

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.9971

(07/2010)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Redes de acceso – Redes internas

Requisitos de las funciones de transporte en las redes IP domésticas

Recomendación UIT-T G.9971

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

| | |
|---|----------------------|
| CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES | G.100–G.199 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS | G.200–G.299 |
| CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS | G.300–G.399 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS | G.400–G.449 |
| COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA | G.450–G.499 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS | G.600–G.699 |
| EQUIPOS TERMINALES DIGITALES | G.700–G.799 |
| REDES DIGITALES | G.800–G.899 |
| SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA | G.900–G.999 |
| CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO | G.1000–G.1999 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN | G.6000–G.6999 |
| DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS | G.7000–G.7999 |
| ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE | G.8000–G.8999 |
| REDES DE ACCESO | G.9000–G.9999 |
| Redes de acceso metálicas | G.9700–G.9799 |
| Sistemas de línea óptica para las redes locales y de acceso | G.9800–G.9899 |
| Redes internas | G.9900–G.9999 |

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

Recomendación UIT-T G.9971

Requisitos de las funciones de transporte en las redes IP domésticas

Resumen

En la Recomendación UIT-T G.9971 se especifican los requisitos funcionales de las funciones de transporte en la red IP doméstica relacionados con la red de acceso inalámbrico basada en la arquitectura genérica descrita en la Recomendación UIT-T G.9970: "Arquitectura genérica de transporte en la red doméstica". En esta Recomendación, en primer lugar se aclara la posición de la red doméstica en las redes de transporte de extremo a extremo así como la arquitectura funcional de las redes domésticas, y luego se describen los requisitos funcionales de las capacidades de transporte de algunos componentes esenciales en la red doméstica, como la pasarela de acceso (AGW), el terminal IP, etc. Asimismo, se indican otros requisitos funcionales, como el control de la QoS, la gestión y la seguridad, de modo que los operadores pueden prestar sus servicios de manera fiable a lo largo del trayecto hasta el terminal IP.

Historia

| Edición | Recomendación | Aprobación | Comisión de Estudio | ID único* |
|---------|---------------|------------|---------------------|---|
| 1.0 | ITU-T G.9971 | 2010-07-29 | 15 | 11.1002/1000/10913 |

Palabras clave

Pasarela de acceso, control, Ethernet, red doméstica, IP, gestión, NT, ONT, ONU, seguridad.

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 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 2017

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 | 2 |
| 4 Siglas y acrónimos | 2 |
| 5 Convenios | 3 |
| 6 Posición de la red doméstica en las redes de extremo a extremo | 3 |
| 7 Configuraciones típicas de la red IP doméstica | 4 |
| 8 Arquitectura funcional de la red IP doméstica | 5 |
| 9 Configuración de la red IP y asignación de direcciones IP | 9 |
| 10 Control de la QoS | 11 |
| 10.1 Dos tipos de servicios con QoS garantizada..... | 12 |
| 10.2 Tres tipos de dispositivos para el control de la QoS | 12 |
| 10.3 Control de la QoS en la red doméstica para cada servicio QoS | 13 |
| 10.4 Parámetros para el control de la QoS | 14 |
| 10.5 Componentes funcionales para el control de QoS..... | 15 |
| 10.6 Componentes funcionales característicos del control de la QoS de cada dispositivo para el servicio QoS de tipos 2 y 3 | 16 |
| 10.7 Requisitos del control de la QoS para el servicio QoS de tipo 2..... | 19 |
| 11 Gestión de la red residencial..... | 21 |
| 11.1 Arquitectura de gestión de la red doméstica..... | 21 |
| 11.2 Requisitos de la interfaz de gestión RM-RA..... | 23 |
| 11.3 Requisitos de la interfaz de gestión LM-LA | 24 |
| 12 Gestión de la seguridad..... | 25 |
| Apéndice I – Relación entre las normas relativas a la red doméstica | 26 |
| Bibliografía | 28 |

Recomendación UIT-T G.9971

Requisitos de las funciones de transporte en las redes IP domésticas

1 Alcance

En esta Recomendación se especifican los requisitos funcionales de las funciones de transporte en la red IP doméstica relacionados con la red de acceso inalámbrico basada en la arquitectura genérica descrita en [UIT-T G.9970]: "Arquitectura genérica de transporte en la red doméstica". A medida que aumenta la popularidad de los servicios de banda ancha, como FTTH, VDSL y DOCSIS 3.0, en esta Recomendación se contemplan casos de redes domésticas conectadas a estos tipos de redes de acceso alámbricas. Los servicios suministrados por esta red doméstica son servicios de triple oferta, como voz, vídeo y datos. Ahora bien, la incorporación de la convergencia fijo-móvil (CFM) utilizando estaciones base domésticas queda pendiente de estudio. Una vez la red doméstica está conectada a la red de acceso, se necesitan mecanismos que permitan al operador de red gestionar averías, rendimiento, capacidad de transferencia, direccionamiento y seguridad de la red doméstica. En muchos casos, estos mecanismos serán los mismos que los utilizados para gestionar la red de acceso. Obsérvese que si bien en esta Recomendación también se estudia el terminal NT/ONT, donde termina la red de acceso, desde el punto de vista de la gestión de red, quedan fuera del alcance los dispositivos que se conectan directamente al NT/ONT sin pasarela AGW. Por otra parte, el alcance comprende solamente el caso donde el servicio Ethernet MAC (que puede estar sobre diversas capas físicas) se proporciona en el lado WAN del NT/ONT.

Aunque [UIT-T G.9960], [UIT-T G.9961] y [UIT-T G.9972] especifican la capa física, como el transceptor y la relación entre la capa física y los protocolos de capa 2, en la presente Recomendación se estudia el tema de tecnologías puente IP y Ethernet, que no se solapan con el alcance de estas Recomendaciones.

En primer lugar, en esta Recomendación se aclara la posición de la red doméstica en las redes de transporte de extremo a extremo, así como la arquitectura funcional de la red doméstica, y luego se indican los requisitos funcionales de las capacidades de transporte de algunos de los componentes fundamentales en la red doméstica, como la pasarela de acceso (AGW), el terminal IP, etc. Asimismo, se indican otros requisitos funcionales, como el control de QoS, la gestión y la seguridad, de modo que los operadores pueden prestar con fiabilidad sus servicios a lo largo del trayecto hasta el terminal IP.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones UIT-T y demás referencias contienen disposiciones que, por referencia a las mismas en este texto, constituyen disposiciones de esta Recomendación. En la fecha de publicación, las ediciones citadas estaban en vigor. Todas las Recomendaciones y demás referencias están sujetas a revisión, por lo que se alienta a los usuarios de esta Recomendación a que consideren la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las Recomendaciones y demás referencias que se indican a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T vigentes. La referencia a un documento en el marco de esta Recomendación no confiere al mismo, como documento autónomo, el rango de Recomendación.

- [UIT-T G.9960] Recomendación UIT-T G.9960 (2011), *Transceptores unificados para la red alámbrica residencial de alta velocidad – Fundamento*.
- [UIT-T G.9961] Recomendación UIT-T G.9961 (2010), *Transceptores de red doméstica alámbricos de alta velocidad unificados – Capa de enlace de datos*.
- [UIT-T G.9970] Recomendación UIT-T G.9970 (2009), *Arquitectura genérica de transporte en la red residencial*.

- [UIT-T G.9972] Recomendación UIT-T G.9972 (2010), *Mecanismo de coexistencia para transceptores inalámbricos de interfuncionamiento doméstico*.
- [UIT-T H.622] Recomendación UIT-T H.622 (2008), *Arquitectura de red doméstica genérica con soporte de servicios multimedia*.
- [UIT-T I.371] Recomendación UIT-T I.371 (2004), *Control de tráfico y control de congestión en RDSI-BA*.
- [UIT-T Y.1541] Recomendación UIT-T Y.1541 (2006), *Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet*.
- [UIT-T Y.1563] Recomendación UIT-T Y.1563 (2009), *Transferencia de tramas Ethernet y calidad de disponibilidad*.
- [UIT-T Y.2001] Recomendación UIT-T Y.2001 (2004), *Visión general de las redes de próxima generación*.
- [BBF TR-069] Broadband Forum TR-069 (2007), *CPE WAN Management Protocol v1.1, including its Amendment 2*.
- [MEF 10.2] Technical Specification MEF 10.2 (2009), *Ethernet Service Attributes Phase 2.0*.

3 Definiciones

En la presente Recomendación se definen los términos siguientes:

3.1 pasarela de acceso (AGW): La AGW asociada a la red de acceso con la red IP residencial y que gestiona los paquetes del protocolo IP para estas redes. La AGW proporciona servicios IP y/o Ethernet al lado de la red residencial. Su definición en esta Recomendación es idéntica a la de dispositivo de pasarela Internet (IGD)/pasarela residencial (RG) en el Foro de la Banda Ancha o la pasarela residencial de la iniciativa HGI. Obsérvese que es diferente de la terminología utilizada en [b-UIT-T Y.2091]: su "pasarela de acceso" significa el encaminador limítrofe, mientras que su "pasarela residencial" es el adaptador de terminal.

3.2 terminación de red/terminación óptica de red (NT/ONT): La NT/ONT termina la red de acceso óptica y luego ofrece por lo general servicios de capa 2 al lado de red doméstica.

4 Siglas y acrónimos

En la presente Recomendación se utilizan las siguientes siglas y acrónimos:

| | |
|--------|---|
| AGW | Pasarela de acceso (<i>Access Gateway</i>) |
| FMC | Convergencia fijo-móvil (<i>Fixed Mobile Convergence</i>) |
| FTTH | Fibra hasta el hogar (<i>Fibre to The Home</i>) |
| ICMP | Protocolo de mensajes de control de Internet (<i>Internet Control Message Protocol</i>) |
| IP | Protocolo Internet (<i>Internet Protocol</i>) |
| IPCP | Protocolo de Control del Protocolo Internet (<i>Internet Protocol Control Protocol</i>) |
| IPV6CP | Protocolo de Control IPv6 (<i>IPv6 Control Protocol</i>) |
| LA | Agente local (<i>Local Agent</i>) |
| LLDP | Protocolo de detección de la capa de enlace (<i>Link Layer Discovery Protocol</i>) |
| LM | Gestor local (<i>Local Manager</i>) |
| L2F | Reenvío de capa 2 (<i>Layer 2 Forwarding</i>) |

| | |
|--------|--|
| L3F | Reenvío de capa 3 (<i>Layer 3 Forwarding</i>) |
| L1T | Terminación de capa 1 (<i>Layer 1 Termination</i>) |
| L2T | Terminación de capa 2 (<i>Layer 2 Termination</i>) |
| L2TP | Protocolo de tunelización de capa 2 (<i>Layer 2 Tunneling Protocol</i>) |
| L3T | Terminación de capa 3 (<i>Layer 3 Termination</i>) |
| MAC | Control de acceso a los medios (<i>Media Access Control</i>) |
| NAPT | Traducción de puertos y direcciones de red (<i>Network Address and Port Translation</i>) |
| NAT | Traducción de direcciones de red (<i>Network Address Translation</i>) |
| NAT-PT | Traducción de Protocolo NAT (<i>NAT-Protocol Translation</i>) |
| NGN | Redes de la próxima generación (<i>Next Generation Networks</i>) |
| NSP | Proveedor de servicios de red (<i>Network Service Provider</i>) |
| NT | Terminación de red (<i>Network Termination</i>) |
| ONT | Terminación de red óptica (<i>Optical Network Termination</i>) |
| PD | Delegación de prefijo (<i>Prefix Delegation</i>) |
| PPP | Protocolo punto a punto (<i>Point-to-Point Protocol</i>) |
| QoS | Calidad del servicio (<i>Quality of Service</i>) |
| RA | Agente remoto (<i>Remote Agent</i>) |
| RM | Gestor remoto (<i>Remote Manager</i>) |
| RMS | Servidor de gestión remoto (<i>Remote Management Server</i>) |
| RSVP | Protocolo de reserva de recursos (<i>Resource Reservation Protocol</i>) |
| SIP | Protocolo de inicio de sesión (<i>Session Initiation Protocol</i>) |
| SLAAC | Autoconfiguración de dirección sin estado (<i>StateLess Address AutoConfiguration</i>) |

5 Convenios

Red de área local (LAN): Representa el lado de la red residencial de la AGW.

Red de área extensa (WAN): Representa el lado de la red de acceso de la AGW.

6 Posición de la red doméstica en las redes de extremo a extremo

En esta cláusula se describe la red doméstica gestionada en el contexto de las redes de transporte de extremo a extremo, como se indica en la Figura 6-1. La red de extremo a extremo consta de la red doméstica, la AGW, las redes de acceso, la red principal y servidores de aplicación.

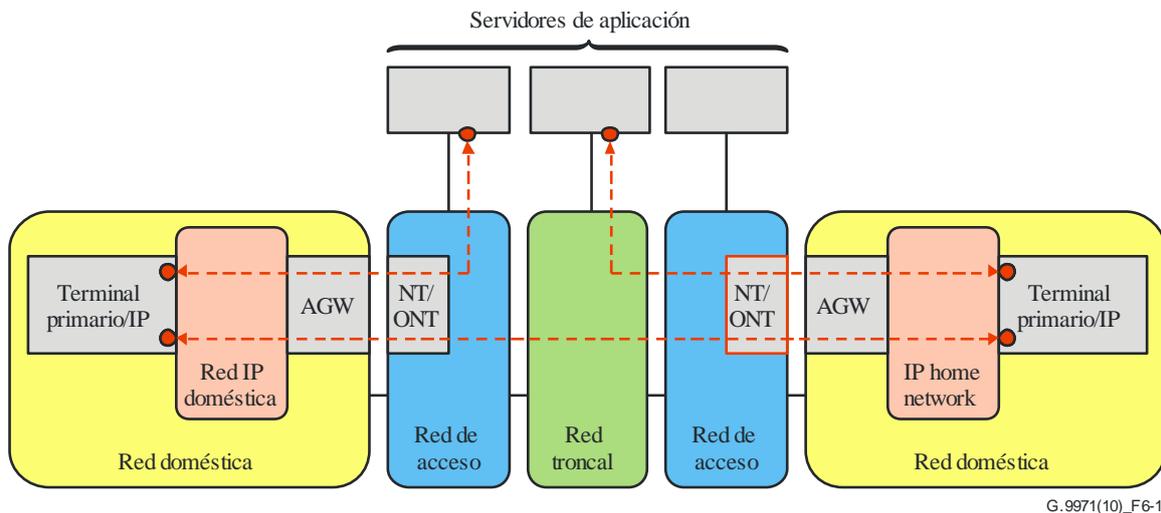
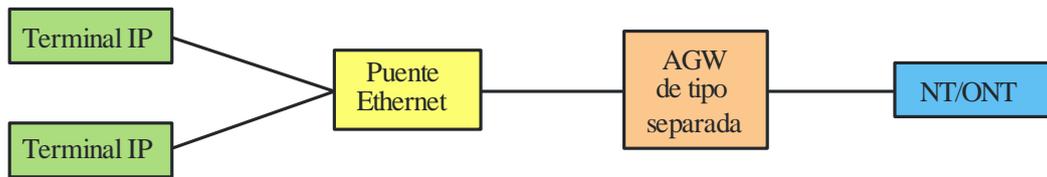


Figura 6-1 – Red doméstica que se ha de gestionar en las redes de extremo a extremo

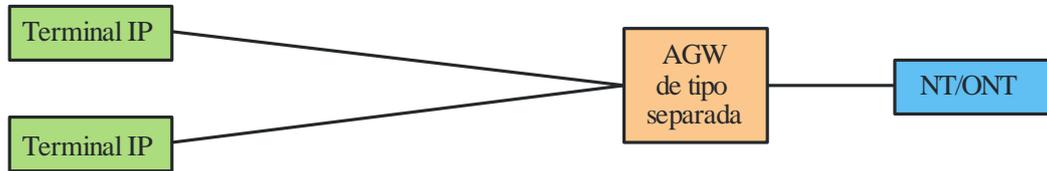
El terminal primario es el punto extremo donde terminan el servicio del proveedor NSP, de conformidad con [UIT-T H.622]. Es decir, los servicios de extremo a extremo se prestan entre dos terminales primarios o entre cada servidor de aplicación y cada terminal primario. La pasarela AGW conecta la red IP doméstica con la red de acceso, que termina en la NT/ONT. Además, el terminal primario definido en la capa de aplicación suele estar conectado a la red IP doméstica, en cuyo caso el terminal primario se denomina terminal IP en la capa de transporte, conforme a [UIT-T G.9970]. Por consiguiente, el terminal IP, la red IP doméstica, la AGW, las redes de acceso, la NT/ONT inclusive, la red troncal y sus correspondientes redes de control pueden ser gestionadas por los NSP. A tal efecto, en la presente Recomendación se especifican las funciones necesarias en cada dispositivo dentro de la red IP doméstica, como el terminal IP, el puente Ethernet, la AGW y la NT/ONT. Los requisitos indicados en la presente Recomendación son más detallados que los de [UIT-T G.9970]. Obsérvese que el caso en el que el terminal IP está conectado directamente a la NT/ONT sin AGW queda fuera del alcance de la presente Recomendación. Además, sólo se contempla en esta Recomendación el caso en el que el MAC Ethernet se utiliza en el lado WAN de la NT/ONT.

7 Configuraciones típicas de la red IP doméstica

En esta cláusula se describen las configuraciones de red IP doméstica que se estudian en la presente Recomendación. En la Figura 7-1 se muestran dos tipos de configuración de red IP doméstica. La configuración 1 muestra que el puente Ethernet combina el tráfico de varios terminales IP hacia la AGW o actúa de puente para el tráfico entre dos terminales IP. Obsérvese que se pueden conectar varios puentes Ethernet en cascada entre el terminal IP y la AGW. Por otra parte, la configuración 2 muestra que cada terminal IP está directamente conectado a la AGW. Aunque esta figura muestra el tipo AGW separada, también se estudia el tipo AGW combinada que integra la NT/ONT.



Configuración 1: cada terminal IP está conectado a la AGW mediante un puente Ethernet.



Configuración 2: cada terminal IP está conectado directamente a la AGW.

G.9971(10)_F7-1

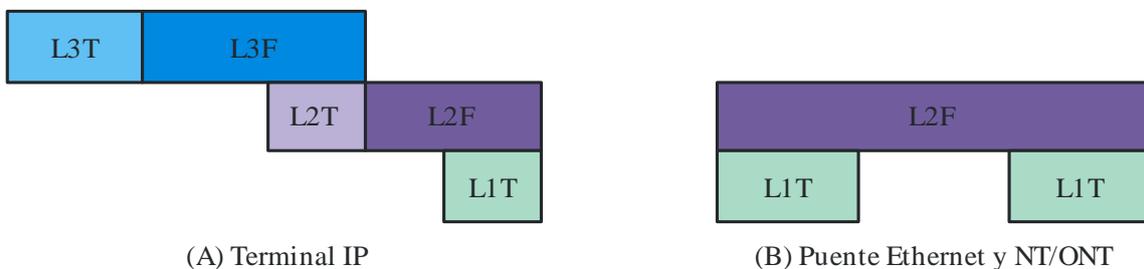
Figura 7-1 – Configuración características de la red IP doméstica

8 Arquitectura funcional de la red IP doméstica

Se pueden definir los dispositivos fundamentales utilizando los siguientes componentes funcionales:

- Terminación de capa 1 (L1T): Funciones de terminación de la capa física, como Ethernet PHY.
- Terminación de capa 2 (L2T): Funciones de terminación del puerto Ethernet, como la asignación de direcciones MAC.
- Reenvío de capa 2 (L2F): Funciones de puente Ethernet que utilizan la tabla de reenvío MAC así como el procesamiento QoS L2, como la relación QoS L2/L2, que se analiza en la cláusula 10. Obsérvese que L2F del puente Ethernet también contiene la función de relación L2/L2 entre Ethernet e inalámbrico dentro de la LAN, por ejemplo.
- Terminación de capa 3 (L3T): Funciones de terminación del puerto IP, como la asignación de direcciones IP.
- Reenvío de capa 3 (L3F): Funciones de reenvío IP que utilizan la tabla de encaminamiento IP así como el procesamiento QoS L3, como las relaciones QoS L3/L3 y L3/L2, que se examinan en la cláusula 10.

Utilizando estos componentes funcionales, el terminal IP puede estar compuesto de L1T, L2F, L2T, L3F y L3T, como muestra la Figura 8-1 (A). Por otra parte, el puente Ethernet y la NT/ONT puede estar formado por L1T y L2F, como muestra la Figura 8-1 (B).



(A) Terminal IP

(B) Puente Ethernet y NT/ONT

G.9971(10)_F8-1

Figura 8-1 – Componentes funcionales del terminal IP, el puente Ethernet y la NT/ONT

Es complicado mostrar las funciones de capa de transporte de la AGW en una figura, porque existen diversos tipos de AGW. Como muestra la Figura 8-2, hay tres tipos fundamentales de AGW de tipo separada, que no se combinan con la NT/ONT.

- a) Tipo NAT/NAPT: Origen o destino de la dirección IP de los paquetes IP se modifican después de reenviarse en la AGW de conformidad con NAT/NAPT. Obsérvese que la dirección MAC en la capa 2 se termina en cada puerto.
- b) Tipo encaminador IP: Los paquetes IP solamente se reenvían en la AGW sin modificar sus direcciones IP de origen y destino. Obsérvese que la dirección MAC en la capa 2 se termina en cada puerto.
- c) Tipo de puente Ethernet: Los paquetes Ethernet solamente se reenvían en la AGW sin modificar sus direcciones MAC de origen y destino.

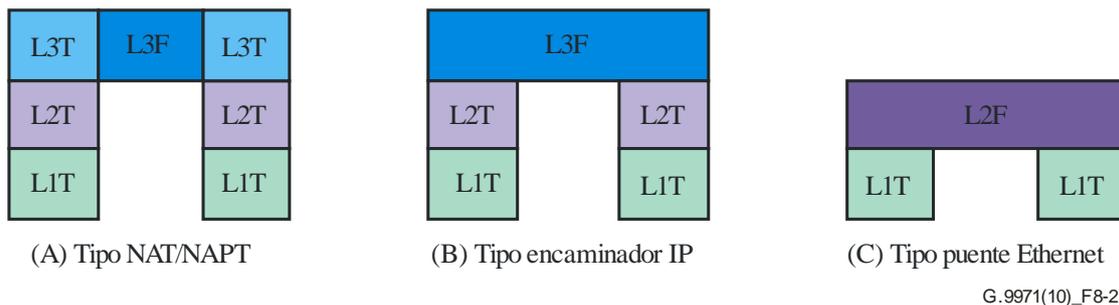


Figure 8-2 – Componentes funcionales de la AGW de tipo separada

Por otra parte, la Figura 8-3 muestra tres AGW de tipo combinada que integran la NT/ONT. Cada tipo de la Figura 8-3 corresponde con el de la Figura 8-2. Por ejemplo, la Figura 8-3 (B) muestra que el paquete IP recibido en el lado WAN de la NT/ONT se reenvía a la capa 2 y luego a la capa 3 hacia el lado LAN de la AGW. Además, la Figura 8-3 (C), AGW de tipo puente Ethernet combinado con NT/ONT, muestra que los paquetes IP fluyen directamente de la WAN a la LAN o de la LAN a la WAN. Aunque este caso es similar al caso NT/ONT sin la AGW, se necesita una función de seguridad para el caso de la Figura 8-3 (C) en la AGW.

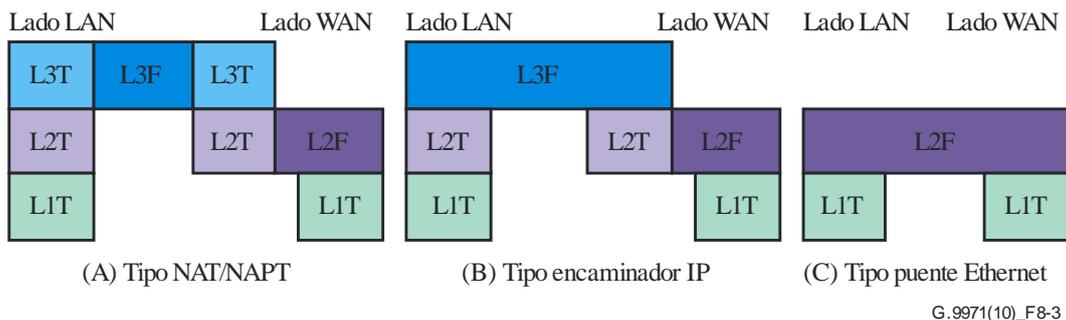


Figura 8-3 – Componentes funcionales de la AGW de tipo combinada

A diferencia de las características del lado WAN anterior de la AGW, se pueden identificar tres tipos de puertos físicos del lado LAN para la AGW, como se muestra en la Figura 8-4. Aunque la Figura 8-4 muestra la configuración de los puertos de lado LAN para la AGW de tipo separada NAT/NAPT, también se aplica a la correspondiente AGW de tipo combinada y a las AGW de tipo separada/combinada de tipo encaminador IP. En cada tipo, se pueden reenviar los paquetes IP del puerto del lado LAN al puerto del lado WAN en la capa 3. Ahora bien, en cada tipo se pueden distinguir los siguientes casos. Obsérvese que cada tipo toma como ejemplo que la AGW tiene tres puertos físicos del lado LAN.

- (X) Tipo concentrador: Como los puertos del lado LAN están físicamente conectados entre sí, los paquetes Ethernet de cada puerto del lado LAN se difunden a todos los puertos del lado LAN.
- (Y) Tipo puente: Como los puertos del lado LAN están conectados entre sí a través del reenvío de capa 2 (L2F), los paquetes Ethernet de cada puerto del lado LAN se transportan al puerto de destino del lado LAN con arreglo a su tabla de reenvío MAC.
- (Z) Tipo segmentos múltiples: Como los puertos del lado LAN están conectados entre sí mediante el reenvío de capa 3 (L3F), los paquetes IP de cada puerto del lado LAN se encaminan hacia el puerto de destino del lado LAN con arreglo a su tabla de encaminamiento IP.

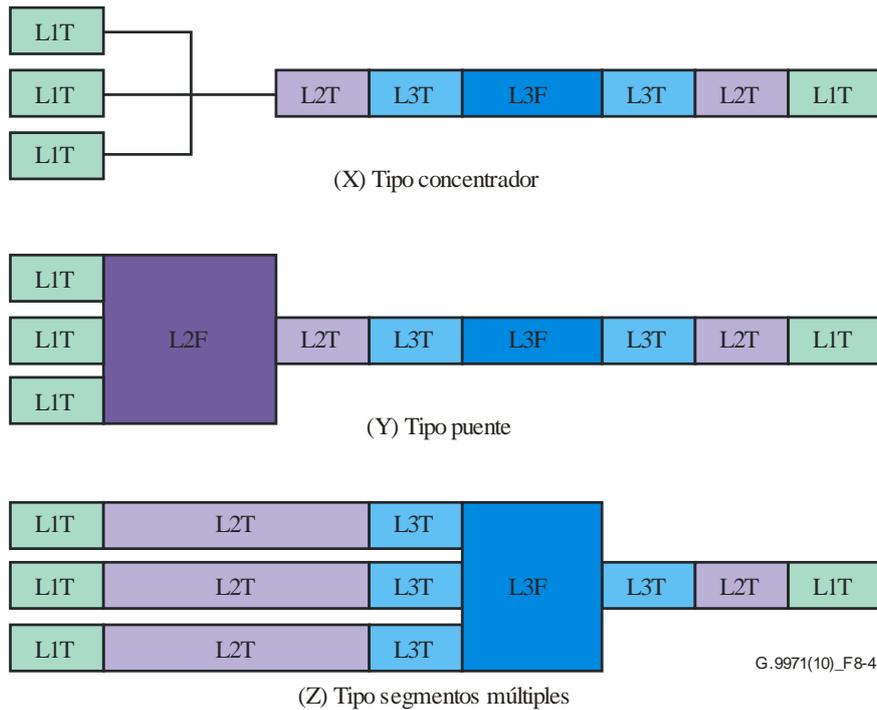


Figura 8-4 – Puertos físicos del lado LAN de la AGW de tipo separada NAT/NAPT

Para ayudar a comprender mejor, la Figura 8-5 muestra tres dispositivos fundamentales, como el terminal IP, el puente Ethernet y la AGW de tipo combinada NAT/NAPT con los puertos LAN de tipo puente, así como su relación con la red IP doméstica y la red Ethernet doméstica.

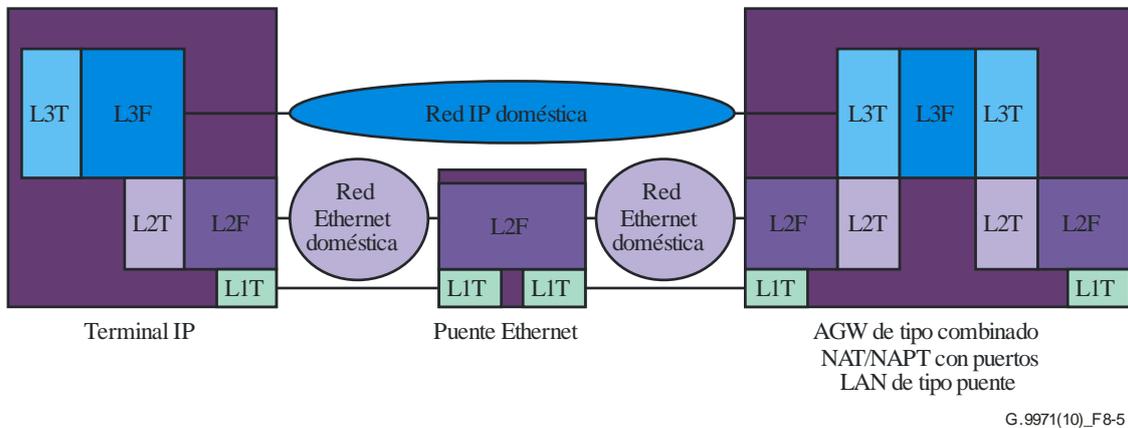


Figura 8-5 – Ejemplo de arquitectura funcional de red doméstica

Para resumir, pueden identificarse los siguientes requisitos funcionales de la capa de transporte para dispositivos fundamentales de la red IP doméstica, como el terminal IP, el puente Ethernet, la AGW y la NT/ONT.

R8-1: El terminal IP necesita funciones de capas 1, 2 y 3, como se muestra en la Figura 8-1 (A).

R8-2: El puente Ethernet y la NT/ONT necesitan funciones de la capa de transporte 1 y 2, como muestra la Figura 8-1 (B).

R8-3: La AGW de tipo separada, uno de los tres tipos mostrados en la Figura 8-2, necesita las funciones de la capa de transporte correspondientes.

R8-4: La AGW de tipo combinada, uno de los tres tipos mostrados en la Figura 8-3, necesita las funciones de la capa de transporte correspondientes.

R8-5: Las AGW de tipo separada/combinada pueden disponer de funciones de la capa de transporte en el lado LAN que se muestran en la Figura 8-4.

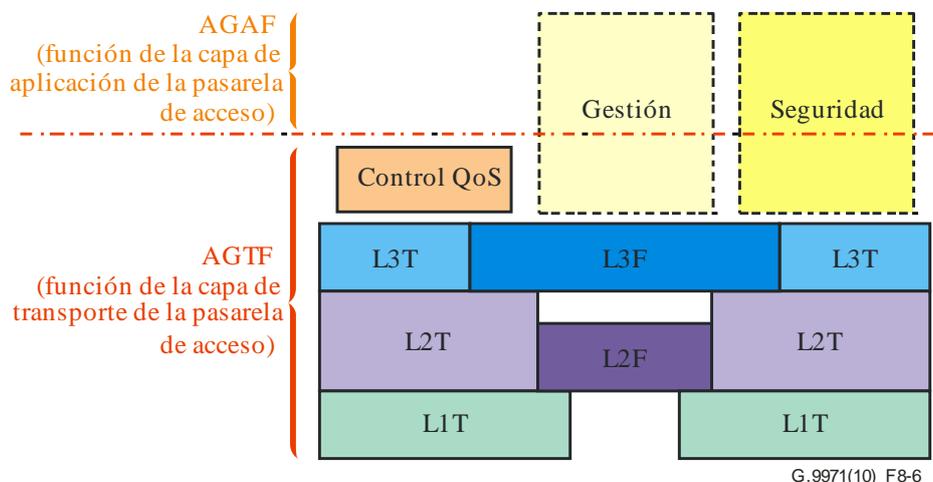


Figura 8-6 – Arquitectura funcional de la AGW de tipo separada

Además de las funciones de las capas de transporte 1, 2 y 3 antes descritas, también se necesitan algunas funciones asociadas, como de control de QoS, gestión y seguridad. Esto se ilustra en la Figura 8-6, que muestra el ejemplo de AGW de tipo separada. Obsérvese que la presente Recomendación se centra en las capas de transporte 2 y 3, el alcance de las funciones de control de la QoS se ciñe a las capas 2 y 3. Además, aunque las funciones de gestión y de seguridad están relacionadas con las capas de transporte 1, 2 y 3 así como las funciones por encima de la capa 4, la presente Recomendación gestiona únicamente los aspectos de las capas 2 y 3 para ellas. Por consiguiente, se identifican los siguientes requisitos.

R8-6: La capa 2 y 3 de cada dispositivo relacionado con la red IP doméstica, como el terminal IP, el puente Ethernet, la AGW y la NT/ONT, requiere control de QoS, gestión y seguridad cuando sea necesario. En la Figura 8-6 se ilustra un ejemplo para la AGW de tipo separada.

Antes de examinar estos tres asuntos, es mejor aclarar la configuración de red IP en la red de acceso y la doméstica. En la cláusula 9 se describe la configuración IP y su asignación en la red IP doméstica, examinando los posibles servicios. Sobre esta base, en la cláusula 10 se examina el control de la QoS para cada tipo de dispositivo, como el terminal IP, el puente Ethernet, la AGW y la NT/ONT. Análogamente, en la cláusula 11 se examina la gestión remota y local, mientras que en la cláusula 12 se analiza la seguridad.

9 Configuración de la red IP y asignación de direcciones IP

En esta cláusula se describe la configuración de la red IP y cómo asignar direcciones IP para cada configuración de red IP. La configuración de red IP en la red IP doméstica puede clasificarse en función de cómo el usuario final o el NSP establece la conexión IP en la red de acceso y en la red doméstica. Obsérvese que esta cláusula describe solamente la asignación de direcciones IP que es necesaria para transportar paquetes IP, que se describe en la cláusula 8. Otras direcciones IP necesarias para cerrar el bucle o para fines de gestión se describen en la cláusula 11.

De conformidad con la descripción general de la cláusula 8.3 de UIT-T G.9970], se pueden distinguir los tres casos fundamentales siguientes.

- (A) Conexión IPv4/IPv6 nativa a la AGW (véase la Figura 9-1): La figura de arriba muestra que la dirección IPv4 nativa se asigna al puerto del lado WAN de la AGW utilizando el DHCPv4 del NSP, mientras que las direcciones IPv4 locales se asignan al puerto del lado LAN de la AGW y en el terminal IP mediante el DHCPv4 del usuario final. La figura de abajo muestra que el DHCPv6-PD del NSP (delegación de prefijo) suministra el prefijo IPv6 para la red doméstica, mientras que las direcciones IPv6 se asignan en el terminal IP mediante el DHCPv6 del usuario final o SLAAC (autoconfiguración de direcciones sin estado) a partir del prefijo IPv6 suministrado. Para el primero se emplea la AGW de tipo NAT/NAPT, mientras que para el segundo se utiliza la AGW de tipo encaminador IP.

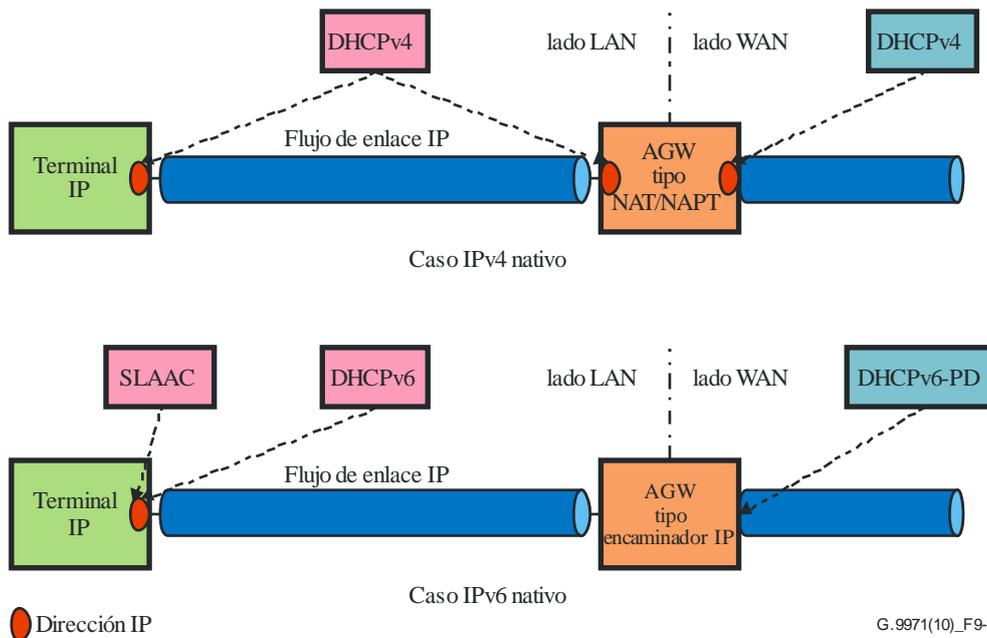


Figura 9-1 – Conexión IPv4/IPv6 nativa a la AGW

- (B) Conexión IPv4 por PPP o IPv6 por PPP a la AGW (véase la Figura 9-2): La figura de arriba muestra que la dirección IPv4 para IPv4 por una conexión PPP se asigna en el puerto del lado WAN de la AGW mediante IPCP del NSP, mientras que las direcciones IPv4 locales se asignan en el puerto del lado LAN de la AGW y en el terminal IP mediante DHCPv4 del usuario final, al igual que antes (A). La figura de abajo muestra que se establece una conexión IPv6 por PPP sin número en el puerto del lado WAN de la AGW utilizando IPv6CP del NSP. Ahora bien, la DHCPv6-PD del NSP suministra el prefijo IPv6 para la red doméstica, mientras que las direcciones IPv6 se asignan en el terminal IP mediante el DHCPv6 del usuario final o SLAAC a partir del prefijo IPv6 suministrado. Al igual que en el caso (A), en el primer caso se utiliza la AGW de tipo NAT/NAPT, mientras que en el segundo se emplea la AGW de tipo encaminador IP.

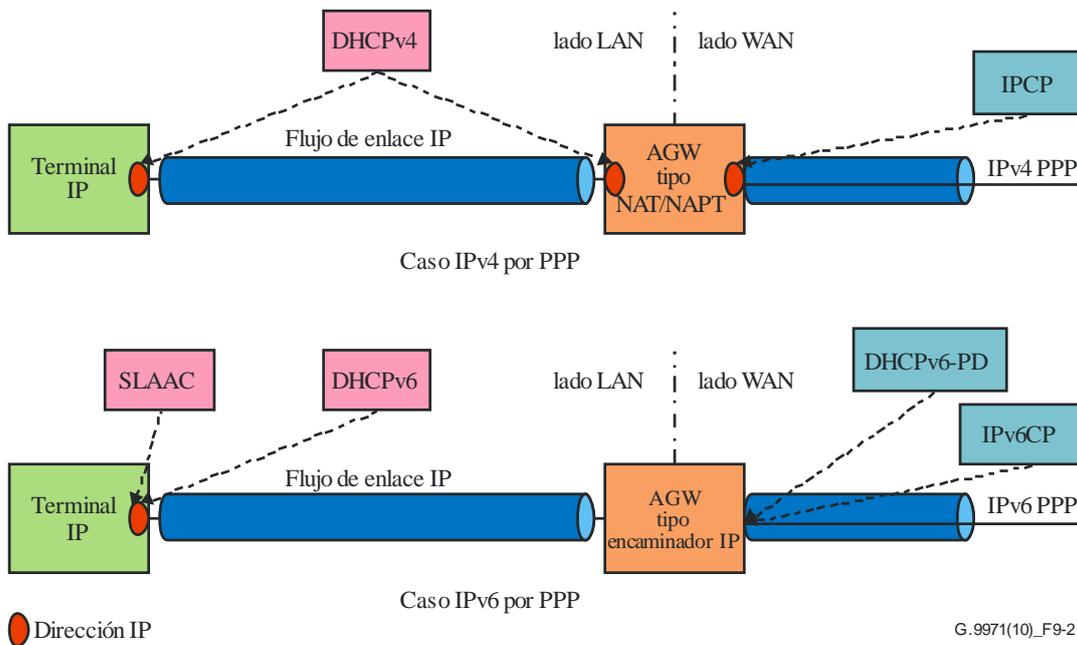


Figura 9-2 – Conexión IPv4 por PPP o IPv6 por PPP a la AGW

- (C) Conexión IPv4 por PPP o IPv6 por PPP al terminal IP (véase la Figura 9-3): La figura de arriba muestra que la dirección IPv4 para la conexión IPv4 por PPP se asigna en el terminal IP utilizando IPCP del NSP. Análogamente, la figura de abajo muestra que la dirección IPv6 para la conexión IPv6 por PPP se asigna en el terminal IP mediante IPv6CP del NSP con el fin de establecer la sesión PPP y mediante SLAAC o DHCPv6 para la dirección IPv6. En ambos casos se emplea la AGW de tipo puente Ethernet.

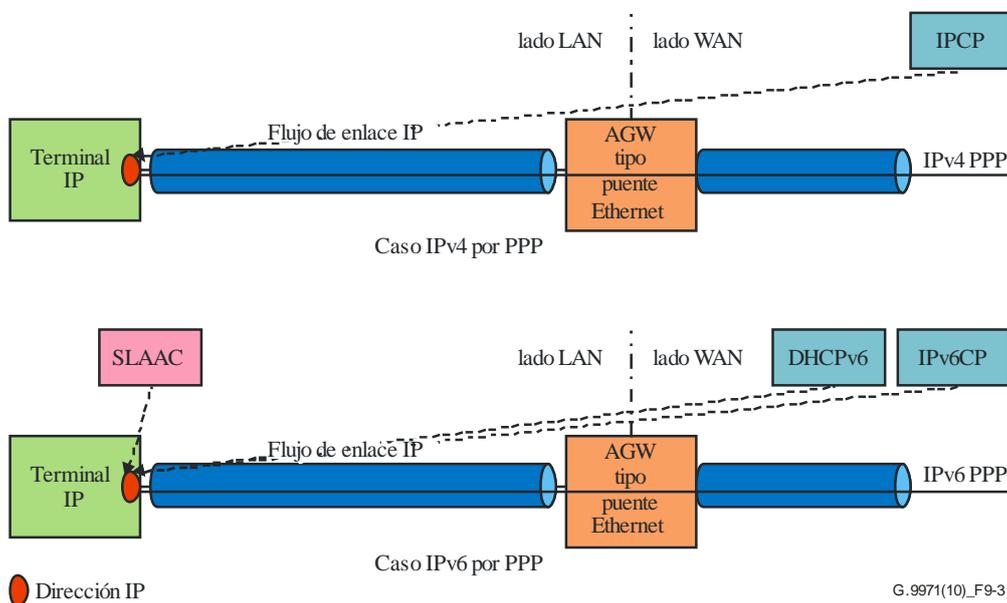


Figura 9-3 – Conexión IPv4 por PPP o IPv6 por PPP al terminal IP

Por otra parte, hay otros tipos de configuración de red IP, derivados de los tres casos fundamentales antes descritos. El primer caso es IPv6 por IPv4 cuando el terminal IPv6 desea comunicarse con servidores IPv6 del lado WAN a través de la WAN IPv4. La Figura 9-4 ilustra este caso con más detalle, en el que la dirección IPv4 de la conexión IPv4 por PPP se asigna primero en el puerto del lado WAN de la AGW, y luego la DHCPv6-PD del NSP por L2TP a través de este IPv4 suministra el prefijo IPv6 para la red doméstica, mientras que las direcciones IPv6 se asignan al terminal IP

mediante el DHCPv6 del usuario final o SLAAC a partir del prefijo IPv6 suministrado. El terminal IP IPv6 puede comunicarse con los servidores IPv6 en la WAN utilizando el L2TP de IPv6 por IPv4. El segundo caso es IPv6/v4 NAT-PT (traducción de protocolos) en el que el terminal IPv4 desea comunicarse con servidores de aplicación IPv6 en la WAN. La Figura 9-5 ilustra en detalle este caso en el que la dirección IPv4 de IPv4 por PPP se asigna en el puerto del lado WAN de la AGW utilizando el IPCP del NSP, mientras que las direcciones IPv4 locales se asignan en el puerto del lado LAN de la AGW y en el terminal IP utilizando el DHCPv4 del usuario final. Asimismo, como la dirección IPv6 por L2TP por IPv4 se asigna en el puerto del lado WAN de la AGW, el terminal IP IPv4 puede comunicarse con los servidores de aplicación IPv6 en la WAN utilizando este IPv6 por L2TP por IPv4. En la Figura 9-4 se utiliza la AGW de tipo encaminador IP, mientras que en la Figura 9-5 se emplea la AGW de tipo NAT/NAPT.

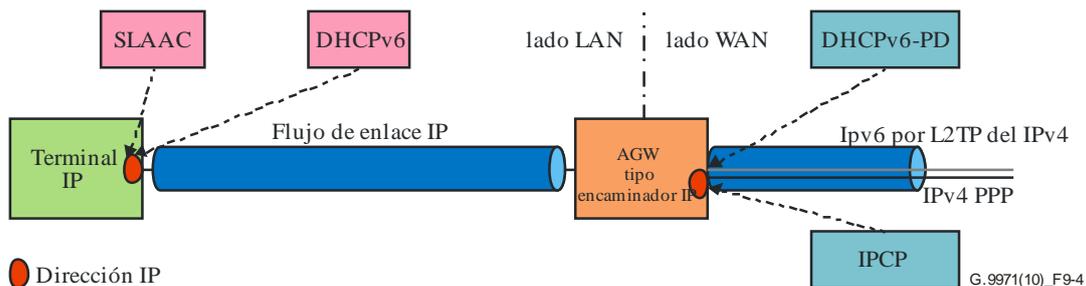


Figura 9-4 – IPv6 por L2TP por IPv4 a la AGW con IPv6 hasta el terminal IP

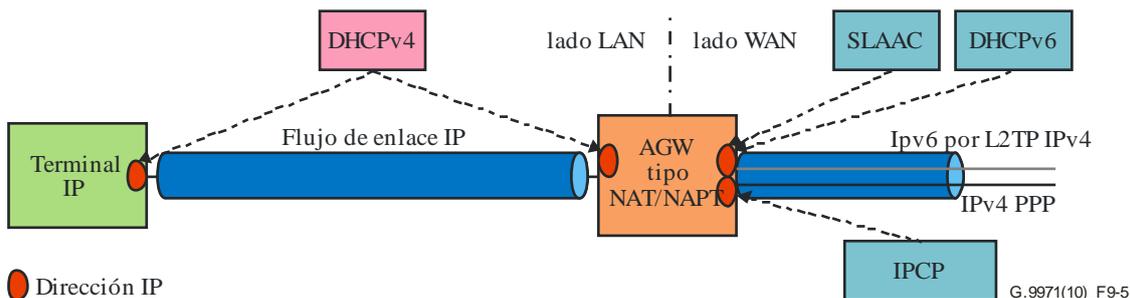


Figura 9-5 – IPv6 por L2TP por IPv4 a la AGW con IPv4 hasta el terminal IP

10 Control de la QoS

En esta cláusula se describe la arquitectura para el control de la QoS en la red IP doméstica y se enumeran los requisitos funcionales de la AGW y de otros dispositivos. El control de la QoS se puede analizar no sólo en las capas IP y Ethernet, sino también en otros protocolos de capa 2, por ejemplo, IEEE 802.11 y protocolos de capas inferiores. Por consiguiente, se debe especificar la relación de la QoS entre cada dos capas. Ahora bien, como esta Recomendación se concentra en las capas IP y Ethernet, sólo se examina la relación de la QoS entre estas dos capas, como se muestra en la Figura 10-1. Para otras relaciones de la QoS véanse otras normas, como DLNA, UPnP y [UIT-T G.9960]. Por ejemplo, la relación entre IP y Ethernet se aplica a la interfaz entre L3F y L2T dentro del terminal IP, y a la interfaz entre L3T y L2T dentro de la AGW en la Figura 8-5.

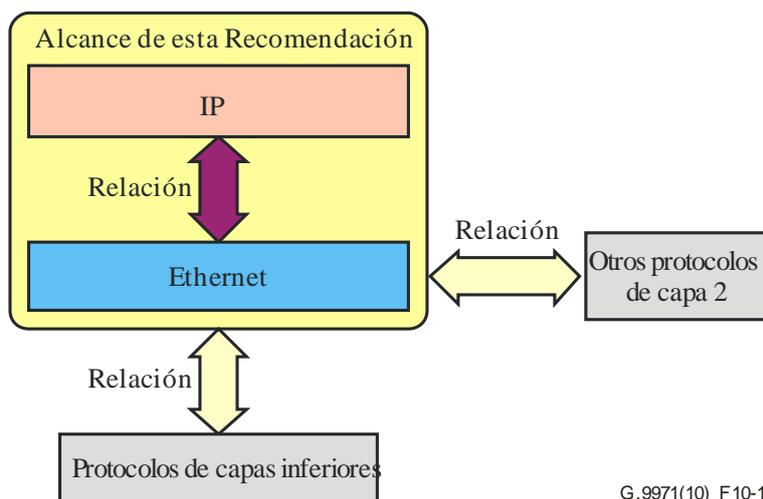


Figura 10-1 – Alcance del control de la QoS

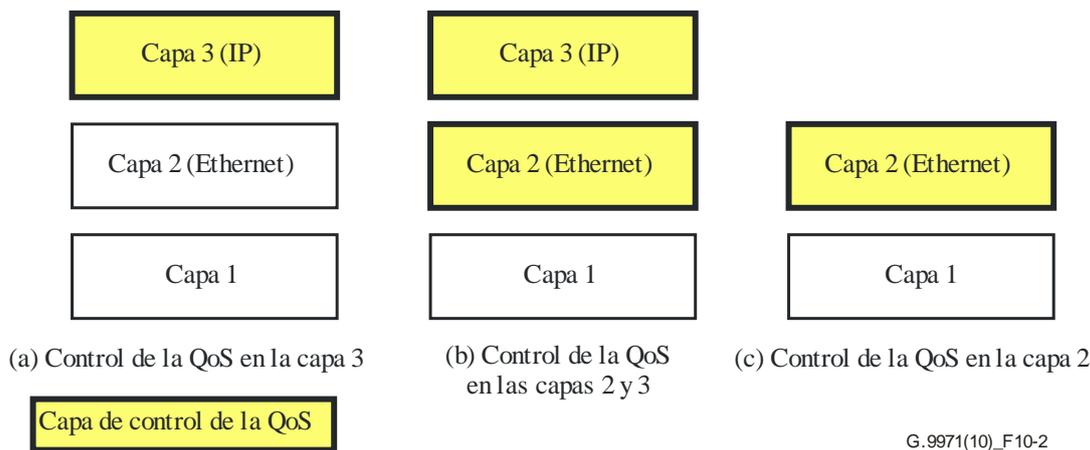
10.1 Dos tipos de servicios con QoS garantizada

Hay dos tipos de servicios con QoS garantizada: uno consiste en que la QoS se garantiza de extremo a extremo a lo largo del trayecto de comunicación entre usuarios o entre el usuario y el servidor de aplicaciones en la WAN; el otro consiste en que la QoS se garantiza por tramos (hop-by-hop) en la red. El primer tipo, servicio con QoS garantizada de extremo a extremo, se realiza mediante protocolos de control de la QoS parametrizados y normalizados, como SIP y RSVP para IP, así como control de admisión. La QoS garantizada de extremo a extremo mediante protocolos de control de la QoS parametrizados después del trayecto de comunicación se admite mediante el control de admisión. Obsérvese que la QoS de extremo a extremo se garantiza con independencia del tipo de red, de la configuración de red y de la implementación de cada elemento de red. Por otra parte, el servicio de QoS garantizada por tramo, se realiza mediante protocolos de control de QoS normalizados y priorizados, como Diffserv para IP y el servicio VLAN para Ethernet. Obsérvese que los protocolos de control de la QoS priorizados garantizan solamente la QoS por tramo en la red, no pueden garantizar la QoS de extremo a extremo de la red.

10.2 Tres tipos de dispositivos para el control de la QoS

El control de la QoS se realiza en el puente Ethernet, en la NT/ONT y en el terminal IP, así como en diversos tipos de AGW en la red doméstica. Estos dispositivos se agrupan en tres categorías, basadas en los tipos de control de la QoS en cada capa, como muestra la Figura 10-2.

- a) Dispositivo de control de la QoS en la capa 3: En el L3F solamente se realiza el control de la QoS de paquetes IP. Ejemplos de este tipo son las siguientes AGW de tipo separada: (A) tipo NAT/NAPT y (B) tipo encaminador IP de la Figura 8-2 y (X) tipo concentrador y (Z) tipo segmentos múltiples de la Figura 8-4.
- b) Dispositivo de control de la QoS en las capas 2 y 3: Se realiza el control de la QoS Ethernet e IP en L2F y L3F, respectivamente. Ejemplos de este tipo son (A) terminal IP en la Figura 8-1 y (Y) AGW tipo puente separada en la Figura 8-4. Además, este tipo de dispositivo también incluye todas las AGW de tipo combinada correspondientes a las AGW de tipo separada descritas en el dispositivo de control de la QoS de capa 3 anterior.
- c) Dispositivo de control de la QoS en la capa 2: En el L2F sólo se realiza el control de la QoS Ethernet. Ejemplos de este tipo son (B) puente Ethernet o NT/ONT en la Figura 8-1. Además, este tipo de dispositivo también incluye (C) AGW de tipo puente Ethernet separada de la Figura 8-2 y la AGW de tipo combinada correspondiente a esta AGW de tipo separada.



G.9971(10)_F10-2

Figura 10-2 – Tres tipos de dispositivos para el control de la QoS

10.3 Control de la QoS en la red doméstica para cada servicio QoS

Hay tres métodos para realizar el control de la QoS en la red doméstica en función de los servicios QoS suministrados por la WAN y el control de la QoS que soporta la LAN, como se muestra en la Figura 10-3.

- 1) Servicio QoS de tipo 1: La WAN proporciona servicios sin garantías (*best-effort*), mientras que la LAN admite control sin QoS. En este caso, no hay forma de proporcionar servicios con QoS garantizada entre dos terminales IP.
- 2) Servicio QoS de tipo 2: La WAN proporciona múltiples servicios con QoS garantizada. La LAN también admite control de QoS, pero la WAN no puede controlarlo. Obsérvese que los servicios sin garantías gestionados (es decir, clase 5 especificada en [UIT-T Y.1541]) son también una de las clases de servicios con QoS garantizada en la WAN. Aunque el control de la QoS termina en la AGW, es posible ofrecer servicios con QoS garantizada entre dos terminales IP si se utiliza correspondencia de QoS en cada AGW. Obsérvese que la correspondencia de QoS es para L2/L2 o L3/L3; no hay correspondencia entre capas. Este tipo de servicio corresponde con "el modelo NGN versión 1", que se especifica en [UIT-T Y.2001].
- 3) Servicio QoS de tipo 3: La WAN proporciona los servicios con QoS garantizada. Por otra parte, la LAN admite control de la QoS, que la WAN puede también controlar. Por consiguiente, los servicios con QoS garantizada pueden terminar en el terminal IP. La AGW, el terminal IP y otros dispositivos en la red doméstica controlan de manera coordinada la QoS garantizada para el tráfico LAN-WAN con el fin de utilizar servicios con QoS garantizada en la WAN, teniendo en cuenta el tráfico dentro de la LAN. Este tipo se corresponde con el "Modelo de NGN versión 2" que proporciona servicios NGN de extremo a extremo, que también se especifica en [UIT-T Y.2001].

Obsérvese que los servicios con QoS garantizada significa que tienen la QoS garantizada de extremo a extremo mediante QoS parametrizada o que tienen la QoS garantizada por tramo, mediante QoS priorizada.

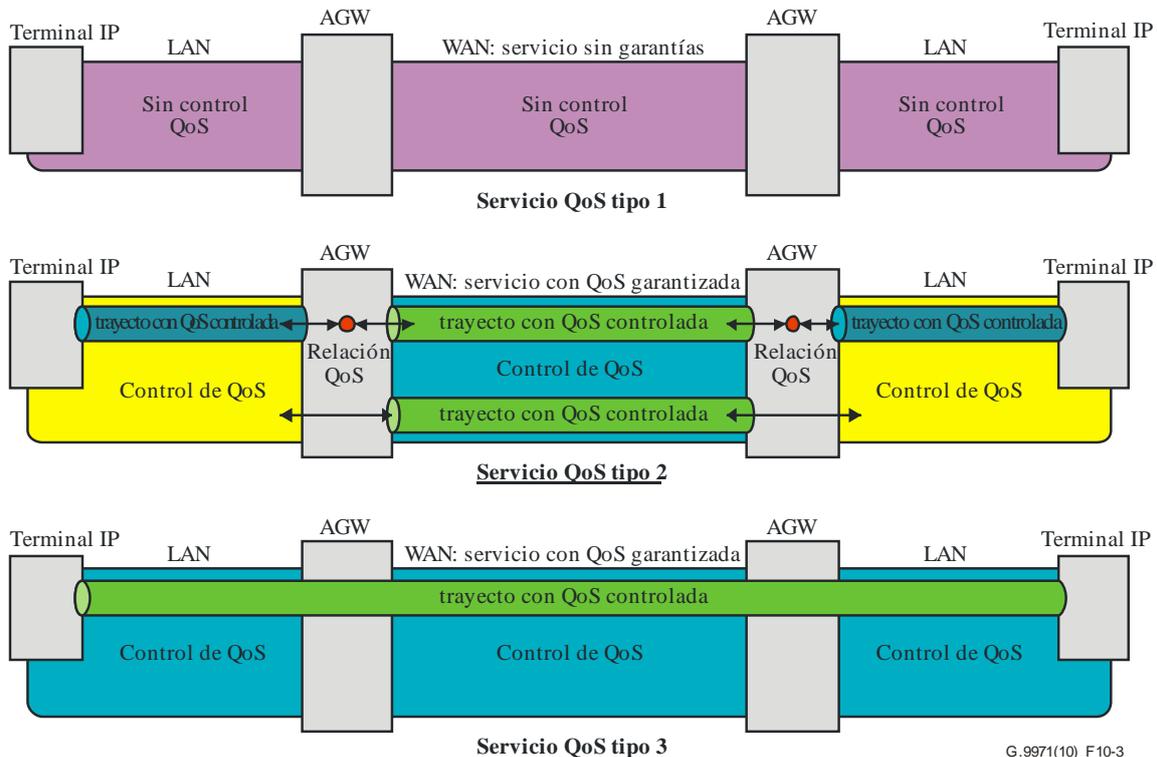


Figura 10-3 – Relación entre los tipos de servicios QoS y el control de la QoS

10.4 Parámetros para el control de la QoS

En esta cláusula se describen dos tipos de parámetros utilizados para el control de la QoS: los descriptores de tráfico que caracterizan los flujos de tráfico del usuario; y los parámetros de QoS que representan objetivos de calidad para los servicios con QoS garantizada de extremo a extremo basados en SLA.

A continuación se enumeran los descriptores de tráfico. Aunque estos parámetros se han especificado para [MEF 10.2], también se pueden aplicar a IP.

- CIR: Velocidad de la información comprometida
- CBS: Tamaño de la ráfaga comprometida
- EIR: Exceso de velocidad de la información
- EBS: Exceso de tamaño de la ráfaga

Los parámetros QoS recomendados pueden encontrarse en varias Recomendaciones UIT-T. En [UIT-T Y.1541] se especifican los siguientes parámetros de QoS para IP:

- IPTD: retardo de transferencia de paquetes IP
- IPDV: variación del retardo de paquetes IP
- IPLR: tasa de pérdida de paquetes IP
- IPER: tasa de paquetes IP con errores

Por otra parte, en [UIT-T Y.1563] se especifican los siguientes parámetros de QoS para Ethernet:

- FTD: Retardo de transferencia de tramas
- FDV: Variación del retardo de trama
- FLR: Tasa de pérdida de tramas
- FER: Tasa de tramas con errores

10.5 Componentes funcionales para el control de QoS

Basada en [UIT-T I.371], esta cláusula describe los siguientes componentes funcionales para el control de la QoS. En la Figura 10-4 se muestra la arquitectura funcional para el control de la QoS, donde el bloque de puesta en cola contiene los componentes funcionales, como 4), 5) y 6) *infra*. Obsérvese que es simétrico de LAN a WAN y de WAN a LAN en general. Los descriptores de tráfico de la cláusula 10.4 se utilizan en 1), 5), 6) y 7) *infra*, mientras que los parámetros QoS se utilizan en 7). Tanto los descriptores de tráfico como los parámetros QoS de los planos de control y/o gestión los reciben primero los gestores de equipo, que luego los transfieren al control de admisión y los configuran para políticas, control del ancho de banda y conformación del tráfico para los servicios con QoS garantizada de extremo a extremo. Además, como caso especial, el gestor de equipos también configura los descriptores de tráfico para el control del ancho de banda y la conformación del tráfico para los servicios con QoS garantizada por tramo.

- 1) Políticas: La función de políticas detecta el tráfico con arreglo a ciertas reglas y aplica reglas a dichos flujos de tráfico que pueden causar que los paquetes se descarten, marquen o reciban otro tratamiento. Algunos descriptores de tráfico para Ethernet y/o IP se configuran para detectar dichos flujos de tráfico antes de que se inicie la comunicación con el usuario. Esta función puede ubicarse, por ejemplo, a la entrada de los lados LAN/WAN de la AGW.
- 2) Clasificación: La función de clasificación reconoce el tipo de cada flujo de tráfico y le asigna "prioridad" a cada uno. Este reconocimiento se realiza con arreglo a valores de campos específicos en la trama Ethernet o el paquete IP, o en ambos. Esta función puede ubicarse, por ejemplo, a la entrada de los lados LAN/WAN de la AGW.
- 3) Marcado: La función de marcado escribe "prioridad" en cada trama Ethernet o paquete IP en función del resultado de la "clasificación". De lo contrario, se configura un valor de "prioridad" específico. Esta función puede ubicarse, por ejemplo, a la entrada de los lados LAN/WAN de la AGW.
- 4) Control de prioridad: La función de control de prioridad controla la entrada de los flujos de tráfico a las colas en función del nivel de prioridad asignado por la "clasificación" o inscrito por el "marcado". La prioridad estricta (SP) es un mecanismo típico para esta función.
- 5) Control del ancho de banda: La función de control del ancho de banda controla la salida de los flujos de tráfico desde las colas almacenadas a fin de garantizar un ancho de banda mínimo basado en CIR y CBS de los descriptores de tráfico. La función de control del ancho de banda asigna el ancho de banda para los flujos de tráfico mediante mecanismos de planificación, como la puesta en cola equitativa ponderada (WFQ), ordenamiento cíclico ponderado (WRR), ordenamiento cíclico por déficit (DRR), etc.
- 6) Conformación del tráfico: La función de conformación del tráfico también controla la salida de los flujos de tráfico desde las colas almacenadas, similar al control del ancho de banda. Sin embargo, la finalidad de esta función de conformación del tráfico es aplicar restricciones a los flujos del tráfico por debajo de la máxima velocidad de transferencia, así como reducir la variación del retardo en cada flujo de tráfico.
- 7) Control de admisión: La función de control de admisión gestiona y juzga si acepta o rechaza cada flujo de tráfico gestionado para servicios con QoS garantizada de extremo a extremo, basándose en los descriptores de tráfico y en los parámetros de QoS antes de que se inicie la comunicación del usuario. Un ejemplo es el caso SIP. El plano de gestión configura los parámetros de QoS en el control de admisión a través del gestor de equipos. Una vez que el control de admisión ha recibido del plano de control los descriptores de tráfico por conducto del gestor de equipos, juzga si acepta o no el flujo de tráfico por comparación de los descriptores de tráfico recibidos con los parámetros de QoS ya configurados, así como mediante el análisis de si los recursos de red pueden o no utilizarse a través de otro plano de control. En caso afirmativo, el control de admisión envía su mensaje de aceptación a los bloques de política y puesta en cola. Otro ejemplo es el caso RSVP. Después de que el control

de admisión haya recibido los descriptores de tráfico y los parámetros QoS del plano de control por conducto del gestor de equipos, juzga si acepta el flujo de tráfico analizando para ello si los recursos de red pueden utilizarse o no recurriendo a otro plano de control. En caso afirmativo, el control de admisión envía su aceptación a los bloques de política y puesta en cola. El algoritmo de estimación empleado por el control de admisión queda fuera del alcance de la presente Recomendación.

- 8) Medición del tráfico: Basándose en [UIT-T Y.1540], la función de medición del tráfico cuenta el tráfico entrante y saliente para evaluar la carga de tráfico ofrecida. Se pueden especificar varias unidades de cómputo, como el número de bytes, el número de tramas Ethernet o paquetes IP. Ejemplos de mecanismos de cómputo son las ventanas salteadas y las ventanas deslizantes, como se describe en [UIT-T I.371].

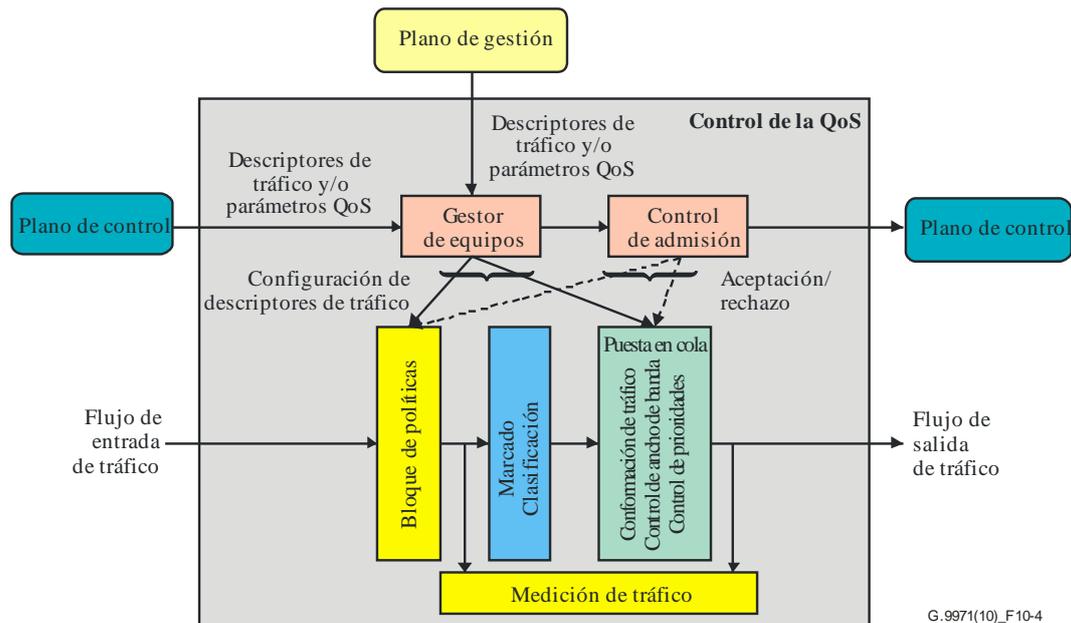


Figura 10-4 – Arquitectura funcional para el control de la QoS

Cada dispositivo no tiene por qué integrar todos y cada uno de estos componentes funcionales. En la cláusula 10.6 se describen los componentes funcionales necesarios para cada tipo de servicio QoS en la cláusula 10.3. Obsérvese que como el servicio QoS de tipo 1 "servicio sin garantías" sólo exige funciones de medición del tráfico, no merece la pena estudiarlo. Por consiguiente, la cláusula 10.6 se concentra en el servicio QoS de tipos 2 y 3.

10.6 Componentes funcionales característicos del control de la QoS de cada dispositivo para el servicio QoS de tipos 2 y 3

En la presente cláusula se identifican los componentes funcionales del control de la QoS necesarios para cada dispositivo, que se clasifican como dispositivo de tipos (a), (b) y (c) en la cláusula 10.2. Los componentes funcionales necesarios dependen del servicio de QoS de tipos 2 y 3, como se describe en la cláusula 10.3. Cada servicio QoS de tipos 2 y 3 se divide en dos. Uno es el servicio con QoS garantizada de extremo a extremo, que se realiza mediante el protocolo de control de la QoS parametrizado. El otro es el servicio de QoS garantizada por tramo, que se realiza mediante el protocolo de control de QoS priorizada.

En el Cuadro 10-1 se muestran los componentes funcionales de control para el servicio de QoS de tipo 2 en el caso de (A) servicio de QoS garantizada de extremo a extremo; y (B) servicio de QoS garantizada por tramo. Asimismo, en el Cuadro 10-2 se muestran los componentes funcionales de control para el servicio QoS de tipo 3 en el caso de (A) servicio con QoS garantizada de extremo a

extremo y en el caso (B) servicio con QoS garantizada por tramo. Obsérvese que los Cuadros 10-1 y 10-2 sólo muestran el tipo AGW separada. No obstante, los componentes funcionales de control de la QoS necesarios para la AGW de tipo combinada pueden obtenerse fácilmente a partir de estos cuadros. Por ejemplo, los tipos de AGW combinada (A) y (B) de la Figura 8-3 se corresponden con el tipo AGW separada (A) y (B) de la Figura 8-2, mientras que el tipo AGW combinada (C) de la Figura 8-3 se corresponde con el tipo AGW separada (C) de la Figura 8-2.

Cuadro 10-1 – Componentes funcionales de control para el servicio QoS de tipo 2

(A) Caso de servicio con QoS garantizada de extremo a extremo

| Dispositivo | AGW de tipo separada | | | NT/ONT |
|--|----------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | (a) | (b) | (c) | |
| Tipo de dispositivo (véase la cláusula 10.2) | (a) | (b) | (c) | (c) |
| Política | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Clasificación | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Marcado | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} |
| Control de prioridad | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Control de ancho de banda | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Conformación del tráfico | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Control de admisión | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Medición del tráfico | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} |

(B) Caso de servicio con QoS garantizada por tramo

| Dispositivo | AGW de tipo separada | | | NT/ONT |
|--|----------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | (a) | (b) | (c) | |
| Tipo de dispositivo (véase la cláusula 10.2) | (a) | (b) | (c) | (c) |
| Política | O | O | O | O |
| Clasificación | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Marcado | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} |
| Control de prioridad | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Control de ancho de banda | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} |
| Conformación del tráfico | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} |
| Control de admisión | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Medición del tráfico | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} |
| R Recomendado O Opcional N/A No aplicable ^{a)} Si se ha de sobrescribir el valor específico en el encabezamiento IP y/o MAC Ethernet, se recomienda dar soporte a este componente funcional. | | | | |

Cuadro 10-1 – Componentes funcionales de control para el servicio QoS de tipo 2

| Dispositivo | AGW de tipo separada | NT/ONT |
|-------------|--|--------|
| b) | Si se ha de limitar el ancho de banda de transferencia y/o el excedente de ancho de banda se ha de compartir con los flujos de tráfico ya configurados, se recomienda dar soporte a estos componentes funcionales. | |
| c) | Si es necesario medir los flujos para gestionar el tráfico, se recomienda dar soporte a este componente funcional. Esta función no debe afectar los flujos de tráfico del usuario. | |

Cuadro 10-2 – Componentes funcionales de control para el servicio QoS de tipo 3

(A) Caso de servicio con QoS garantizada de extremo a extremo

| Dispositivo | Terminal IP | Puente Ethernet | AGW de tipo separada | | | NT/ONT |
|--|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | (a) | (b) | (c) | |
| Tipo de dispositivo (véase la cláusula 10.2) | (b) | (c) | (a) | (b) | (c) | (c) |
| Política | N/A | R | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Clasificación | R para L3; O para L2 | R | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Marcado | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} |
| Control de prioridad | R para L3; O para L2 | R | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Control de ancho de banda | R para L3; O ^{b)} para L2 | R | R | R para L3; O ^{b)} para L2 | R | R |
| Conformación del tráfico | R para L3; O ^{b)} para L2 | R | R | R para L3; O ^{b)} para L2 | R | R |
| Control de admisión | R para L3; O para L2 | R | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Medición del tráfico | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} |

(B) Caso de servicio con QoS garantizada por tramo

| Dispositivo | Terminal IP | Puente Ethernet | AGW de tipo separada | | | NT/ONT |
|--|-------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | (a) | (b) | (c) | |
| Tipo de dispositivo (véase la cláusula 10.2) | (b) | (c) | (a) | (b) | (c) | (c) |
| Política | N/A | O | O | O | O | O |
| Clasificación | R para L3; O para L2 | R | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Marcado | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} | O ^{a)} |
| Control de prioridad | R para L3; O para L2 | R | R | R para L3; O para L2 | R | R |
| Control de ancho de banda | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} |
| Conformación del tráfico | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} | O ^{b)} |
| Control de admisión | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Medición del tráfico | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} | O ^{c)} |

Cuadro 10-2 – Componentes funcionales de control para el servicio QoS de tipo 3

| | |
|-----|--|
| R | Recomendado |
| O | Opcional |
| N/A | No aplicable |
| a) | Si se ha de sobrescribir el valor específico en el encabezamiento IP y/o MAC Ethernet, se recomienda dar soporte a este componente funcional. |
| b) | Si se ha de limitar el ancho de banda de transferencia y/o el excedente de ancho de banda se ha de compartir con los flujos de tráfico ya configurados, se recomienda dar soporte a estos componentes funcionales. |
| c) | Si es necesario medir los flujos para gestionar el tráfico, se recomienda dar soporte a este componente funcional. Esta función no debe afectar los flujos de tráfico del usuario. |

10.7 Requisitos del control de la QoS para el servicio QoS de tipo 2

En primer lugar, se examinan los requisitos de control de la QoS para el servicio de QoS de tipo 2 (NGN versión1), como se describe en las cláusulas precedentes. Se identifican primeramente los siguientes requisitos.

R10-1: La AGW y NT/ONT deben dar soporte al control de QoS en L2 y/o al control de QoS en L3 para los servicios NGN versión 1. En el Cuadro 10-1 se indican los componentes funcionales del control de QoS necesarios para cada dispositivo.

Para ofrecer servicios L3 se requiere como mínimo el control de QoS en L3. Ahora bien, la correspondencia L3/L2 de la QoS debe realizarse en L3F, en caso de que se ofrezca control QoS en L2. Por consiguiente, se identifican los requisitos siguientes.

R10-2: La AGW debe dar soporte al control de QoS en L3 en caso en que la red sólo proporcione el control QoS en L3 para los servicios NGN versión 1.

R10-3: En caso de que la red ofrezca control de QoS en L3 y en L2 para los servicios NGN versión 1, la AGW debe dar soporte al control de QoS en L3 y en L2, comprendida la correspondencia L3/L2 de la QoS, mientras que la NT/ONT debe dar soporte al control de la QoS en L2.

La correspondencia L2/L2 y/o L3/L3 de la QoS debe efectuarse en la AGW cuando se suministren servicios con QoS garantizada al terminal IP en la NGN versión 1. A continuación se examinan por separado los dos tipos de servicios con QoS garantizada, a saber de extremo a extremo y por tramo.

La Figura 10-5 muestra un ejemplo de cómo realizar servicios con QoS garantizada por tramo. Obsérvese que los planos de gestión WAN y LAN pueden corresponder con gestores remotos y locales, respectivamente, como se describe en la cláusula 11. Cabe señalar que la correspondencia QoS, por ejemplo la correspondencia entre marcados LAN/WAN, es necesaria en componentes funcionales de control de la QoS distintos al control de admisión. Se puede dar el siguiente caso:

- El plano de gestión LAN configura las especificaciones de marcado LAN concreto en la AGW.
- Una vez obtenidas las especificaciones de marcado LAN, el plano de gestión WAN configura la correspondencia entre el marcado LAN concreto y el marcado WAN estándar en el control de la QoS de la AGW.
- Los componentes del control de la QoS del terminal IP envían mensajes de control que contienen el marcado #l concreto.
- Los componentes de control de la QoS de la AGW convierten el marcado #l recibido al correspondiente marcado #w normalizado en la WAN y luego envían mensajes de control que contienen el marcado #w a la WAN.

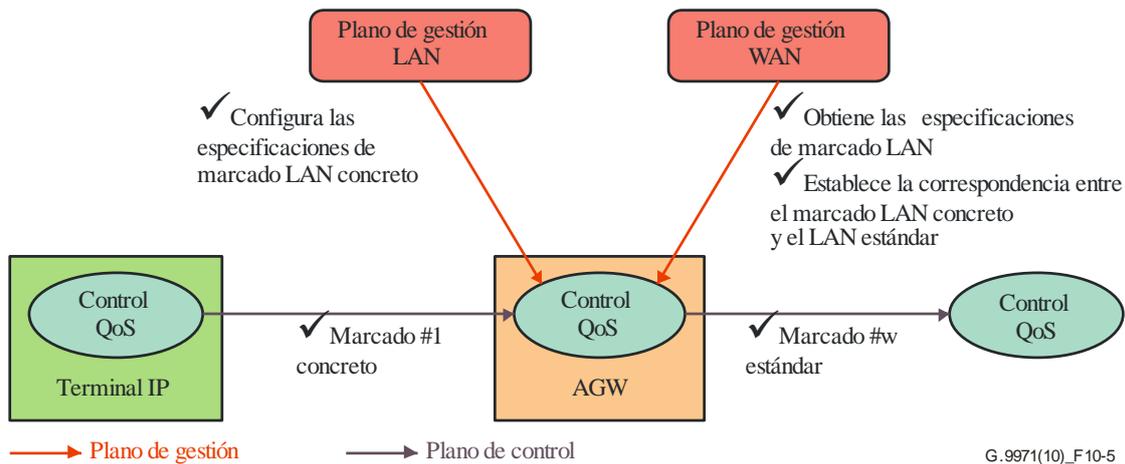


Figura 10-5 – Realización de los servicios con QoS garantizada por tramo en caso de servicio QoS de tipo 2

La Figura 10-6 ilustra un ejemplo para realizar servicios con QoS garantizada de extremo a extremo. Similar al caso de servicio con QoS garantizada por tramo, es necesario hacer una correspondencia entre el marcado LAN concreto y el WAN normalizado. Además, se requiere correspondencia de QoS, como la de descriptores de tráfico LAN/WAN y correspondencia de marcado LAN/WAN, así como parámetros de QoS, en los componentes funcionales de control, por ejemplo control de admisión, política, control de ancho de banda y conformación del tráfico. Se pueden dar los casos siguientes. Obsérvese que el siguiente caso sólo describe el caso distinto al de correspondencia de marcado.

- El plano de gestión LAN configura las especificaciones del descriptor de tráfico LAN concreto en la AGW.
- Una vez obtenidas las especificaciones del descriptor de tráfico LAN, el plano de gestión WAN establece la correspondencia entre los descriptores de tráfico LAN concreto y los de WAN estándar en el control de admisión de la AGW. También configura sus parámetros QoS.
- El control de admisión del terminal IP envía mensajes de control que contienen el descriptor de tráfico #1 concreto.
- El control de admisión de la AGW convierte el descriptor de tráfico #1 recibido al correspondiente descriptor de tráfico #w normalizado en WAN y luego envía mensajes de control que contienen el descriptor de tráfico #w a WAN.

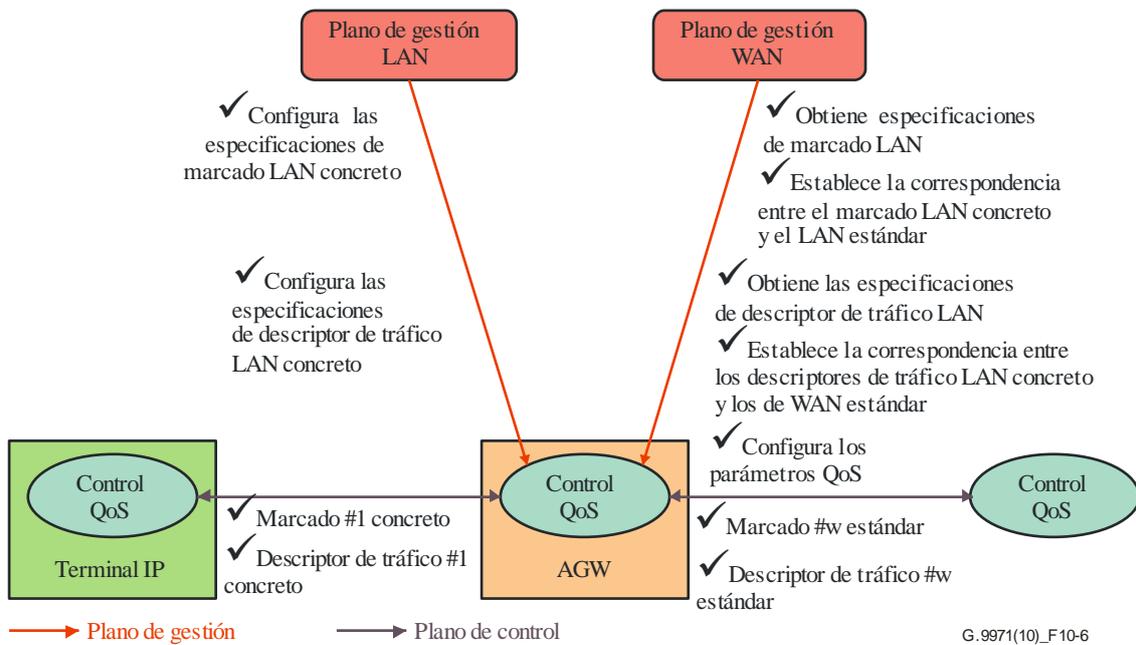


Figura 10-6 – Realización de servicios con QoS garantizada de extremo a extremo en el servicio QoS de tipo 2

11 Gestión de la red residencial

11.1 Arquitectura de gestión de la red doméstica

En la cláusula 8.2 de [UIT-T G.9970] se muestran dos tipos de planes de gestión por el servidor de gestión distante (RMS). El plan A consiste en que el RMS gestiona directamente los dispositivos extremo de la red doméstica, como el terminal IP, la GW no IP y el terminal no IP. Por otra parte, el Plan B consiste en la gestión RMS como dispositivos a través de la AGW. El Plan A se utiliza cuando el terminal IP lo suministra el NSP en el futuro, mientras que el Plan B se utiliza cuando algunos protocolos de gestión de la red doméstica, como UPnP, lo utilizan los usuarios finales. Por consiguiente, la presente Recomendación describe los requisitos de la arquitectura de gestión de la red doméstica para el Plan B. Aunque el Plan B trata de la situación en la que la AGW gestiona diversos tipos de dispositivos extremos de la red doméstica, la presente Recomendación analiza la gestión del terminal IP y los dispositivos que integran la red IP doméstica, por ejemplo el puente Ethernet, como ilustra la Figura 11-1.

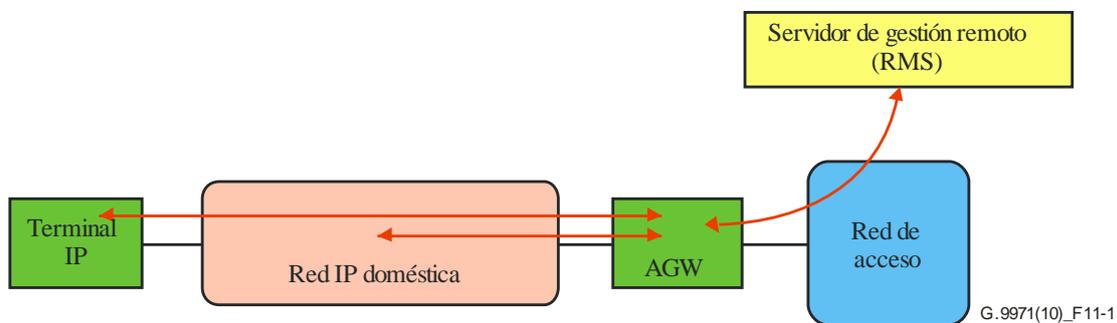


Figura 11-1 – Configuración de gestión de dispositivos distantes

El Plan B tiene dos tipos de interfaces de gestión: una es la interfaz de gestión entre el servidor RMS y la pasarela AGW, la otra es una entre las AGW y cada dispositivo en la red IP doméstica. La Figura 11-2 muestra la arquitectura funcional de gestión para el Plan B. Obsérvese que esta figura muestra el caso de la AGW de tipo combinada NAT/NAPT con puertos LAN de tipo puente. A continuación se define cada componente funcional:

- Agente local (LA): De conformidad con el gestor local, el agente local L2 gestiona L2F del puente Ethernet, mientras que el agente local L3 gestiona el terminal IP y el lado LAN de la AGW.
- Gestor local (LM): Funciones de aplicación de gestión para la red IP doméstica, que interfunciona con el agente local.
- Agente remoto (RA): De conformidad con las instrucciones del gestor remoto, gestiona el lado WAN de la AGW. Además, también interfunciona con el gestor local a fin de gestionar la red IP doméstica.
- Gestor remoto (RM): Funciones de aplicación de gestión en el servidor RMS, que interfunciona con el agente remoto en la red IP doméstica.

En la presente Recomendación se parte del supuesto que existen las siguientes aplicaciones para el gestor local:

- 1) Aplicaciones de gestión de la configuración
 - Mostrar la topología de la red en L3 (IP) en la red IP doméstica.
 - Mostrar la topología de la red L2 (Ethernet) en la red IP doméstica.
 - Configurar, obtener y mostrar información de gestión de cada dispositivo en la red IP doméstica.
 - Actualizar la función de cada dispositivo en la red IP doméstica.
 - Obtener información específica de cada dispositivo en la red IP doméstica, como los URL para registrar datos.
 - Resetear o inicializar cada dispositivo en la red IP doméstica.
- 2) Aplicaciones de gestión de averías
 - Comprobar si la interfaz de gestión está o no debidamente configurada.
 - Comprobar si cada dispositivo en la red IP doméstica está o no debidamente configurado.
- 3) Aplicaciones de gestión del rendimiento
 - Verificar el rendimiento de la red IP doméstica.

En la cláusula 11.2 se describen los requisitos de la interfaz de gestión RM-RA, mientras que en la cláusula 11.3 se describen los requisitos para la interfaz de gestión LM-LA. Obsérvese que el gestor LM puede residir en cualquier dispositivo de la red IP doméstica, aunque en la Figura 11-2 se muestra el caso en el que reside en la AGW. Además, existe el caso de sólo M/A local sin M/A remoto a fin de gestionar localmente la red IP doméstica.

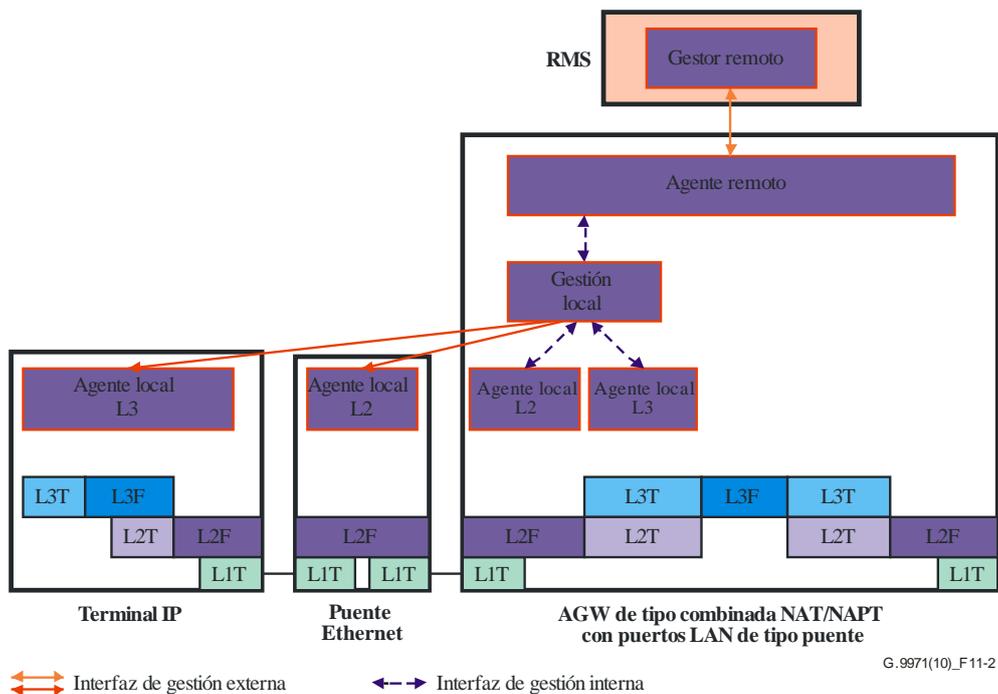


Figura 11-2 – Ejemplo de arquitectura funcional de gestión para el Plan B

11.2 Requisitos de la interfaz de gestión RM-RA

Los requisitos de la interfaz de gestión entre RM y RA se pueden examinar desde dos puntos de vista. Uno es el requisito de la interfaz de gestión propiamente dicha, mientras que el otro es el requisito para gestionar la capa de transporte del lado WAN de la AGW. Como esta interfaz ya se ha examinado en [BBF TR-069] y en los documentos pertinentes, en la presente Recomendación sólo se describen los requisitos generales.

A continuación se indican los requisitos para la interfaz de gestión:

R11-R1: Deben utilizarse protocolos normalizados para la interfaz de gestión RM-RA. Se recomienda [BBF TR-069].

R11-R2: Debe asignarse una dirección IP a cada RM y RA.

R11-R3: Debe verificarse si el protocolo de la interfaz de gestión RM-RA está o no debidamente configurado, si procede.

Como se observa en la Figura 8-2, la AGW de tipo NAT/NAPT tiene L3T, mientras que la AGW de tipo encaminador IP no dispone de L3T. Ahora bien, a los efectos de localizar la avería en el lado WAN de la AGW, debe asignarse una dirección IP al puerto del lado WAN de la AGW. Como se describe en la cláusula 9, se ha de tener presente que existen varios tipos de conexiones IP, por ejemplo IPv4/v6 nativa, PPP, L2TP, etc. Por consiguiente, se identifican los siguientes requisitos para gestionar la capa de transporte de la AGW.

R11-R4: El agente RA debe notificar al RM su dirección IP de gestión del lado WAN de la AGW. Obsérvese que debe asignarse la dirección IP a cada conexión IPv4/v6, PPP, L2TP en el lado WAN de la AGW.

Por otra parte, como se describe al final de la cláusula 10, se identifican los siguientes requisitos para gestionar la red doméstica cuando se ofrecen servicio NGN versión 1.

R11-R5: El RA debe notificar al RM sus especificaciones de descriptores de tráfico LAN de gestión en el caso de que ofrezca servicios con QoS garantizada al terminal IP en el caso de servicios con QoS garantizada de extremo a extremo de NGN versión 1.

R11-R6: El RA debe recibir correspondencia QoS L2/L2 y/o L3/L3, por ejemplo la correspondencia entre descriptores de tráfico LAN/WAN, así como los parámetros QoS en caso de que se ofrezcan servicios con QoS garantizada al terminal IP en los servicios con QoS garantizada de extremo a extremo de NGN versión 1.

R11-R7: El RA debe notificar al RM sus especificaciones de marcado de gestión en caso de que se ofrezcan servicios con QoS garantizada al terminal IP en los servicios con QoS garantizada por tramo de NGN versión 1.

R11-R8: El RA debe recibir correspondencia de QoS L2/L2 y/o L3/L3, como la correspondencia entre marcado LAN/WAN en caso de que se ofrezcan servicios con QoS garantizada al terminal IP en los servicios con QoS garantizada por tramo de NGN versión 1.

11.3 Requisitos de la interfaz de gestión LM-LA

Los requisitos de la interfaz de gestión entre LM y LA pueden examinarse desde dos puntos de vista. Uno es el requisito de la interfaz de gestión propiamente dicha, mientras que el otro es el requisito de la capa de transporte de gestión de la red IP doméstica.

A continuación se describen los requisitos para el primero:

R11-L1: Deben utilizarse protocolos normalizados para la interfaz de gestión LM-LA. Los posibles protocolos son ICMP, UPnP o LLDP.

R11-L2: Debe verificarse si está o no debidamente configurada, si procede, la capa de enlace de datos (Ethernet) entre el LM y el agente local L2, y la capa de red (IP) entre el LM y el agente local L3.

Como muestra la Figura 8-2, la AGW de tipo NAT/NAPT tiene L3T, mientras que la AGW de tipo encaminador IP no dispone de L3T. Ahora bien, a los efectos de localizar la avería en el lado LAN de la AGW, debe asignarse una dirección IP al puerto del lado LAN de la AGW. Además, se debe tener presente que la dirección IP también debe asignarse estáticamente, aunque en la cláusula 9 se describe la manera de asignarlas automáticamente. Por consiguiente, los requisitos de gestión para este último se pueden agrupar en tres categorías.

1) Gestión de la configuración

R11-C1: El agente local L3 puede notificar al LM su dirección IP.

R11-C2: El agente local L3 puede notificar al LM su dirección MAC de gestión.

R11-C3: El agente local L2 puede notificar al LM su cuadro de reenvío MAC.

R11-C4: El agente local L3 puede notificar al LM la información de gestión de su dispositivo de gestión, como la clase de producto, el nombre del fabricante, el nombre de modelo del dispositivo y el número de modelo del dispositivo.

R11-C5: El agente local L2 puede notificar al LM la información de gestión de su dispositivo de gestión, como la clase de producto, el nombre del fabricante, el nombre del modelo de dispositivo y el número de modelo de dispositivo.

R11-C6: El agente local L3 puede configurar la información de gestión de su dispositivo de gestión basándose en las instrucciones del LM, por ejemplo, cuando se necesite configurar una dirección IP estática para su dispositivo de gestión.

R11-C7: El agente local L3 puede enviar de vuelta información de gestión de su dispositivo de gestión basándose en las instrucciones del LM.

R11-C8: El agente local L3 puede enviar de vuelta los URL para llevar un registro de su dispositivo de gestión, basándose en las instrucciones del LM.

R11-C9: El agente local L3 puede resetear o inicializar su dispositivo gestionado, basándose en las instrucciones del LM.

- 2) Gestión de averías
R11-F1: El agente local L3 puede notificar al LM el estado de su dispositivo gestionado, ya sea periódicamente o cuando el dispositivo esté en un estado anómalo.
R11-F2: El agente local L2 puede notificar al LM el estado de su dispositivo gestionado, ya sea periódicamente o cuando el dispositivo esté en un estado anómalo.
- 3) Gestión del rendimiento
R11-P1: El agente local L3 puede enviar de vuelta el número de paquetes por puerto o flujo, etc., basándose en las instrucciones del LM.

12 Gestión de la seguridad

Aunque la gestión de la seguridad se clasifica en autenticación/autorización, encriptación y defensa, en la presente Recomendación se examinan los requisitos para la encriptación y la defensa pertinentes para las capas de transporte 2 y 3 de la red doméstica.

- 1) Encriptación: El tipo de encriptación y el protocolo de intercambio de claves resulta pertinentes para esta Recomendación.
- 2) Defensa: Los métodos de filtrado de paquetes para impedir tráfico sospechoso desde o hacia la AGW resulta pertinentes para esta Recomendación.

Apéndice I

Relación entre las normas relativas a la red doméstica

(Este Apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En la Figura I.1 se muestra los órganos de normalización que se han de tomar en consideración al estudiar la presente Recomendación. Como esta Recomendación trata de los aspectos relacionados con la arquitectura, la QoS y la gestión de las capas 2 y 3 de la red doméstica, el Broadband Forum, HGI, IEEE y UPnP son concretamente los órganos de normalización con los que se ha de efectuar la coordinación.

| <u>Sistema y Arquitectura de la red doméstica</u> | <u>Software intermedio</u> |
|---|----------------------------|
| UIT-T, Broadband Forum, HGI | OSGi |
| <u>Protocolo de transporte</u> | <u>Terminal</u> |
| IEEE 802.1 (802.1 AB, 802.1 AVB) | UPnP, DLNA |
| <u>Tecnología de transmisión</u> | |
| PLC: UIT-T, HPA, CEPCA, PUA, IEEE P1901 | |
| Línea de teléfono: UIT-T, Home PNA | |
| Coaxial: UIT-T, CLINK/MoCA | |
| Inalámbrica: IEEE 802.11/WiFi | |
| Ethernet: IEEE 802.3 | |

Figura I.1 – Principales órganos de normalización relacionados con la red doméstica

Por otra parte, en la Figura I.2 se muestra la posición de la presente Recomendación en el UIT-T:

- Las especificaciones de las capas 1 y 2 de la red doméstica se estudian en la Comisión de Estudio (CE) 9 y en la CE 15, mientras que la presente Recomendación trata de la arquitectura y los requisitos generales de las capas 2 y 3 de la red doméstica, sobre la base de [UIT-T G.9970]. Como la capa 2 de la presente Recomendación se concentra solamente en el puente MAC, VLAN inclusive, no hay solapamiento con otras Recomendaciones, aunque sí podría ser necesario cooperar.
- Como en la presente Recomendación se parte del supuesto de que sólo se emplea Ethernet en la red de acceso, las Recomendaciones pertinentes para la red de acceso son las de la serie UIT-T G.983.x, etc.
- Como en la presente Recomendación se gestiona la QoS en la capa de transporte, se hace referencia a las Recomendaciones sobre NGN y QoS de la CE 13 y de la CE 12, respectivamente. Por otra parte, la CE 16 estudia la arquitectura de la red doméstica y la QoS en la capa de aplicación.

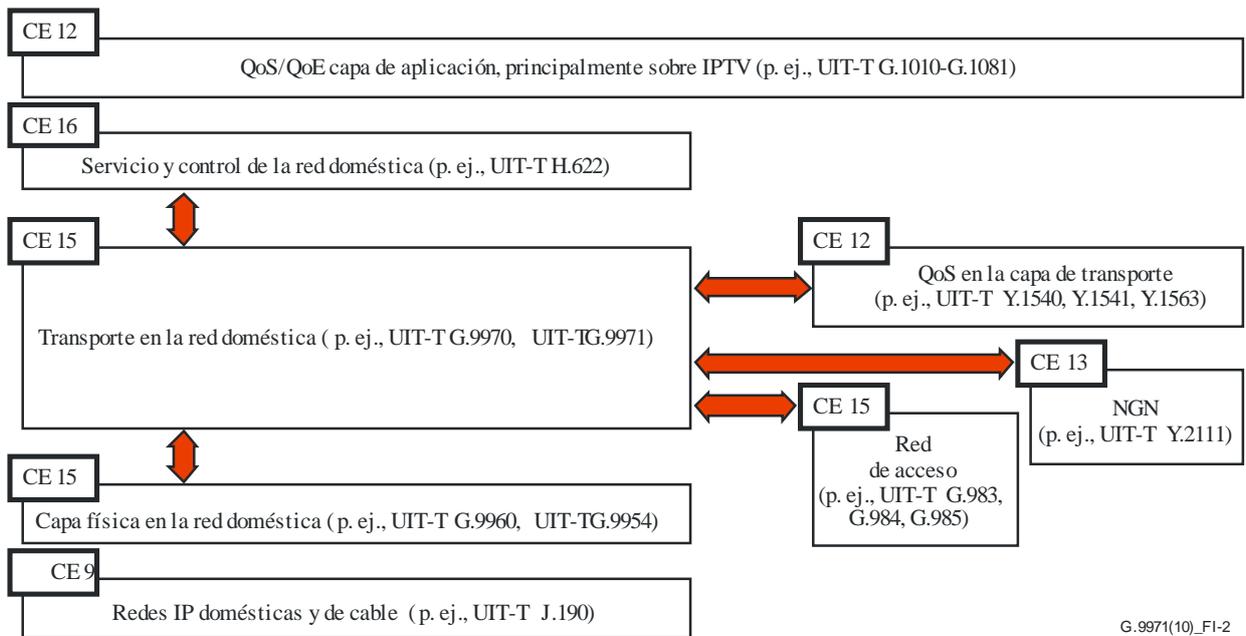


Figura I.2 – Relación entre las CE del UIT-T que estudian la red doméstica

Bibliografía

- [b-BBF TR-124] Broadband Forum TR-124 (2006), *Functional Requirements for Broadband Residential Gateway Devices*, Version 1.0.
- [b-HGI] HGI (2008), *Home gateway technical requirement*, Version 1.0.
- [b-IEEE 802.1AB] IEEE Std. 802.1AB (2009), *Station and Media Access Control Connectivity Discovery*.
- [b-ISO/IEC 29341-1] ISO/IEC 29341-1:2008, *Information technology – UPnP Device Architecture – Part 1: UPnP Device Architecture*, Version 1.0.
- [b-UIT-T Y.1223] Recomendación UIT-T Y.1223 (2008), *Directrices de interfuncionamiento para el transporte de flujos IP garantizados*.
- [b-UIT-T Y.1540] Recomendación UIT-T Y.1540 (2007), *Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet – Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet*.
- [b-UIT-T Y.2091] Recomendación UIT-T Y.2091 (2008), *Términos y definiciones aplicables a las redes de próxima generación*.
- [b-UIT-T Y.2111] Recomendación UIT-T Y.2111 (2008), *Funciones de control de recursos y admisión en las redes de próxima generación*.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

| | |
|----------------|---|
| Serie A | Organización del trabajo del UIT-T |
| Serie D | Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales |
| 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 | Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás 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 la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales |
| Serie Q | Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas |
| 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 |
| Serie Y | Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes |
| Serie Z | Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación |