

**UIT-T**

**G.8112/Y.1371**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

(10/2006)

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

Aspectos relativos a los protocolos en modo paquete  
sobre la capa de transporte – Aspectos relativos al  
protocolo MPLS sobre la capa de transporte

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

Aspectos del protocolo Internet – Transporte

---

**Interfaces para la jerarquía para conmutación  
por etiquetas multiprotocolo en la red de  
transporte (T-MPLS)**

Recomendación UIT-T G.8112/Y.1371

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 – 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        |
| Aspectos relativos al protocolo Ethernet sobre la capa de transporte  | G.8000–G.8099        |
| <b>Aspectos relativos al protocolo MPLS sobre la capa de transporte</b>   | <b>G.8100–G.8199</b> |
| Objetivos de calidad y disponibilidad (continuación de la serie G.82x)  | G.8200–G.8299        |
| Gestión de servicios  | G.8600–G.8699        |
| REDES DE ACCESO   | G.9000–G.9999        |

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

## **Recomendación UIT-T G.8112/Y.1371**

### **Interfaces para la jerarquía para conmutación por etiquetas multiprotocolo en la red de transporte (T-MPLS)**

#### **Resumen**

En esta Recomendación se especifican las interfaces para la jerarquía de transporte MPLS (T-MPLS). Estas interfaces emplean varias redes de capa de servidor, como PDH, SDH, OTH, ETH y RPR.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.8112/Y.1371 fue aprobada el 7 de octubre de 2006 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8. Este fichero incluye las modificaciones introducidas por el corrigendum 1 aprobado el 9 de enero 2007 por la Comisión de Estudio 15 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 otras Recomendaciones .....                         | 2             |
| 3.2    Términos definidos en esta Recomendación .....                            | 2             |
| 4 Abreviaturas, siglas o acrónimos .....   | 3             |
| 5 Convenios .....  | 4             |
| 6 Estructura de la interfaz de la jerarquía de transporte MPLS .....             | 4             |
| 6.1    Estructura de señal básica NNI.....                                       | 8             |
| 6.2    Estructura de la información en las interfaces de nodo de red T-MPLS..... | 10            |
| 6.3    Etiquetas T-MPLS .....  | 18            |
| 6.4    Encabezamiento suplementario T-MPLS.....                                  | 19            |
| 7 Principios de multiplexación/correspondencia.....                              | 19            |
| 7.1    Correspondencia .....   | 19            |
| 7.2    Múltiplex T-MPLS .....  | 20            |
| 7.3    Supervisión de la conexión en cascada T-MPLS .....                        | 20            |
| 8 Especificación física de las interfaces T-MPLS .....                           | 20            |



## Recomendación UIT-T G.8112/Y.1371

### Interfaces para la jerarquía para conmutación por etiquetas multiprotocolo en la red de transporte (T-MPLS)

#### 1 Alcance

En esta Recomendación se especifican las interfaces para la jerarquía de transporte MPLS (T-MPLS, *interfaces for the transport MPLS*), en particular:

- el encapsulado de señales de cliente T-MPLS en información característica T-MPLS, que estarán presentes en los enlaces T-MPLS NNI de la red de transporte;
- el encapsulado de información característica T-MPLS en las tramas de enlace T-MPLS, que estarán presentes en los enlaces T-MPLS NNI de la red de transporte;
- el interfuncionamiento del formato de trama de enlace T-MPLS, cuando se interconectan subredes T-MPLS con diferentes formatos de trama de enlace;
- la jerarquía T-MPLS en la red de transporte y la multiplexación T-MPLS correspondiente;
- la supervisión de conexiones anidadas T-MPLS, por cada nivel de jerarquía en la red de transporte;
- la T-MPLS OAM asociada con la supervisión de conexiones anidadas en la red de transporte;
- el encapsulado de información en banda del plano de control T-MPLS en las tramas de enlace T-MPLS, que estarán presentes en los enlaces T-MPLS NNI de la red de transporte.

La red T-MPLS se sirve de varias redes de capa de servidor, por ejemplo, OTH, SDH, PDH, ETH y RPR. Los requisitos específicos se describen en las Recomendaciones UIT-T del caso, en normas ANSI, en normas IEEE y en los RFC del IETF, a los cuales se hace referencia.

En esta Recomendación se especifican los LSP con unidifusión; se dejan en estudio los de multidifusión.

No se trata en esta Recomendación aspectos relacionados con el plano de control entre operadores de la T-MPLS NNI.

#### 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.704] Recomendación UIT-T G.704 (1998), *Estructuras de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44736 kbit/s.*
- [UIT-T G.707] Recomendación UIT-T G.707/Y.1322 (2007), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.*
- [UIT-T G.709] Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces para la red óptica de transporte.*

- [UIT-T G.7041] Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303 (2005), *Procedimiento de entramado genérico*.
- [UIT-T G.7043] Recomendación UIT-T G.7043/Y.1343 (2004), *Concatenación virtual de señales de la jerarquía digital plesiócrona*.
- [UIT-T G.8040] Recomendación UIT-T G.8040/Y.1340 (2005), *Correspondencia de tramas de procedimiento de entramado genérico en jerarquía digital plesiócrona*.
- [UIT-T G.8110.1] Recomendación UIT-T G.8110.1/Y.1370.1 (2006), *Arquitectura de red de capa para conmutación por etiquetas multiprotocolo en la red de transporte (T-MPLS)*.
- [UIT-T Y.1415] Recomendación UIT-T Y.1415 (2005), *Interfuncionamiento de redes Ethernet y redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo – Interfuncionamiento en el plano de usuario*.
- [UIT-T Y.1711] Recomendación UIT-T Y.1711 (2004), *Mecanismo de operación y administración para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- [ANSI T1.107] ANSI T1.107\*-2002, *Digital hierarchy – Formats Specifications*.
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3 AP-2007, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*.
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- [IETF RFC 3032] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.

### 3 Definiciones

#### 3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones

En esta Recomendación se utiliza el término siguiente definido en otras Recomendaciones.

**3.1.1 unidad de tráfico T-MPLS\_CI:** Véase [UIT-T G.8110.1].

#### 3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

**3.2.1 NNI:** Interfaz que sirve para interconectar elementos de red dentro de una red de transporte.

**3.2.2 TMH-NNI:** Una NNI que se utiliza para la transferencia de unidades de tráfico T-MPLS\_CI a través de una red de capa de transporte, a la que se hace referencia en esta Recomendación.

**3.2.3 ordenamiento de red de los bits:** Presentación de los bits en el orden en que se los transmite; los bits a la izquierda se transmiten antes que los que se muestran a la derecha.

**3.2.4 ordenamiento de los bits del más significativo al menos significativo:** Presentación de los bits en el orden binario; de derecha a izquierda  $2^n 2^{n-1} 2^{n-2} \dots 2^1 2^0$ .

---

\* ATIS mantiene las normas T1 desde noviembre de 2003.

#### 4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

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

|         |  |
|---------|--|
| CI      | Información característica ( <i>characteristic information</i> )   |
| DA      | Dirección de destino ( <i>destination address</i> )  |
| ETH     | Red de capa MAC Ethernet ( <i>Ethernet MAC layer network</i> )   |
| ETH_CI  | Información característica MAC Ethernet ( <i>Ethernet MAC characteristic information</i> )   |
| FCS     | Secuencia de verificación de trama ( <i>frame check sequence</i> )   |
| GFP     | Procedimiento de entramado genérico ( <i>generic framing procedure</i> )   |
| GFP-F   | Procedimiento de entramado genérico – Correspondencia de trama ( <i>generic framing procedure – frame mapped</i> )                       |
| IaDI    | Interfaz intradominio ( <i>intra domain interface</i> )  |
| IrDI    | Interfaz interdominios ( <i>inter domain interface</i> )   |
| LAN     | Red de área local ( <i>local area network</i> )  |
| LCAS    | Esquema de ajuste de la capacidad del enlace ( <i>link capacity adjustment scheme</i> )  |
| LLC     | Control de enlace lógico ( <i>logical link control</i> )   |
| M_SDU   | Unidad de datos de servicio MAC ( <i>MAC service data unit</i> )   |
| MAC     | Control de acceso de medios ( <i>media access control</i> )  |
| MoO     | T-MPLS sobre OTH ( <i>T-MPLS over OTH</i> )  |
| MoP     | T-MPLS sobre PDH ( <i>T-MPLS over PDH</i> )  |
| MoR     | T-MPLS sobre RPR ( <i>T-MPLS over RPR</i> )  |
| MoS     | T-MPLS sobre SDH ( <i>T-MPLS over SDH</i> )  |
| MPLS    | Conmutación por etiquetas multiprotocolo ( <i>multi-protocol label switching</i> )   |
| NNI     | Interfaz de nodo de red ( <i>network node interface</i> )  |
| ODU     | Unidad de datos de canal óptico ( <i>optical channel data unit</i> )   |
| ODUj    | Unidad de datos de canal óptico de orden j ( <i>optical channel data unit – order j</i> )  |
| ODUj-Xv | Unidad de datos de canal óptico de orden j con concatenación virtual ( <i>virtual concatenated optical channel data unit – order j</i> ) |
| ODUk    | Unidad de datos de canal óptico de orden k ( <i>optical channel data unit – order k</i> )  |
| ODUk-Xv | Unidad de datos de canal óptico de orden k con concatenación virtual ( <i>virtual concatenated optical channel data unit – order k</i> ) |
| OTH     | Jerarquía de transporte óptico ( <i>optical transport hierarchy</i> )  |
| P11s    | Capa de trayecto PDH 1544 kbit/s PDH con estructura de trama síncrona 125 μs conforme a [UIT-T G.704]                                    |
| P12s    | Capa de trayecto PDH 2048 kbit/s PDH con estructura de trama síncrona 125 μs conforme a [UIT-T G.704]                                    |
| P31s    | Capa de trayecto PDH 34 368 kbit/s PDH con estructura de trama síncrona 125 μs conforme a [UIT-T G.832]                                  |
| P4s     | Capa de trayecto PDH 139 264 kbit/s PDH con estructura de trama síncrona 125 μs conforme a [UIT-T G.832]                                 |

|         |   |
|---------|---|
| PA      | (Ethernet) Prólogo  |
| PDH     | Jerarquía digital plesiócrona ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )                                 |
| PHY     | Física ( <i>physical</i> )  |
| RFC     | Petición de comentarios ( <i>request for comments</i> )   |
| RPR     | Anillo de paquetes resistente ( <i>resilient packet ring</i> )  |
| SA      | Dirección de origen ( <i>source address</i> )   |
| SDH     | Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )                                       |
| SFD     | Delimitador de comienzo de trama ( <i>start of frame delimiter</i> )                                      |
| SNAP    | Protocolo de acceso de subred ( <i>sub-network access protocol</i> )                                      |
| STM-N   | Módulo de transporte síncrono – nivel N ( <i>synchronous transport module – level N</i> )                 |
| TM      | Transporte MPLS   |
| TMH     | Jerarquía T-MPLS ( <i>T-MPLS hierarchy</i> )  |
| TMH-NNI | Interfaz nodo-red jerarquía TMPLS ( <i>T-MPLS hierarchy network node interface</i> )                      |
| TMP     | Capa de trayecto T-MPLS ( <i>T-MPLS path layer</i> )  |
| T-MPLS  | Transporte MPLS   |
| TNE     | Elemento de red de transporte ( <i>transport network element</i> )  |
| VC      | Contenedor virtual (SDH) ( <i>virtual container (SDH)</i> )   |
| VC-m    | VC de orden inferior – orden m  |
| VC-n    | VC de orden superior – orden n  |
| VC-n-Xc | VC de orden superior – orden n, concatenado contiguamente ( <i>contiguous concatenated VC – order n</i> ) |
| VC-n-Xv | VC de orden n, concatenado virtualmente ( <i>virtual concatenated VC – order n</i> )                      |
| VLAN ID | Identificador de VLAN ( <i>VLAN identifier</i> )  |
| VLAN    | LAN virtual ( <i>virtual LAN</i> )  |

## 5 Convenios

Ninguno.

## 6 Estructura de la interfaz de la jerarquía de transporte MPLS

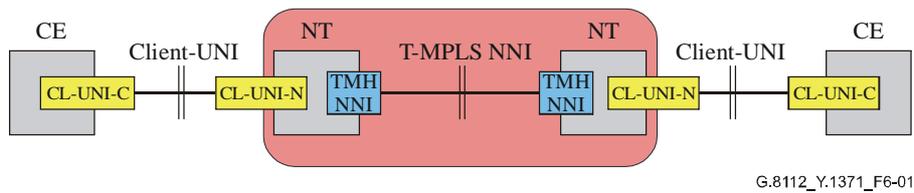
La jerarquía de transporte MPLS, especificada en [UIT-T G.8110.1], implica una clase de interfaz:

- La interfaz de la jerarquía de transporte MPLS que se especifica en esta Recomendación.

La interfaz TMH se puede emplear como una interfaz de nodo de red (NNI, *network node interface*) en la red de transporte. La TMH-NNI se puede configurar como una interfaz intradominios (IaDI, *intra-domain interface*), en un mismo dominio administrativo, y como interfaz interdominios (IrDI, *inter-domain interface*), entre dos dominios administrativos.

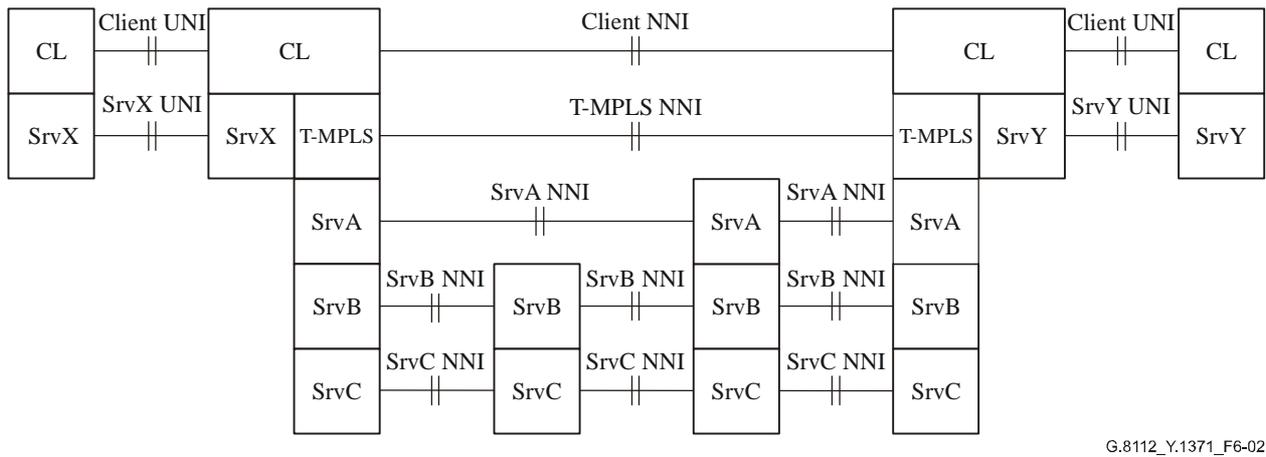
NOTA – Queda en estudio el caso de la utilización de la interfaz TMH como una interfaz usuario-red (UNI, *user-to-network interface*) T-MPLS.

La TMH-NNI podría servir como soporte para servicios de conexión de capa de cliente. Como se muestra en la figura 6-1, se emplean dos o más UNI-cliente para ese tipo de servicio.



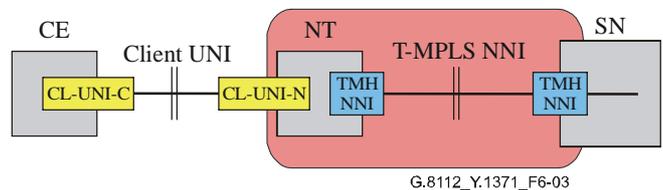
**Figura 6-1 – Ubicación Ethernet de la UNI cliente (Client-UNI) y de la T-MPLS NNI**

La UNI cliente y la T-MPLS NNI abarcan varias redes de capa, cada una de las cuales cuenta con sus propias UNI y NNI (figura 6-2).



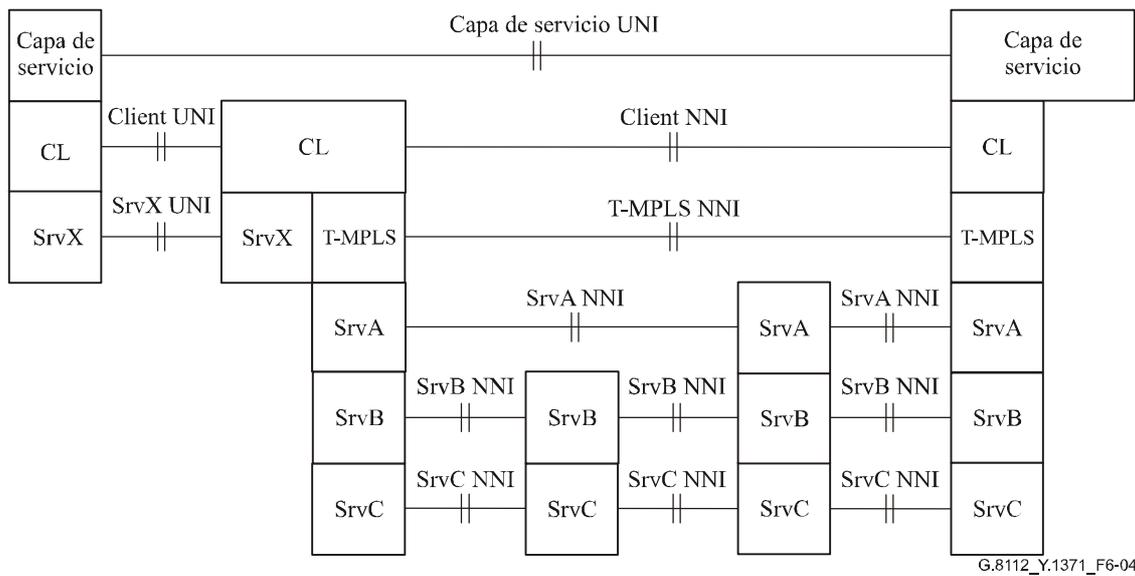
**Figura 6-2 – Ejemplo de redes de capa en la UNI cliente y la T-MPLS NNI, en caso de conexión pt-pt de capa T-MPLS**

Se podría emplear el cliente UNI para el suministro de un enlace de acceso a un nodo de servicio (SN, *service node*), por ejemplo un encaminador IP, una central ASON, etc. En este caso, el CL-UNI-C termina en el extremo del cliente (CE, *customer edge*), mientras que el CL-UNI-N lo hace en el NT. Véase la figura 6-3. Cabe observar que un SN requiere el soporte de protocolos específicos SN y es probable que también requiera el soporte de otras redes de capa. Estos protocolos relacionados con el SN y estas redes de capa no se tratan en esta Recomendación, con lo cual no se los incluye en la figura.



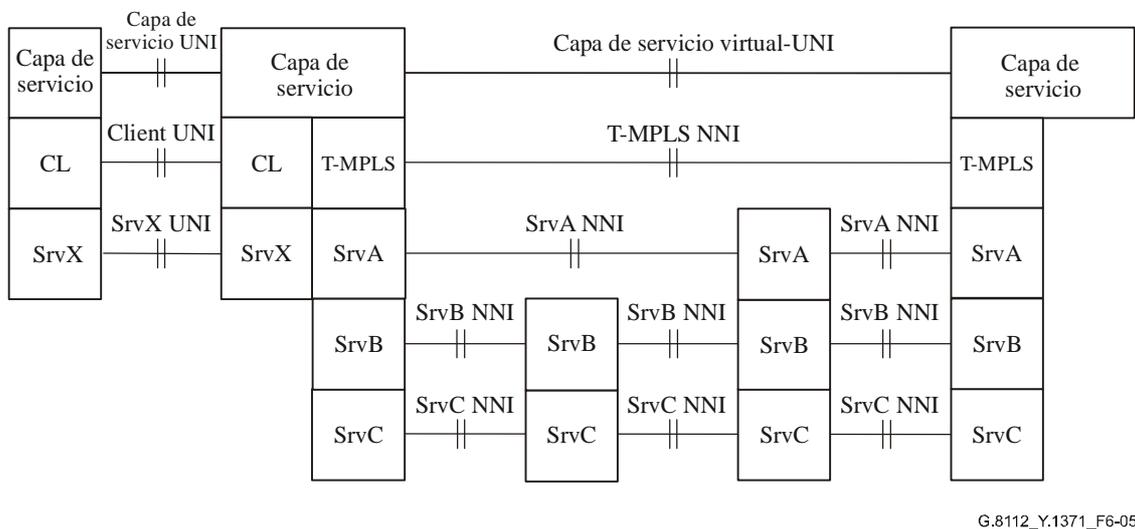
**Figura 6-3 – Ubicación del Client-UNI y de la T-MPLS NNI en un enlace de acceso a un SN**

El cliente UNI y la T-MPLS NNI abarcan varias redes de capa, cada una de la cuales tiene sus propias UNI y NNI dedicadas (figura 6-4).



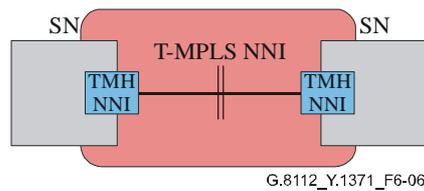
**Figura 6-4 – Ejemplo de redes de capa en un cliente UNI y una T-MPLS NNI para el caso de enlace de acceso a un nodo de servicio de capa de cliente**

Se obtiene otra configuración, en la cual el puerto de interfaz del nodo de servicio es menos complejo, cuando se termina la señal de cliente y se extrae y reenvía la señal de capa de servicio a través del encapsulado directo en unidades de tráfico T-MPLS\_CI.



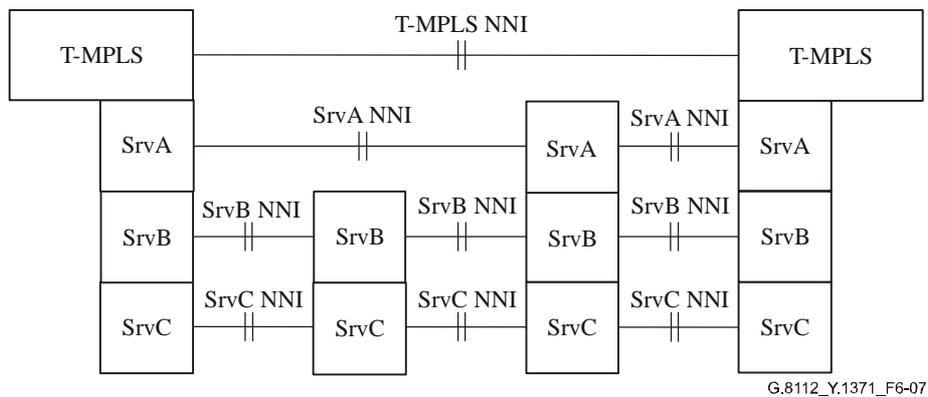
**Figura 6-5 – Ejemplo de redes de capa en caso de UNI y T-MPLS NNI de capa de servicio que soportan una capa de servicio ampliada UNI (UNI virtual) hacia un nodo de servicio**

La conexión T-MPLS también puede existir entre dos nodos de servicio, como se muestra en la figura 6-6.



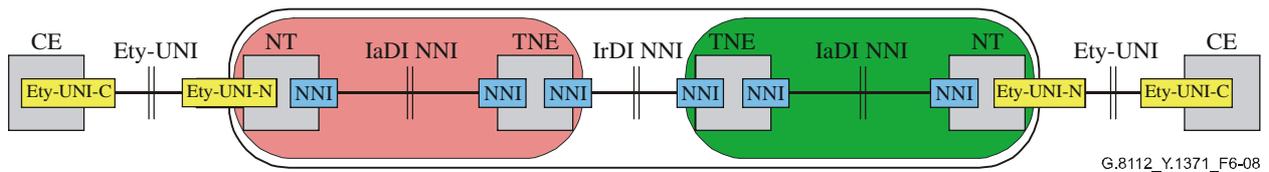
**Figura 6-6 – T-MPLS NNI entre nodos de servicio**

La T-MPLS NNI incluye varias redes de capa, cada una de las cuales tiene su propia NNI (figura 6-7).



**Figura 6-7 – Ejemplo de redes de capa en la T-MPLS NNI para la interconexión de dos nodos de servicio de capa T-MPLS**

En la figura 6-8 se indica la utilización de la T-MPLS NNI como una IaDI o una IrDI.

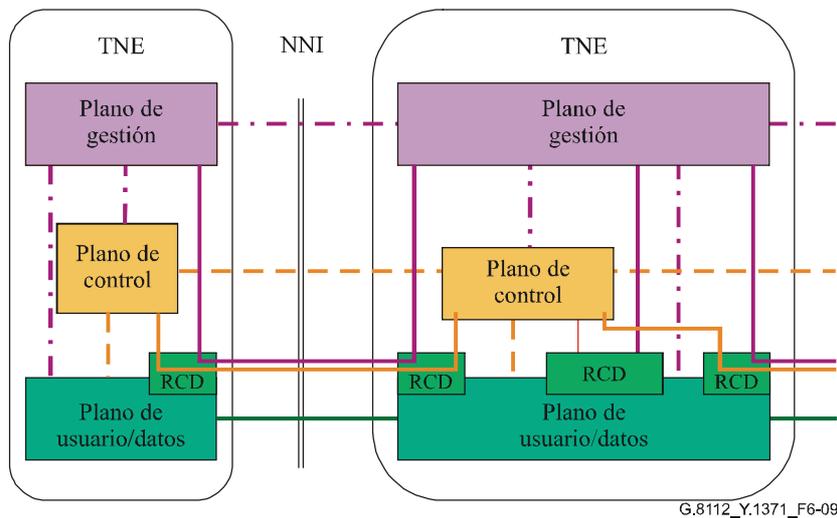


**Figura 6-8 – Ubicación de las T-MPLS NNI en una red de varios operadores**

En esta Recomendación se especifica la T-MPLS NNI, incluido el encapsulado en la capa de servicio de la T-MPLS (SrvA en las figuras 6-2, 6-4 y 6-7).

La T-MPLS NNI puede transportar elementos de información de tres planos (figura 6-9), a saber:

- el plano de datos (o de usuario), que puede, facultativamente, incluir una red de comunicación de datos (RCD) que soporte las comunicaciones tanto del plano de gestión como del de control;
- el plano de control (por ejemplo, la señalización y el encaminamiento);
- el plano de gestión.



G.8112\_Y.1371\_F6-09

**Figura 6-9 – Los tres planos de la T-MPLS NNI**

Cada NNI se divide en tres NNI específicas de cada plano:

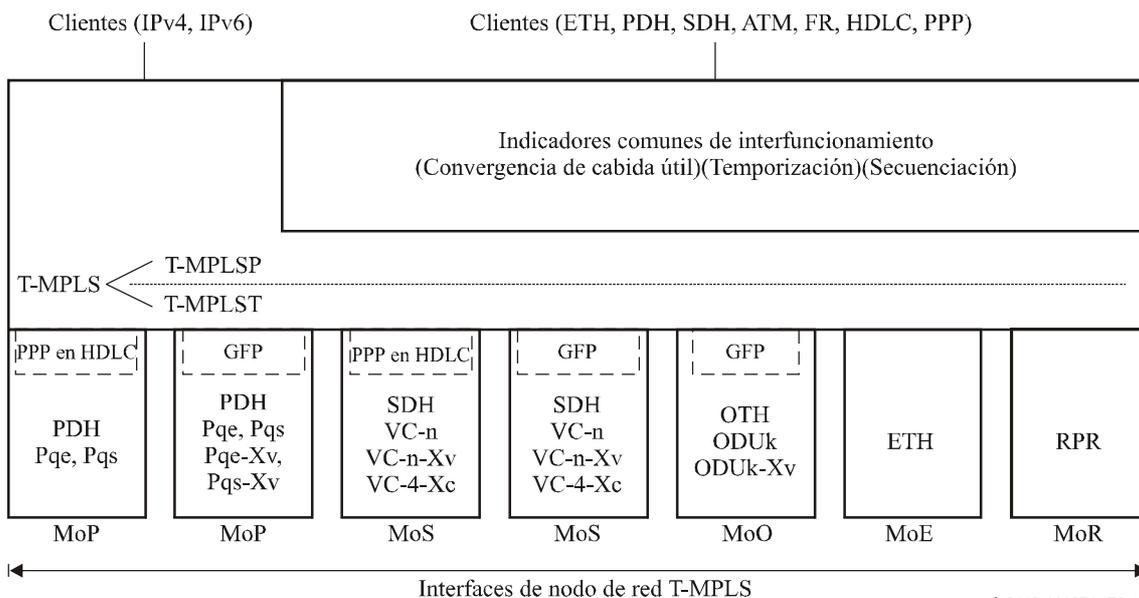
- la  $NNI_D$  para los elementos de información del plano de datos, incluida la de OAM que termina en las funciones de terminación, de adaptación y de conexión/de reenvío flujo de capa;
- la  $NNI_C$  para los elementos de información del plano de control;
- la  $NNI_M$  para los elementos de información del plano de gestión.

Las  $NNI_C$  son facultativas en una NNI.

En esta Recomendación se especifican la  $NNI_D$  y la  $NNI_C$ .

### 6.1 Estructura de señal básica NNI

La estructura básica se muestra en la figura 6-10.



G.8112\_Y.1371\_F6-10

**Figura 6-10 – Estructura de las interfaces de nodo de red T-MPLS**

### 6.1.1 Subestructura T-MPLS

La capa T-MPLS, conforme a la definición de [UIT-T G.8110.1], se divide en subcapas, a fin de soportar la tunelización (agrupación de MPLS\_CI de nivel inferior), y las funcionalidades de gestión de red y de supervisión definidas en [UIT-T G.8110.1], [UIT-T Y.1710] y [UIT-T Y.1711]:

- tunelización;
- supervisión de trayecto extremo a extremo (T-MPLSP);
- supervisión de conexión en cascada (T-MPLST);
- adaptación facultativa de señales de cliente, mediante encabezamientos de indicadores comunes de interfuncionamiento (o pseudowire).

### 6.1.2 Estructura de red de transporte T-MPLS

La interfaz de red de transporte T-MPLS está compuesta por varias capas, de las cuales sólo se muestra la primera en la figura 6-10. Las capas siguientes están fuera del alcance de esta Recomendación; se invita al lector a consultar las Recomendaciones pertinentes a cada tecnología (por ejemplo, [UIT-T G.707] para la SDH).

En esta Recomendación se definen varias interfaces T-MPLS, como se indica en la figura 6-10:

- T-MPLS sobre ETH (MoE);
- T-MPLS sobre SDH (MoS);
- T-MPLS sobre OTH (MoO);
- T-MPLS sobre PDH (MoP);
- T-MPLS sobre RPR (MoR).

En el caso del transporte con conmutación de circuitos, en los cuadros 6-1, 6-2 y 6-3 se indican los anchos de banda de cabida útil disponibles para, respectivamente, PDH, SDH y OTH.

**Cuadro 6-1 – Ancho de banda de la cabida útil para señales de trayecto PDH**

| Tipo de PDH         | Cabida útil PDH (kbit/s)                  | En pasos de (kbit/s) |
|---------------------|---|----------------------|
| P11s                | $1\ 536 - (64/24) \approx 1\ 533$         |                      |
| P12s                | 1 980                                     |                      |
| P31s                | 33 856                                    |                      |
| P32e                | $4\ 696/4\ 760 * 44\ 736 \approx 44\ 134$ |                      |
| P11s-Xv, X = 1 a 16 | $\approx 1\ 533$ a $\approx 24\ 528$      | $\approx 1\ 533$     |
| P12s-Xv, X = 1 a 16 | 1 980 a 31 680                            | 1 980                |
| P31s-Xv, X = 1 a 8  | 33 856 a 270 848                          | 33 856               |
| P32e-Xv, X = 1 a 8  | $\approx 44\ 134$ a $\approx 353\ 072$    | $\approx 44\ 134$    |

**Cuadro 6-2 – Ancho de banda de la cabida útil para los VC SDH**

| <b>Tipo de VC</b>    | <b>Cabida útil VC (kbit/s)</b> | <b>En pasos de (kbit/s)</b> |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| VC-11                | 1 600                          |                             |
| VC-12                | 2 176                          |                             |
| VC-2                 | 6 784                          |                             |
| VC-3                 | 48 384                         |                             |
| VC-4                 | 149 760                        |                             |
| VC-4-4c              | 599 040                        |                             |
| VC-4-16c             | 2 396 160                      |                             |
| VC-4-64c             | 9 584 640                      |                             |
| VC-4-256c            | 38 338 560                     |                             |
| VC-11-Xv, X = 1 a 64 | 1 600 a 102 400                | 1 600                       |
| VC-12-Xv, X = 1 a 64 | 2 176 a 139 264                | 2 176                       |
| VC-2-Xv, X = 1 a 64  | 6 784 a 434 176                | 6 784                       |
| VC-3-Xv, X = 1 a 256 | 48 384 a 12 386 304            | 48 384                      |
| VC-4-Xv, X = 1 a 256 | 149 760 a 38 338 560           | 149 760                     |

**Cuadro 6-3 – Ancho de banda de las ODU OTH**

| <b>Tipo de ODU</b>   | <b>Cabida útil OPU (kbit/s)</b>                      | <b>En pasos de (kbit/s)</b> |
|----------------------|--|-----------------------------|
| ODU1                 | 2 488 320  |                             |
| ODU2                 | $238/237 \times 9\,953\,280 \approx 9\,995\,277$     |                             |
| ODU3                 | $238/236 \times 39\,813\,120 \approx 40\,150\,519$   |                             |
| ODU1-Xv, X = 1 a 256 | 2 488 320 a 637 009 920                              | 2 488 320                   |
| ODU2-Xv, X = 1 a 256 | $\approx 9\,995\,277$ a $\approx 2\,558\,709\,902$   | $\approx 9\,995\,277$       |
| ODU3-Xv, X = 1 a 256 | $\approx 40\,150\,519$ a $\approx 10\,278\,532\,946$ | $\approx 40\,150\,519$      |

## 6.2 Estructura de la información en las interfaces de nodo de red T-MPLS

La estructura de la información en las interfaces de nodo de red T-MPLS se representa mediante relaciones y flujos de contención de información. En la figura 6-11 se muestra la más importante de dichas relaciones de contención.

### 6.2.1 Relación de contención de información de principio T-MPLS

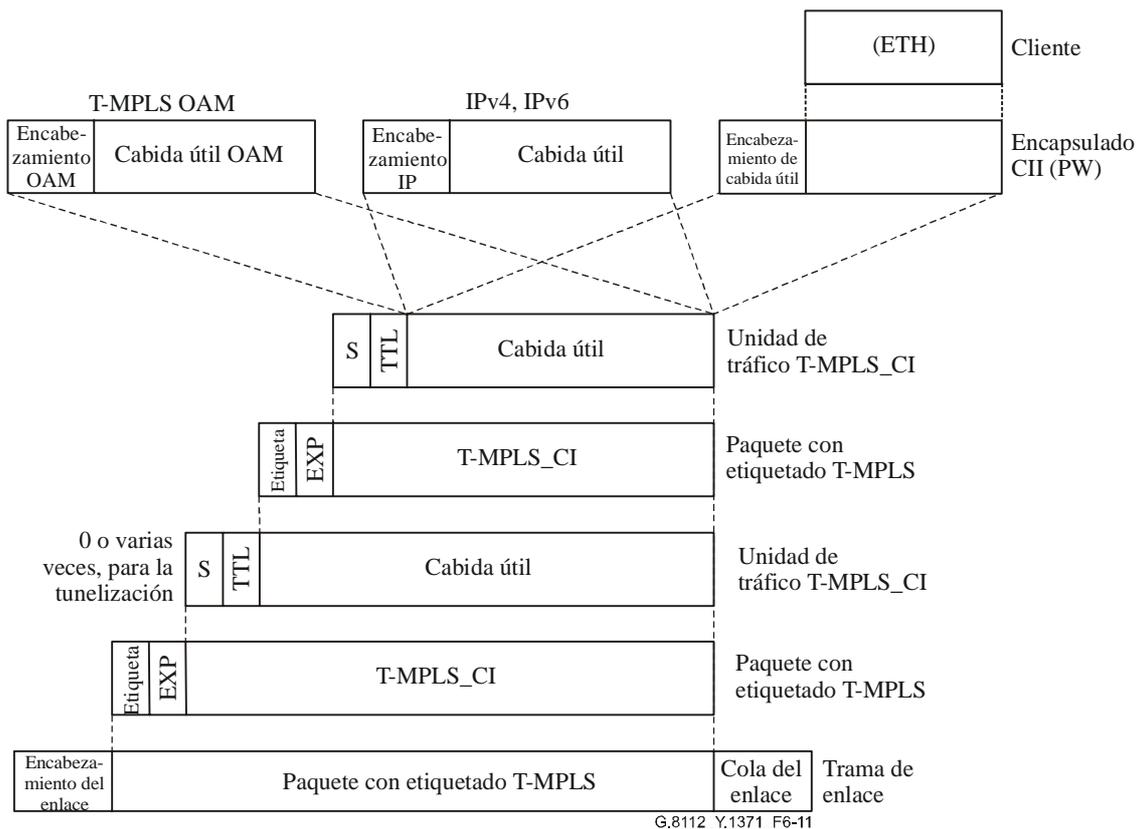
La T-MPLS\_CI se compone de un tren de unidades de tráfico T-MPLS\_CI y de unidades OAM. Las unidades de tráfico T-MPLS\_CI constan de una unidad de tráfico T-MPLS\_AI ampliada, cuyo encabezamiento T-MPLS\_CI tiene el campo TTL del encabezamiento suplementario T-MPLS (véase 6.4). La unidad de tráfico T-MPLS\_AI incluye un encabezamiento T-MPLS\_AI que contiene el campo S del encabezamiento suplementario T-MPLS y un campo de cabida útil T-MPLS. El campo de cabida útil T-MPLS transporta información adaptada de cliente o una entrada de la pila de etiquetas. Se hace corresponder una señal de cliente de la red de capa T-MPLS con el campo de cabida útil T-MPLS, a través de uno o dos encapsulados diferentes (véase la figura 6-11):

- encapsulado directo (IPv4, IPv6);

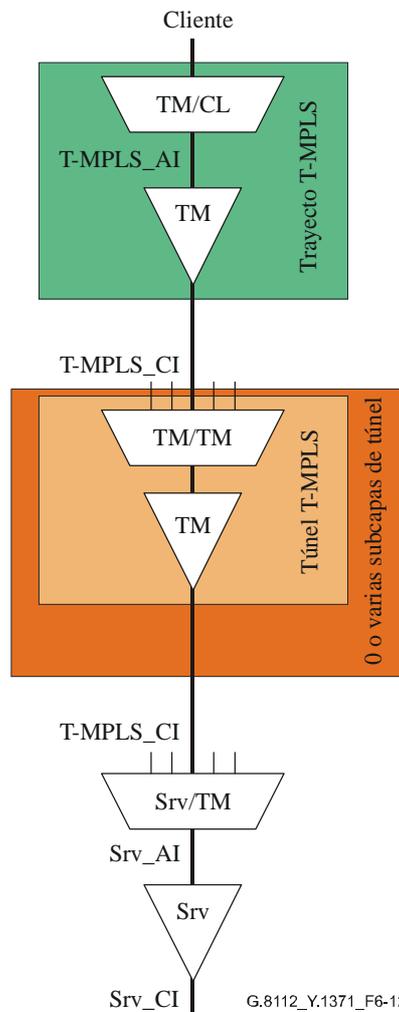
- encapsulado basado en Indicadores comunes de interfuncionamiento (o *Pseudowire*) (ETH).

**Cuadro 6-4 – Resumen de unidades encapsuladas**

| Tipo de encapsulado        | Referencia   |
|----------------------------|--|
| Encapsulado de cliente IP  | (IPv4) [IETF RFC 3032], cláusulas 2 y 3<br>(IPv6) [IETF RFC 3032], cláusulas 2 y 3 |
| Encapsulado de cliente ETH | [UIT-T Y.1415]   |
| Otros                      | Queda en estudio   |



**Figura 6-11 – Cómo se contiene la información de principio T-MPLS**

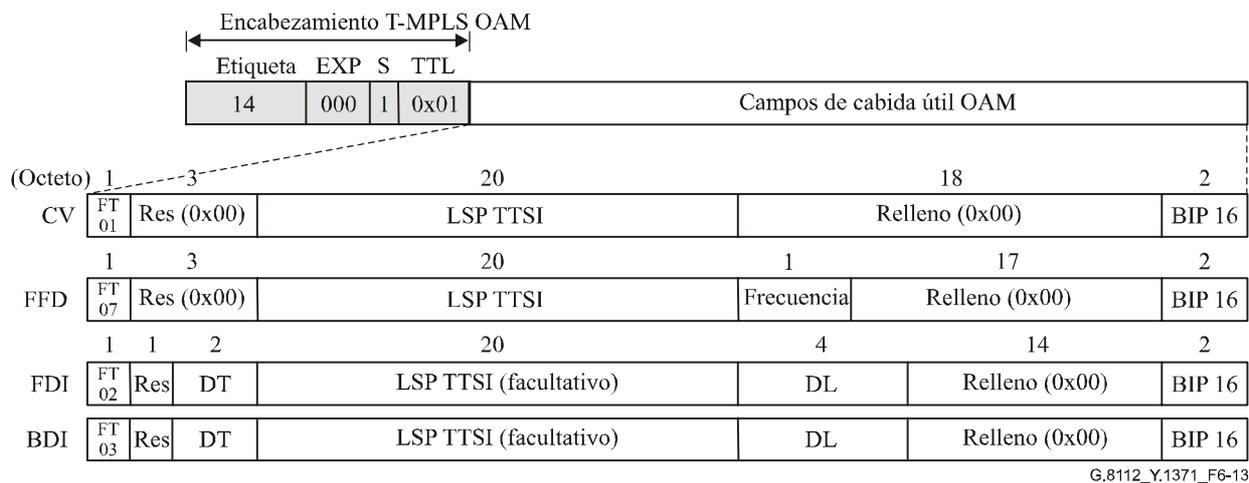


**Figura 6-12 – Ejemplo de relación de flujo de información**

### 6.2.1.1 T-MPLS OAM

La T-MPLS OAM se especifica en [UIT-T Y.1711]. En la figura 6-13 se muestra el conjunto T-PLS OAM y su formato.

El encabezamiento T-MPLS OAM se compone del encabezamiento suplementario T-MPLS, cuyo valor de etiqueta reservado es igual a 14 (Alerta OAM). El transmisor pone los campos DL y DT de los paquetes FDI y BDI OAM a todo ceros y el receptor los debe omitir. El transmisor pone el campo LSP TTSI de los paquetes FDI y BDI OAM a todo ceros y el receptor lo debe omitir. Queda en estudio el formato del campo LSP TTSI en los paquetes FFD/CV OAM dentro del alcance del T-MPLS.



**Figura 6-13 – T-MPLS OAM definido según Y.1711**

### 6.2.1.2 Encabezamientos de cabida útil

#### 6.2.1.2.1 Encabezamiento de cabida útil ETH

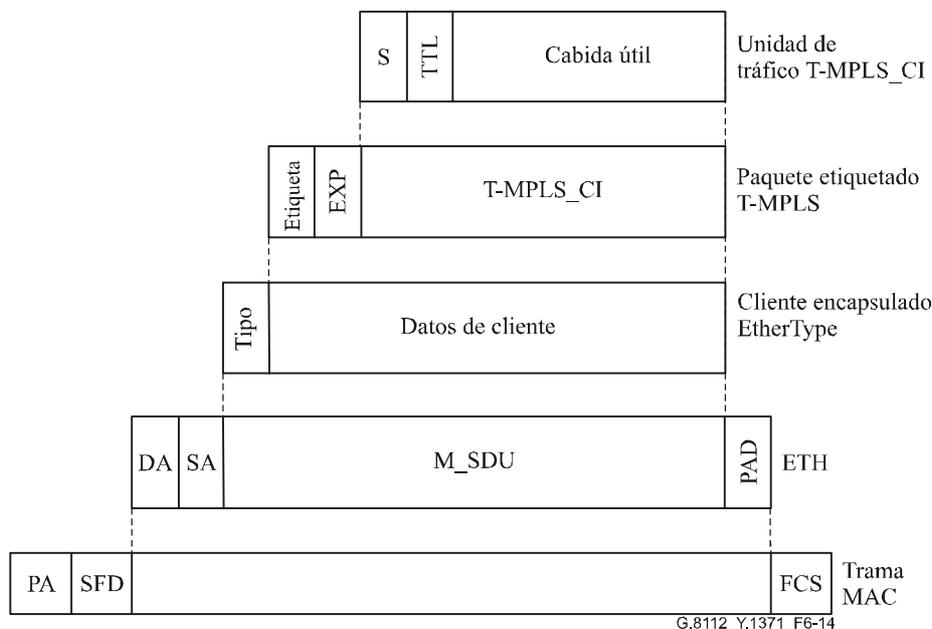
Véase 6.2.1.6/G.8012/Y.1308.

### 6.2.2 Tramas de enlace T-MPLS

#### 6.2.2.1 Trama de enlace ETH

La unidad de tráfico T-MPLS\_CI (véase [UIT-T G.8110.1]) se amplía, utilizando un campo EXP de 3 bits y una etiqueta de 20 bits, para completar el encabezamiento suplementario. Luego, se hace corresponder el paquete etiquetado T-MPLS que así se obtiene, conforme a [IETF RFC 3032], cláusula 5 y a 6.1/G.8012/Y.1308, con el campo de información de cabida útil ETH, mediante el encapsulado tipo.

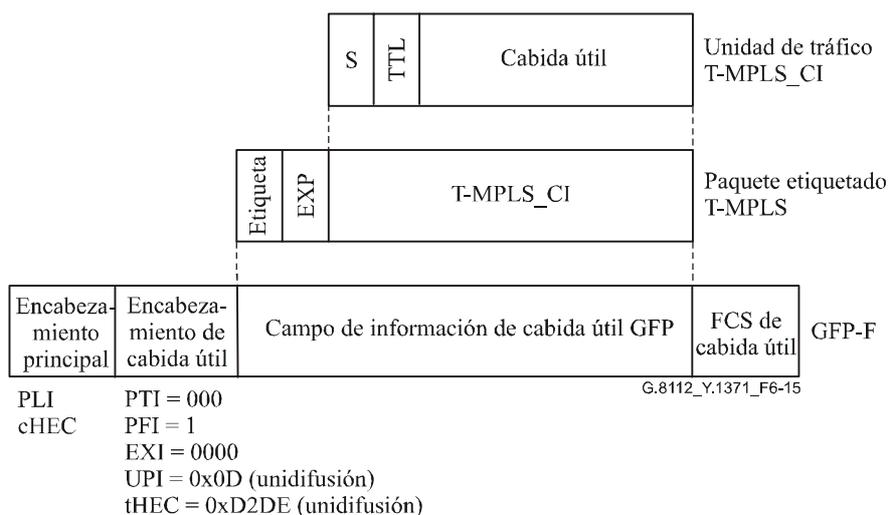
Con el encapsulado tipo, se anteponen las MAC DA, MAC SA y los campos Type. La MAC DA es la dirección MAC de la interfaz del próximo salto T-MPLS o la dirección MAC de difusión. La MAC SA es la dirección MAC de la interfaz de envío. El campo Type vale 0x8847 en el caso de unidifusión. Se añade el campo FCS 802.3 con un CRC de 32 bits. Véase la figura 6-14.



**Figura 6-14 – Encapsulamiento Tipo de trama de enlace ETH**

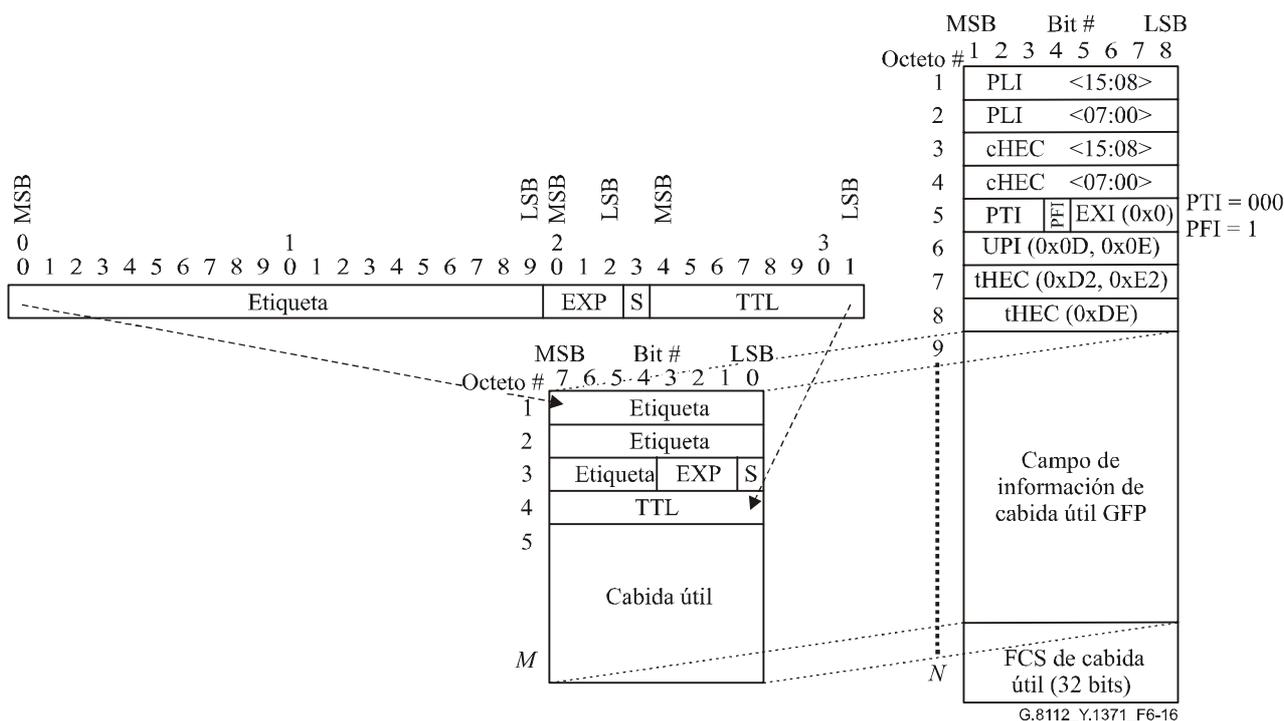
### 6.2.2.2 Trama de enlace GFP-F

La unidad de tráfico T-MPLS\_CI (véase [UIT-T G.8110.1]) se amplía, utilizando un campo EXP de 3 bits y una etiqueta de 20 bits, para completar el encabezamiento suplementario. Luego, se hace corresponder el paquete etiquetado T-MPLS que así se obtiene, conforme a la cláusula 7.6 de [UIT-T G.7041], con el campo de información de cabida útil GFP. Se anteponen el encabezamiento principal con los campos PLI y cHEC, y un encabezamiento de cabida útil con los subcampos PTI, PFI, EXI, UPI y tHEC. El subcampo PTI tiene un valor 000, el subcampo PFI un valor 1, el subcampo EXI un valor 0000 y el subcampo UPI un valor 0x0D (en caso de unidifusión). Se antepone un campo FCS de cabida útil con un CRC de 32 bits. Véase la figura 6-15. En la cláusula 6.1.2 de [UIT-T G.7041] se indica cuál es el tamaño máximo admisible del campo de información de cabida útil GFP.



**Figura 6-15 – Trama de enlace GFP-F**

En la figura 6-16 se muestra la correspondencia de los bits del paquete etiquetado T-MPLS con el campo información de cabida útil GFP en la trama GFP-F.



**Figura 6-16 – Correspondencia entre el paquete etiquetado T-MPLS y la trama de enlace GFP-F**

### 6.2.2.3 Trama de enlace RPR

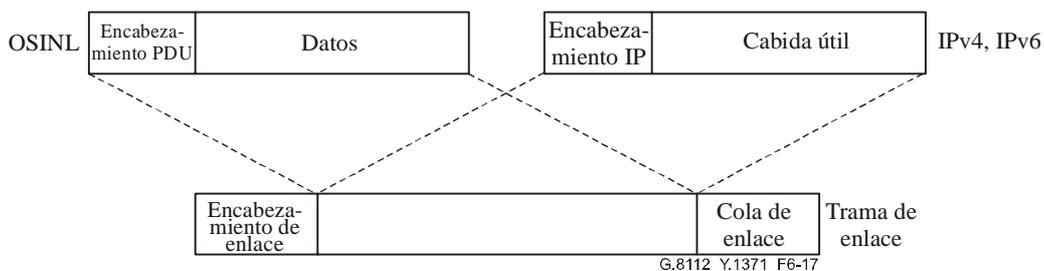
Queda en estudio.

### 6.2.3 Tramas de control T-MPLS en banda a través de enlace SCN de camino compartido

En [UIT-T G.8110.1] se definen tres alternativas para los enlaces SCN. En el caso de un enlace SCN de camino compartido, se utiliza la comunicación de plano de control T-MPLS (NNI<sub>C</sub>) a los efectos de señalización y encaminamiento.

Cuando se utilizan enlaces SCN compartidos, se encapsulan las tramas de control T-MPLS ya sea en paquetes IPv4, IPv6 o de capa de red OSI, y se los envía nativamente a través de la interfaz T-MPLS NNI (figura 6-17).

NOTA – El encapsulado de las tramas de control T-MPLS en paquetes IPv4, IPv6 u OSINL está fuera del alcance de esta Recomendación.



**Figura 6-17 – Tramas de control T-MPLS a través de enlaces SCN de camino compartido**

Es posible que el método específico de encapsulado que se emplee para enviar las tramas de enlace T-MPLS requiera otras tramas de control (por ejemplo, las tramas de control LCP y NCP, en el caso del PPP).

Las tramas de control T-MPLS se distinguen de las tramas de datos T-MPLS porque no son tramas de enlace T-MPLS: en todas las interfaces T-MPLS NNI hay que realizar la multiplexación de las tramas de enlace T-MPLS y no T-MPLS.

El método de encapsulado empleado en las tramas de control T-MPLS es el mismo que se utiliza en las tramas de enlace T-MPLS.

### 6.2.3.1 Trama de enlace ETH

El mensaje de señalización y encaminamiento se encapsula en el paquete IPv4, IPv6 u OSI CNLS (IS-IS).

El protocolo de control ARP se puede implementar en el plano de control junto con la MoE NNI. De ser el caso, hay que enviar las tramas de control ARP en banda.

Los paquetes de control se encapsulan con arreglo a las referencias normalizadas del cuadro 6-5, en el campo de información de cabida útil ETH.

**Cuadro 6-5 – Resumen de paquetes de control encapsulados ETH**

| Tipo de encapsulado                    | Referencia                | Valor tipo |
|--|---------------------------|------------|
| ARP                                    | RFC 826                   | 0x0806     |
| Paquetes de control IP                 | (IPv4) RFC 894 y RFC 1042 | 0x0800     |
|  | (IPv6) RFC 2464           | 0x86DD     |
| Paquetes de control de capa de red OSI | (OSINL)                   |            |

Con el encapsulado tipo, se anteponen los campos MAC DA, MAC SA y Type. La MAC DA es la dirección MAC de la interfaz del próximo salto o la dirección MAC de difusión (en función del paquete de control). La MAC SA es la dirección MAC de la interfaz de envío. El campo Type tiene los valores del cuadro 6-5. Se añade el campo FCS 802.3 con un CRC de 32 bits.

### 6.2.3.2 Trama de enlace GFP-F

El mensaje de señalización y encaminamiento se encapsula en el paquete IPv4, IPv6 u OSI CNLS (IS-IS).

Cuando la T-MPLS NNI utiliza el encapsulado GFP-F, no hay más protocolos de control definidos.

Los paquetes de control se encapsulan con arreglo a las referencias normalizadas del cuadro 6-6, en el campo de información de cabida útil GFP. Se anteponen un encabezamiento principal con campos PLI y cHEC, y un encabezamiento de cabida útil que tenga subcampos PTI, PFI, EXI, UPI y tHEC. El subcampo PTI vale 000, el subcampo PFI, vale 1, el subcampo EXI, vale 0000 y el subcampo UPI tiene los valores definidos en el cuadro 6-6. Se añade un campo FCS de cabida útil cuyo CRC tenga 32 bits.

**Cuadro 6-6 – Resumen de paquetes de control encapsulados GFP-F**

| Tipo de encapsulado                    | Referencia                             | Valor UPI |
|--|--|-----------|
| Paquetes de control IP                 | (IPv4) cláusula 7.7 de [UIT-T G.7041]  | 0x10      |
|  | (IPv6) cláusula 7.7 de [UIT-T G.7041]  | 0x11      |
| Paquetes de control de capa de red OSI | (OSINL) cláusula 7.7 de [UIT-T G.7041] | 0x0F      |

### 6.2.3.3 Trama de enlace RPR

Queda en estudio.

### 6.2.4 T-MPLS UNI

Queda en estudio.

### 6.2.5 T-MPLS NNI

Las interfaces que se enumeran a continuación soportan la T-MPLS NNI.

#### 6.2.5.1 MoE NNI

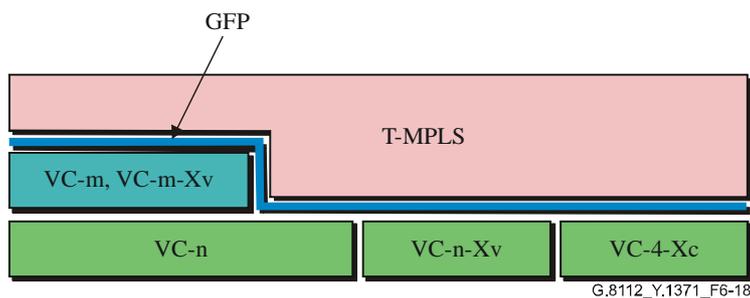
El T-MPLS a través de la ETH (MoE) NNI emplea el encapsulado Type basado en tramas de enlace ETH, conforme a lo especificado en la cláusula 6.2.2.1. En la Rec. UIT-T G.8012/Y.1308 se indica la correspondencia entre una trama de enlace ETH y una trama de enlace ETY.

#### 6.2.5.2 MoS NNI

El T-MPLS a través de la SDH (MoS) NNI utiliza tramas de enlace GFP-F, como se especifica en la cláusula 6.2.2.2. En la cláusula 10.6 de [UIT-T G.707] se indica la correspondencia entre tramas de enlace GFP-F y los VC-11/VC-11-Xv, VC-12/VC-12-Xv, VC-3/VC-3-Xv, VC-4/VC-4-Xv y VC-4-Xc.

En [UIT-T G.707] se trata la tara de trayecto y la concatenación virtual de los VC.

En la figura 6-18 se muestran los componentes del T-MPLS a través de la SDH NNI, cuando se utiliza el encapsulado por defecto.

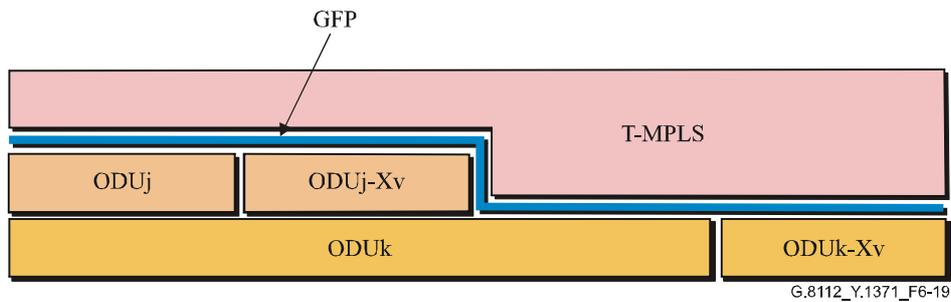


**Figura 6-18 – Componentes del T-MPLS a través de la SDH NNI, cuando se utiliza el encapsulado GFP-F**

#### 6.2.5.3 MoO NNI

El T-MPLS a través de la OTH NNI utiliza las tramas de enlace GFP-F, como se especifica en la cláusula 6.2.2.2. En la figura 6-19 se muestran sus componentes. La correspondencia entre la trama de enlace GFP-F y las ODUj/ODUk y ODUj-Xv se especifica en las cláusulas 17.3 y 18.2.4 respectivamente de [UIT-T G.709].

En [UIT-T G.709] se trata la tara de trayecto y la concatenación virtual de las ODU.



**Figura 6-19 – Componentes del T-MPLS a través de la OTH NNI**

#### 6.2.5.4 MoP NNI

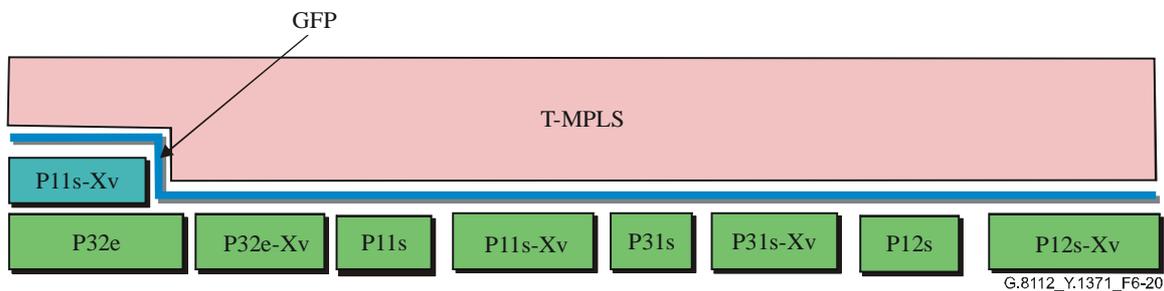
El T-MPLS a través de la PDH NNI utiliza la trama de enlace GFP-F, como se especifica en la cláusula 6.2.2.2.

La correspondencia entre las tramas de enlace GFP-F con las P11s/P11s-Xv, P12s/P12s-Xv, P31s/P31s-Xv y P32e/P32e-Xv se especifica en [UIT-T G.8040].

La estructura de trama de las P11s, P12s y P32e se especifica en [UIT-T G.704], la estructura de trama de la P31e en la Rec. UIT-T G.951 y la de la P31s en la Rec. UIT-T G.832. La concatenación virtual de las señales P11s, P12s, P32s y P32e se trata en [UIT-T G.7043].

Para el caso de la P32e canalizada, la multiplexación directa de las P11s en las P32e se especifica en la cláusula 9.3 de [ANSI T1.107].

En la figura 6-20 se ilustra la relación de los componentes del T-MPLS a través de la PDH NNI cuando se emplea la GFP-F.



**Figura 6-20 – Componentes del T-MPLS a través de la PDH NNI cuando se emplea la GFP-F**

#### 6.2.5.5 MoR NNI

Queda en estudio.

### 6.3 Etiquetas T-MPLS

A los efectos de la identificación de conexión T-MPLS, se dispone de 20 bits en el campo etiqueta del encabezamiento suplementario. Algunos de dichos valores se atribuyen con anticipación. En el cuadro 6-7 se describe su interpretación.

**Cuadro 6-7 – Interpretación de valores de etiqueta T-MPLS**

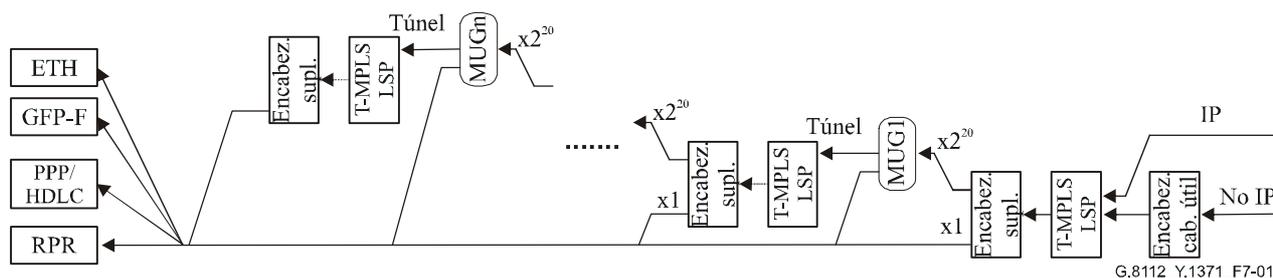
| Valor de etiqueta T-MPLS   | Interpretación  |
|--|---|
| 0-3  | Definido en [IETF RFC 3032]; no se utiliza en T-MPLS  |
| 4-13   | Reservado para normalización futura (nota)  |
| 14   | Etiqueta de alerta OAM (véase [UIT-T Y.1711] y RFC 3429)                                      |
| 15   | Reservado para normalización futura (nota)  |
| 16-1 048 575   | Intervalo de identificador de conexión T-MPLS (valores atribuidos conforme a [IETF RFC 3031]) |
| NOTA – IANA atribuye estos valores mediante el procedimiento de acción de consenso del IETF. |   |

## 6.4 Encabezamiento suplementario T-MPLS

La unidad de tráfico T-MPLS incluye uno o varios encabezamientos suplementarios MPLS, como se definen en [IETF RFC 3031] y se especifican, en tanto que componente de una pila de etiquetas, en la cláusula 2 de [IETF RFC 3032].

## 7 Principios de multiplexación/correspondencia

En la figura 7-1 se muestra la relación entre diversos elementos de estructura de información y se indica la estructura de multiplexación y las correspondencias para el T-MPLS de señales de cliente con tramas de enlace.



**Figura 7-1 – Correspondencia, multiplexación y supervisión de segmentos T-MPLS**

### 7.1 Correspondencia

Se hace corresponder directamente la señal de cliente con el LSP T-MPLS (clientes IP), o indirectamente a través del encapsulado que se basa en los indicadores comunes de interfuncionamiento (CII, *common interworking indicators*) (clientes no IP). Cuando se tiene el encapsulado basado en los CCI, puede haber una o varias etapas más de encapsulado: un protocolo en tiempo real y unos indicadores comunes de interfuncionamiento. Véase 6.2.1.2.

Se puede añadir la T-MPLS OAM (véase 6.2.1.1) y ambos paquetes, de datos y OAM, se extienden utilizando un encabezamiento suplementario (véase 6.4).

Luego, los paquetes T-MPLS se hacen corresponder con las tramas de enlace que vengan al caso, conforme a 6.2.2, y entonces dichas tramas de enlace se transportan a través de un enlace topológico T-MPLS.

## **7.2 Múltiplex T-MPLS**

El mecanismo de formación de pilas de etiquetas T-MPLS proporciona una capacidad de multiplexación T-MPLS LSP de enésimo nivel. La etiqueta de 20 bits en el encabezamiento suplementario identifica los componentes T-MPLS que forman la señal agrupada (túnel T-MPLS).

## **7.3 Supervisión de la conexión en cascada T-MPLS**

Puede ocurrir que no sea posible efectuar la multiplexación durante todas etapas de la formación de pilas, a fin de soportar uno o varios niveles de supervisión de la conexión en cascada T-MPLS. El mecanismo citado queda en estudio.

## **8 Especificación física de las interfaces T-MPLS**

No hay interfaces físicas T-MPLS dedicadas. Las interfaces T-MPLS vienen soportadas por las interfaces físicas que se especifican en las siguientes tecnologías de transporte: PDH, SDH, OTH y Ethernet.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

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

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN</b>   |                      |
| 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          |
| <b>ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET</b>   |                      |
| 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        |
| <b>Transporte</b>  | <b>Y.1300–Y.1399</b> |
| 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        |
| <b>REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN</b>  |                      |
| 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.*

## 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   |
| <b>Serie G</b> | <b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>  |
| 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                                 |