura 6, la longitud de la red primaria se refiere a la sección entre la CO/DLC y el armario/OPI (red primaria/CSA). En la figura 7, la longitud de la red secundaria se refiere a la sección entre el armario/OPI y la caja (red secundaria/DSA).

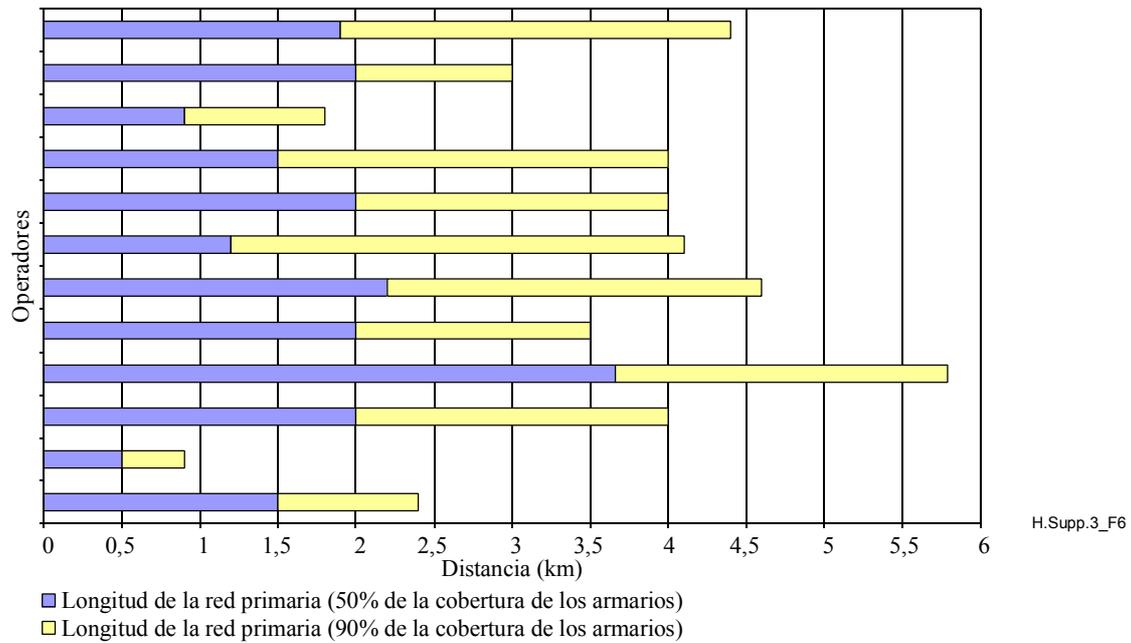


Figura 6 – Ejemplo de cobertura de la red primaria/CSA de algunos operadores

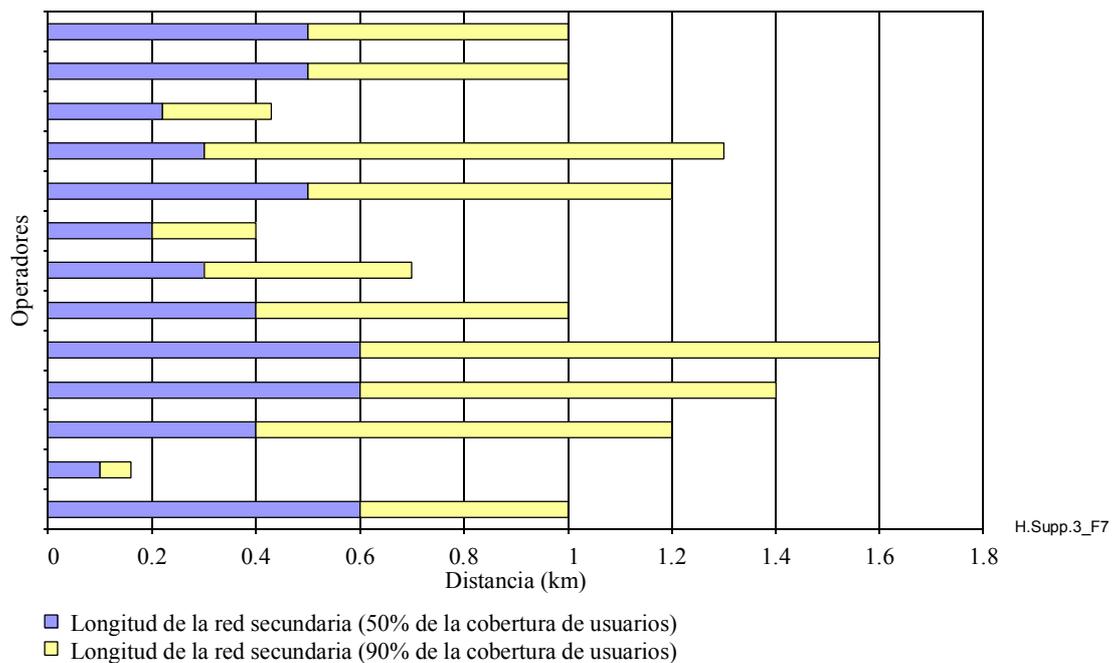


Figura 7 – Ejemplo de cobertura de la red secundaria/DSA de algunos operadores

Otra cifra interesante es el número medio de hogares que pueden recibir servicio desde una caja terminal, un armario/OPI o una DLC, como se indica en el cuadro 4.

Cuadro 4 – Número medio de hogares que pueden recibir servicios desde distintos puntos de la red de acceso

	Operadores												
OPI/Armario	250	600	250	500	250	200	350	200	500	400	200-400	350	110
Caja terminal	20	25	20	8	4	12	7	1	8	4	N/A	10	7
DLC	N/A	1890	250	N/A	N/A	200	N/A	1000	2000	2000	600-900	450	N/A

8.2 Cuestiones relativas a la instalación de las ONU

Aunque las necesidades de cada operador varían mucho, dadas las diferencias reglamentarias y el entorno estructural y empresarial, la estructura de las redes de acceso es similar y es posible definir una plataforma común basada en los requisitos de los operadores que participan en la preparación de las Recomendaciones relativas a la FS-VDSL.

La unidad de red óptica es el elemento de red más importante para la instalación de la VDSL en las redes de acceso y se ha recogido una cierta cantidad de información sobre las características preferidas de una ONU de FS-VDSL. Estos requisitos pretenden servir de directrices que asistan a los proveedores al encontrar soluciones más adaptadas para los operadores, con el objetivo de obtener reducciones en el volumen de costos. No se dan especificaciones detalladas completas sobre la ONU, sino características muy deseables desde el punto de vista de los operadores.

8.2.1 Esquema general de la ONU

La ONU es un interconector ATM entre las líneas VDSL y la red de distribución óptica. En la figura 8 se representa un diagrama general de los bloques funcionales de la ONU. Además de los bloques que realizan las funciones descritas anteriormente, otros bloques son necesarios para la alimentación de energía del equipo, la gestión de las alarmas, la conexión de las fibras y los pares de cobre, etc.

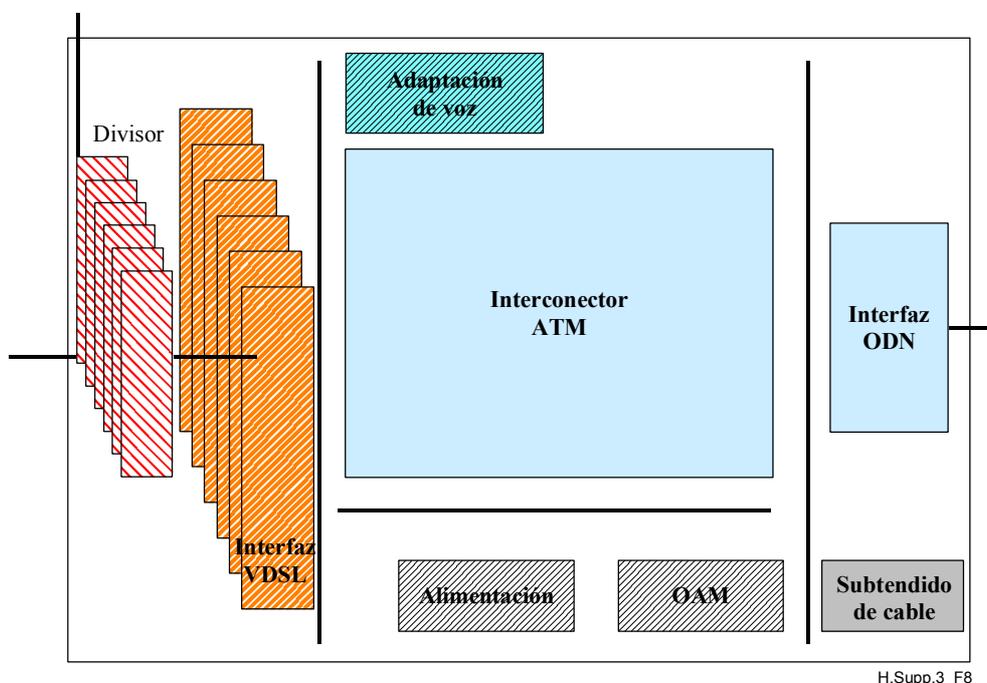


Figura 8 – Bloques funcionales de la ONU

8.2.2 Alimentación eléctrica

La cuestión de la alimentación eléctrica de una ONU está estrictamente relacionada con su tamaño y varía ampliamente entre una ONU pequeña que dé servicio a decenas de clientes en un edificio y un armario ONU grande previsto para servir a ciertos de clientes. El consumo de energía eléctrica está determinado, en primer lugar, por el número de puertos VDSL. La energía utilizada por la ONU se supone que no sea superior a un 1 vatio por cada puerto VDSL, de media, incluyendo todos los bloques funcionales, como la sección óptica, los ventiladores, el equipo de alarmas, etc. Sería recomendable encontrar nuevos métodos para reducir el consumo eléctrico de la ONU.

Se han considerado diversos esquemas de alimentación eléctrica de una ONU. Normalmente se supone que una ONU con 100 puertos reciba alimentación a nivel local y que la alimentación de reserva (donde la haya) provenga de baterías.

La mayoría de los operadores consideran que la autonomía de la batería varía entre 2 y 8 horas a una temperatura ideal de 25°C. Dado que una temperatura muy baja puede disminuir significativamente este valor, es importante mantener las baterías a una temperatura adecuada. Del mismo modo, el tiempo de vida de las baterías se ve afectado por las variaciones de la temperatura y se recomienda que el tiempo de vida mínimo sea de 10 años en condiciones normales (+25°C).

Se recomienda vivamente utilizar baterías que no requieran mantenimiento y emitan bajas cantidades de gas (y es necesario garantizar que el recinto de la ONU pueda disipar estas emisiones de gas).

También es muy recomendable utilizar un esquema de alimentación eléctrica distante, principalmente en la arquitectura FTTCab (fibra hasta el armario), es decir, para una ONU ubicada en el exterior donde puede resultar más difícil acceder a la red de electricidad principal y realizar el mantenimiento de las baterías. Para esta alimentación eléctrica distante se consideran dos opciones:

- a) Alimentación de energía dedicada: puesto que normalmente será necesario tender la fibra hasta el armario de la calle, podría ser posible tender al mismo tiempo un cable de energía eléctrica. Este esquema debería proporcionar normalmente cerca de 200 vatios a hasta 3 km de distancia.
- b) Pares de telecomunicación normales: de acuerdo con las limitaciones impuestas por el circuito RFT-C y RFT-V (Rec. UIT-T K.50). Esta solución parece adecuada para una ONU pequeña que necesite de unos pocos pares de hilos dedicados para su alimentación eléctrica.

Este enfoque es más atractivo puesto que no se necesitan baterías en la ONU y es posible confiar en las capacidades de alimentación y reserva centralizadas reduciendo significativamente el tamaño de la ONU y los costos operativos (no es necesario mantener las baterías).

Se han considerado otros esquemas de alimentación eléctrica, como los paneles solares y la alimentación inversa desde el lado usuario, pero en la actualidad no se consideran viables para alimentar eléctricamente una ONU.

8.2.3 Dimensiones

El número de usuarios de VDSL que debe soportar una ONU suele variar, dependiendo de si se utiliza una arquitectura FTTCab o una arquitectura FTTB (fibra hasta el edificio). El número ideal de líneas que puede servir una ONU en el armario o en caja, en opinión del operador, se representa en el cuadro 5.

Cuadro 5 – Número de líneas VDSL servidas por una ONU

	Operadores									
FTTCab	800	60-90	200-300	80-140	48-64 4-8 8-16	40	48-96	100-200	128-160	12-48
FTTB	50	4-30	20-40	20-40	8-16	20	24-96	100+	128-160	4-12

Normalmente una ONU debe poder servir al mismo número de usuarios que hoy en día reciben servicio de un armario pasivo/OPI o caja terminal; no obstante, algunos operadores planean disponer de ONU centralizadas que sirvan a un número aún mayor de usuarios, conectándose a más de un armario o caja. Esto normalmente afecta a la configuración de los bloques de cableado.

La dimensión física de una ONU está relacionada con factores como el número posible de puertos VDSL, el consumo de energía eléctrica total, la disipación de calor y otras cuestiones de temperatura. Del mismo modo, hay que tener en cuenta la accesibilidad al equipo interno por motivos de instalación y mantenimiento. Reducir el tamaño de la ONU (de manera compatible con las funcionalidades necesarias) debe ser uno de los objetivos del diseño del equipo, puesto que los operadores, especialmente los que utilizan una estructura FTTCab, pueden encontrar dificultades a la hora de encontrar espacio y obtener servidumbres de paso/exenciones de las autoridades locales y los propietarios de tierras. También se considera que la instalación subterránea es una manera interesante de solucionar este problema.

8.2.4 Evaluación de la protección del recinto

El recinto de la ONU debe cumplir con el nivel de protección IP 55 o IP 65, como se describe en EN 60529 [grados de protección para los recintos (código IP)] o en Bell Core GR-487 (Core) en el caso de América del Norte.

Durante su transporte, el equipo debe poder soportar sin degradarse la exposición a las condiciones medioambientales descritas en ETS 300 019-1-2, clase 2.3: Public transportation.

8.2.5 Capacidad de ampliación

Es necesario que la ONU disponga de un cierto grado de modulabilidad con respecto al número de líneas VDSL que puede soportar. Debe ser posible alcanzar el número máximo de líneas añadiendo módulos VDSL, cuando sea necesario. De este modo, los operadores pueden ahorrarse costos suplementarios, adquirir únicamente el número de módulos que necesitan realmente y tener siempre la posibilidad de ampliar la ONU simplemente añadiendo tarjetas nuevas. El problema en este caso es garantizar la integridad física de la ONU y evitar la exposición de los elementos electrónicos a las condiciones medioambientales.

Se considera que un número adecuado de puertos VDSL por módulo es de 8-12 en una ONU pequeña y de 16-32 (si es posible realizar una integración de alta densidad) en una ONU grande. Estos valores permiten un determinado grado de integración sin renunciar a la flexibilidad.

La ONU puede contar asimismo con un bloque de tendido que conecte las ONU secundarias adicionales a la OLT a través de la interface ODN de la ONU primaria. Esta característica, que es opcional, permitiría disponer de mayor flexibilidad y capacidad de ampliación.

8.2.6 Medio ambiente

Es necesario que la ONU pueda funcionar en las siguientes condiciones medioambientales:

- La clase 3.2 de ETS 300 019-1-3 para uso estacionario en ubicaciones cuya temperatura está parcialmente controlada se adecúa a las ONU en estructuras FTTEEx (fibra hasta la central) y FTTB (dentro del edificio).

- La clase 4.1 de ETS 300 019-1-4 para uso estacionario en ubicaciones sin protección meteorológica es necesario para las ONU con estructura FTTCab (entorno exterior).

En algunos países, puede exigirse el cumplimiento con la clase 4.1E (ubicaciones sin protección meteorológica – ampliada) de ETS 300 019-1-4 para las ONU previstas para la estructura FTTCab (entorno exterior).

Las gamas de temperatura y humedad relativa para estas tres clases se reproducen en el cuadro 6.

Cuadro 6 – Parámetros de las distintas clases de condiciones medioambientales

Clase	Unidad	3.2	4.1	4.1E
Temperatura del aire baja	°C	-5	-33	-45
Temperatura del aire alta	°C	45	40	45
Humedad relativa baja	%	5	15	8
Humedad relativa alta	%	95	100	100

El enfriamiento pasivo (sin transferencia de calor forzada desde el interior de la ONU al exterior) es la solución más recomendable, puesto que su costo es más bajo, requiere un mantenimiento mínimo y mitiga el ruido.

En el caso de la instalación subterránea, debe prestarse una atención particular a la impermeabilidad de los recintos y a las cuestiones relativas al enfriamiento. Para evitar las emisiones de gas procedentes de las baterías, parece más adecuado utilizar un esquema de alimentación distante.

8.2.7 Compatibilidad electromagnética y protección

La ONU debe ser conforme a las siguientes especificaciones sobre compatibilidad electromagnética y protección:

- Rec. UIT-T K.34 en lo que concierne a las condiciones ambientales electromagnéticas.
- Rec. UIT-T K.43 en lo que respecta a los requisitos de inmunidad.
- CISPR 22 en lo que respecta a la emisión.
- CISPR 24 en lo que respecta a la inmunidad.
- ETSI 300 386-2 en lo que concierne al funcionamiento en un entorno "distinto al centro de telecomunicaciones".
- Rec. UIT-T K.45 en lo que concierne a resistividad.
- GR-1089-CORE en lo que respecta a la compatibilidad electromagnética y seguridad eléctrica del equipo de telecomunicaciones.
- Rec. UIT-T K.35 en lo que atañe a las configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra.
- ETSI EN 302 099 "Powering of Equipment in access network".
- Rec. UIT-T K.46 en lo que se refiere a la protección contra el rayo.

Algunos operadores podrán tener que someterse a requisitos nacionales más severos.

8.2.8 Disponibilidad

Los operadores necesitan que la red de acceso esté disponible al 99,99%. Esto corresponde a un tiempo de indisponibilidad máximo de 53 minutos al año para la sección de la red de acceso (esta cifra comprende la ONU/OLT y la ODN y los pares de cobre).

Estos 53 minutos al año deben repartirse entre el equipo activo y la red de conformidad con el cuadro 7.

Cuadro 7 – Indisponibilidad de cada elemento de la red de acceso

Elemento de la red de acceso	Tiempo de indisponibilidad máximo por año y por canal
OLT	10 min
Red (cables, etc.)	17 min
ONU	26 min

Se supone que el equipo que falla es un módulo de campo reemplazable. Para calcular el tiempo medio entre fallos (MTBF, *mean time between failures*) del equipo activo, es necesario definir el tiempo medio hasta la reparación (MTTR, *mean time to repair*) de cada dispositivo. Se supone que el MTTR es:

- 2 horas para la OLT.
- 6 horas para el equipo exterior al edificio de la central (ONU).

Los requisitos de tiempo medio entre fallos (MTBF), se calculan de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$MTBF = \frac{MTTR}{\text{Tiempo de indisponibilidad / año}}$$

según la cual se obtiene lo siguiente:

- MTBF de la OLT = 12,0 años
- MTBF de la ONU = 13,8 años

Los fabricantes de las ONU y OLT deberán, cuando se les solicite, poder proporcionar la documentación relativa al diseño donde se muestren los cálculos de MTBF de cada componente y se describa cómo se utilizan la MTBF del componente y la redundancia del componente para cumplir los objetivos de disponibilidad de los operadores.

8.2.9 Resumen

De conformidad con lo expuesto en las cláusulas antecedentes, en el cuadro 8 se presentan las especificaciones para tres tipos distintos de ONU, y se muestra resumidamente un ejemplo de los requisitos para los operadores que participan en la preparación de las Recomendaciones relativas a la FS-VDSL.

Cuadro 8 – Características de tres tipos de ONU

	ONU de gran tamaño	ONU de tamaño medio	ONU de pequeño tamaño
Número de líneas servidas	300	100	24
Configuración de alimentación eléctrica local	230 V 50 Hz c.a. (Europa) 110 V 60 Hz c.a. (América del Norte)		
Alimentación eléctrica distante	No	Opcional, con un cable de alimentación dedicado	Opcional, con pares de telecomunicación (RFT-C/RFT-V) o cable de alimentación dedicado
Autonomía de la batería	Opcional 2-8 horas		
Modularidad de adición de tarjetas	16-32	16-32	8-12
Modulo de subtendido	Opcional		
Condiciones medioambientales	ETS 300 019-4 clase 4.1 (puede exigirse la clase 4.1E) para configuración FTTCab ETS 300 019-3 clase 3.2 para configuración FTTB		
Enfriamiento	Activo	Activo/pasivo	Pasivo
Calentamiento	Opcional (véase condiciones medioambientales)		
Disponibilidad (MTBF)	13,8 años		
Doble direccionamiento	Opcional	Opcional	No
Alarmas	Necesarias (véase la especificación OAM)		
Acceso de prueba metálica	Opcional (véase la especificación OAM)		
Compatibilidad electromagnética de protección	Rec. UIT-T K.34 Rec. UIT-T K.43 CISPR 22 CISPR 24 ETSI 300 386-2 Rec. UIT-T K.45 GR-1089-CORE Rec. UIT-T K.35 ETSI EN 302 099 Rec. UIT-T K.46		
Interfaz óptica	Véase la cláusula 9		

9 Requisitos de la red de distribución óptica

En esta cláusula se trata del segmento de la red de acceso entre los puntos de referencia R/S y S/R de la arquitectura FS-VDSL. Se trata de las interfaces entre la OLT y la ONU, según se describen en la figura 9.

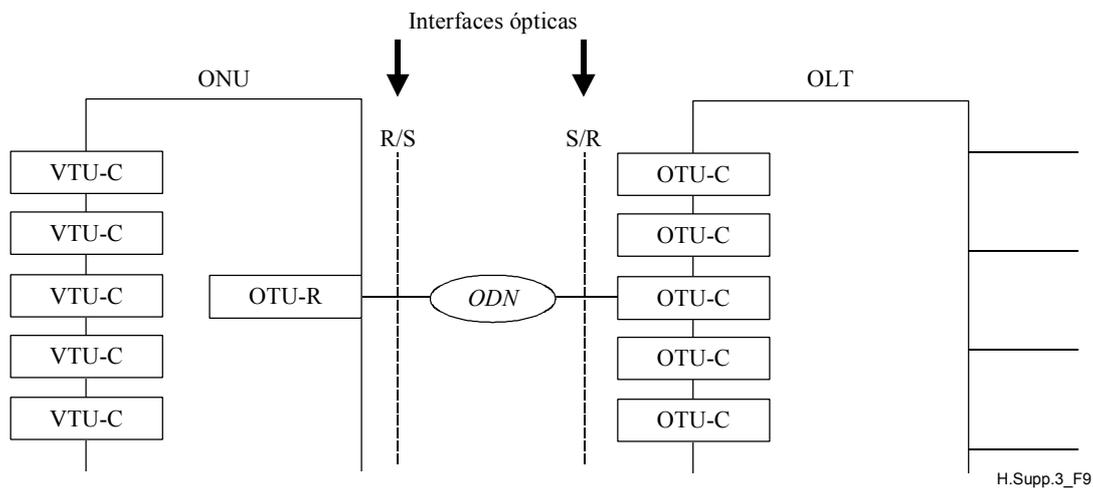


Figura 9 – Interfaces ópticas entre la ONU y la OLT

El objetivo de esta cláusula no es especificar la arquitectura de la parte óptica de la red de acceso, sino establecer requisitos específicos para las interfaces ópticas entre la ONU y la OLT.

Es preferible la utilización de interfaces normalizadas (interfaces STM-1/4, OC-3/12, G.983, 1 Gbit/s), puesto que así se pueden aprovechar las normas (con descripciones técnicas completas) que resultan familiares a los operadores a la hora de abordar las cuestiones relativas a la instalación, la implementación y la medida.

Puesto que no se requiere estrictamente la interoperabilidad entre la ONU y la OLT, si proceden de distintos fabricantes, la utilización de interfaces privadas puede representar una oportunidad para disminuir los costos. También es importante entender como estas interfaces privadas pueden evolucionar hacia interfaces normalizadas.

En el caso de las interfaces ópticas privadas entre los puntos de referencia R/S y S/R de la arquitectura FS-VDSL, los operadores consideran que es necesario establecer un conjunto mínimo de requisitos a nivel físico medio, que las interfaces privadas deberán satisfacer.

Estos requisitos son:

- arquitectura de red (punto a punto o punto a multipunto);
- tipo de fibra;
- velocidades binarias en sentido ascendente y descendente;
- transmisión bidireccional (1 fibra WDM o 2 fibras);
- longitud de onda operativa;
- atenuación óptica mínima entre los puntos de referencia S/R y R/S;
- tasa de división soportada (punto a multipunto);
- conectores ópticos.

No se especifican requisitos para los siguientes aspectos:

- longitud de onda de mantenimiento;
- potencia emitida en los puntos S/R y R/S;
- sensibilidad en los puntos S/R y R/S;
- reflectancia del equipo en los puntos: S/R y R/S.

Los operadores que participan en la preparación de las Recomendaciones relativas a la FS-VDSL han expresado sus preferencias sobre los requisitos mencionados para las interfaces ópticas privadas. Los resultados se representan en el cuadro 9, que refleja la opinión de la mayoría.

En lo que respecta a las interfaces privadas, cabe señalar que, en la capa física, las preferencias de los operadores se acercan en gran medida a las normas existentes (por ejemplo, Rec. UIT-T G.983) teniendo en mente la necesidad de considerar una evolución hacia las interfaces de 1 Gbit/s y posteriores.

Cuadro 9 – Resultado de la encuesta a los operadores sobre las interfaces ópticas

Requisito	Valor	Respuesta de los operadores
Arquitectura	P2P	Sí
	P2MP	Sí
Tipo de fibra	G.652	Sí
Velocidad binaria en sentido descendente	622,08 Mbit/s	Sí y velocidades superiores
Velocidad binaria en sentido ascendente	155,52 Mbit/s	Sí y velocidades superiores
Modo de transmisión bidireccional	1 fibra WDM	Sí
	2 fibras	Sí
Longitud de onda óptica	2 fibras Ascendente: 1,26-1,36 μm Descendente: 1,48-1,58 μm	Sí
	2 fibras 1,26-1,36 μm	Sí
Gama de atenuación mínima entre los puntos S/R y R/S	10 dB para P2P	Sí
	25 dB para P2MP	Sí
Relación de división soportada en P2MP	32	Sí y posiblemente otras
Conectores ópticos	Conectores normalizados	Sí

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación