

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**Y.2611**

(12/2006)

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA  
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO  
INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

Redes de la próxima generación

---

**Arquitectura general de las redes futuras  
basadas en paquetes**

Recomendación UIT-T Y.2611

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y  
**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y  
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN**

Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899

**ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET**

Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899

**REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de la próxima generación	Y.2250–Y.2299
Numeración, denominación y direccionamiento	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899

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

# **Recomendación UIT-T Y.2611**

## **Arquitectura general de las redes futuras basadas en paquetes**

### **Resumen**

En esta Recomendación se especifica una arquitectura general para las redes futuras basadas en paquetes (FPBN). En esta Recomendación también se especifican la relación entre una FPBN y los estratos de la NGN así como las interfaces de las FPBN.

Para poder ofrecer un conjunto completo de servicios (entre los que se incluyen los servicios de datos, vídeo y telefonía) a sus clientes, los operadores tal vez deban utilizar tanto el modo de transporte de conmutación de paquetes sin conexión (cl-ps) como el modo de transporte de conmutación de paquetes con conexión (co-ps). Esto se debe a que cada uno de estos modos es adecuado para el transporte de algunos de los servicios y no tan adecuado para el transporte de otros.

Las FPBN proveen la o las capas superiores del estrato de transporte, conforme a lo definido en la Recomendación UIT-T Y.2011. Los servicios antes mencionados forman parte del estrato de servicio definido en la Rec. UIT-T Y.2011.

### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T Y.2611 fue aprobada el 14 de diciembre de 2006 por la Comisión de Estudio 13 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

## 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 Recomendación, 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 Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación 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 Recomendación 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 Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Definiciones.....	2
3.1    Términos definidos en otros documentos.....	2
3.2    Términos definidos en esta Recomendación .....	2
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos .....	2
5 Convenios .....	3
6 Arquitectura general de las redes futuras basadas en paquetes .....	3
6.1    Arquitectura de las FPBN.....	3
6.2    Plano de usuario .....	7
6.3    Plano de control.....	8
6.4    Plano de gestión.....	9
6.5    OAM, gestión de la calidad de funcionamiento y disponibilidad .....	9
6.6    Relación entre las redes de capa y el OSI BRM.....	13
6.7    Relación con otros estratos.....	13
6.8    Relación entre las FPBN y las redes existentes.....	14
6.9    Interfaces en las FPBN .....	14
6.10   Puntos de referencia en las FPBN .....	15
6.11   Denominación y direccionamiento en las FPBN.....	16
6.12   Consideraciones acerca de la seguridad .....	17
Apéndice I – Relación entre las redes de capa y el OSI BRM.....	18
I.1    El modelo OSI BRM (X.200).....	18
I.2    El modelo G.805/G.809.....	18
I.3    Comparación de los dos modelos .....	19
Bibliografía .....	22



# Recomendación UIT-T Y.2611

## Arquitectura general de las redes futuras basadas en paquetes

### 1 Alcance

La arquitectura presentada tiene en cuenta tanto las redes de capas que utilizan conmutación de paquetes sin conexión (cl-ps) como las que utilizan conmutación de paquetes con conexión (co-ps). En esta Recomendación no se tratan las redes de capas que utilizan conmutación de circuitos con conexión (co-cs) utilizadas en la o las capas inferiores del estrato de capas. La definición y especificación de servicios específicos corresponden a otras Recomendaciones sobre la NGN y no se tratan en la presente Recomendación.

### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [UIT-T G.805] Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- [UIT-T G.809] Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*.
- [UIT-T X.200] Recomendación UIT-T X.200 (1994), *Tecnología de la información – Interconexión de sistemas abiertos – Modelo de referencia básico: El modelo básico*.
- [UIT-T X.800] Recomendación UIT-T X.800 (1991), *Arquitectura de seguridad de la interconexión de sistemas abiertos para aplicaciones del CCITT*.
- [UIT-T Y.1710] Recomendación UIT-T Y.1710 (2002), *Requisitos de la funcionalidad operación y mantenimiento para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- [UIT-T Y.1711] Recomendación UIT-T Y.1711 (2004), *Mecanismo de operación y administración para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- [UIT-T Y.2001] Recomendación UIT-T Y.2001 (2004), *Visión general de las redes de la próxima generación*.
- [UIT-T Y.2011] Recomendación UIT-T Y.2011 (2004), *Principios generales y modelo de referencia general de las redes de la próxima generación*.
- [UIT-T Y.2111] Recomendación UIT-T Y.2111 (2006), *Funciones del control de recursos y de admisión en redes de la próxima generación*.
- [UIT-T Y.2601] Recomendación UIT-T Y.2601 (2006), *Características y requisitos fundamentales de las redes futuras basadas en paquetes*.

### 3 Definiciones

#### 3.1 Términos definidos en otros documentos

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en otros documentos.

- 3.1.1 **dirección:** Véase [UIT-T Y.2601].
- 3.1.2 **autenticación:** Véase [UIT-T X.800].
- 3.1.3 **relación cliente/servidor:** Véase [UIT-T G.805].
- 3.1.4 **conexión:** Véase [UIT-T G.805].
- 3.1.5 **flujo:** Véase [UIT-T G.809].
- 3.1.6 **identificador:** Véase [UIT-T Y.2601].
- 3.1.7 **camino:** Véase [UIT-T G.805].

#### 3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

- 3.2.1 **disponibilidad:** Medición de la capacidad que tiene una entidad dada (como por ejemplo una red de capa, una conexión, un flujo, etc.) para preservar la conectividad bajo los criterios pertinentes de calidad de funcionamiento que la entidad haya garantizado.
- 3.2.2 **nombre:** Un nombre es el identificador de una entidad (por ejemplo, un abonado, elemento de red) que puede convertirse/traducirse en una dirección.

### 4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

ATM	Modo de transporte asíncrono ( <i>asynchronous transport mode</i> )
cl-ps	Con conmutación de paquetes sin conexión ( <i>connectionless packet switched</i> )
co-cs	Con conmutación de circuitos con conexión ( <i>connection-oriented circuit switched</i> )
co-ps	Con conmutación de paquetes con conexión ( <i>connection-oriented packet switched</i> )
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente ( <i>customer premises equipment</i> )
CV	Verificación de la conectividad ( <i>connectivity verification</i> )
E-NNI	Interfaz red-red externa ( <i>external network-to-network interface</i> )
FPBN	Red futura basada en paquetes ( <i>future packet-based network</i> )
FT_Sk	Sumidero de terminación de flujo ( <i>flow termination sink</i> )
FT_So	Fuente de terminación de flujo ( <i>flow termination source</i> )
HRX	Conexión ficticia de referencia ( <i>hypothetical reference connection</i> )
I-NNI	Interfaz red-red interna ( <i>internal network-to-network interface</i> )
IP	Protocolo Internet ( <i>Internet protocol</i> )
L2TP	Protocolo de tunelización de la capa 2 ( <i>layer 2 tunnelling protocol</i> )
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo ( <i>multi-protocol label switching</i> )
MTNM	Gestión de red multitecnología ( <i>multi-technology network management</i> )
MTOSI	Interfaz de sistema de operación multitecnología ( <i>multi-technology operations systems interface</i> )

NGN	Red de próxima generación ( <i>next generation network</i> )
NMS	Sistema de gestión de red ( <i>network management system</i> )
NNI	Interfaz red-red ( <i>network to network interface</i> )
OAM	Operación, administración y mantenimiento ( <i>operations, administration and maintenance</i> )
OSI BRM	Modelo de referencia básico para la interconexión de sistemas abiertos ( <i>open systems interconnection basic reference model</i> )
OSS	Sistema de soporte de operaciones ( <i>operations support system</i> )
PM	Gestión de la calidad de funcionamiento ( <i>performance management</i> )
PPP	Protocolo punto a punto
p-t-mp	Punto a multipunto ( <i>point-to-multipoint</i> )
p-t-p	Punto a punto ( <i>point-to-point</i> )
QoS	Calidad del servicio ( <i>quality of service</i> )
RACF	Funciones de control de recursos y admisión ( <i>resource and admission control functions</i> )
RPT	Tipo punto de referencia ( <i>reference point type</i> )
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SLA	Acuerdo de nivel de servicio ( <i>service level agreement</i> )
TCP	Punto de conexión de terminación ( <i>termination connection point</i> )
TFP	Punto de flujo de terminación ( <i>termination flow point</i> )
TMF	Foro de gestión de las telecomunicaciones ( <i>telemanagement forum</i> )
TN	Red de transporte ( <i>transport network</i> )
TT_Sk	Sumidero de terminación de camino ( <i>trail termination sink</i> )
TT_So	Fuente de terminación de camino ( <i>trail termination source</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user to network interface</i> )
VC-4	Contenedor virtual de nivel 4 ( <i>virtual container level 4</i> )

## 5 Convenios

*Ninguno.*

## 6 Arquitectura general de las redes futuras basadas en paquetes

### 6.1 Arquitectura de las FPBN

El estrato de transporte (cuya función es similar a la de las capas 2 y 3 de [UIT-T X.200]) de las redes futuras basadas en paquetes (FPBN) está compuesto por redes de capa de trayecto (definidas en [UIT-T G.805] y en [UIT-T G.809]). En el apéndice I se presenta una panorámica de [UIT-T G.805] y [UIT-T G.809], además de su relación con el modelo de referencia básico para la interconexión de sistemas abiertos (OSI BRM). En la figura 1 de [UIT-T Y.2011] se ilustra el estrato de transporte. Cada "sistema" de red de capa de una FPBN está compuesto por un plano de usuario, un plano de control y un plano de gestión y cada uno de los planos de una red de capa tendrá su propio componente de retransmisión de tráfico, que podría pertenecer a la misma red de

capa (si los planos no están aislados entre sí) o a diferentes redes de capa (si los planos están aislados entre sí).

Un requisito identificado en las cláusulas 6 y 7.8 de [UIT-T Y.2601], es que se espera que las FPBN:

- a) *garanticen completamente la seguridad del tráfico interno del plano de control y de gestión contra ataques externos y garanticen que éste permanezca seguro y estable en situaciones extremas (cláusula 6);*
- b) *proporcionen mecanismos que protejan las comunicaciones del plano de control contra amenazas a la seguridad (cláusula 7.8).*

Existe también el requisito idéntico de proteger el plano de gestión de las FPBN contra amenazas a la seguridad. Deben segregarse entre sí los planos de usuario, de control y de gestión (de cada red de capa) a fin de evitar que se afecten la calidad de funcionamiento, la seguridad y la fiabilidad de cada plano individual (y las de los demás planos). Las técnicas para lograr esto incluyen, entre otras, aislar los planos o manejar de forma diferente el tráfico perteneciente a cada uno de los planos. La preservación de la integridad de los planos de las redes NGN es potestad de cada red y está sujeta al cumplimiento de los requisitos descritos en [UIT-T Y.2601].

Un requisito identificado en la cláusula 6 de [UIT-T Y.2601] es que las FPBN: *deben soportar planos de control y de gestión fuera de trayecto* y, por consiguiente, el aislamiento es el mecanismo 'por defecto' preferido que cumple con los requisitos para proteger entre sí los planos de usuario, de control y de gestión (de cada red de capa). Los planos de usuario, control y gestión se pueden aislar entre sí mediante la adjudicación de caminos independientes de red de capa de servidor, sean estos con conmutación de paquetes con conexión (co-ps) o con conmutación de circuitos con conexión (co-cs). El tipo de tecnología de aislamiento depende de varios factores, como la ubicación (por ejemplo, en la red núcleo o en la red de acceso), el estado de la red, etc. El operador de la red es quien decide qué tan fuera de trayecto se desea hacer funcionar los planos de control y de gestión. Otro motivo para aislar los planos de gestión y de control del plano de usuario es para garantizar que los planos de control y de gestión de la FPBN sigan funcionando aun si el plano de usuario de la FPBN se sobrecarga o falla.

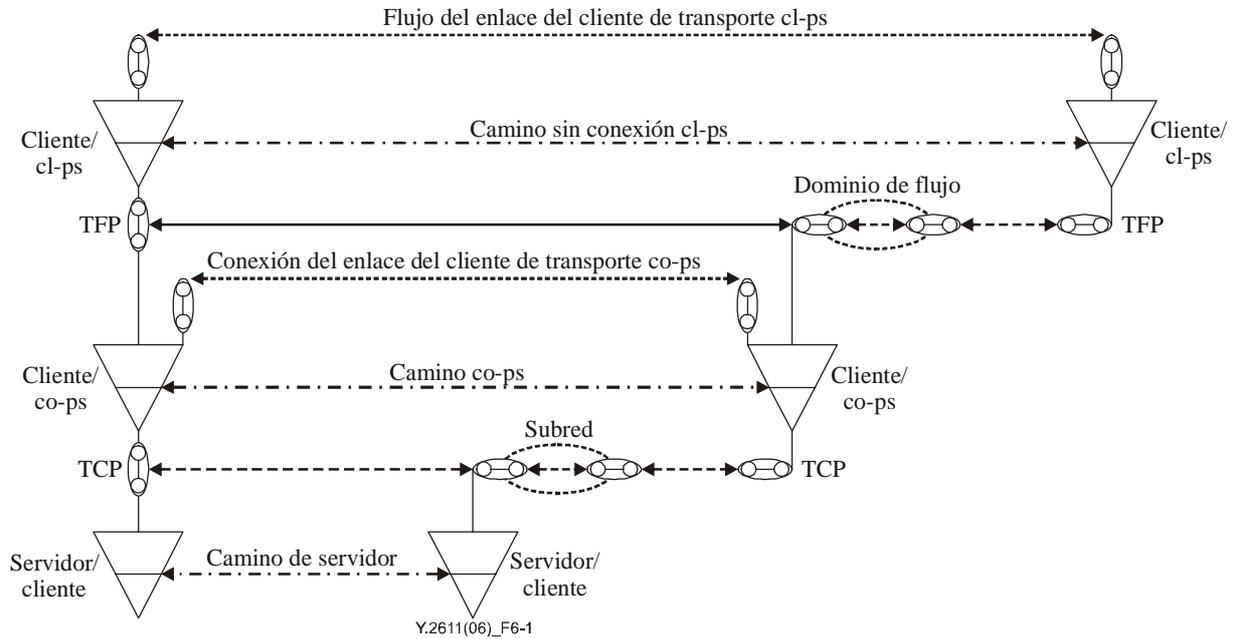
Hasta donde sea práctico, debe procurarse que en las FPBN haya una coordinación entre los componentes funcionales (por ejemplo, el diseño y funcionamiento de los planos de control y de gestión) de todos los modos de conexión en red.

En las figuras 6-1 y 6-2 se muestran diagramas funcionales que ilustran el plano de usuario de la arquitectura de las FPBN. La red con conmutación de paquetes sin conexión (cl-ps) se dibuja empleando los convenios de G.809 y la red co-ps se dibuja empleando los convenios de G.805.

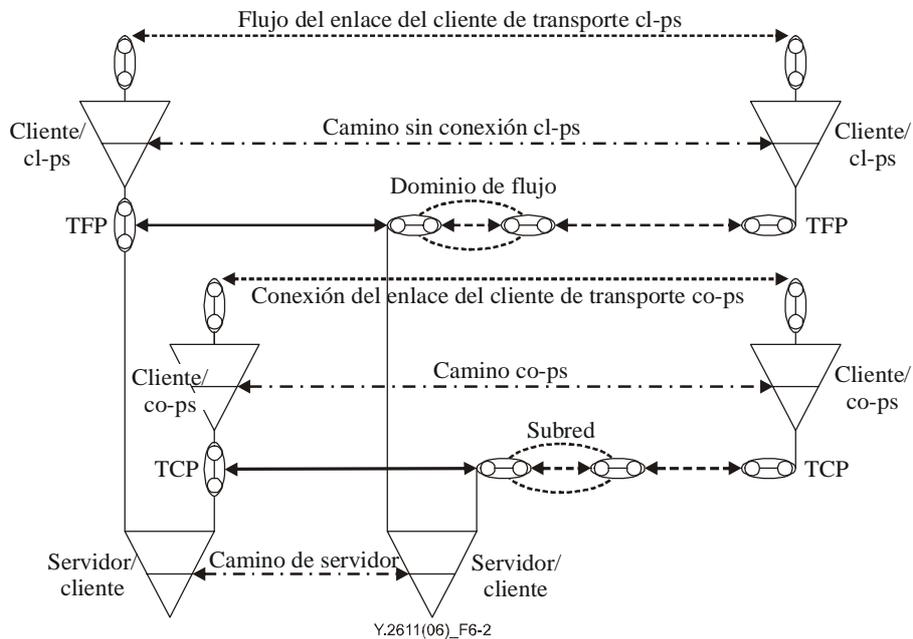
El estrato de transporte se puede implementar utilizando varias redes de capa discretas que establecen relaciones cliente/servidor. Podría utilizarse un modo diferente de conexión en red (cl-ps, co-ps o co-cs) en cada una de las redes de capa (esto no se muestra en las figuras 6-1 ni en la 6-2). El número de redes de capa y de modos de conexión en red utilizados dependen de cada uno de los operadores que instalan el estrato de transporte y no se tratan en la presente Recomendación.

En las figuras 6-1 y 6-2 las redes de capa cl-ps y co-ps se muestran por separado. Dicha separación puede ser física o lógica. La capa de red cl-ps puede usar caminos de red de capa de servidor co-cs diferentes a los caminos de red de capa de servidor co-cs utilizados por la red de capa co-ps. Asimismo, la separación puede ser lógica: las redes de capa cl-ps y co-ps comparten los caminos de red de la capa de servidor. Puede existir alguna partición lógica estricta entre las redes de capa, de forma que no sea posible compartir el ancho de banda.

De forma similar, la red de capa cl-ps podría utilizar equipo físico de conexión en red diferente (por ejemplo, los encaminadores) al usado por la red de capa co-ps, o podría ser que las dos redes de capa utilicen un mismo equipo físico de conexión en red, pero las redes de capa cl-ps y co-ps habrían de emplear diferentes particiones lógicas en dicho equipo.



**Figura 6-1 – Diagrama funcional que ilustra el plano de usuario de la arquitectura FPBN (transporte cl-ps utilizando caminos de red de capa co-ps)**



**Figura 6-2 – Diagrama funcional que ilustra el plano de usuario de la arquitectura FPBN (transporte cl-ps utilizando caminos de red de capa de servidor)**

El camino de red de capa de las figuras 6-1 y 6-2 puede ser provisto mediante cualquier tecnología, sea esta conmutada o no. Pueden existir otras relaciones cliente/servidor a nivel inferior al del camino de red de capa de servidor, pero cabe señalar que las capas de cliente heredan las deficiencias de sus redes de capa de servidor y que dicha herencia es recursiva hasta el medio físico.

En las redes de capa co-cs, se adjudica explícitamente una cierta cantidad exclusiva de ancho de banda del camino de red de capa de servidor a cada cliente. Los clientes están completamente aislados y por tanto la carga de un cliente no puede afectar el funcionamiento de otro cliente. De esta forma es fácil garantizar un ancho de banda dedicado para un cliente.

En las redes de capa co-ps, se adjudica ancho de banda de un camino de red de capa de servidor a cada cliente. Sin embargo, como el aislamiento entre los clientes es sólo lógico, la carga de un cliente puede afectar directamente la capacidad disponible para otro cliente. La adjudicación adecuada de ancho de banda y el empleo de políticas y control de admisión posibilitan garantizar un ancho de banda exclusivo para un cliente.

En las redes de capa cl-ps normalmente los flujos no se adjudican explícitamente a caminos de red de capa de servidor. Por lo tanto, la capacidad disponible para un cliente puede verse afectada por la carga de otros flujos de clientes. Este efecto se puede reducir calculando la capacidad apropiada para la red de capa de servidor (es decir, sobredimensionando la capacidad) o fijando un estado de reserva de recursos por salto y consolidando las rutas. De esta forma es posible garantizar un ancho de banda exclusivo para un cliente. Éste es un procedimiento implícito en las redes de capa co-ps. Sin embargo, estas técnicas no se utilizan normalmente para la mayor parte del tráfico en las redes de capa cl-ps.

NOTA – Dadas las diversas características de cada modo de conexión en red, en general se aconseja que los modos que proporcionan anchos de banda exclusivos de forma menos eficiente se ubiquen sobre los modos que proporcionan anchos de banda exclusivos de una forma más eficiente.

Al estudiar la figura 6-1, desde la parte superior hacia la parte baja del modelo, se observa que el transporte cl-ps utiliza caminos sin conexión de la red de capa cl-ps, los que se transportan empleando caminos de red de capa co-ps, que a su vez se transportan empleando caminos de red de capa de servidor. El transporte co-ps se efectúa utilizando los caminos de red de capa co-ps, que a su turno se transportan haciendo uso de caminos de red de capa de servidor.

Al analizar la figura 6-1, desde la parte baja hacia la parte alta del modelo, se observa un camino de red de capa de servidor que proporciona transporte a una red de capa co-ps. A su vez, la red de capa co-ps proporciona transporte a servicios co-ps al tiempo que proporciona transporte a la red de capa cl-ps. El modelo muestra entonces que la red de capa cl-ps proporciona transporte para los servicios cl-ps.

Al estudiar la figura 6-2, desde la parte superior hacia la parte baja del modelo, se observa que el transporte cl-ps utiliza caminos sin conexión de la red de capa cl-ps, los que a su vez se transportan empleando caminos de red de capa de servidor. El transporte co-ps se efectúa utilizando los caminos de red de capa co-ps, que a su vez se transportan haciendo uso de caminos de red de capa de servidor.

Al analizar la figura 6-2, desde la parte baja hacia la parte alta del modelo, se observa un camino de red de capa de servidor que proporciona transporte a una red de capa co-ps y a una red de capa cl-ps. La red de capa cl-ps proporciona transporte cl-ps y la red de capa co-ps proporciona transporte co-ps.

El operador puede elegir emplear cualquiera de las opciones ilustradas en las anteriores figuras 6-1 y 6-2 (es decir, transporte co-ps u otro de los caminos de red de capa de servidor) para soportar una red de capa cl-ps. Otra posibilidad es que el operador combine las dos opciones anteriores (es decir, transporte co-ps y otros caminos de red de capa). El operador podrá así, por ejemplo, decidir utilizar transporte co-ps para algunos caminos cl-ps sin conexión y otros caminos de red de capa para otros caminos cl-ps sin conexión. Un motivo para realizar esta combinación es que algunos de los enlaces

cl-ps al interior de la red del operador pueden requerir la adjudicación de anchos de banda en las porciones grandes que proporcionan los caminos de red de capa de servidor, mientras que otros enlaces cl-ps pueden requerir de la adjudicación de anchos de banda en porciones más pequeñas. Para optimizar el uso de las grandes porciones de ancho de banda que proporcionan los caminos de red de capa, el operador podría utilizar la red de capa co-ps como mediación entre los caminos de red de capa de servidor y las redes de capa cl-ps.

En la red de capa cl-ps mostrada en las figuras 6-1 y 6-2 el operador toma la decisión de si utilizará transporte co-ps u otros caminos de red de capa de servidor, o los dos, con base en diversos factores tanto económicos como técnicos, entre los que se cuenta:

- las políticas locales del operador;
- las garantías de nivel de tráfico que el operador ha ofrecido a sus clientes;
- el tamaño de las porciones de ancho de banda necesario para un servicio dado;
- el volumen de tráfico cl-ps que se está combinando. Es decir, para los volúmenes pequeños posiblemente sea mejor el modo co-ps, mientras que para los volúmenes grandes posiblemente sea mejor el modo co-cs.

El formato de encapsulamiento particular usado en un plano de usuario FPBN es independiente del modo de red. Quien normalmente determina el modo de red es el plano de control o el plano de gestión. Los operadores podrán, por tanto, utilizar un mismo formato de encapsulamiento para los dos modos de red cl-ps y co-ps, aunque sea diferente el comportamiento de reenvío de cada modo.

## **6.2 Plano de usuario**

Los recursos del plano de usuario se pueden adjudicar a clases de servicio diferentes, a fin de adaptarse al mercado abierto, a las circunstancias de la competencia, a la implementación de servicios y a la evolución.

Los recursos de las clases de servicio se adjudicarán por demanda. Los recursos adjudicados a las clases de servicio son independientes entre sí. Las diferentes clases de servicio tienen atributos diferentes. Por ejemplo, algunas de las clases de servicio pueden garantizar la tasa de pérdida de paquetes y el retardo en el transporte de paquetes, otras pueden garantizar la "importancia" de los paquetes, otras pueden garantizar una mayor seguridad de los paquetes, otras pueden suministrar un caudal de flujo de paquetes garantizado y otras pueden proporcionar combinaciones de estos atributos o aún combinaciones con atributos diferentes.

En una FPBN no es necesario suministrar de una misma forma todos los servicios de una clase de servicio. El plano de control puede configurar algunos de los servicios, mientras que el plano de gestión puede configurar otros.

Como el estrato de servicio puede requerir una gran cantidad de clases de servicio con atributos diferentes, las FPBN deberían proporcionar clases de servicio de forma ampliable. Existen muchas ventajas para ello, por ejemplo, los servidores de voz podrían asignarse a una clase de servicio independiente, de forma tal que los portadores corrientes de la RTPC puedan proporcionar características coherentes del servicio vocal. Como ejemplo adicional, se puede tener una FPBN que proporcione servicios de "portador de portadores" de forma que el portador de transporte y los portadores de servicios puedan ser operadores diferentes, etc.

Un requisito identificado en la cláusula 7.11 de [UIT-T Y.2601] es que se espera que las FPBN admitan:

- a) *servicios de estrato de transporte punto a punto sin adaptación;*
- b) *servicios de estrato de transporte punto a punto incluyendo funciones de adaptación;*
- c) *servicios de estrato de transporte punto a multipunto incluyendo funciones de adaptación.*

Estos servicios de estrato de transporte pueden admitir conexiones de enlace (o flujos de enlace) dentro del estrato de servicio o dentro de otras redes de capa al interior de estrato de transporte. Dichas conexiones de enlace (o flujos de enlace) pueden ser operados por entidades diferentes a la entidad que opera la red de capa de la FPBN que proporciona el servicio de estrato de transporte utilizado para crear esas conexiones de enlace (o flujos de enlace). Existe claramente una relación cliente/servidor entre la conexión de enlace (o flujo de enlace) y el servicio de estrato de transporte que soporta esa conexión de enlace (o flujo de enlace). También es claro que para que una FPBN pueda soportar entidades diferentes funcionando en redes de capa diferentes dentro del estrato de transporte o de servicio, las redes de capa de cliente y de servidor que participan en esa relación cliente/servidor se deben separar de forma que la red de capa de servidor pueda proporcionar un transporte transparente (e independiente del cliente) a la red de capa de cliente.

NOTA – Cuando una conexión de enlace de cliente (o flujo de enlace) se extiende sin adaptación más allá que el servicio del estrato de transporte, el servicio de estrato de transporte sólo proporciona transporte a una parte de la conexión de enlace (o flujo de enlace) y se proporciona adaptación al exterior de la FPBN.

### **6.3 Plano de control**

El plano de control configura el plano de usuario para que retransmita el tráfico desde la fuente hasta el destino. El plano de control configurará y mantendrá las clases de servicio del plano de usuario adjudicando y programando los recursos de la FPBN conforme a los requisitos de los servicios que soporta la FPBN.

Para soportar los servicios de la NGN con exigencias de calidad del servicio (QoS), el plano de control FPBN debería soportar una función para el control de admisión y de recursos (RAFC, *resource and admission control function*) [UIT-T Y.2111].

El espacio de identificadores del plano de control puede ser independiente de los otros espacios de identificadores de una FPBN. En la cláusula 6.10 figura más información al respecto.

El plano de control de una red de capa debería estar física o lógicamente separado de los otros planos de esa red de capa. Las comunicaciones del plano de control pueden utilizar bien sea caminos del plano de usuario o caminos separados física o lógicamente.

El plano de usuario puede depender de los mecanismos del plano de control para proporcionar mecanismos de recuperación y resistencia ante fallos. Por lo tanto, el esquema de recuperación del plano de control posiblemente sea diferente al esquema de recuperación del plano de usuario. Si el plano de usuario depende de los mecanismos del plano de control para proporcionar la recuperación y resistencia, la diversidad de la topología de las comunicaciones del plano de control debería ser tan grande como la diversidad proporcionada al plano de usuario.

Las FPBN pueden proporcionar planos de usuario cl-ps y co-ps a fin de proporcionar servicios de estrato de transporte cl-ps y co-ps. El plano de usuario cl-ps será independiente del plano de usuario co-ps y cada plano de usuario tendrá su propio plano de control.

Aunque el plano de control del plano de usuario cl-ps se aislará del plano de control del plano de usuario co-ps, posiblemente se superpongan en alguna medida las funciones y características proporcionadas por los dos planos de control. Por ejemplo, los dos planos de control podrían utilizar un protocolo de encaminamiento para divulgar la topología del plano de usuario que están controlando. Las FPBN deberían reutilizar la mayor cantidad posible de funciones y características requeridas en ambos planos de control. Por ejemplo, si los dos planos de control requieren un protocolo de encaminamiento, entonces los dos deberían utilizar el mismo protocolo de encaminamiento. Sin embargo, la sintaxis y semántica detalladas de los mensajes del protocolo de encaminamiento pueden ser diferentes para los dos modos de conexión a red ya que ni la información sobre la topología que debe divulgar cada uno de los modos ni los requisitos de cada modo son idénticos.

## 6.4 Plano de gestión

El plano de gestión proporciona gestión de configuración, de informes de averías, de facturación, de seguridad y de calidad de funcionamiento en una FPBN.

El espacio de identificadores del plano de gestión puede ser independiente de los otros espacios de identificadores de una FPBN. En la cláusula 6.10 figura más información al respecto.

El plano de gestión de una red de capa debería estar separado física o lógicamente de los otros planos de esa red de capa. Las comunicaciones del plano de gestión pueden utilizar caminos del plano de usuario o caminos separados física o lógicamente.

Las FPBN pueden proporcionar planos de usuario cl-ps y co-ps a fin de proporcionar servicios de estrato de transporte cl-ps y co-ps. El plano de usuario cl-ps será independiente del plano de usuario co-ps y cada plano de usuario tendrá su propio plano de gestión.

## 6.5 OAM, gestión de la calidad de funcionamiento y disponibilidad

Un requisito identificado en las cláusulas 6 y 7.4 de [UIT-T Y.2601] es que se espera que las FPBN:

- a) *ofrezcan las funciones adecuadas de operación, administración y mantenimiento (OAM) de cada uno de los planos (cláusula 6);*
- b) *soporten la gestión de la calidad de funcionamiento (PM), incluyendo disponibilidad, pérdida de paquetes, retardo y fluctuación de fase entre cualquier par de puntos de la red (cláusula 7.4).*

La OAM, la gestión de la calidad de funcionamiento, y la disponibilidad se relacionan entre sí. En esta cláusula primero se trata individualmente cada una de las funciones y luego se analiza la relación entre ellas.

Las capas de red tienen dos estados elementales: en pleno funcionamiento y con algún tipo de daño. No obstante, los clientes particulares (red de capa o de servicio) de esa red de capa sólo percibirán un servicio funcionando (es posible que con algún grado de deterioro) o un servicio inoperante.

Si la red de capa es una red de capa co-ps, sus caminos tienen dos estados elementales: disponible (y funcionando conforme a los objetivos de calidad de funcionamiento) y no disponible. Estos dos estados son determinísticos y se pueden especificar en su totalidad. Por otra parte, no es posible describir tan fácilmente una red de capa cl-ps ya que las redes de capa cl-ps no calculan un camino, y por tanto, pueden existir muchos otros matices en las redes de capa cl-ps, entre el comportamiento deteriorado y el comportamiento inoperante.

Los defectos y la degradación de la calidad de funcionamiento deberían ocurrir raramente en las redes diseñadas y calculadas correctamente. No obstante, de vez en cuando ocurrirán fallos y/o problemas de calidad de funcionamiento y por lo tanto es necesaria la OAM para detectar y gestionar dichos problemas. La OAM se clasifica en dos grandes categorías: la OAM para la detección proactiva de averías ('siempre activa') y la OAM correctiva para la localización/diagnóstico, una vez ocurrida una avería ('por solicitud').

La OAM proactiva por lo general se encarga de detectar prontamente los defectos (utilizando, por ejemplo, flujos de verificación de la conectividad (CV, *connectivity verification*)) y de dar inicio a las acciones en consecuencia. La OAM proactiva debería ser tan simple como sea posible para disminuir el costo que conlleva procesar continuamente los flujos de OAM. Este costo de procesamiento incluye tanto los costos operativos como los costos de inversión (en el pasado, los costos operativos de mantener continuamente activa la supervisión de OAM han resultado ser muy altos para algunas tecnologías de red, lo que ha llevado a algunos operadores a desactivar la OAM proactiva en algunas de sus redes de capa). A la OAM proactiva no se le debería imponer la compleja carga que suponen el diagnóstico de averías y la localización de averías. La función de la OAM proactiva es sencillamente detectar defectos en las redes de capa y llevar a cabo las acciones consecuentes necesarias (entre las que se puede incluir la activación de la OAM correctiva).

La OAM correctiva se encarga de suministrar y efectuar las funciones de la OAM más complejas que la OAM proactiva no realiza, como por ejemplo, mediciones correspondientes a la gestión de la calidad de funcionamiento, diagnóstico de defectos, localización de defectos y funciones de rastreo. La OAM proactiva no realiza por lo general estas funciones más complejas de la OAM por varios motivos: las funciones complejas de la OAM no tienen que ejecutarse permanentemente, se considera demasiado elevado el costo adicional que le añadirían al componente proactivo de la OAM, etc.

La supervisión de la calidad de funcionamiento (o gestión de la calidad de funcionamiento) es la medición de la calidad de funcionamiento de la transferencia de un camino dado cuando dicho camino está en el estado activo. Tal como se indicó en la cláusula 6.1, las redes de capa de cliente heredan las deficiencias de sus correspondientes redes de capa de servidor y dicha herencia es recursiva hasta el medio físico. La calidad de funcionamiento de un camino dado se define, por tanto, en términos de las deficiencias heredadas de las capas de servidor más las deficiencias adicionales que el camino propiamente dicho introduce (de la red de capa de la que forma parte). Esta herencia entre las capas de red de cliente y de servidor conduce al requisito de que se espera que los criterios de calidad de funcionamiento de una red de capa de servidor sean tan estrictos como los de la red de capa de cliente más estricta, a fin de que la red de capa de servidor pueda cumplir con los criterios de calidad de funcionamiento exigidos por sus redes de capa de cliente.

La disponibilidad de una red de capa dada es fundamentalmente una medición de la capacidad de la capa para preservar la conectividad a pesar de uno o varios defectos o fallos. Conforme se expuso anteriormente, ya que las conexiones de enlace (o flujos de enlace) de una red de capa de cliente se soportan en un camino (o en un camino sin conexión) de la red de capa de servidor de ese cliente, las redes de capa de cliente heredan algunas de las características (como la diversidad del enlace) de la correspondiente red de capa de servidor, y esa herencia es recursiva hasta el medio físico. Esto significa que, independientemente del sitio en la pila de red en que se encuentre una red de capa dada, su capacidad para efectuar encaminamiento inconexo guarda una alta relación con la topología del canal físico disponible. Por lo tanto, es imposible lograr encaminamientos en una red de capa de cliente con una diversidad mayor que la de la topología del canal físico.

Para gestionar eficazmente una red de capa, la OAM, la gestión de calidad de funcionamiento y la disponibilidad de esa red de capa se deben diseñar y procesar en un orden lógico, de forma que los mecanismos de la OAM, de la gestión de calidad de funcionamiento y de la disponibilidad de esa red de capa se puedan extender sin afectar negativamente la red de capa ni al operador 'dueño' de esa red de capa.

El orden lógico recomendado es el siguiente: primero, es necesario comprender claramente las diferencias entre las necesidades y los requisitos de la OAM proactiva y de la OAM correctiva, y luego, se debe identificar el modo de red (es decir, cl-ps o co-ps en el caso de las FPBN) en que funcionará la OAM. Eso se debe a que los dos modos de conexión en red con conmutación de paquetes poseen características, defectos y por ende requisitos de OAM diferentes.

Para cada uno de los modos es necesario definir la OAM adecuada y apropiada para la detección y gestión de defectos (es decir, la OAM proactiva), y definir los defectos que pueden ocurrir en ese modo de conexión en red. Existe, por ejemplo, un requisito común a los dos modos de conexión en red con conmutación de paquetes que consiste en disponer de un mecanismo para la verificación de la conectividad (CV), por lo que ambos modos de conexión en red con conmutación de paquetes deben proporcionar un mecanismo que permita que un sumidero de terminación de un camino identifique la fuente de terminación de ese camino. En el modo cl-ps la función CV está incorporada 'gratuitamente' ya que todos y cada uno de los paquetes posee una dirección de origen. No obstante, para verificar la conectividad de una red de capa cl-ps que únicamente admite flujos de tránsito son necesarias algunas funciones adicionales de la OAM proactiva. Adicionalmente a las otras funciones, se puede utilizar un flujo periódico de CV entre los dos puntos de terminación de flujo o de camino para saber si ese flujo o camino está inactivo o abierto.

Para cada uno de los defectos identificados en un modo de conexión en red es necesario definir un conjunto de criterios de entrada y de salida (para los estados disponible y no disponible) fundamentados en la perseverancia de los defectos, así como un conjunto de las acciones consecuentes para ese defecto. Los criterios exactos de entrada y de salida y las acciones consecuentes exactas dependerán del tipo de defecto y del modo de conexión en red a que se refiere.

Tan sólo después de definidos los defectos disponibles y sus correspondientes criterios de entrada y de salida así como las posibles acciones consecuentes (para el modo de conexión en red en cuestión) es posible considerar los mecanismos para aplicar las medidas de gestión de calidad de funcionamiento y evaluar un camino, conexión, flujo o red de capa contra los acuerdos de nivel de servicio (SLA, *service level agreements*) que se hayan acordado en lo relativo a la gestión de la calidad de funcionamiento. Esto se debe a que las mediciones de calidad de funcionamiento, al menos en lo referente a los SLA, tienen sentido sólo si la entidad de red en cuestión está en estado disponible.

Cabe señalar que no sólo la gestión de calidad de funcionamiento depende del orden correcto de procesamiento descrito anteriormente. Entre los ejemplos se pueden citar:

- La especificación de los elementos de red (en términos de registros y de informes de excepción de rebasamiento de umbral).
- Los sistemas de gestión de red/sistemas de soporte de operaciones (NMS/OSS) que deben procesar la información recopilada en los elementos de red sobre defectos, disponibilidad y gestión de la calidad de funcionamiento.
- La definición de conexiones ficticias de referencia (HRX, *hypothetical reference connections*), las disponibilidades asignadas y extremo a extremo adecuadas y los objetivos de gestión de calidad de funcionamiento.
- Las definiciones de servicios de red coherentes con SLA medibles.

### **6.5.1 OAM, gestión de la calidad de funcionamiento y disponibilidad de redes de capa co-ps**

Las redes de capa requieren de uno o varios mecanismos que les permitan distinguir el estado activo del estado inactivo para una conexión p-t-p dada, lo que a su vez hace que la red de capa se pueda medir contra los SLA de calidad de funcionamiento acordados para una conexión dada en esa red de capa. Existe el requisito de que se puedan identificar claramente los estados activo e inactivo antes de que se considere la gestión de calidad de funcionamiento, ya que los SLA tienen sentido sólo si la conexión a la que se refieren está en estado disponible.

NOTA 1 – Si el estrato de transporte garantiza un servicio co-ps, significa que el estrato de transporte cuenta con una "política de admisión de llamadas" que evita sobreasignaciones y la consecuente degradación de la calidad de funcionamiento.

NOTA 2 – Se puede considerar que un camino p-t-mp es un conjunto de conexiones p-t-p entre una fuente y un sumidero concreto. Desde el punto de vista de un cliente en particular, la única preocupación es si la conexión p-t-p fuente/sumidero funciona o no. Por lo tanto, se puede hablar de la conectividad p-t-mp en términos del comportamiento de la conectividad p-t-p.

NOTA 3 – Por lo general, la protección o restablecimiento de la red de capa de servidor se diseña de forma que se pueda recuperar la conexión en caso de un fallo, antes de que la conexión se declare no disponible.

NOTA 4 – Por lo general, la red de transporte supervisa las conexiones de tránsito, es decir, la red de transporte no cubre las terminaciones de los caminos de servicio.

El conjunto mínimo posible de defectos en una red de capa co-ps que debe estar en capacidad de detectar la OAM proactiva es:

Pérdida de conectividad – Este defecto ocurre cuando el tráfico que se origina en la fuente de terminación de camino co-ps no llega al correspondiente sumidero de terminación de camino co-ps. Por ejemplo, si en el caso de un camino co-ps entre la fuente de terminación de camino A

(TT\_So A) y el sumidero de terminación de camino A (TT\_Sk A), el tráfico que se origina en TT\_So A no llega a TT\_Sk A.

NOTA 5 – Se puede considerar aceptable un cierto grado de pérdida de conectividad en un camino de capa co-ps por efecto de la congestión y de la pérdida de paquetes. Por lo tanto, sólo se debe declarar un defecto de pérdida de conectividad una vez se haya perdido la conectividad durante un periodo prolongado de tiempo, conforme a lo descrito en los criterios de entrada y de salida del defecto pérdida de conectividad.

Conexión conectada incorrectamente – Este defecto ocurre cuando, por cualquier motivo (por ejemplo, fallos o configuración incorrecta por parte del operador), se conecta una fuente de terminación de camino dada al sumidero de terminación de camino incorrecto. Por ejemplo, si un camino que debería conectar la fuente TT\_So A con TT\_Sk A, la conecta a TT\_Sk B.

Conexiones unidas incorrectamente – Este defecto ocurre cuando, por cualquier motivo (por ejemplo, fallos o configuración incorrecta por parte del operador), el tráfico de un camino se 'filtra' a otro camino. Por ejemplo, para el caso de un camino entre TT\_So A y TT\_Sk A, si el tráfico que llega a TT\_Sk A proviene tanto de TT\_So A como de TT\_So B.

Los criterios de entrada y de salida de los anteriores defectos no se definen en la arquitectura de las FPBN. Sin embargo, deben definirse los criterios de entrada y de salida junto con la forma en que se debe determinar cuándo considerar que una conexión está disponible o no disponible, como requisito para especificar HRX y sus correspondientes distribuciones de calidad de funcionamiento.

En [UIT-T Y.1710] se especifican los requisitos de funcionalidad de la OAM para redes MPLS y en [UIT-T Y.1711] se especifica un mecanismo de operación y mantenimiento para redes MPLS. Aunque son específicos para redes MPLS, los principios que figuran en [UIT-T Y.1710] y [UIT-T Y.1711] se pueden generalizar y aplicar a cualquier red de capa co-ps, y los mecanismos de OAM para redes co-ps de una FPBN deberían tener en cuenta los principios generales que figuran en [UIT-T Y.1710] y [UIT-T Y.1711], según sea apropiado, de acuerdo con la tecnología particular de red de capa co-ps utilizada.

En el caso de los servicios que proporcionan conectividad bidireccional entre dos entidades comunicantes, si una de las direcciones pasa a inactiva, entonces el servicio (es decir, las dos direcciones) deben pasar a inactivas (es decir, se debe considerar el servicio como no disponible). Por tanto, debe suspenderse en ambas direcciones el conjunto de mediciones de calidad de funcionamiento de las conexiones bidireccionales aun si sólo una de las direcciones de la conexión presenta defectos (es decir, está en el estado inactivo).

La disponibilidad de una conexión dada es en principio una medición de la capacidad de esa conexión (o más exactamente de la red de capa a la que pertenece la conexión) para preservar la conectividad (bajo los criterios de calidad de funcionamiento que la conexión haya garantizado) a pesar de uno o varios defectos o fallos.

### **6.5.2 OAM, gestión de la calidad de funcionamiento y disponibilidad de redes de capa cl-ps**

Por lo general, no es factible supervisar individualmente el estado de todos los flujos en las redes FPBN cl-ps. Además, para las FPBN tampoco es factible supervisar individualmente el estado de todas las sesiones del estrato de servicio. Esto se debe en parte a la gran cantidad de flujos que pueden existir en un momento dado y a la corta duración de muchos de dichos flujos.

Sin embargo, es posible supervisar la conectividad (es decir, la capacidad para transferir paquetes entre dos puntos) en una red de capa cl-ps. Las redes cl-ps requieren de uno o varios mecanismos que les permitan saber si hay conectividad entre dos puntos al interior de esa red de capa cl-ps. Esto permite a su vez que la red de capa cl-ps pueda medir los niveles de conectividad que se hayan garantizado entre dos puntos de esa red de capa cl-ps. Adicionalmente, las FPBN deberían estar en capacidad de detectar cuándo los paquetes se entregan en destinos/egresos no intencionados.

El conjunto mínimo posible de defectos en una red de capa cl-ps que la OAM proactiva debe estar en capacidad de detectar es:

Pérdida de conectividad – Este defecto ocurre cuando el tráfico que se origina en la fuente de terminación de flujo cl-ps no llega al correspondiente sumidero de terminación de flujo cl-ps. Por ejemplo, si en el caso de un flujo cl-ps entre la fuente de terminación de flujo A (FT\_So A) y el sumidero de terminación de flujo A (FT\_Sk A), el tráfico que se origina en FT\_So A no llega a FT\_Sk A.

NOTA – Se puede considerar aceptable un cierto grado de pérdida de conectividad en un flujo de capa cl-ps por efecto de la congestión y de la pérdida de paquetes. Por lo tanto, sólo se debe declarar un defecto de pérdida de conectividad una vez se haya perdido la conectividad durante un periodo prolongado de tiempo, conforme a lo descrito en los criterios de entrada y de salida del defecto pérdida de conectividad.

Los paquetes de una red de capa cl-ps llevan siempre una dirección de origen única (en el contexto de esa capa de red) y por lo tanto los paquetes de red de capa cl-ps siempre se autoidentifican en lo que respecta su fuente. Esto significa que las redes de capa cl-ps siempre multiplexan y nunca unen sus flujos y por lo tanto, en las redes de capa cl-ps no existen defectos de flujos conectados incorrectamente ni defectos de flujos unidos incorrectamente.

Los criterios de entrada y de salida de los anteriores defectos no se definen en la arquitectura de las FPBN. Sin embargo, deben definirse los criterios de entrada y de salida junto con la forma para determinar cuándo considerar que una conexión está disponible o no disponible, como requisito para especificar HRX y sus correspondientes distribuciones de calidad de funcionamiento.

Los flujos son siempre unidireccionales, sin embargo, muchos servicios requieren de una conectividad bidireccional, y por lo tanto es frecuentemente necesario supervisar la conectividad entre dos puntos de una red de capa cl-ps en ambas direcciones. En el caso de los servicios que proporcionan conectividad bidireccional entre dos entidades comunicantes, si una de las direcciones pasa a inactiva, entonces el servicio (es decir, las dos direcciones) deben pasar a inactivas (es decir, se debe considerar el servicio como no disponible). Por tanto, debe suspenderse en ambas direcciones el conjunto de mediciones de calidad de funcionamiento de las conexiones bidireccionales aun si la pérdida de conectividad se da sólo en una de las direcciones.

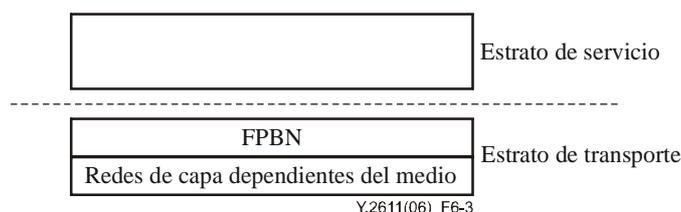
La disponibilidad entre dos puntos de una red de capa cl-ps es en principio una medición de la capacidad de esa red de capa para preservar la conectividad bajo los criterios de calidad de funcionamiento que se haya garantizado.

## **6.6 Relación entre las redes de capa y el OSI BRM**

Los modelos X.200 y G.805/G.809 resultan útiles al describir los diferentes aspectos del estrato de transporte. El modelo X.200 es en general particularmente útil para describir las relaciones horizontales (entre capas pares) y las funciones entre las capas de una misma pila. El modelo G.805/G.809 es particularmente útil para describir las relaciones recursivas entre capas de redes de transporte de múltiples capas. Se utiliza el término *capa* cuando se aplica el modelo X.200 y el término *red de capa* se utiliza cuando se aplica el modelo G.805/G.809. La definición de 'red de capa' utilizada en G.805/G.809 es diferente a la definición de 'capa' que se emplea en X.200. Tanto X.200 como G.805/G.809 se utilizan ampliamente en la industria para describir las redes. En el apéndice I se presenta una breve panorámica del modelo X.200 y del modelo G.805/G.809.

## **6.7 Relación con otros estratos**

Véase la figura 6-3.



**Figura 6-3 – Relación entre una FPBN y los estratos de transporte y de servicio**

Desde el punto de vista de las capas (conforme a lo definido en [UIT-T G.805] y [UIT-T G.809]), la FPBN se ubica entre el estrato de servicio y la parte baja del estrato de transporte. Las FPBN pueden proporcionar servicios de estrato de transporte co-ps y/o cl-ps. Se puede implementar la FPBN con varias redes de capa, según se describe en la cláusula 6.1.

En aras de transparencia, las FPBN son independientes de las tecnologías de interconexión (dependientes del medio) de capas inferiores (de servidor). La red de capa inferior (de servidor) proporciona las necesarias funciones de adaptación y servicios de transporte requeridos para interconectar los nodos de la FPBN.

Se pueden adaptar los paquetes de las FPBN (es decir, encapsular) para que funcionen con tecnologías de interconexión de capas de servidor tanto presentes como futuras.

#### **6.7.1 Relación entre las FPBN y su cliente (las capas de servicio o de red)**

Conforme a los requerimientos de [UIT-T Y.2001], las FPBN deben comportarse como capa de servidor y por tanto deben ser independientes de sus respectivas capas de cliente. Los paquetes de la capa de cliente, sean éstos paquetes de usuario, paquetes de gestión o paquetes de control, se manipulan como cabida útil del plano de usuario de la FPBN.

Las capas de cliente pueden transportarse utilizando cl-ps, co-ps o ambos modos de transporte, siempre y cuando se respeten los requerimientos de las capas de cliente.

Se puede hacer corresponder un servicio a una o a varias clases de servicio.

#### **6.7.2 Relación entre las FPBN y su red de capa de servidor**

Las FPBN deben comportarse como clientes de la capa de servidor subyacente y por tanto la capa de servidor debe ser independiente de la FPBN.

### **6.8 Relación entre las FPBN y las redes existentes**

Un requisito identificado en la cláusula 6 de [UIT-T Y.2601] es que se espera que las FPBN *interfuncionen y coexistan con las redes de paquetes cl-ps y co-ps actuales*. Para que una FPBN pueda interfuncionar con las redes cl-ps y co-ps actuales pueden ser necesarias la traducción de direcciones y otras funciones en la frontera de la FPBN.

### **6.9 Interfaces en las FPBN**

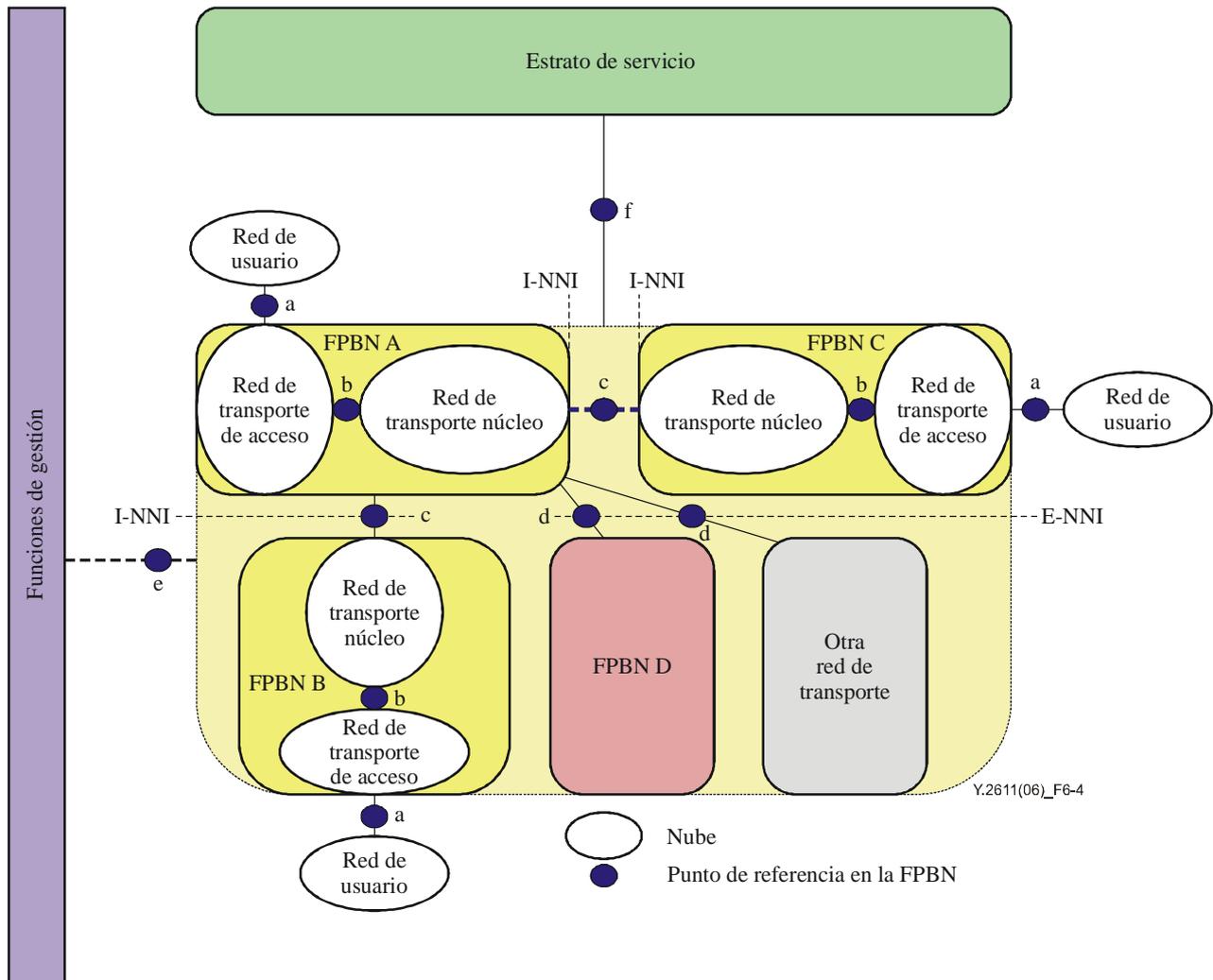
Las FPBN pueden actuar como red núcleo y/o red de acceso, pertenecientes a operadores diferentes. Las FPBN se pueden interconectar a distancia con otras FPBN y/o conectarse con otras redes de transporte heterogéneas.

Obsérvense los casos hipotéticos de interconexión de redes ilustrados en la figura 6-4 de la cláusula 6.10, más adelante, en la que se definen los puntos de referencia de las redes FPBN. En esta figura, la red de transporte núcleo puede conectarse a una o a varias redes de transporte de acceso, y cada red de transporte de acceso puede conectarse con una o varias redes de usuario.

La FPBN A se interconecta con la FPBN B adyacente, y al mismo tiempo se interconecta también con la FPBN C. La FPBN D pertenece a un operador distinto al operador dueño de las FPBN A, B y C. La FPBN D se conecta con la FPBN A, pero esta no confía en ella. Otra red de transporte (indicada en la figura 6-4 como 'Otra red de transporte') es heterogénea pero está conectada a la FPBN A. La FPBN A tampoco confía en esta otra red de transporte.

### 6.10 Puntos de referencia en las FPBN

Los puntos de referencia de las capas de red de las FPBN se clasifican como de tipo a, b, c, d, e, o f. Las interfaces de red incluyen las interfaces red-usuario (UNI), las interfaces red-red internas (I-NNI) y las interfaces red-red externas (E-NNI).



**Figura 6-4 – Puntos de referencia en las FPBN**

En la figura 6-4 cada FPBN mostrada está compuesta por una red de transporte de acceso y una red de transporte núcleo. No obstante, la red de transporte de acceso o la red de transporte núcleo puede ser nula. En otras palabras, cada FPBN podría sólo soportar una red de transporte de acceso o una red de transporte núcleo, pero no ambas.

La red de usuario puede ser una red en el hogar, una red empresarial u otro tipo de red.

Entre una red de usuario y una red de transporte de acceso de la FPBN existe un tipo de punto de referencia (RPT, *reference point type*), que le permite al usuario transferir y recibir datos de usuario e información de OAM y de señalización.

El RPT a puede soportar simultáneamente más de un servicio en una NGN.

El RPT b se ubica entre una red de transporte de acceso de la FPBN y una red de transporte núcleo. Actúa como punto de unión para la red de transporte núcleo de la FPBN.

El RPT c representa una I-NNI de la FPBN y se ubica entre dos redes de transporte núcleo de las FPBN adyacentes. Una misma I-NNI de la FPBN puede soportar más de un servicio simultáneo con destinos diferentes.

El RPT d representa una E-NNI de la FPBN y se ubica entre dos FPBN que pertenecen a operadores diferentes o entre una FPBN y una red de transporte heterogénea. Una misma E-NNI de la FPBN puede soportar más de un servicio simultáneo con destinos diferentes en la red de cualquiera de los operadores.

El RPT e representa la interfaz de gestión entre el plano de gestión de una red de capa que pertenezca al estrato de transporte y las funciones de gestión de red externas al plano de gestión de esa red de capa.

El RPT f representa el punto de interconexión entre los estratos de transporte y de servicio de una NGN.

## **6.11 Denominación y direccionamiento en las FPBN**

Las FPBN necesitan de un mecanismo de direccionamiento que les permita identificar los nodos, los enlaces, las interfaces y otras entidades.

La identificación es necesaria en cada una de las capas de red del estrato de transporte de la NGN. A una entidad dada se le asignará uno o varios identificadores, dependiendo de la función que cumpla la entidad. Los identificadores de red de capa de las FPBN son independientes de todo identificador de red de capa de cliente (y de servidor), aun si comparten la sintaxis o la estructura. En las fronteras de las capas de red es necesario tener mecanismos de correspondencia o de traducción que determinen las relaciones entre el identificador utilizado por la red de capa de cliente y el identificador utilizado por la red de capa de servidor.

NOTA – Los identificadores se pueden determinar a partir de varios campos discontinuos. El contexto y el propio identificador precisan la singularidad global del identificador.

Considerar que un identificador dado es un nombre o una dirección depende de varios factores, incluido el punto de vista (y ubicación) de la entidad que utiliza (o que apunta a) dicho identificador. Se puede considerar que un mismo identificador es una dirección para una entidad y un nombre para otra, ya que los puntos de vista de éstas son diferentes.

Una FPBN puede necesitar varios espacios de identificadores, como los espacios de identificadores de los planos de usuario, de gestión y de control. Cada espacio de identificadores puede ser independiente de los otros espacios de identificadores (aun si utiliza una misma estructura o sintaxis). También se pueden utilizar espacios de identificadores adicionales, para, por ejemplo, permitir la identificación independiente de los componentes que conforman las funciones del plano de control.

Cada uno de los recursos en la frontera de red del plano de usuario de cada una de las redes de capa tendrá un nombre (extraído del espacio de nombres del plano de usuario de esa red de capa) visible desde el exterior de la red. Al interior de la frontera de red de capa podría ser necesario traducir estos nombres a direcciones significativas desde el punto de vista topológico (extraídas del espacio de direcciones del plano de usuario de esa red de capa). En otras palabras, los recursos al interior de una red de capa específica utilizan direcciones. Si se hace que estos recursos sean visibles desde el exterior de esa red de capa, se podría proporcionar un nombre en vez de la dirección usada al interior.

Los identificadores al interior de una red de capa son administrados por el dueño de esa red de capa y deben ser singulares en ese contexto. Los identificadores que se hagan visibles desde el exterior son administrados al interior de las fronteras de la red circundante para garantizar que sean singulares en ese contexto.

## **6.12 Consideraciones acerca de la seguridad**

Las FPBN requieren de mecanismos que las hagan seguras o "confiables" desde la perspectiva de su capa de cliente.

Se dice que una entidad 'confía' en una segunda entidad si la primera entidad supone que la segunda entidad se comportará como lo espera la primera entidad. Esta suposición de confianza depende de si se puede autenticar la identidad de la segunda entidad.

## Apéndice I

### Relación entre las redes de capa y el OSI BRM

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

Este apéndice pone de manifiesto y aclara las principales diferencias entre el modelo G.805/G.809 y el modelo X.200, para así ayudarle a quien esté familiarizado con uno de los modelos a comprender el otro. No se pretende que este apéndice sea una descripción del modelo G.805/G.809 ni del modelo X.200.

#### I.1 El modelo OSI BRM (X.200)

Normalmente se utiliza el modelo de referencia básico para la interconexión de sistemas abiertos (OSI BRM) [UIT-T X.200] para describir una 'pila de red' única desde la capa de aplicación hasta la capa física. [UIT-T X.200] describe una red única en términos de las funciones lógicas que forman la red y de la jerarquía que existe entre dichas funciones lógicas a diversos niveles dentro de la red.

Al describir una red, [UIT-T X.200] supone que existe una sola 'pila de red' (un solo sistema abierto) y que ésta está compuesta por una jerarquía de (hasta siete) capas diferentes denominadas y organizadas de acuerdo con sus funciones: aplicación, presentación, sesión, transporte, red, enlace de datos y física. En términos generales, se puede representar el estrato de transporte de la arquitectura NGN mediante las tres capas inferiores del OSI BRM, es decir, las capas de red, de enlace de datos y física.

La capa de red cumple una función importante al proporcionar la interfaz entre el estrato de servicio y el estrato de transporte. La función principal de la capa de red es encaminamiento y retransmisión. Proporciona al estrato de servicio servicios de red de capa en el modo con conexión (co-ps) o en el modo sin conexión (cl-ps). En la figura I.1 se presentan las capas del estrato de transporte con base en el modelo X.200.

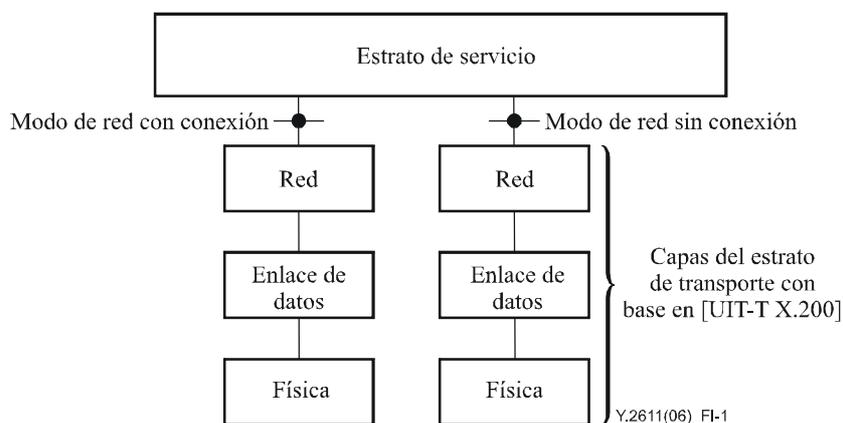


Figura I.1 – Capas del estrato de transporte con base en el modelo X.200

#### I.2 El modelo G.805/G.809

El modelo G.805/G.809 se utiliza para describir "redes de capa" al interior del estrato de transporte. De este modo, el modelo G.805/G.809 incluye el concepto de recursividad, es decir, una red de capa puede ser el cliente de otra red de capa. Esto se conoce como una relación de interconexión cliente/servidor. El modelo G.805/G.809 proporciona un conjunto de herramientas que nos permite concebir redes de transporte complejas con varios operadores y varias tecnologías.

### I.3 Comparación de los dos modelos

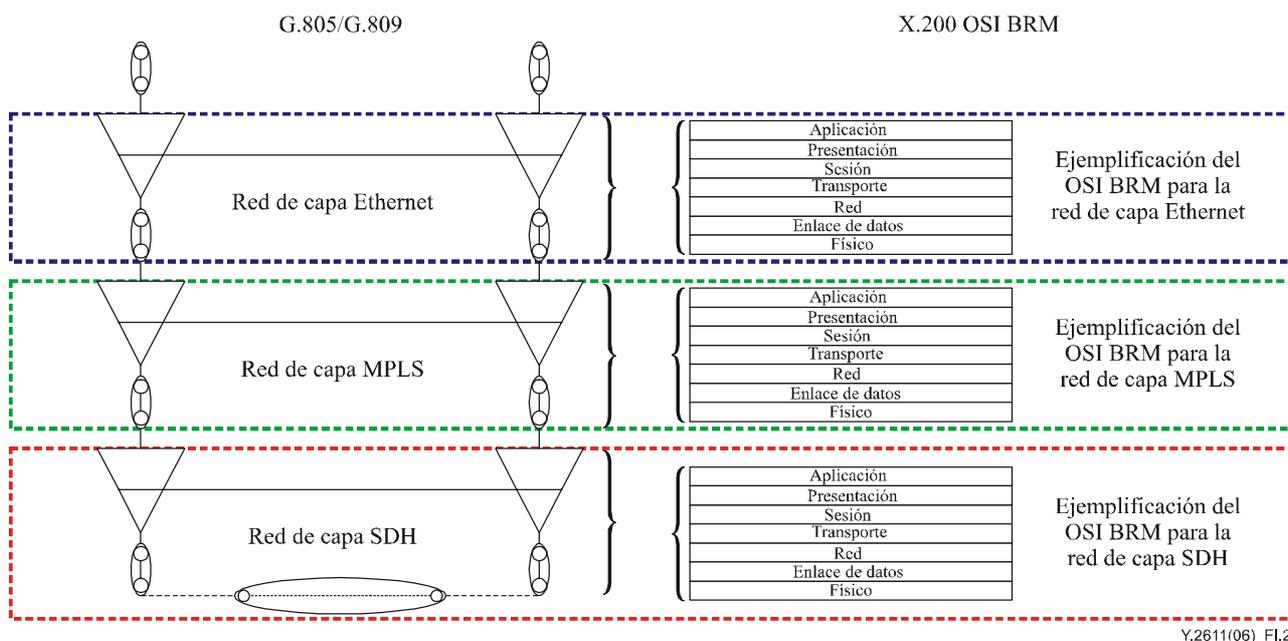
Contrario al modelo X.200, el modelo G.805/G.809 supone que en una sola red de capa pueden figurar todas las funciones descritas en [UIT-T X.200]. En [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] una red de capa puede ser una de las muchas que coexisten (completamente independientes entre sí o anidadas en una relación cliente/servidor), cada una de las cuales posee un propio conjunto de funciones que corresponden a las funciones descritas por el OSI BRM (que en [UIT-T X.200] se denominan "capas"). [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] no limita las funciones que pueden existir en una red de capa, lo que permite que el modelo G.805/G.809 pueda describir una red de capa (o pila de redes de capa) al nivel de abstracción que se considere más apropiado. Así mismo, el modelo [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] no limita el número de redes de capa que pueden existir en una 'pila de red', lo que permite que los modelos G.805/G.809 puedan describir un número posiblemente infinito de relaciones cliente/servidor entre las redes de capa de la 'pila de red'.

Una red de capa descrita mediante [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] no se corresponde directamente a una sola de las capas descritas por [UIT-T X.200]. De hecho, las relaciones cliente/servidor entre las redes de capa G.805/G.809 les permite funcionar de forma independiente, y cada red de capa tiene su propia representación del OSI BRM, que es diferente a la representación del OSI BRM que pueda tener una red de capa paralela. Esto es válido para las redes de capa paralelas tanto horizontal como verticalmente. Sin embargo, no es necesario que las redes de capa (conforme las describe [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809]) ejemplifiquen todas las siete capas del OSI BRM.

Esto no significa que en las redes de capa (descritas en [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809]) no existan funcionalidades como las descritas en el OSI BRM, sino que dichas funcionalidades pueden estar distribuidas de forma diferente, como por ejemplo entre un número menor o un número mayor de funciones, o puede que estén sencillamente distribuidas de forma diferente y no en 'capas' en la forma jerárquica rígida especificada en el OSI BRM.

Las arquitecturas NGN requieren una flexibilidad mucho mayor que la prevista cuando se propuso [UIT-T X.200]. Esto se trata en mayor detalle en la cláusula 6 de [UIT-T Y.2011], donde se toca el tema de la relación entre las NGN y X.200/OSI BRM. En el anexo A de [UIT-T Y.2011] se identifican algunos aspectos de X.200 que o son demasiado restrictivos o insuficientes para dar cabida a tecnologías futuras, recientes o incipientes. En el anexo B de [UIT-T Y.2011] figura además una lista detallada de los elementos que se mantienen de [UIT-T X.200] (ya que se pueden aplicar a las NGN) y una lista de elementos que no se mantienen de [UIT-T X.200] (porque no se pueden aplicar a las NGN).

En la figura I.2 se muestra cómo cada una de las redes de capa (según se describen en [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809]) tiene una representación del OSI BRM diferente a cualquier otra ejemplificación del OSI BRM de cualquier otra red de capa paralela. En la figura I.2 se muestra un escenario en el que se soporta una red de capa Ethernet en una red de capa MPLS que a su vez se soporta en una red de capa SDH. Se presentan las redes de capa utilizando las convenciones descritas en [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] para los diagramas. Junto a cada red de capa se muestra una representación del modelo X.200/OSI BRM a fin de destacar que las tres redes de capa (Ethernet, MPLS y SDH) coexisten (anidadas en relaciones cliente/servidor) y que cada una de ellas posee su propio conjunto de funciones que corresponden a las funciones descritas en X.200/OSI BRM.



**Figura I.2 – Ejemplificaciones particulares del OSI BRM para cada una de las redes de capa de G.805/G.809**

Se señala que no todas las siete capas del OSI BRM tienen que estar necesariamente presentes en cada una de las redes de capa (por ejemplo, en el caso de MPLS la capa física del OSI BRM no aparecería). También cabe señalar que en la figura I.2 se muestra una jerarquía de las redes de capa a un nivel particular de abstracción. El modelo G.805/G.809 permite que las redes de capa se puedan describir a cualquier nivel de abstracción, de forma que, por ejemplo, se podría ampliar el diagrama para descomponer la red SDH en las redes de capa que la constituyen (VC-4, sección múltiplex, sección de regeneración, etc.).

Además de proporcionar un modelo para describir las redes de capa (así como sus capas e interacciones), también se puede utilizar el modelo G.805/G.809 para realizar especificaciones detalladas de equipos (por ejemplo, en [b-UIT-T I.732] se presenta la especificación de un equipo ATM y en [b-UIT-T G.783] se presenta la especificación de un equipo SDH) y de modelos de gestión de la información (por ejemplo, las especificaciones para la gestión de red multitecnología del Foro de gestión de las telecomunicaciones (MTNM), TMF 513, TMF 608 y TMF 814 y la interfaz de sistema de operación multitecnología del TMF (MTOSI), TMF 517 y TMF 608).

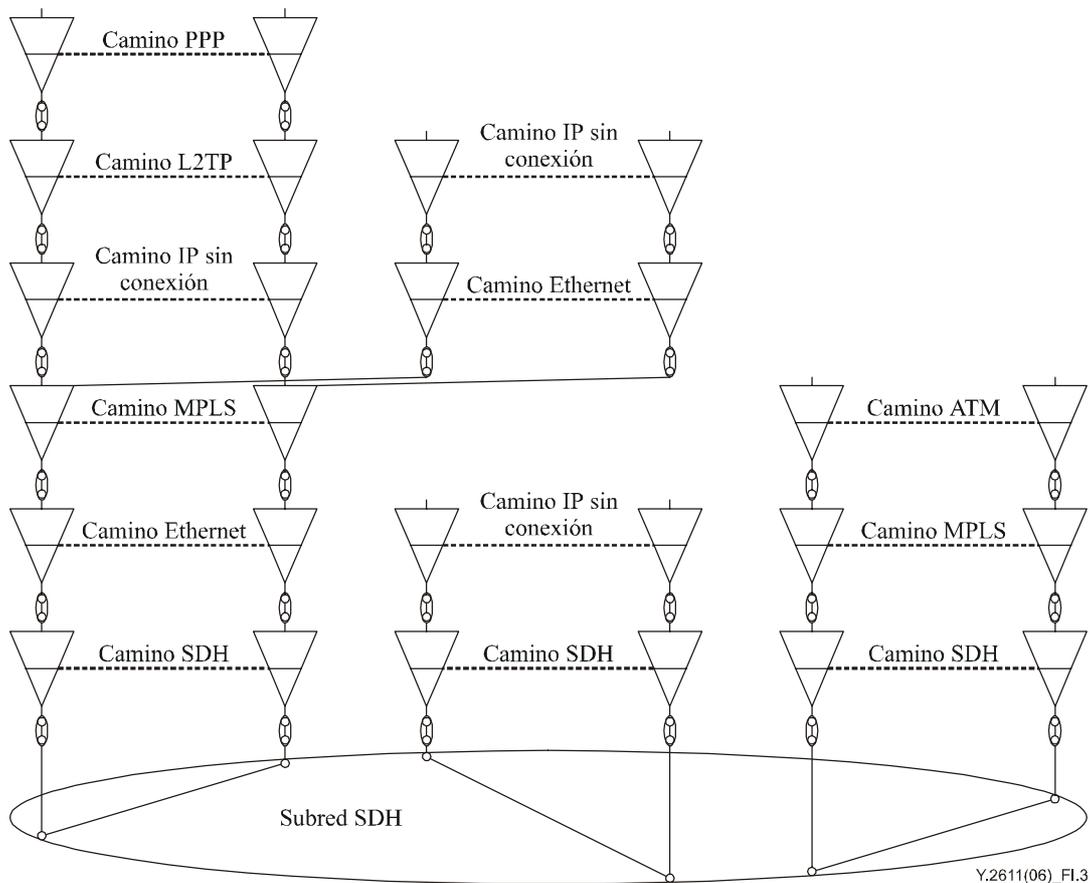
Las especificaciones detalladas de los equipos son importantes para los fabricantes de equipos ya que éstas constituyen una especificación formal detallada de los componentes que debe tener cierta parte de un equipo de transporte, de la forma en que dichos componentes deben interactuar y cómo se debe comportar esa parte del equipo, propiamente dicha. Los operadores de red (y los organismos de normalización de la gestión, como el Foro de gestión de las telecomunicaciones (TMF)) consideran importantes los modelos de gestión de la información porque definen y describen formalmente los puntos de referencia con que debe interactuar el sistema OSS de dicho operador para gestionar una parte del equipo de transporte (y eventualmente la propia red de transporte).

En la figura I.3 a continuación se muestra una sola red de capa de trayecto SDH (por ejemplo, VC-4) en su nivel más profundo de abstracción (el nivel de mayor división), es decir, se muestra como una sola subred rodeada por sus puntos de acceso. Esta red de capa de trayecto SDH se utiliza para soportar varias "pilas de red". Obsérvese que la propia red SDH se descompone en varias redes de capa (por ejemplo VC-4, sección múltiplex, sección de regeneración, longitud de onda, etc., hasta llegar al canal). En la figura I.3 se muestra que [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] permite

describir una red de capa de servidor única que puede soportar varias redes (diferentes) de capa de cliente (no es posible hacer los mismo con el OSI BRM ya que el OSI BRM supone que existe una sola 'pila de red'). La figura I.3 también muestra cómo [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] soporta la recursividad (mediante relaciones cliente/servidor) y demuestra que las redes de capa no siempre se apilan siguiendo el modelo rígido propuesto por X.200/OSI BRM. Pueden existir modelos de una gran variedad de pilas de red que utilizan [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809]. Esto se ilustra en la figura I.3.

Las siguientes son las pilas de red que figuran en la figura I.3, de izquierda a derecha:

- PPP por L2TP por IP por MPLS por Ethernet por SDH.
- IP por Ethernet por MPLS por Ethernet por SDH.
- IP por SDH.
- ATM por MPLS por SDH.



**Figura I.3 – Ilustración que muestra que G.805/G.809 permite describir una red de capa de servidor que podría soportar varias redes (diferentes) de capa de cliente, utilizando recursividad cliente/servidor**

## **Bibliografía**

- [b-UIT-T G.783] Recomendación UIT-T G.783 (2006), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona.*
- [b-UIT-T I.732] Recomendación UIT-T I.732 (2000), *Características funcionales del equipo del modo de transferencia asíncrono.*



## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
<b>Serie Y</b>	<b>Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación</b>
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación