

UIT-T

G.8110/Y.1370

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(01/2005)

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

Aspectos relativos al protocolo Ethernet sobre la red de
transporte – Aspectos relativos al protocolo MPLS sobre
la red de transporte

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

Aspectos del protocolo Internet – Transporte

Arquitectura de la red de capa con conmutación por etiquetas multiprotocolo

Recomendación UIT-T G.8110/Y.1370

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 SATELITE 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	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 AL PROTOCOLO ETHERNET SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
Generalidades	G.8000–G.8099
Aspectos relativos al protocolo MPLS sobre la capa de transporte	G.8100–G.8199
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.8200–G.8299
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

Recomendación UIT-T G.8110/Y.1370

Arquitectura de la red de capa con conmutación por etiquetas multiprotocolo

Resumen

Esta Recomendación describe, utilizando la metodología de modelo especificada en las Recs. UIT-T G.805 y G.809, la arquitectura funcional de las redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS). La funcionalidad de la red MPLS se describe desde una perspectiva de red, teniendo en cuenta en dichas redes su estratificación, la definición de información característica, las asociaciones cliente/servidor, la topología de interconexión de redes y su funcionalidad. La arquitectura funcional de las redes de servidor utilizadas por la red MPLS queda fuera del alcance de esta Recomendación. Dichas arquitecturas se describen en otras Recomendaciones del UIT-T o en Normas RFC del IETF.

Esta Recomendación se basa en las Normas RFC 3031, 3032, 3270 y 3443 del IETF.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.8110/Y.1370 fue aprobada el 13 de enero de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2005

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 Abreviaturas, siglas o acrónimos	4
5 Convenios	5
6 Arquitectura funcional de transporte de las redes MPLS	5
6.1 General	5
6.2 Estructura estratificada de la red MPLS	5
7 Descripción de la arquitectura funcional de encabezamiento complementario MPLS basada en la Rec. UIT-T G.809.....	7
7.1 Red de capa MPLS	7
7.2 Partición de red de capa MPLS	13
7.3 Comportamiento de etiquetas MPLS.....	15
7.4 Supresión en el penúltimo salto (PHP).....	20
7.5 Túneles LSP.....	24
8 Arquitectura funcional basada en el encabezamiento complementario MPLS, conforme a la Rec. UIT-T G.805.....	26
8.1 Red de capa MPLS	26
8.2 Partición de red de capa MPLS	31
8.3 Comportamiento de subred MPLS	31
8.4 Supresión en el penúltimo salto (PHP).....	32
8.5 Túneles LSP.....	32
9 Jerarquías MPLS.....	32
9.1 Jerarquías MPLS G.809.....	32
9.2 Jerarquías MPLS G.805.....	33
9.3 Jerarquías MPLS heterogéneas.....	34
10 Asociaciones servidor/cliente	37
10.1 Adaptación MPLS/cliente	38
10.2 Adaptación servidor no MPLS/MPLS.....	39
11 Control de red MPLS.....	39
12 Técnicas de supervivencia MPLS.....	39
12.1 Técnicas de protección	39
12.2 Restablecimiento de red	39
13 MPLS y soporte de la arquitectura Diff-Serv	40
13.1 Diagramas de referencia para los modelos uniforme, tubería y tubería corta	41
13.2 Comportamiento TTL MPLS	44

	Página
13.3 Comportamiento EXP MPLS	48
13.4 Fusión de LSP y soporte de Diff-Serv	53
Anexo A – Modelo funcional para la fragmentación de paquetes en una red MPLS	54
Anexo B – Procesamiento de etiquetas reservadas	55
Anexo C – Equivalencia entre G.809 y G.805	58
Anexo D – Multiplexación MPLS e IP	58
Apéndice I – Modelo funcional para describit el uso de ECMP en redes MPLS	60

Recomendación UIT-T G.8110/Y.1370

Arquitectura de la red de capa con conmutación por etiquetas multiprotocolo

1 Alcance

Esta Recomendación describe, utilizando la metodología de modelado especificada en las Recs. UIT-T G.805 y G.809, la arquitectura funcional de las redes de plano de portador MPLS. La funcionalidad de la red MPLS se describe desde una perspectiva de red, teniendo en cuenta en dichas redes su estratificación, la información característica de cliente, las asociaciones cliente/servidor, la topología de interconexión de redes y su funcionalidad que permiten la transmisión, multiplexación, supervisión, calidad de funcionamiento y supervivencia de las señales MPLS.

La base de esta primera versión de esta Recomendación es la especificación de MPLS contenida en las Normas RFC 3031, 3032, 3270 y 3443 del IETF.

No se describe en esta versión la MPLS OAM especificada en las Recs. UIT-T Y.1711, Y.1712 e Y.1713. En la próxima versión de esta Recomendación se añadirá junto con otro MPLS OAM en desarrollo en el IETF.

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.

- Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*.
- Recomendación UIT-T Y.1711 (2004), *Mecanismo de operación y administración para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- Recomendación UIT-T Y.1712 (2004), *Funcionalidad de operación y mantenimiento para el interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono*.
- Recomendación UIT-T Y.1713 (2004), *Detección de derivación errónea en redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- IETF RFC 3270 (2002), *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services*.
- IETF RFC 3443 (2003), *Time To Live (TTL) Processing in Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Networks*.

3 Definiciones

Esta Recomendación utiliza los siguientes términos definidos en la Rec. UIT-T G.805:

- 3.1** punto de acceso
- 3.2** información adaptada
- 3.3** información característica
- 3.4** relación cliente/servidor
- 3.5** conexión
- 3.6** punto de conexión
- 3.7** red de capa
- 3.8** enlace
- 3.9** conexión de enlace
- 3.10** matriz
- 3.11** red
- 3.12** conexión de red
- 3.13** puerto
- 3.14** punto de referencia
- 3.15** subred
- 3.16** conexión de subred
- 3.17** punto de conexión de terminación
- 3.18** camino
- 3.19** terminación de camino
- 3.20** transporte
- 3.21** entidad de transporte
- 3.22** función de procesamiento de transporte
- 3.23** conexión unidireccional
- 3.24** camino unidireccional

Esta Recomendación utiliza los siguientes términos definidos en la Rec. UIT-T G.809:

- 3.25** punto de acceso
- 3.26** información adaptada
- 3.27** información característica
- 3.28** relación cliente/servidor
- 3.29** camino sin conexión
- 3.30** flujo
- 3.31** dominio de flujo
- 3.32** flujo de dominio de flujo
- 3.33** punto de flujo
- 3.34** pool de puntos de flujo

- 3.35 terminación de flujo
- 3.36 sumidero de terminación de flujo
- 3.37 fuente de terminación de flujo
- 3.38 red de capa
- 3.39 flujo de enlace
- 3.40 red
- 3.41 flujo de red
- 3.42 puerto
- 3.43 punto de referencia
- 3.44 unidad de tráfico
- 3.45 transporte
- 3.46 entidad de transporte
- 3.47 función de procesamiento de transporte
- 3.48 punto de flujo de terminación

Esta Recomendación utiliza los siguientes términos definidos en RFC 3031:

- 3.49 reenvío de clase de equivalencia (*forwarding equivalence class*)
- 3.50 etiqueta (*label*)
- 3.51 fusión de etiquetas (*label merging*)
- 3.52 paquete etiquetado (*labelled packet*)
- 3.53 pila de etiquetas (*label stack*)
- 3.54 permuta de etiquetas (*label swap*)
- 3.55 permutación de etiquetas (*label swapping*)
- 3.56 salto conmutado por etiqueta (*label switched hop*)
- 3.57 trayecto conmutado por etiqueta (*label switched path*)
- 3.58 pila de etiquetas MPLS (*MPLS label stack*)

Esta Recomendación utiliza los siguientes términos definidos en RFC 3032:

- 3.59 fondo de la pila (*bottom of stack*)
- 3.60 tiempo de vida (*time to live*)
- 3.61 uso experimental (*experimental use*)
- 3.62 valor de etiqueta (*label value*)
- 3.63 etiqueta nula explícita IPv4 (*IPv4 explicit null label*)
- 3.64 etiqueta de alerta de encaminador (*router alert label*)
- 3.65 etiqueta nula explícita IPv6 (*IPv6 explicit null label*)
- 3.66 nula implícita (*implicit null*)

Esta Recomendación utiliza los siguientes términos definidos en RFC 3270:

- 3.67 comportamiento por salto (*per hop behaviour*)

3.68 LSP de clase de calendarización PHB inferida por EXP (*EXP inferred PHB scheduling class LSP*)

3.69 LSP de clase de calendarización PHB inferida por etiqueta (*label inferred PHB scheduling class LSP*)

Esta Recomendación define el siguiente término:

3.70 **capa Z:** Subcapa para modelar la supresión en el penúltimo salto. Una subcapa Z es una subcapa basada en el flujo. El dominio de flujo de capa Z es un dominio de flujo de nivel matriz. Un flujo de red Z tiene siempre la forma flujo de enlace – flujo de dominio de flujo – flujo de enlace.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

Esta Recomendación utiliza las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

AG Grupo de acceso (*access group*)

AI Información adaptada (*adapted information*)

AP Punto de acceso (*access point*)

BA Agregado de comportamiento (*behaviour aggregate*)

CI Información característica (*characteristic information*)

CP Punto de conexión (*connection point*)

DSCP Punto de código de servicio diferenciado (*diff-serv code point*)

E-LSP LSP de PSC inferida por EXP (*EXP-inferred-PSC LSP*)

EXP Uso experimental (*experimental use*)

FDF Flujo de dominio de flujo (*flow domain flow*)

FEC Reenvío de clase de equivalencia (*forwarding equivalence class*)

FP Punto de flujo (*flow point*)

FPP Pool de puntos de flujo (*flow point pool*)

FT Terminación de flujo (*flow termination*)

FTP Punto de terminación de flujo (*flow termination point*)

LF Flujo de enlace (*link flow*)

LSP Trayecto conmutado por etiqueta (*label switched path*)

L-LSP LSP de PSC inferida sólo por etiqueta (*label-only-inferred PSC LSP*)

MPLS Conmutación por etiquetas multiprotocolo (*multi-protocol label switching*)

NF Flujo de red (*network flow*)

OA Agregado ordenado (*ordered aggregate*)

PHB Comportamiento por salto (*per hop behaviour*)

PHP Supresión en el penúltimo salto (*penultimate hop pop*)

PSC Clase de calendarización PHB (*PHB scheduling class*)

S Fondo de la pila (*bottom of stack*)

TCP Punto de conexión de terminación (*termination connection point*)

TFP Punto de flujo de terminación (*termination flow point*)

TFPP Pool de puntos de flujo de terminación (*termination flow point pool*)

TTL Tiempo de vida (*time-to-live*)

5 Convenios

El convenio para los diagramas de las redes de capa con conexión descritas en esta Recomendación es el de la Rec. UIT-T G.805.

El convenio para los diagramas de las redes de capa sin conexión descritas en esta Recomendación es el de la Rec. UIT-T G.809, con excepción de los colores de los símbolos de función atómica y puerto.

Todas las entidades de transporte de esta Recomendación son unidireccionales.

6 Arquitectura funcional de transporte de las redes MPLS

6.1 General

La arquitectura funcional de las redes de transporte MPLS se describe utilizando las técnicas de modelado definidas en las Recs. UIT-T G.805 y G.809. Las redes MPLS pueden tener comportamiento con conexión o sin conexión, la arquitectura funcional basada en el modelo de flujo G.809 y en el de conexión G.805 es en conjunto suficiente para modelar la arquitectura MPLS. En esta Recomendación se presentan los aspectos específicos relativos a la información característica, las asociaciones cliente/servidor, la topología y la partición de las redes de transporte MPLS. Esta Recomendación utiliza la terminología, arquitectura funcional y convenios para diagramas definidos en las Recs. UIT-T G.805 y G.809.

La descripción de la arquitectura MPLS se organiza como sigue:

- Arquitectura funcional MPLS basada en encabezamientos específicos MPLS (encabezamiento complementario MPLS).
 - La arquitectura funcional de las redes MPLS que soportan propiedades de flujo, por ejemplo, flujos multipunto a punto en forma de árboles LSP multipunto a punto en una sola red de capa, se describe en la cláusula 7 utilizando el modelo de flujo G.809.
 - La arquitectura funcional de las redes MPLS que presentan comportamiento con conexión se describe en la cláusula 8 utilizando el modelo de conexión G.805.
 - Las jerarquías MPLS pueden describirse utilizando un modelo G.805 o un modelo G.809. Además, una jerarquía MPLS puede necesitar tanto de una descripción basada en G.805 como en G.809 para distintos niveles de la jerarquía. Las jerarquías MPLS se describen en la cláusula 9.
- Arquitectura funcional MPLS basada en el encapsulado de etiquetas MPLS dentro del encabezamiento de otra tecnología.
 - Este aspecto no se considera en esta versión de la Recomendación.

La utilización de multidifusión queda en estudio.

6.2 Estructura estratificada de la red MPLS

Se define una red de capa en la arquitectura de la red de transporte MPLS:

- red de capa MPLS.

La red de capa MPLS es una red de capa de trayecto. La información característica de la red de capa MPLS puede transportarse a través de enlaces MPLS soportados por caminos de otras redes de capa de trayecto (por ejemplo red de capa MAC Ethernet, SDH VC-n, OTH ODUk).

6.2.1 Información adaptada MPLS

La información adaptada de red de capa MPLS es un flujo (dis)continuo de unidades de tráfico MPLS_AI. La unidad de tráfico MPLS-AI se compone de un encabezamiento MPLS_AI que contiene el campo S del encabezamiento complementario MPLS y un campo de cabida útil MPLS. Este último transporta información de cliente adaptada.

6.2.2 Información característica MPLS

La información característica de red de capa MPLS es un flujo (dis)continuo de unidades de tráfico MPLS_CI.

La unidad de tráfico MPLS_CI se compone de una unidad de tráfico MPLS_AI ampliada con un encabezamiento MPLS_CI que contiene el campo TTL del encabezamiento complementario MPLS.

NOTA – La etiqueta de 20 bits MPLS y el campo EXP de 3 bits se consideran parte del encabezamiento MPLS (RFC 3031). En el modelo de red de capa, ambos se asocian con el enlace MPLS, y no con la información característica MPLS.

Cuando la red de capa de cliente de MPLS es ella misma MPLS, la información de cabida útil incluye la unidad de tráfico MPLS_CI ampliada con un campo EXP de 3 bits y una etiqueta de 20 bits del encabezamiento complementario MPLS. En este caso, la cabida útil es equivalente a un paquete etiquetado en RFC 3031. Las estructuras de información en la figura 1 se presentan junto con su relación con las entradas de pila de etiquetas.

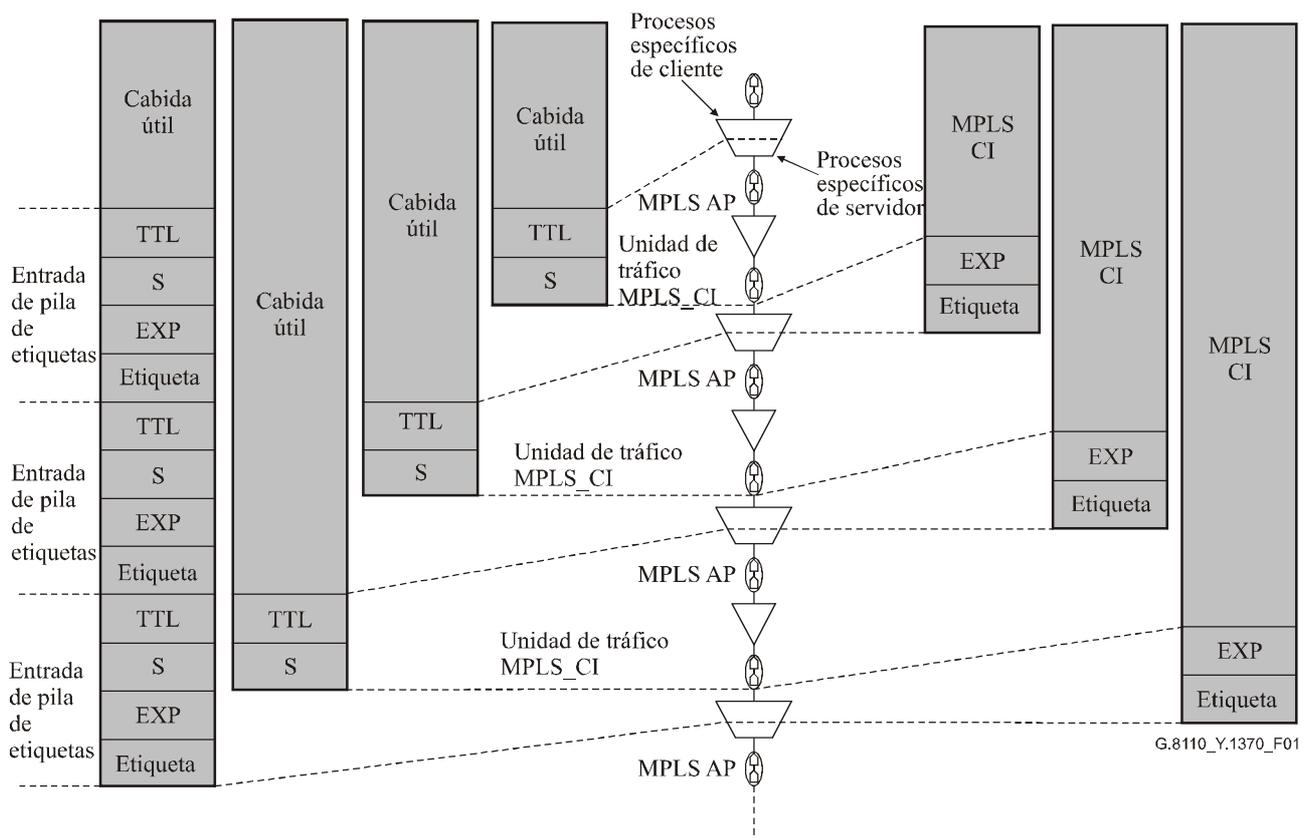
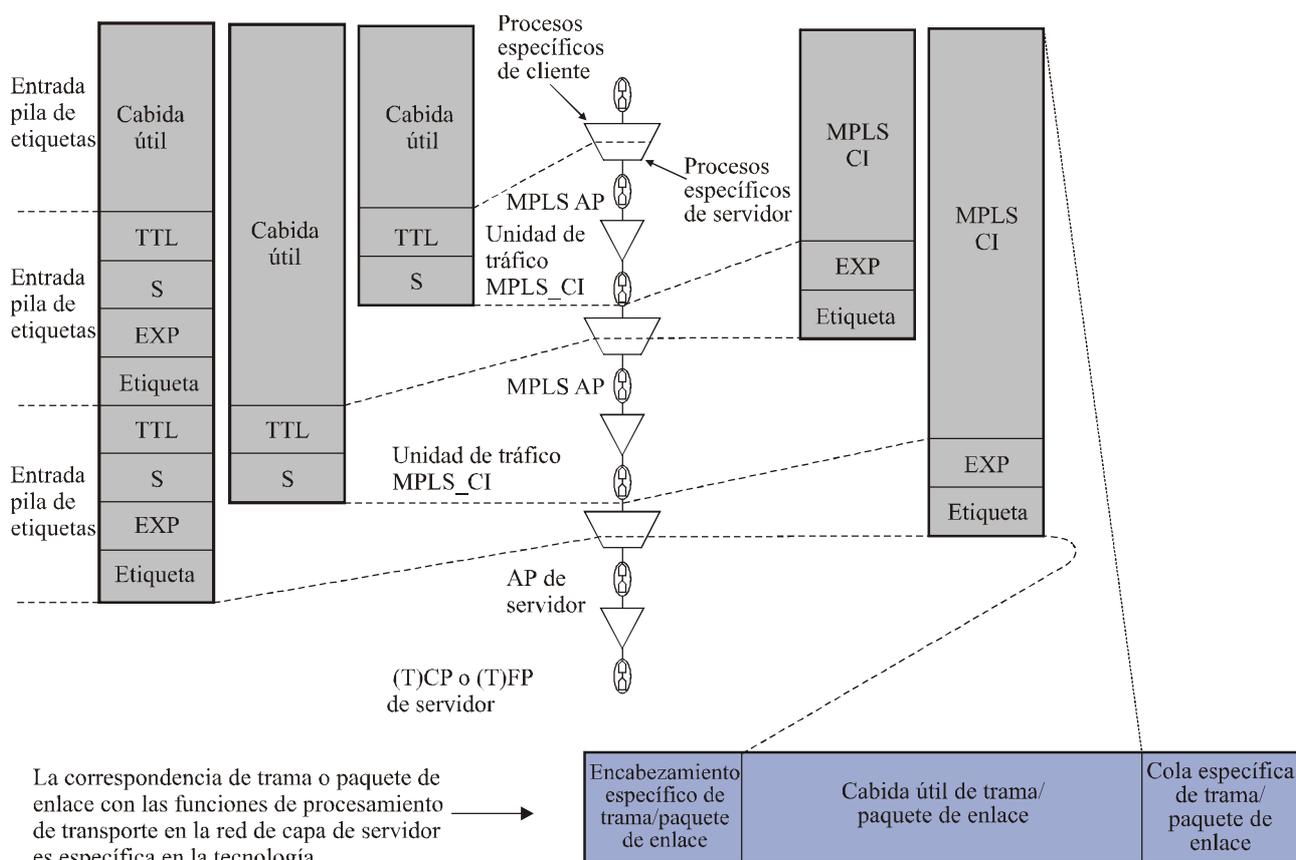


Figura 1/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de comportamiento recurrente de una unidad de tráfico de información característica MPLS (MPLS_CI) en una pila de etiquetas MPLS

La unidad de tráfico MPLS_CI es transportada por un enlace MPLS dentro de una trama o paquete específico del enlace, cuyo formato genérico se representa en la figura 2.



G.8110_Y.1370_F02

(Obsérvese que la presencia o no de una cola específica de trama/paquete de enlace es específica de la tecnología.)

Figura 2/G.8110/Y.1370 – Formato de unidad de tráfico de información característica MPLS (MPLS_CI) y su relación con otras entidades de información, incluida la relación con el encapsulado de tramas/paquetes de enlace

7 Descripción de la arquitectura funcional de encabezamiento complementario MPLS basada en la Rec. UIT-T G.809

7.1 Red de capa MPLS

La red de capa MPLS permite el transporte de información adaptada a través de un camino sin conexión MPLS entre puntos de acceso MPLS. La información característica de red de capa MPLS se transporta en un flujo de red MPLS entre puntos de flujo de terminación MPLS.

La red de capa MPLS contiene las siguientes funciones de procesamiento de transporte, entidades de transporte y componentes topológicos (véase la figura 3):

- camino sin conexión MPLS;
- fuente de terminación de flujo MPLS (MPLS_FT_So);
- sumidero de terminación de flujo MPLS (MPLS_FT_Sk);
- flujo de red MPLS (NF);

- flujo de enlace MPLS (LF);
- flujo de dominio de flujo MPLS (FDF);
- dominio de flujo MPLS (FD);
- enlace MPLS.

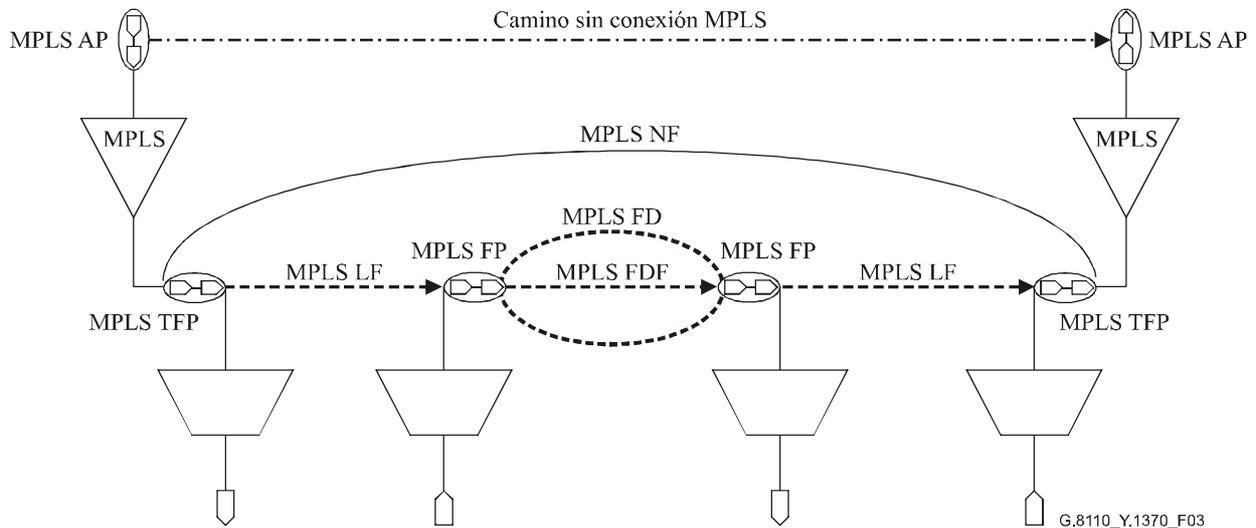
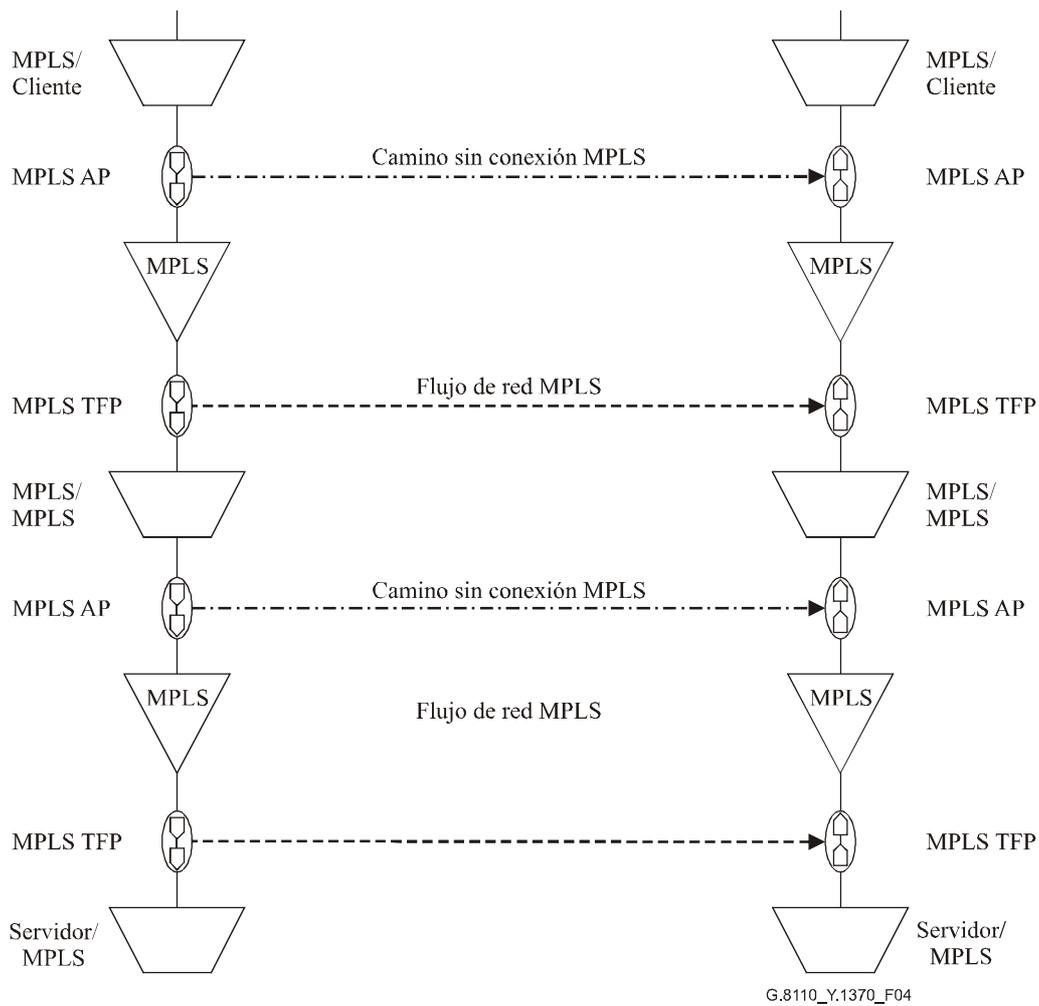


Figura 3/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de red de capa MPLS

La red de capa MPLS puede emplearse recurrentemente para describir una jerarquía MPLS, implementada como pila de etiquetas. Esto se describe mediante el uso de subcapas. Una red de transporte basada en MPLS puede descomponerse en cierto número de redes de subcapa de transporte independientes con una asociación cliente/servidor entre redes de subcapa adyacentes. La figura 4 presenta un ejemplo de subcapas MPLS, y su estructura y las funciones de adaptación. Este convenio se utiliza en esta Recomendación.

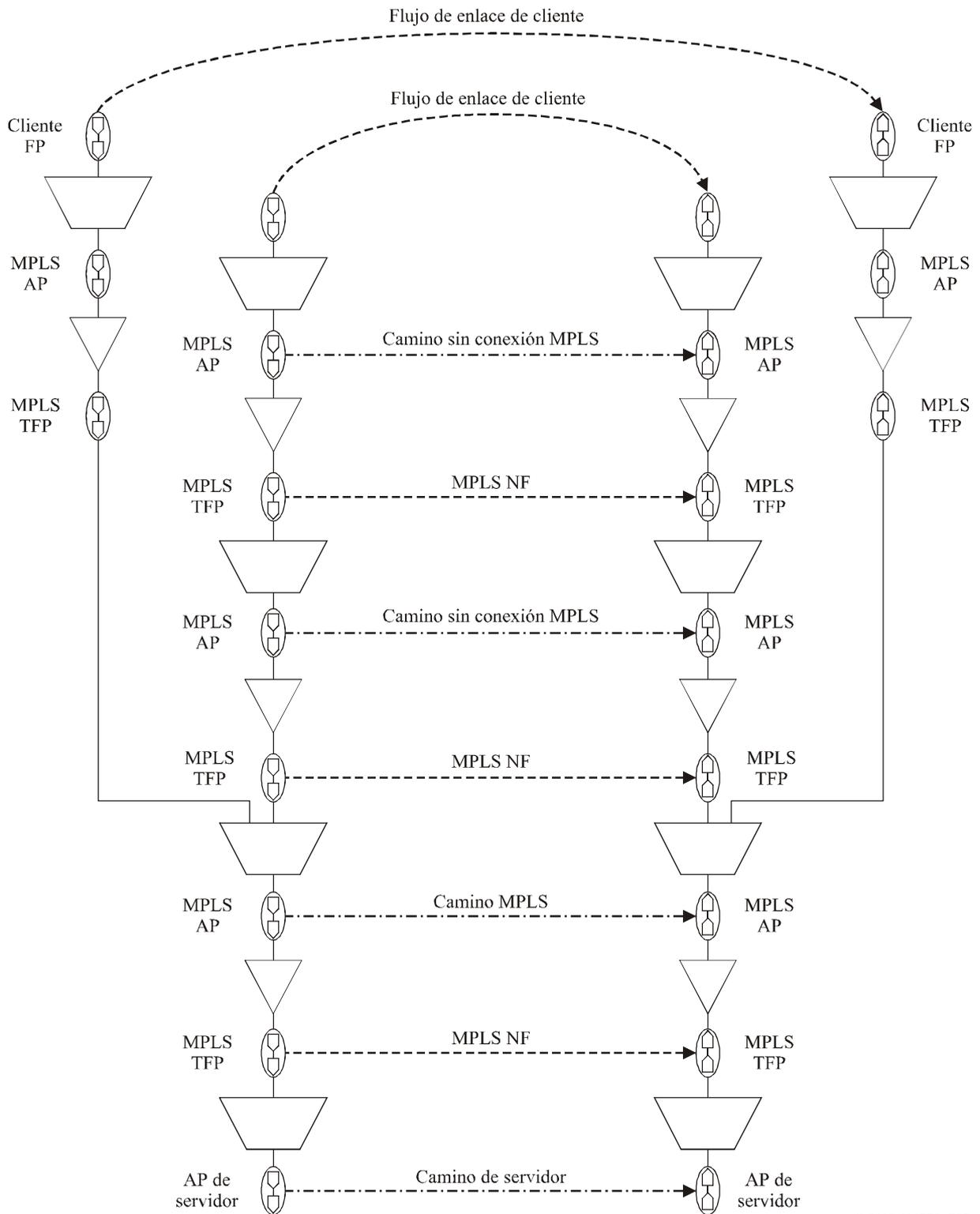
La pila de etiquetas está relacionada con las subcapas MPLS de manera que el fondo de la pila esté asociado con la subcapa MPLS de la cima del diagrama (donde el cliente no es MPLS), mientras que la cima de la pila está asociada con la subcapa MPLS del fondo del diagrama.



NOTA – En este ejemplo se muestran dos niveles. Pueden añadirse otras subcapas si es necesario. El fondo de la pila está en la parte superior.

Figura 4/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de jerarquía MPLS ilustrado mediante la utilización de subcapas

La MPLS permite la creación de una profundidad arbitraria de subcapas, o pilas de etiquetas. En la figura 5 se muestra un ejemplo.



NOTA – El flujo de cliente más exterior es soportado por una jerarquía MPLS de profundidad de pila dos, mientras que el flujo de cliente interior es soportado por una pila de profundidad tres. Por tanto, ninguna subcapa MPLS que no esté en el fondo de la pila tiene profundidad asignada.

Figura 5/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de profundidades de pila MPLS

7.1.1 Componentes topológicos MPLS

Los componentes topológicos MPLS son:

- red de capa MPLS;
- dominio de flujo MPLS;
- enlace MPLS;
- grupo de acceso MPLS.

La red de capa MPLS está dividida en cierto número de dominios de flujo MPLS interconectados por enlaces MPLS.

7.1.1.1 Red de capa MPLS

La red de capa MPLS viene definida por el conjunto completo de grupos de acceso MPLS que pueden asociarse con el fin de transferir información. La información transferida es característica de la red de capa MPLS y se denomina información característica MPLS. Las asociaciones de las terminaciones de flujo MPLS (que forman un camino sin conexión), en la red de capa MPLS se definen utilizando una unidad de tráfico, que es la unidad de tráfico MPLS_CI. La topología de la red de capa MPLS viene descrita por grupos de acceso MPLS, dominios de flujo MPLS y los enlaces de pools de puntos de flujo MPLS entre ellos. Las estructuras dentro de la red de capa MPLS y sus redes de capa de servidor y de cliente vienen descritas por los componentes indicados a continuación.

7.1.1.2 Dominio de flujo MPLS

Un dominio de flujo MPLS viene definido por el conjunto de puntos de flujo MPLS disponibles para transferir información. Las transferencias de unidades de tráfico MPLS_CI, a través del dominio de flujo MPLS, que corresponden a una determinada asociación entre puntos de flujo MPLS de ingreso y egreso, no tienen que estar siempre presentes. En general, los dominios de flujo MPLS pueden dividirse en dominios de flujo menores interconectados a través de enlaces de pools de puntos de flujo MPLS. La matriz es un caso especial de dominio de flujo MPLS que no puede subdividirse más. A menos que se indique explícitamente otra cosa, la descripción de dominios de flujo en esta Recomendación se hace al nivel matriz.

7.1.1.3 Enlace de pools de puntos de flujo MPLS

Un enlace de pools de puntos de flujo MPLS consta de un subconjunto de los puntos de flujo MPLS situados al borde de un dominio de flujo MPLS o de un grupo de acceso MPLS, que están asociados con un subconjunto correspondiente de puntos de flujo MPLS situados al borde de otro dominio de flujo MPLS o grupo de acceso MPLS, con el fin de transferir información característica MPLS. El enlace de pools de puntos de flujo MPLS (enlace FPP) representa la relación topológica y la capacidad disponible entre un par de dominios de flujo MPLS, o un dominio de flujo MPLS y un grupo de acceso MPLS, o un par de grupos de acceso MPLS.

Puede haber múltiples enlaces de pools de puntos de flujo MPLS entre cualquier dominio de flujo MPLS y un grupo de acceso MPLS o par de dominios de flujo MPLS o grupos de acceso MPLS. Los enlaces de pools de puntos de flujo MPLS se establecen en la escala de tiempo de la red de capa de servidor MPLS.

7.1.1.4 Grupo de acceso MPLS

Un grupo de acceso MPLS es un grupo de funciones de terminación de flujo MPLS coubicadas que están conectadas al mismo dominio de flujo MPLS o enlace de pools de puntos de flujo MPLS.

7.1.2 Entidades de transporte MPLS

Las entidades de transporte MPLS son:

- flujo de enlace MPLS;
- flujo de dominio de flujo MPLS;
- flujo de red MPLS;
- camino sin conexión MPLS.

7.1.3 Funciones de procesamiento de transporte MPLS

Las funciones de procesamiento de transporte MPLS son:

- función de terminación de flujo MPLS;
- funciones de adaptación de red de capa MPLS cliente.

7.1.3.1 Terminación de flujo MPLS

La función MPLS_FT_So inserta el campo TTL de 8 bits de la unidad de tráfico MPLS_CI. Esta unidad sale a través del MPLS TFP.

El MPLS_FT_Sk termina y procesa el campo TTL de 8 bits como se describe en 13.2.

Obsérvese que una terminación de flujo está asociada con una instancia LSP.

7.1.3.2 Funciones de adaptación de red de capa MPLS a cliente

Las funciones de adaptación MPLS/cliente se describen en la cláusula 10.

7.1.4 Puntos de referencia MPLS

Los puntos de referencia MPLS (véase la figura 3) son:

- punto de acceso (AP) MPLS;
- punto de flujo de terminación (TFP) MPLS;
- punto de flujo (FP) MPLS;
- pool de puntos de flujo (FPP) MPLS;
- pool de puntos de flujo de terminación (TFPP) MPLS.

7.1.4.1 Punto de acceso MPLS

Un punto de acceso MPLS (MPLS AP) representa la vinculación entre una función de terminación de flujo MPLS y una o más funciones de adaptación MPLS/cliente o MPLS/MPLS.

7.1.4.2 Punto de flujo de terminación MPLS

Un punto de flujo de terminación MPLS (MPLS TFP) conecta una función de terminación de flujo MPLS (MPLS FT) con un enlace MPLS.

7.1.4.3 Punto de flujo MPLS

Un enlace MPLS se conecta a un dominio de flujo MPLS u otro enlace MPLS a través de un punto de flujo MPLS. Este punto de flujo se provee mediante la función de adaptación servidor/MPLS o MPLS/MPLS.

7.1.4.4 Pool de puntos de flujo MPLS

Un grupo de puntos de flujo MPLS se denomina pool de puntos de flujo MPLS (FPP). Un FPP tiene las mismas propiedades que sus puntos de flujo.

7.1.4.5 Pool de puntos de flujo de terminación MPLS

Un grupo de puntos de flujo de terminación MPLS se denomina pool de puntos de flujo de terminación MPLS (TFPP). Un TFPP tiene las mismas propiedades que sus puntos de flujo de terminación.

7.2 Partición de red de capa MPLS

La partición de red de capa MPLS puede representarse en una única red de capa por medio de una traslación geométrica de la jerarquía MPLS, como se ilustra en la figura 6. La figura 6 a) presenta un ejemplo de jerarquía MPLS, en la que sólo se indican las funciones fuente. Los MPLS TFP pueden mostrarse al mismo nivel horizontal en un diagrama por medio de una traslación simple como se muestra en la figura 6 b). Esto puede ampliarse para representar una pila de etiquetas de profundidad arbitraria. El resultado de esta traslación es que los MPLS TFP, y por ende los FP, flujos de enlace, flujos de dominio de flujo, dominios de flujo y enlaces pueden también presentarse en una sola red de capa. En la figura 7 se presenta un ejemplo.

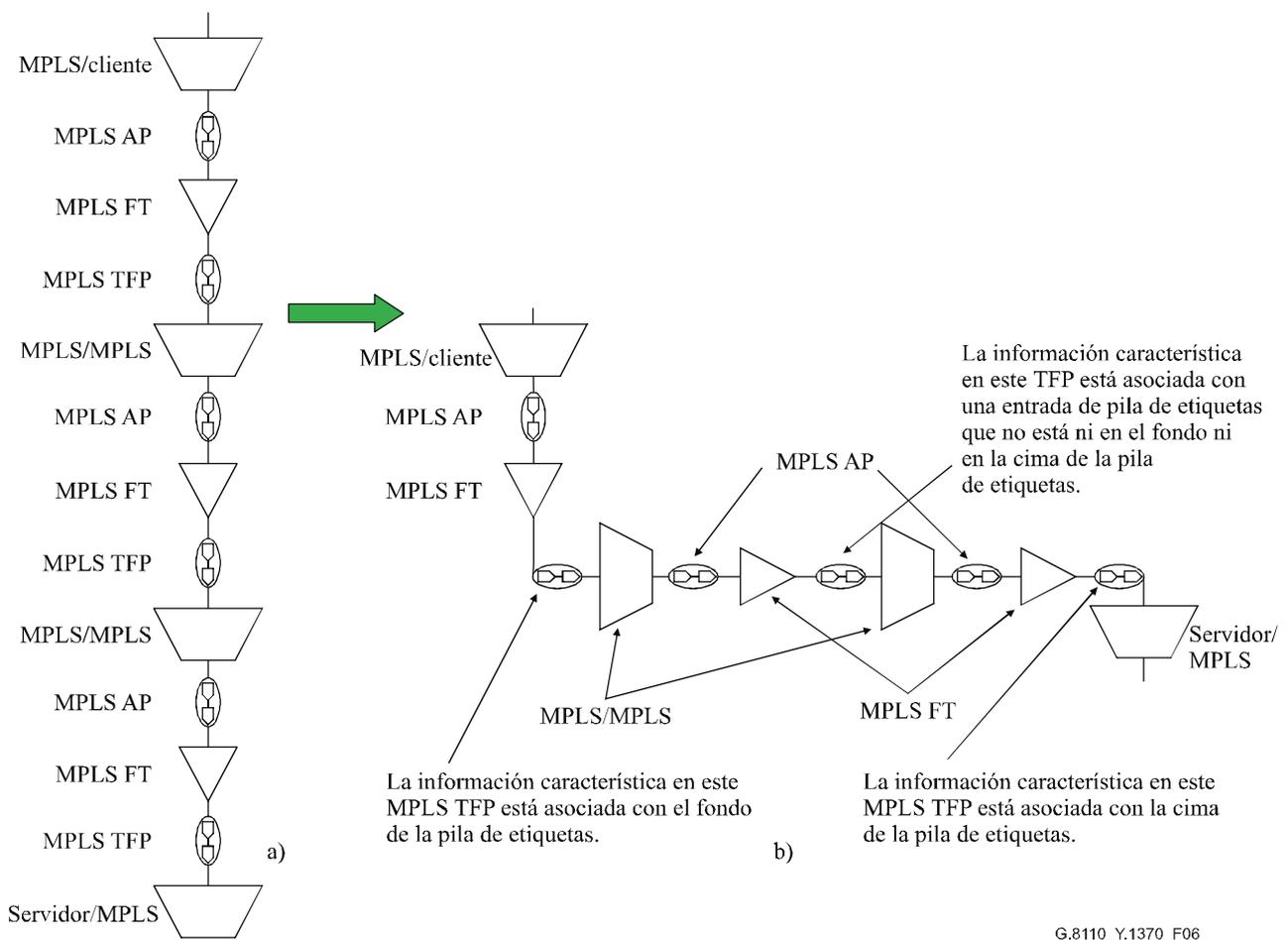


Figura 6/G.8110/Y.1370 – Traslación entre los puntos de vista de red de subcapa y de capa (sólo se muestra el sentido fuente)

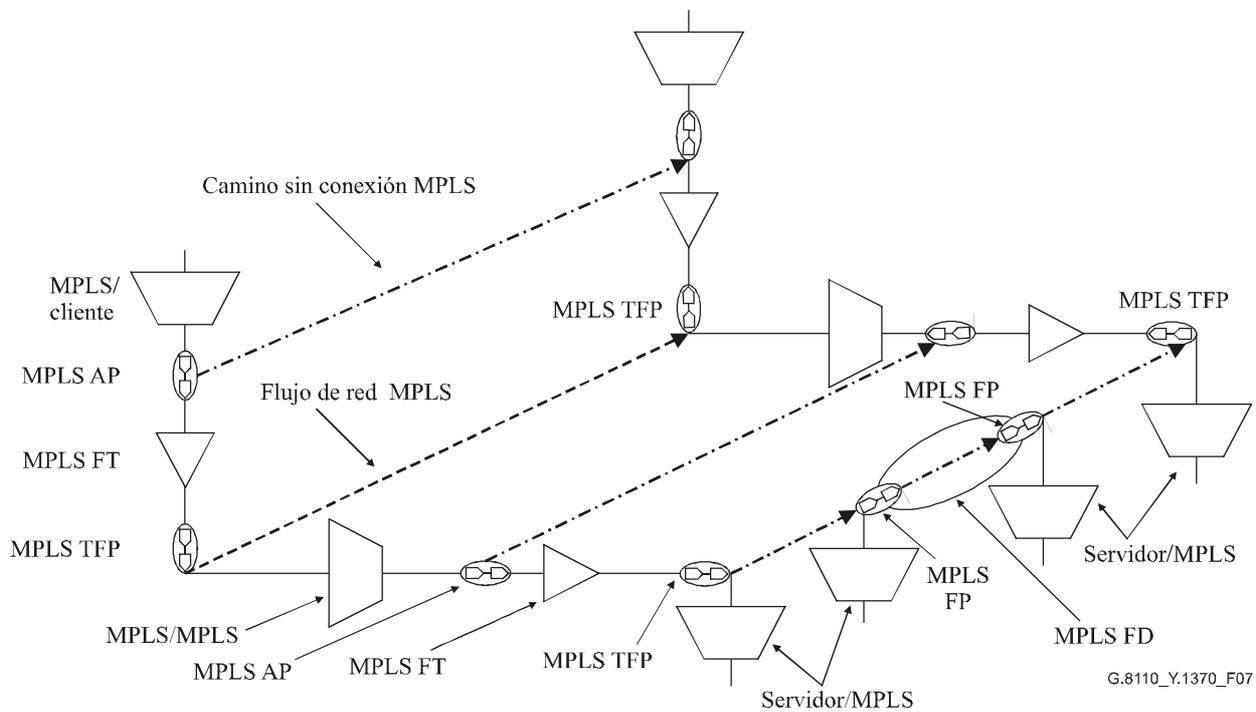


Figura 7/G.8110/Y.1370 – Representación de flujos de red MPLS y caminos sin conexión en una sola red de capa MPLS

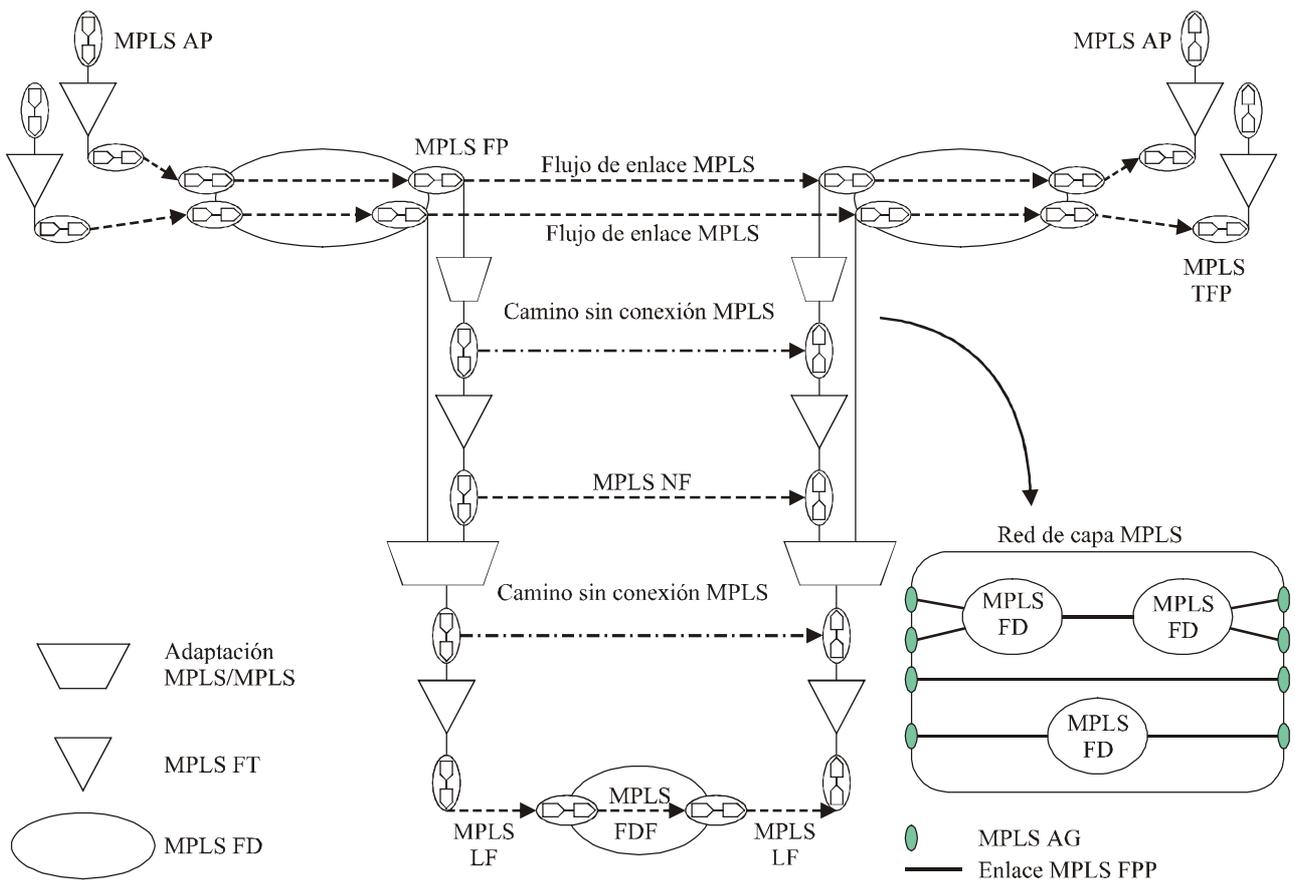
NOTA – El convenio en esta Recomendación es que la estructura en subcapas se utiliza para indicar las relaciones entre las entidades de transporte (jerarquía) mientras que el punto de vista de una sola red de capa se utiliza para ilustrar la topología y la partición. La transformación por la cual todas las subcapas MPLS pueden mostrarse en una sola red de capa sólo es posible porque todas las subcapas MPLS tienen la misma información característica y pertenecen al mismo espacio de dirección. Los puntos de flujo (o puntos de conexión) asociados con diferentes tipos de información característica se muestran siempre en redes de capa diferentes.

La relación entre una red de capa MPLS y las subcapas MPLS es la siguiente:

- Una red de capa MPLS puede soportar jerarquía en la que una red de capa MPLS contenga una o varias subcapas. Las subcapas asociadas con una red de capa deben todas pertenecer al mismo espacio de dirección. El contexto del espacio de dirección es el de las direcciones de los puntos de acceso MPLS.
- Cuando dos subcapas MPLS tienen espacios de dirección diferentes, cada subcapa está asociada con una red de capa MPLS diferente.

Dentro de cualquier enlace de pools de puntos de flujo MPLS puede haber puntos de flujo de diferentes niveles de la pila de etiquetas, dependiendo de la estructura de las pilas de etiquetas que soporten los extremos del enlace. En la figura 8 se presenta un ejemplo junto con la topología de red de capa resultante.

La topología de red de una red de capa MPLS puede dividirse conforme a las reglas de partición descritas en Rec. UIT-T G.809.



G.8110_Y.1370_F08

Figura 8/G.8110/Y.1370 – Puntos de flujo en un enlace MPLS y su relación con la jerarquía MPLS

7.3 Comportamiento de etiquetas MPLS

7.3.1 Etiquetas reservadas

Los valores de etiqueta de 0 a 15 están reservados. Cuatro de los valores reservados se definen en RFC 3032 y se describen en el cuadro 1. Obsérvese que el valor de etiqueta 3 se envía solamente en el plano de control y nunca en el plano de portador. Los paquetes etiquetados MPLS con los valores de etiqueta 0, 1 y 2 son dirigidos por una función sumidero de adaptación hacia un FTP.

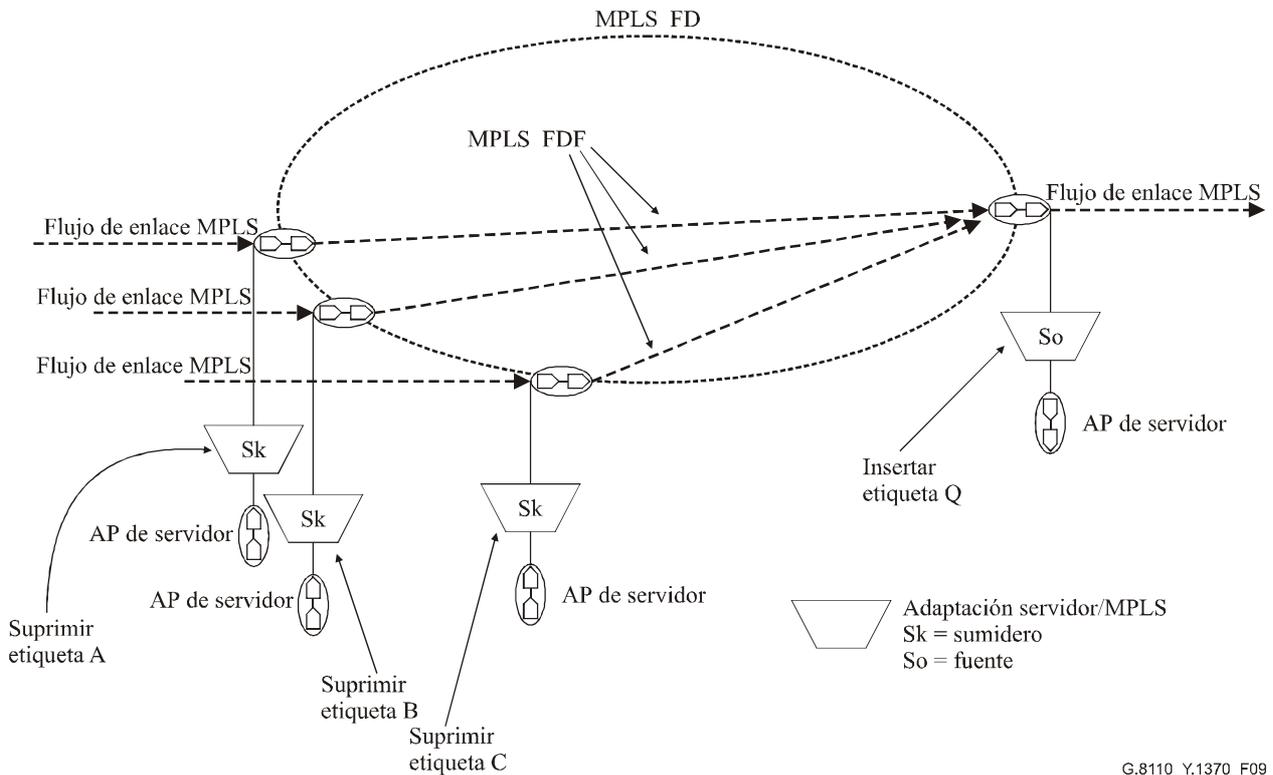
Los modelos funcionales para cada una de las etiquetas reservadas se describen en el anexo B.

Cuadro 1/G.8110/Y.1370 – Valores de etiqueta reservados

Valor de etiqueta	Nombre de etiqueta	Descripción
0	Etiqueta nula explícita IPv4	Indica que la pila de etiquetas debe suprimirse y que el reenvío de la cabida útil, un paquete IPv4, debe basarse en el encabezamiento IPv4. Este valor de etiqueta sólo es válido en el fondo de la pila.
1	Etiqueta de alerta de encaminador	Cuando se recibe, el paquete se procesa localmente. El reenvío viene determinado por el encabezamiento de cliente, pero debe insertarse en el egreso una etiqueta de alerta de encaminador. Este valor es legal en cualquier lugar de la pila de etiquetas, salvo en el fondo.
2	Etiqueta nula explícita IPv6	Indica que la pila de etiquetas debe suprimirse y que el reenvío de la cabida útil, un paquete IPv6, debe basarse en el encabezamiento IPv6. Este valor de etiqueta sólo es válido en el fondo de la pila.
3	Etiqueta nula implícita	En el plano de control el último salto del LSP anuncia un valor de etiqueta igual a 3 para indicar que debe suprimirse el encabezamiento MPLS y que el reenvío se basa en la cabida útil MPLS. El valor Nula implícita nunca aparece en un encabezamiento MPLS
4-13		Reservados
14	Etiqueta de alerta OAM	Etiqueta para paquetes MPLS OAM, que se describe en la Rec. UIT-T Y.1711. No se utiliza en el modelo G.809.
15		Reservado

7.3.2 Fusión de etiquetas

Como ya se ha descrito en el modelo funcional, el campo de etiqueta está asociado con el enlace y no con la información característica MPLS. Por consiguiente, pueden utilizarse diferentes valores de campo de etiqueta en diferentes enlaces. Esto se denomina también permutación de etiquetas. La fusión se produce cuando las unidades de tráfico MPLS_CI que llegan a un dominio de flujo MPLS en diferentes enlaces MPLS se dirigen hacia un solo punto de flujo MPLS en un enlace MPLS saliente. A todas las unidades de tráfico que atraviesan este punto de flujo les es asignada la misma etiqueta saliente por la fuente de adaptación servidor/MPLS asociada. Esto se ilustra en la figura 9. El flujo multipunto a punto que la fusión crea se denomina también árbol LSP multipunto a punto.



NOTA – En este ejemplo las capas de servidor se indican como no MPLS. También es posible tener capas de servidor MPLS, en cuyo caso las funciones de adaptación serían MPLS/MPLS y los puntos de acceso MPLS AP.

Figura 9/G.8110/Y.1370 – Fusión de flujos de enlace MPLS

La fusión en la red de capa MPLS suprime la capacidad de distinguir entre fuentes de tráfico en esa red de capa. La deconstrucción del flujo fusionado se logra solamente por demultiplexación a una red de (sub)capa de cliente que es cliente de la (sub)capa que creó la fusión. Para ello es necesario que la capa de cliente cumpla una de las dos condiciones:

- sea sin conexión en el sentido de que cada unidad de la información característica contenga una dirección de origen y una de destino. En este caso, la resolución de la fuente y el sumidero es simple;
- proporcione conectividad punto a punto entre cada fuente y sumidero. Esto se efectúa normalmente en una capa de red de cliente MPLS por medio de flujos de enlace MPLS punto a punto por encima de la subcapa MPLS que ha creado la fusión. Esto se ilustra en la figura 10.

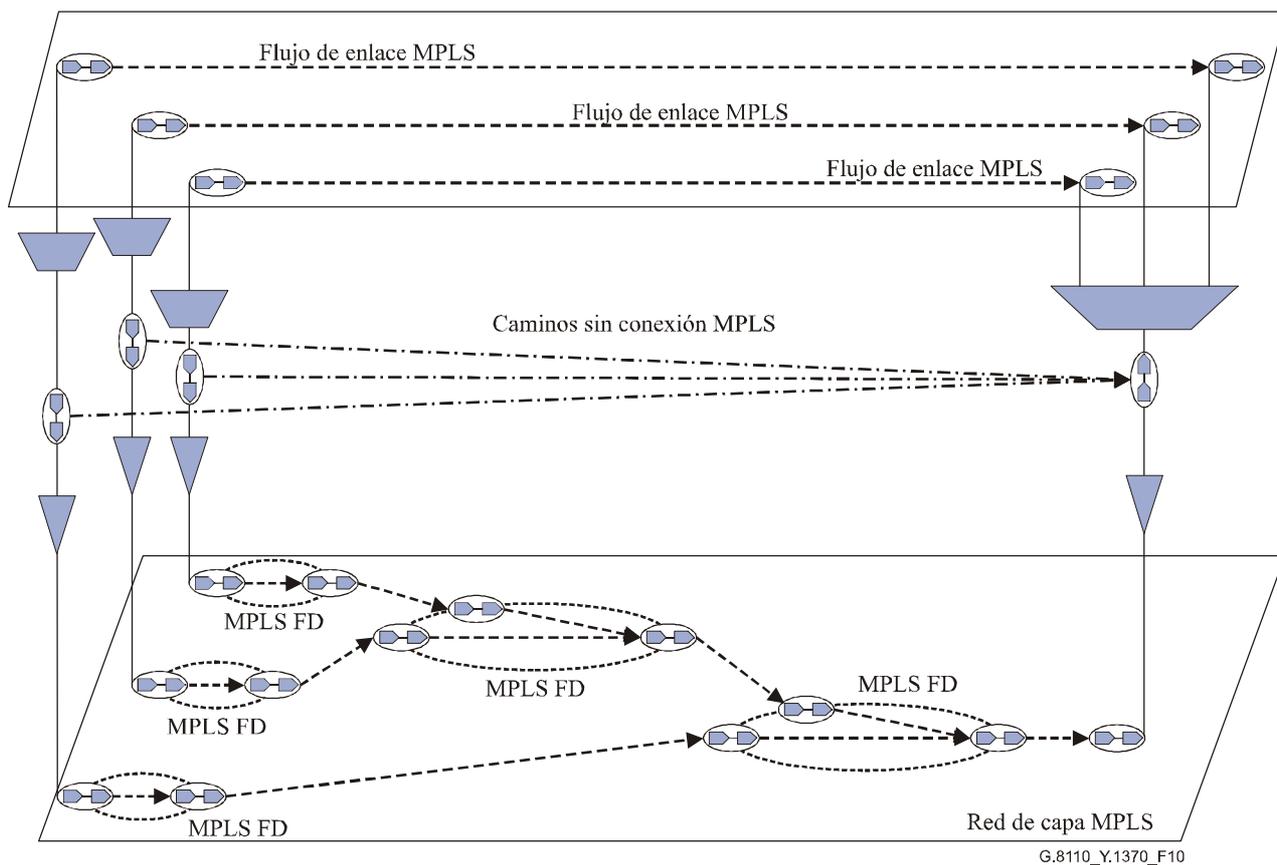
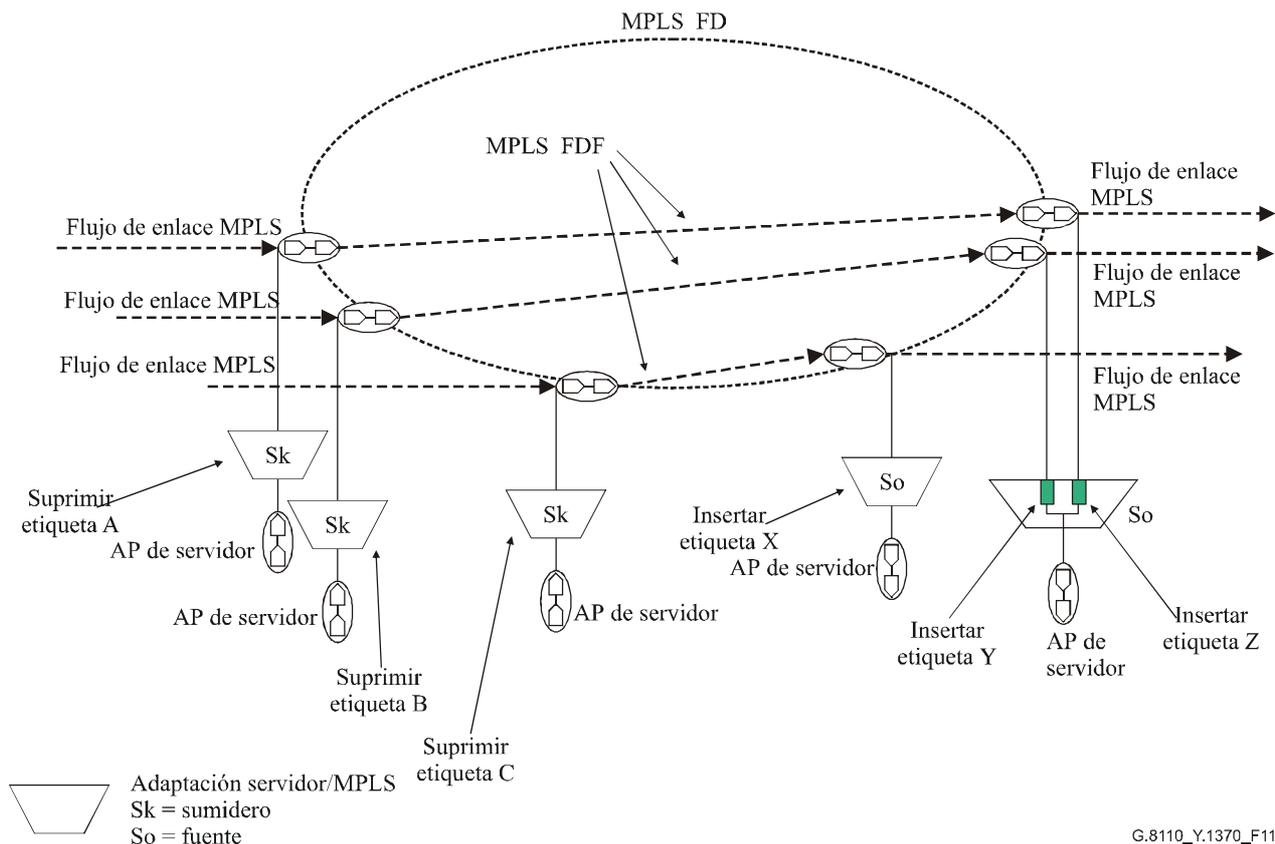


Figura 10/G.8110/Y.1370 – Fusión de red de capa de servidor para soportar múltiples flujos punto a punto de red de capa de cliente

Cuando un dominio de flujo MPLS no soporta la fusión, cualesquiera unidades de tráfico que lleguen a un dominio de flujo MPLS en diferentes puntos de flujo de ingreso deberán también egresar del dominio de flujo a través de diferentes puntos de flujo. Los puntos de flujo de egreso pueden estar en enlaces MPLS diferentes o en el mismo enlace. Esto se muestra en la figura 11.



NOTA – En este ejemplo las capas de servidor se indican como no MPLS. También es posible tener capas de servidor MPLS, en cuyo caso las funciones de adaptación serían MPLS/MPLS y los puntos de acceso MPLS AP.

Figura 11/G.8110/Y.1370 – Dominio de flujo MPLS que no soporta fusión

7.3.3 Espacio de etiquetas global

Cuando todas las unidades de tráfico entrante que tienen la misma etiqueta, independientemente del enlace por el que llegan a la matriz MPLS, son reenviadas de la misma manera, con respecto a un punto de flujo saliente (o a puntos de flujo en los que está presente ECMP), se dice que la etiqueta procede del espacio de etiquetas global.

En la figura 9, por ejemplo las unidades de tráfico MPLS que llegan con la misma etiqueta, independientemente del enlace por el que llegan, son reenviadas de la misma manera, en este caso a un solo punto de flujo de salida. La etiqueta Q insertada en la función de adaptación de egreso puede o no tener el mismo valor que la etiqueta entrante.

El espacio de etiquetas global es también conocido como espacio de etiquetas por plataforma. La palabra "alcance" puede sustituirse por la palabra "espacio" de manera que los términos espacio de etiquetas global y alcance de etiquetas global sean intercambiables.

7.3.4 Espacio de etiquetas por interfaz

Un espacio de etiquetas por interfaz es un espacio de etiquetas en el que un valor de etiqueta MPLS es único solamente para un punto de flujo dentro de un enlace. En la figura 11, por ejemplo los valores de etiqueta A, B y C se fijan independientemente y pueden tener el mismo o diferentes valores. Las etiquetas X, Y y Z tienen la propiedad de que pueden fijarse a cualquier valor válido con la única restricción de que Y no sea igual que Z.

7.3.5 Soporte de múltiples espacios de etiquetas

Las etiquetas presentes en un enlace pueden provenir de espacios de etiquetas globales o por interfaz. Una determinada etiqueta sólo puede pertenecer a un espacio de etiquetas con relación al enlace. Puede haber múltiples ejemplares de espacios de etiquetas globales o por interfaz en un enlace.

7.4 Supresión en el penúltimo salto (PHP)

La supresión en el penúltimo salto es una característica de procesamiento de pilas de etiquetas, que cuando se habilita "suprime" (o descarta) el encabezamiento MPLS y envía la cabida útil al próximo enlace. Cuando no se utiliza supresión en el penúltimo salto, el trayecto con conmutación de etiquetas (LSP) MPLS es equivalente a un flujo de red MPLS compuesto de flujos de enlace MPLS y flujos de dominio contiguos, como se muestra en la figura 12.

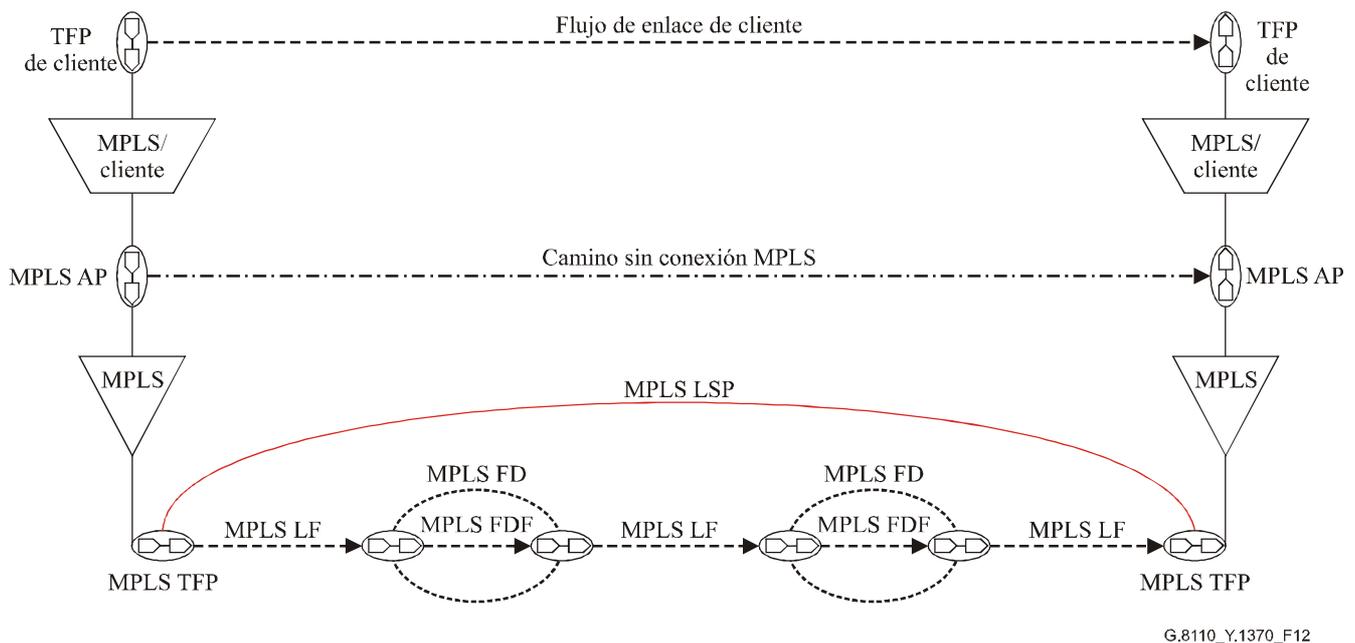


Figura 12/G.8110/Y.1370 – MPLS sin supresión en el penúltimo salto

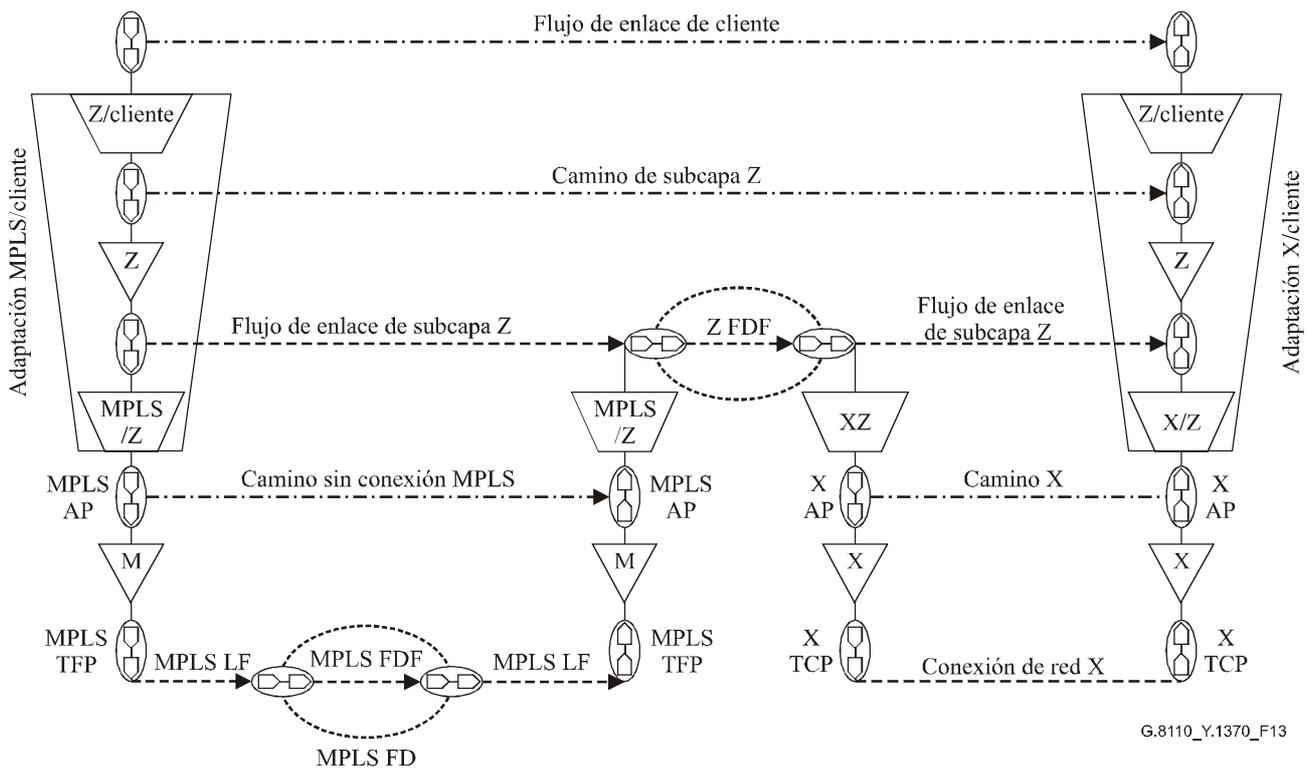
Cuando se utiliza supresión en el penúltimo salto, cada uno de los saltos en el LSP, salvo el último, es equivalente al tránsito de un enlace MPLS. Sin embargo, en la PHP el último salto está asociado con un enlace de otra red de capa. Esta red de capa es hecha visible por la ampliación de la función de adaptación MPLS/cliente, como se muestra en la figura 13. Esta red de capa resultante se designa por Z. La información característica de la red de capa Z es equivalente a la cabida útil de la función de adaptación MPLS/cliente no ampliada. Se compone de información característica de cliente más cualquier información específica de cliente añadida como parte de la función de adaptación MPLS/cliente no ampliada. La información característica de la subcapa Z corresponde por tanto a una entrada de pila de etiquetas o a un paquete IP. El enlace Z final es soportado por una tecnología no basada en MPLS designada por X. En el ejemplo de la figura 13 se trata de una tecnología con conexión y, por ende, el flujo Z es soportado por un camino en la capa de red X.

El LSP para el caso de PHP se muestra en la figura 14.

La relación entre las entradas de pila de etiquetas en RFC 3032, la información característica de unidad de tráfico MPLS y la información característica transferida en el enlace final de un LSP cuando existe PHP se muestran en la figura 15.

Obsérvese que la adaptación MPLS/cliente en la fuente del LSP no sabe que ha ocurrido la supresión del penúltimo salto, por lo cual las tres funciones, fuente de adaptación Z/cliente, fuente de terminación de flujo Z y fuente de adaptación MPLS/Z, se encapsulan dentro de la función de adaptación MPLS/cliente. Se presentan aquí a efectos de modelado, aunque su comportamiento combinado es el mismo que el de la propia adaptación MPLS/cliente.

El camino Z no ofrece ninguna tara de camino. Por consiguiente, el flujo de enlace de cliente obtiene su integridad de caminos de servidor de Z, que son a su vez independientes y por lo que no pueden proporcionar transferencia de información validada extremo a extremo como un servicio al cliente.



G.8110_Y.1370_F13

NOTA – En este ejemplo, el flujo de enlace de subcapa Z es soportado por un camino con conexión en la tecnología X.

Figura 13/G.8110/Y.1370 – Supresión en el penúltimo salto en MPLS

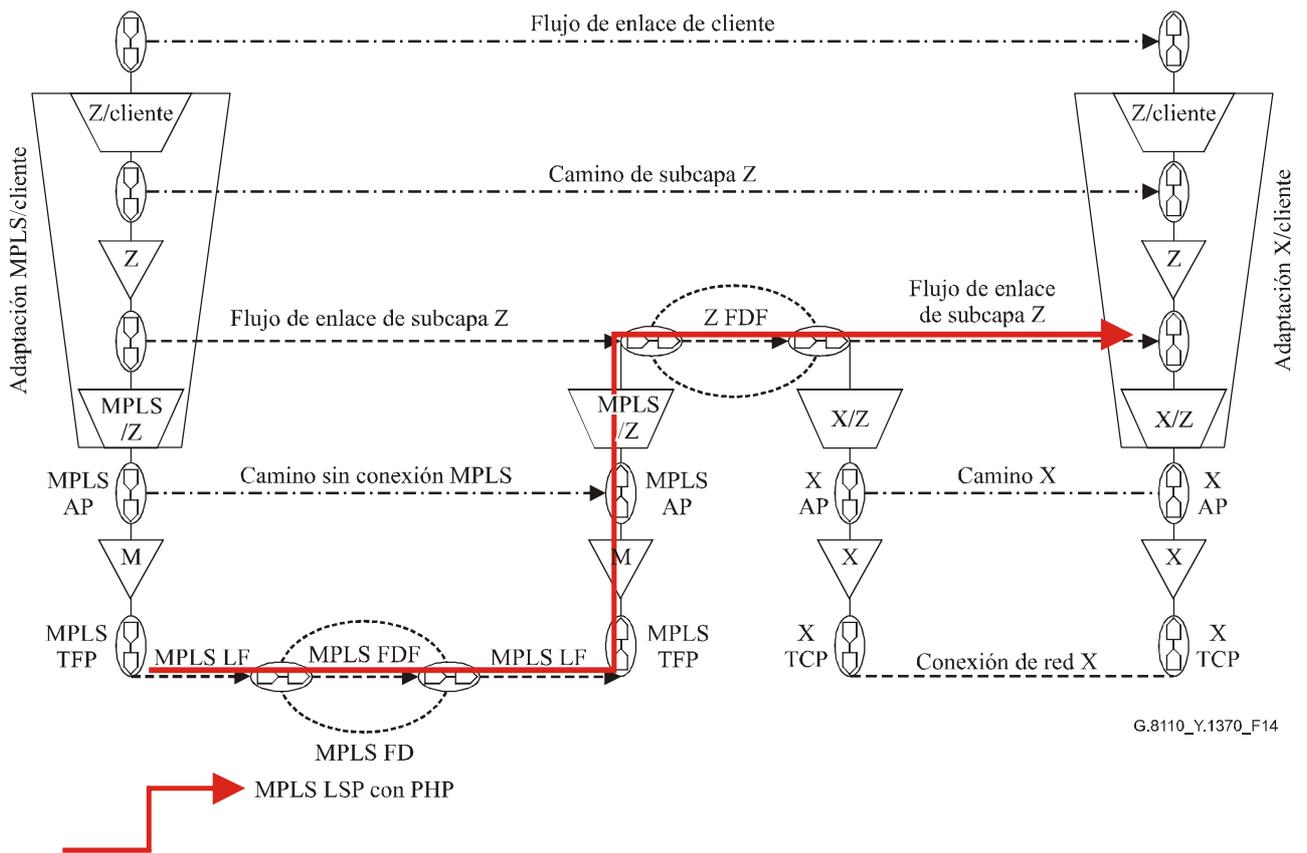
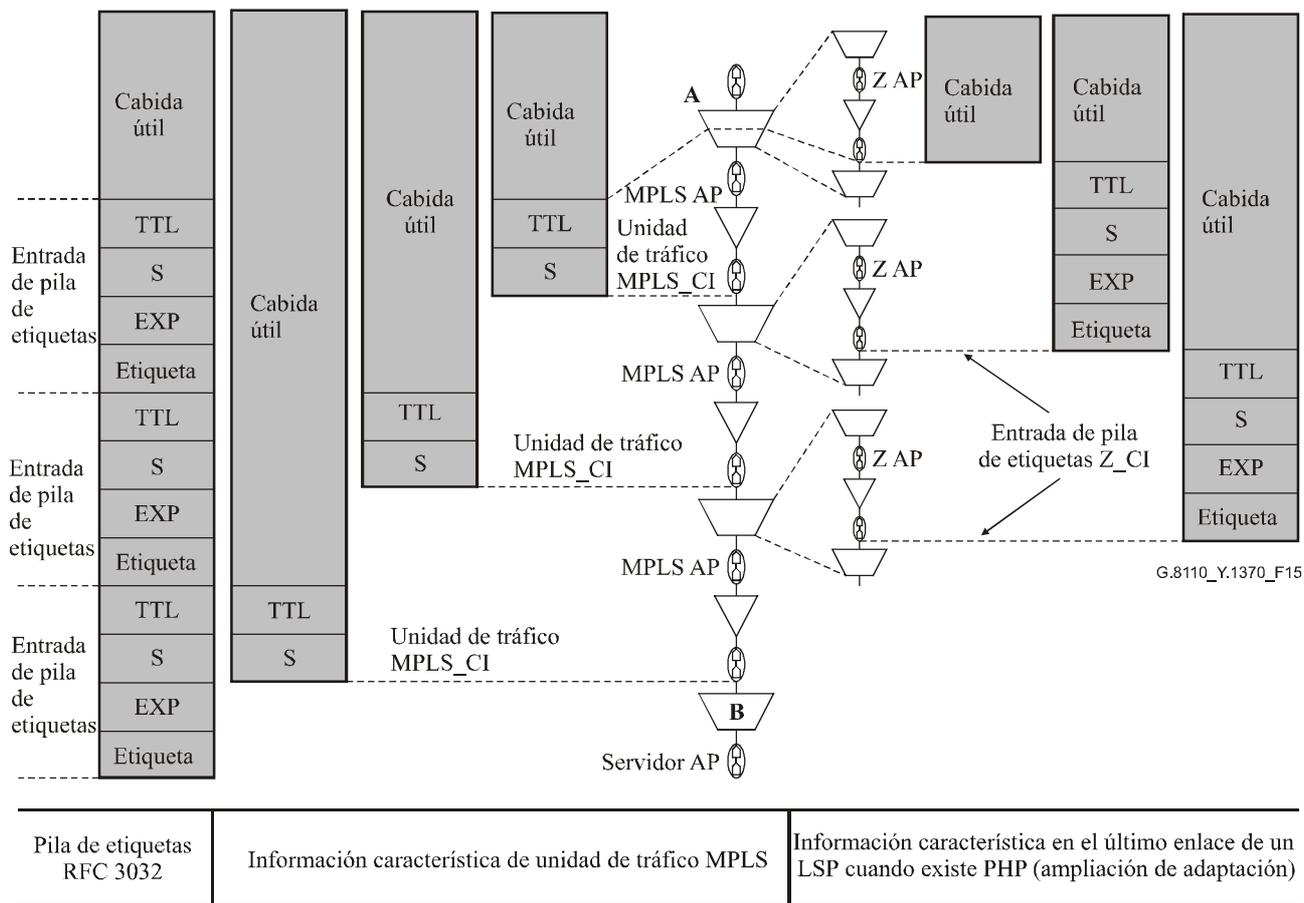


Figura 14/ G.8110/Y.1370 – MPLS LSP con supresión en el penúltimo salto (obsérvese que el LSP se desplaza ligeramente a un lado por conveniencia)



- A** Cliente MPLS o IP. Adaptación ampliada conforme a procesos específicos de cliente/servidor MPLS.
B Servidor MPLS o servidor no MPLS. Si hubiera PHP a este nivel, la adaptación se ampliaría de la misma manera que en otros casos.

NOTA – El sentido del procesamiento de información es de abajo a arriba. Obsérvese que la información característica presente en el último enlace de un LSP con PHP corresponde a una frontera de pila de etiquetas.

Figura 15/G.8110/Y.1370 – Relación entre entradas de pila de etiquetas e información característica

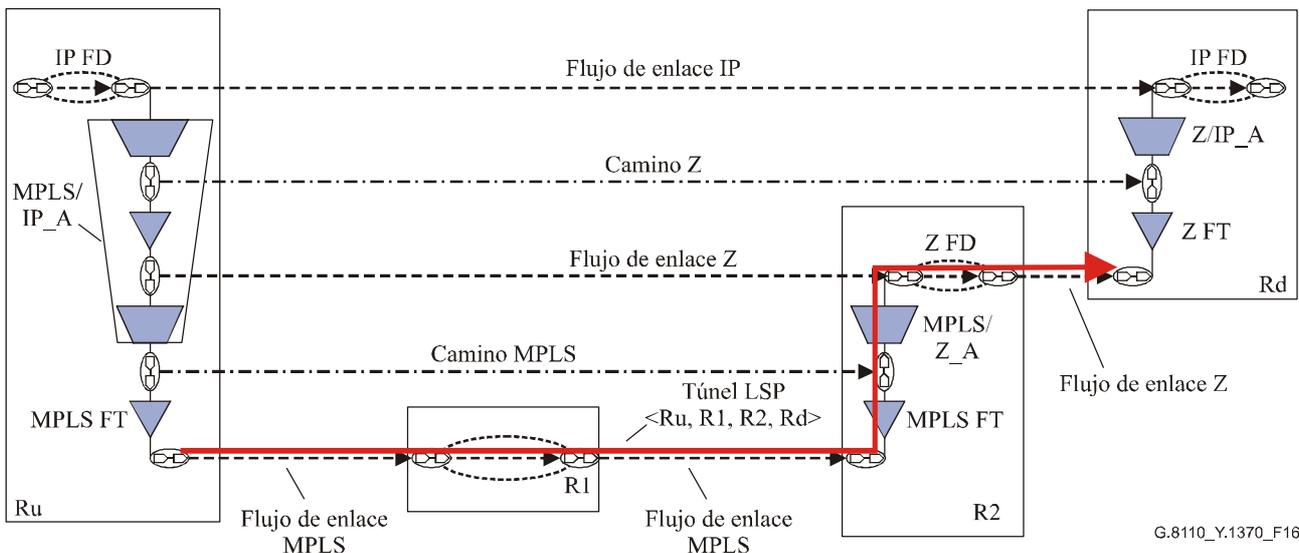
Desde una perspectiva de red sólo las adaptaciones MPLS/Z y X/Z son visibles en el penúltimo LSR al estar todas las demás funciones asociadas con la red de capa Z encapsuladas en la MPLS/cliente_A_So o X/cliente_A_Sk. Los procesos asociados con la MPLS/Z_A_Sk y X/Z_A_So se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2/G.8110/Y.1370 – Asignación de procesos a MPLS/Z_A_Sk y X/Z_A_So

Función de procesamiento de transporte	Procesos
MPLS/Z_A_Sk La CI de cliente es una entrada de pila de etiquetas MPLS	Extraer y procesar el bit S del encabezamiento complementario MPLS asociado con el servidor MPLS Procesar los campos TTL y EXP conforme a 13.2 y 13.3 para el encabezamiento complementario MPLS asociado con Z
MPLS/Z_A_Sk La CI de cliente es un paquete IP	Extraer y procesar el bit S del encabezamiento complementario MPLS asociado con el servidor MPLS Procesar los campos TTL y EXP conforme a 13.2 y 13.3 para el encabezamiento IP asociado con Z
X/Z_A_So	Hace corresponder la información característica Z de cliente para crear X_AI. Los procesos son específicos de X

7.5 Túneles LSP

Un LSP puede utilizarse para formar un túnel entre encaminadores que no estén conectados directamente. En la figura 16 se muestra un ejemplo, donde hay un flujo de enlace IP entre los encaminadores Ru y Rd, donde Rd es un encaminador de tránsito y los encaminadores están conectados a través de encaminadores intermedios conmutados por etiquetas R1 y R2. El flujo IP entre el encaminador Ru y Rd viaja a través de un LSP que forma un túnel LSP <Ru, R1, R2, Rd>, donde Ru es el extremo transmisión y Rd el extremo recepción del túnel. En este ejemplo el túnel LSP incluye una supresión en el penúltimo salto en R2.

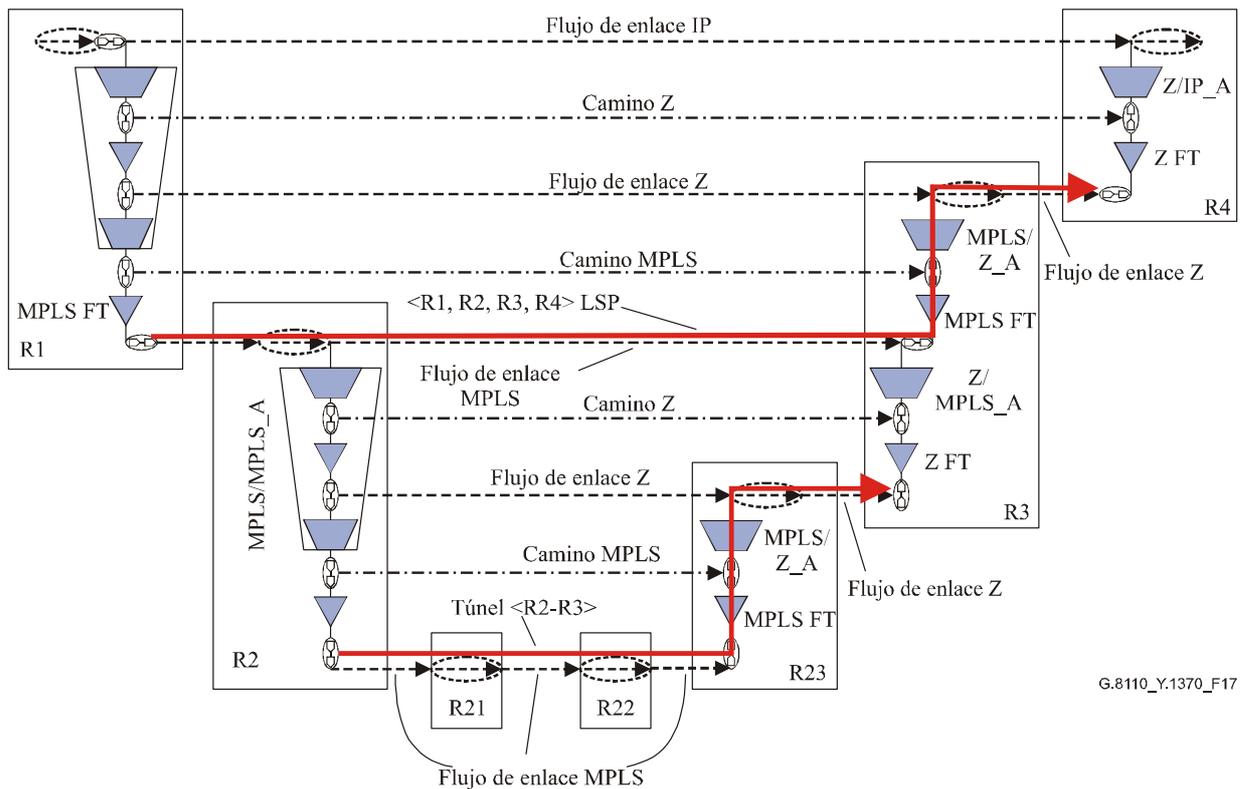


G.8110_Y.1370_F16

NOTA – El túnel se muestra ligeramente separado de los flujos de enlace por conveniencia del diagrama.

Figura 16/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de un túnel LSP

La figura 17 muestra un LSP con el trayecto <R1, R2, R3, R4>. La supresión en el penúltimo salto se produce en R3. Este LSP representa un túnel entre los puntos extremos del flujo de enlace IP de R1 a R4. Este flujo de enlace es soportado por un camino Z, en el que la información característica de la capa Z representa un paquete IP.



G.8110_Y.1370_F17

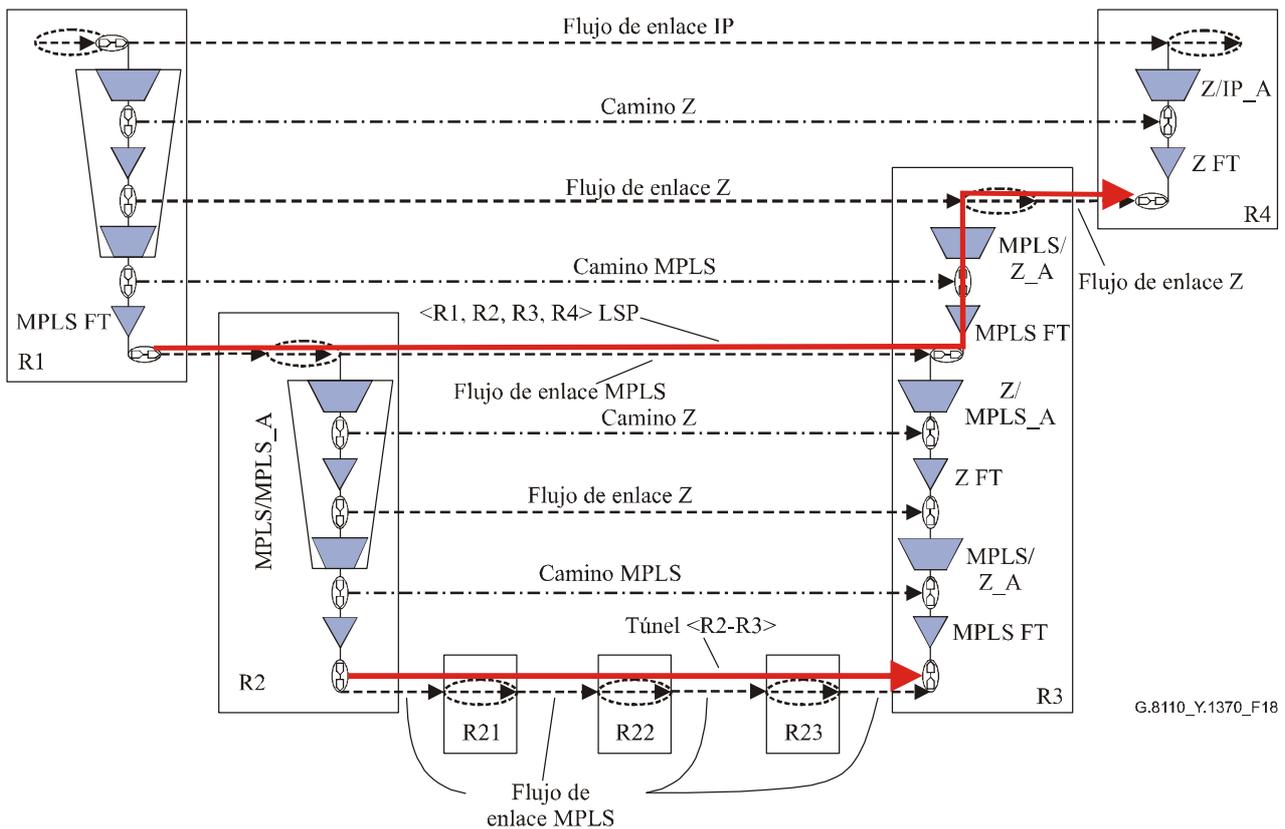
NOTA – El túnel se muestra ligeramente separado de los flujos de enlace por conveniencia del diagrama.

Figura 17/G.8110/Y.1370 – Túnel LSP dentro de un LSP cuando el LSP de capa de servidor tiene PHP

Los puntos extremos del flujo de enlace MPLS entre R2 y R3 representan los puntos extremos de un túnel LSP, R2-R3, formado por el LSP con el trayecto <R2, R21, R22, R23, R3>. Hay una supresión en el penúltimo salto en el LSP en R23. El flujo de enlace entre R2 y R3 es soportado por un camino Z, en el que la información característica de la capa Z representa una entrada de pila de etiquetas.

Obsérvese que aunque en la figura 17 muestra los puntos extremos de un solo flujo de enlace MPLS como puntos extremos de un túnel, en general un túnel puede soportar múltiples flujos de enlace que sean multiplexados y demultiplexados hacia/desde el túnel a través de funciones de adaptación. Un túnel también puede construirse a partir de cualquier construcción LSP válida, por ejemplo un LSP punto a punto o un árbol LSP multipunto a punto.

La figura 18 muestra un LSP con el trayecto <R1, R2, R3, R4>. La supresión en el penúltimo salto se produce en R3. Este LSP representa un túnel entre los puntos extremos del flujo de enlace IP de R1 a R4. Este flujo de enlace es soportado por un camino Z, en el que la información característica de la capa Z representa un paquete IP.



NOTA – El túnel se muestra ligeramente separado de los flujos de enlace por conveniencia del diagrama.

Figura 18/G.8110/Y.1370 – Túnel LSP dentro de un LSP, cuando el LSP de capa de servidor no tiene PHP

Los puntos extremos del flujo de enlace MPLS entre R2 y R3 representan los puntos extremos de un túnel LSP, R2-R3, formado por el LSP con el trayecto <R2, R21, R22, R23, R3>. No hay supresión en el penúltimo salto en este LSP, que es equivalente a un flujo de red. El flujo de enlace MPLS entre R2 y R3 es soportado por un camino MPLS.

El concepto de túnel LSP puede aplicarse recurrentemente, cuando un flujo de enlace MPLS, que forma parte de un LSP, en una capa de cliente se tuneliza a través un LSP de capa de servidor.

8 Arquitectura funcional basada en el encabezamiento complementario MPLS, conforme a la Rec. UIT-T G.805

8.1 Red de capa MPLS

La red de capa MPLS permite el transporte de información adaptada a través de un camino MPLS entre puntos de acceso MPLS.

La información característica de red de capa MPLS se transporta a través de una conexión de red MPLS. La red de capa MPLS contiene las siguientes funciones de procesamiento de transporte, entidades de transporte y componentes topológicos (véase la figura 19):

- camino MPLS;
- fuente de terminación de camino MPLS (MPLS_TT_So);
- sumidero de terminación de camino MPLS (MPLS_TT_Sk);
- conexión de red (NC) MPLS;
- conexión de enlace (LC) MPLS;

- conexión de subred (SNC) MPLS;
- subred (SN) MPLS;
- enlace MPLS.

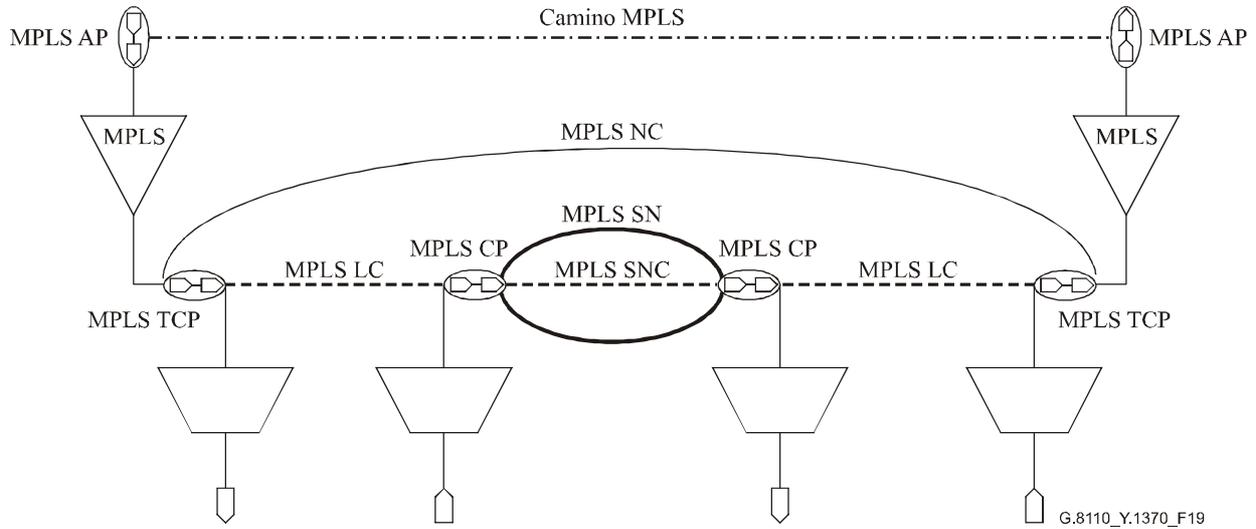
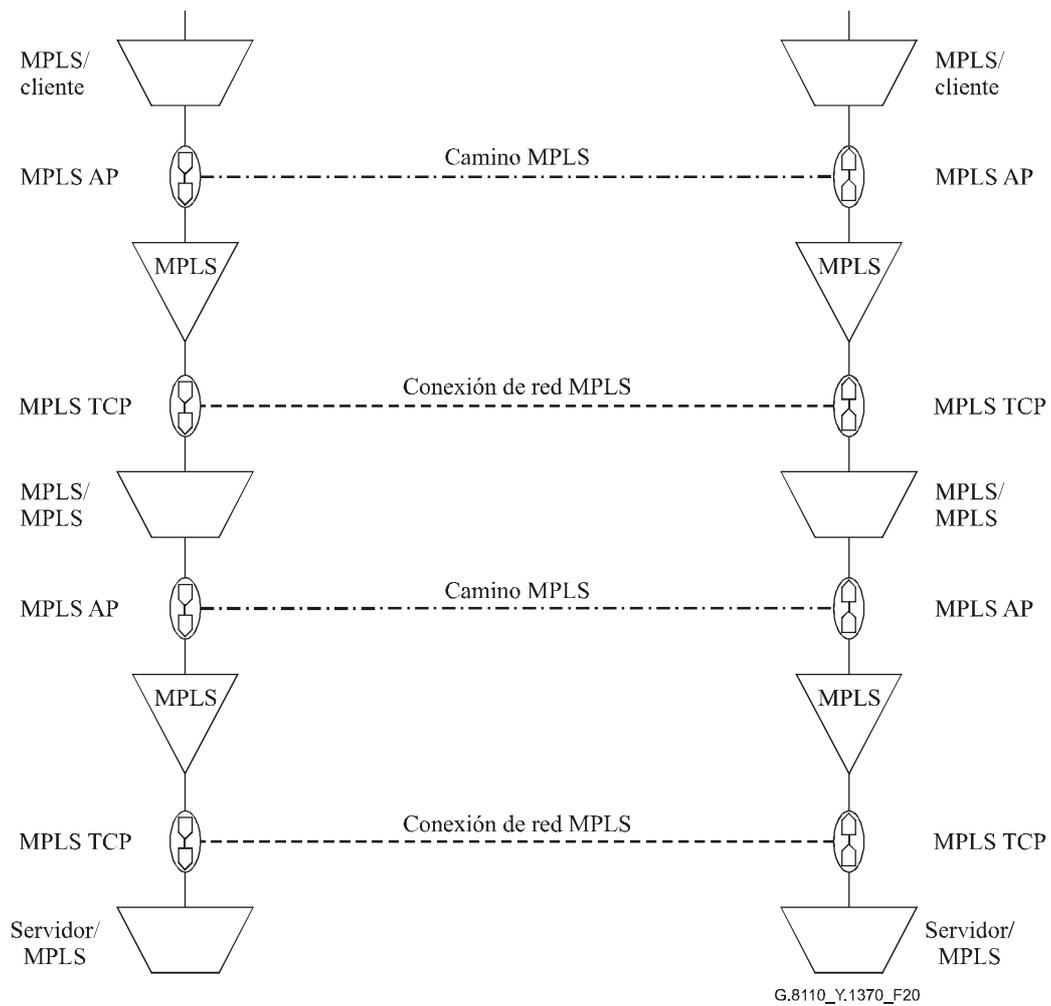


Figura 19/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de red de capa MPLS

La red de capa MPLS puede emplearse recurrentemente para describir una jerarquía MPLS implementada como pila de etiquetas. Esto se describe mediante el uso de subcapas. Una red de transporte basada en MPLS puede descomponerse en cierto número de redes de subcapa de transporte independientes con una asociación cliente/servidor entre redes de subcapas adyacentes. La figura 20 presenta un ejemplo de subcapas MPLS, y su estructura y las funciones de adaptación.

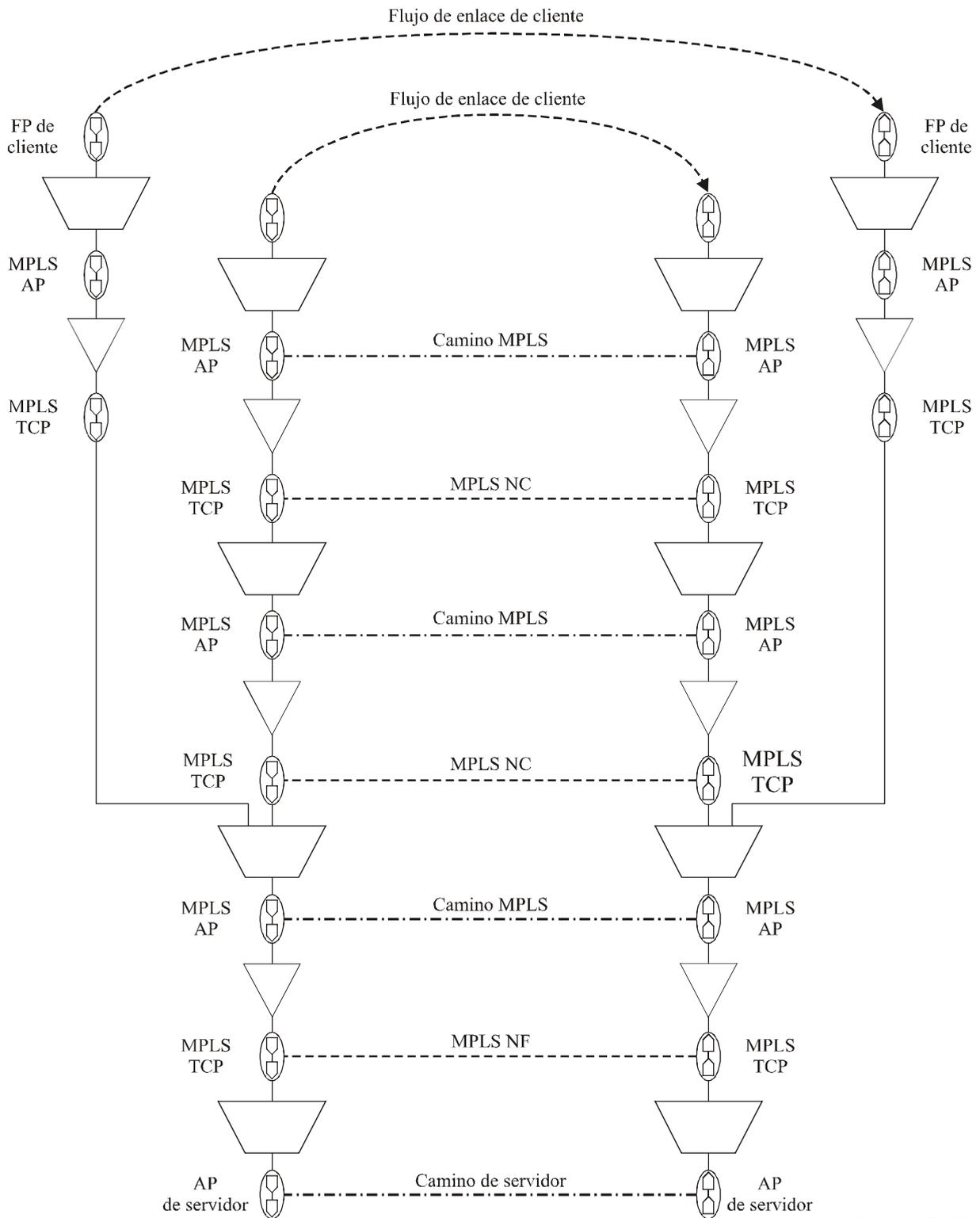
La pila de etiquetas está relacionada con las subcapas MPLS de manera que en el diagrama el fondo de la pila está asociado con la subcapa MPLS de la cima del diagrama (donde el cliente no es MPLS), mientras que la cima de la pila de etiquetas está asociada con la subcapa MPLS del fondo.

La MPLS permite la creación de una profundidad arbitraria de subcapas, formada por la pila de etiquetas. En la figura 21 se presenta un ejemplo.



NOTA – En este ejemplo se muestran dos niveles. Pueden añadirse otras subcapas si es necesario. El fondo de la pila está en la parte superior.

Figura 20/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de jerarquía MPLS ilustrado mediante la utilización de subcapas



NOTA – La conexión (o flujo) de cliente más exterior es soportada por una jerarquía MPLS de profundidad de pila dos, mientras que la conexión (o flujo) de cliente interior es soportada por una pila MPLS de profundidad tres. Por tanto, ninguna subcapa MPLS que no esté en el fondo de la pila tiene profundidad asignada.

Figura 21/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de profundidades de pila MPLS

8.1.1 Componentes topológicos MPLS

Los componentes topológicos MPLS son:

- red de capa MPLS;
- subred MPLS;
- enlace MPLS;
- grupo de acceso MPLS.

La red de capa MPLS puede dividirse en una o varias subredes MPLS interconectadas por enlaces MPLS.

8.1.1.1 Red de capa MPLS

La red de capa MPLS viene definida por el conjunto completo de grupos de acceso MPLS que pueden asociarse con el fin de transferir información. La información transferida es característica de la red de capa MPLS y se denomina información característica MPLS. La topología de la red de capa MPLS viene descrita por grupos de acceso MPLS, subredes MPLS y los enlaces MPLS entre ellos. Las estructuras dentro de la red de capa MPLS y sus redes de capa de servidor y de cliente vienen descritas por los componentes indicados a continuación.

8.1.1.2 Subred MPLS

Una subred MPLS viene definida por el conjunto de puntos de conexión MPLS disponibles para transferir información. En general, las subredes MPLS pueden dividirse en subredes más pequeñas interconectadas por enlaces MPLS. La matriz es un caso especial de subred MPLS que no puede subdividirse más.

8.1.1.3 Enlace MPLS

Un enlace MPLS consta de un subconjunto de los puntos de conexión MPLS situados al borde de una subred MPLS o de un grupo de acceso, que están asociados con un subconjunto correspondiente de puntos de conexión MPLS situados al borde de otra subred MPLS o grupo de acceso MPLS, con el fin de transferir información característica MPLS. El enlace MPLS representa la relación topológica y la capacidad disponible entre un par de subredes MPLS, o una subred MPLS y un grupo de acceso MPLS, o un par de grupos de acceso MPLS.

Puede haber múltiples enlaces MPLS entre cualquier subred MPLS y un grupo de acceso MPLS o un par de subredes MPLS o grupos de acceso MPLS.

8.1.1.4 Grupo de acceso MPLS

Un grupo de acceso MPLS es un grupo de funciones de terminación de camino MPLS coubicadas que están conectadas a la misma subred MPLS o enlace MPLS.

8.1.2 Entidades de transporte MPLS

Las entidades de transporte MPLS son:

- conexión de enlace MPLS;
- conexión de red MPLS;
- conexión de subred MPLS ;
- camino MPLS.

8.1.3 Funciones de procesamiento de transporte MPLS

Las funciones de procesamiento de transporte MPLS son:

- función de terminación de camino MPLS;
- funciones de adaptación de red de capa MPLS a cliente.

8.1.3.1 Terminación de camino MPLS

La fuente de terminación de camino MPLS (MPLS_TT_So) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y salida:

- inserta el campo TTL de 8 bits;
- produce el MPLS_CI resultante.

El sumidero de terminación de camino MPLS (MPLS_TT_Sk) ejecuta las siguientes funciones entre su entrada y salida:

- extrae y termina el campo TTL de 8 bits;
- produce el MPLS_AI resultante.

8.1.3.2 Funciones de adaptación de red de capa MPLS a cliente

Las funciones de adaptación MPLS/cliente se describen en la cláusula 10.

8.1.4 Punto de referencia MPLS

Los puntos de referencia MPLS (véase la figura 19) son:

- punto de acceso MPLS (AP);
- punto de conexión (CP) MPLS;
- punto de conexión de terminación (TCP) MPLS.

8.1.4.1 Punto de acceso MPLS

Un punto de acceso MPLS (MPLS AP) representa la vinculación entre una función de terminación de camino MPLS y una o más funciones de adaptación MPLS/cliente o MPLS/MPLS.

8.1.4.2 Punto de conexión MPLS

Un enlace MPLS se conecta a una subred MPLS o a otro enlace MPLS a través de un punto de conexión MPLS. Este punto de conexión se provee mediante la función de adaptación servidor/MPLS o MPLS/MPLS.

8.1.4.3 Conexión de terminación MPLS

Un punto de conexión de terminación MPLS, (MPLS TCP), conecta una función de terminación de camino MPLS (MPLS_TT) con un enlace MPLS.

8.2 Partición de red de capa MPLS

La descripción de la partición de capa MPLS es la misma de 7.2 con las siguientes excepciones:

- Las entidades G.809 se convierten en entidades G.805 según el cuadro C.1.

8.3 Comportamiento de subred MPLS

8.3.1 Etiquetas reservadas

El espacio de etiquetas reservadas es el mismo que se describe en 7.3.1 salvo que:

- Cuando se soporta Y.1711, se utiliza la etiqueta de alerta OAM 14.

8.3.2 Fusión de etiquetas

La fusión no es soportada en la arquitectura basada en encabezamiento complementario MPLS basado en la Rec. UIT-T G.805.

8.3.3 Espacio de etiquetas global

Las etiquetas que pertenecen a un espacio de etiquetas global (también conocido como espacio de etiquetas por plataforma) no tienen su contexto definido por el enlace en el que son recibidas. Por lo tanto, son únicas para la matriz. En un contexto con conexión se asocia solamente un LSP con un determinado valor de etiqueta tomado del espacio de etiquetas global.

8.3.4 Espacio de etiquetas por interfaz

La alternativa a la utilización del espacio de etiquetas global es el espacio de etiquetas por interfaz, en el que un valor de etiqueta MPLS es único solamente para un punto de conexión dentro de un enlace.

8.3.5 Soporte de múltiples espacios de etiquetas

Pueden soportarse múltiples espacios de etiquetas, como se describe en 7.3.5.

8.4 Supresión en el penúltimo salto (PHP)

La supresión en el penúltimo salto es la que se describe en 7.4 con las siguientes excepciones:

- Las entidades G.809 equivalen a entidades G.805 según el cuadro C.1.

8.5 Túneles LSP

La descripción de los túneles LSP es la misma de 7.5 con las siguientes excepciones:

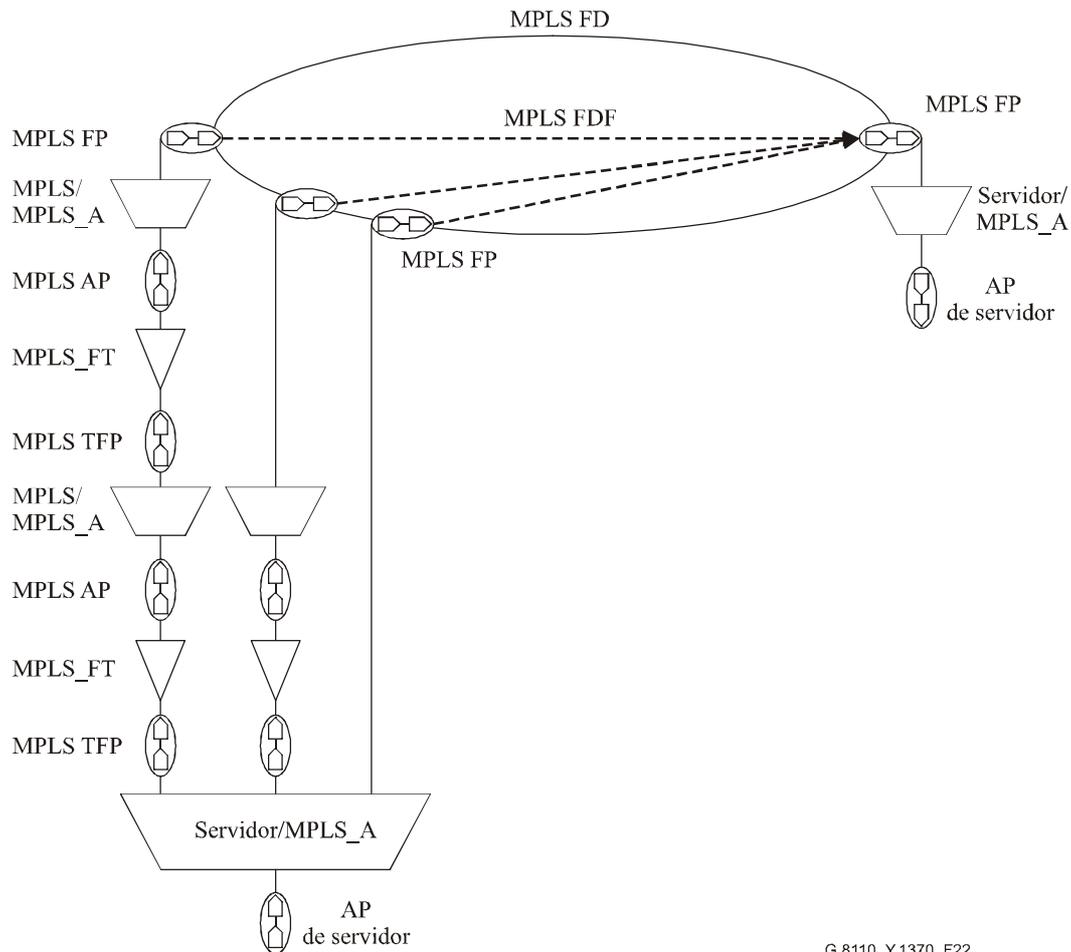
- las entidades G.809 equivalen a entidades G.805 según el cuadro C.1;
- los túneles LSP son punto a punto.

9 Jerarquías MPLS

9.1 Jerarquías MPLS G.809

Las jerarquías MPLS implementadas como pilas de etiquetas conforme al modelo G.809 se describen en la cláusula 7. En dicha cláusula se supone que toda la jerarquía MPLS, y por ende todas las redes de subcapa MPLS, se describen utilizando el modelo G.809.

En la figura 22 se presenta un ejemplo de la relación entre un dominio de flujo MPLS y los puntos de flujo en dicha pila de etiquetas. La naturaleza recurrente de la estructura en subcapas es tal que el dominio de flujo está asociado con puntos de flujo en múltiples subcapas.



G.8110_Y.1370_F22

Figura 22/G.8110/Y.1370 – Relación entre un dominio de flujo MPLS y las subcapas de una pila de etiquetas

9.2 Jerarquías MPLS G.805

Las jerarquías MPLS implementadas como pilas de etiquetas conforme al modelo G.805 se describen en la cláusula 8. En dicha cláusula se supone que toda la jerarquía MPLS, y por ende todas las redes de subcapa MPLS, se describen utilizando el modelo G.805.

En la figura 23 se presenta un ejemplo de la relación entre una subred MPLS y los puntos de conexión en dicha pila de etiquetas. La naturaleza recurrente de la estructura en subcapas es tal que la subred está asociada con puntos de conexión en múltiples subcapas.

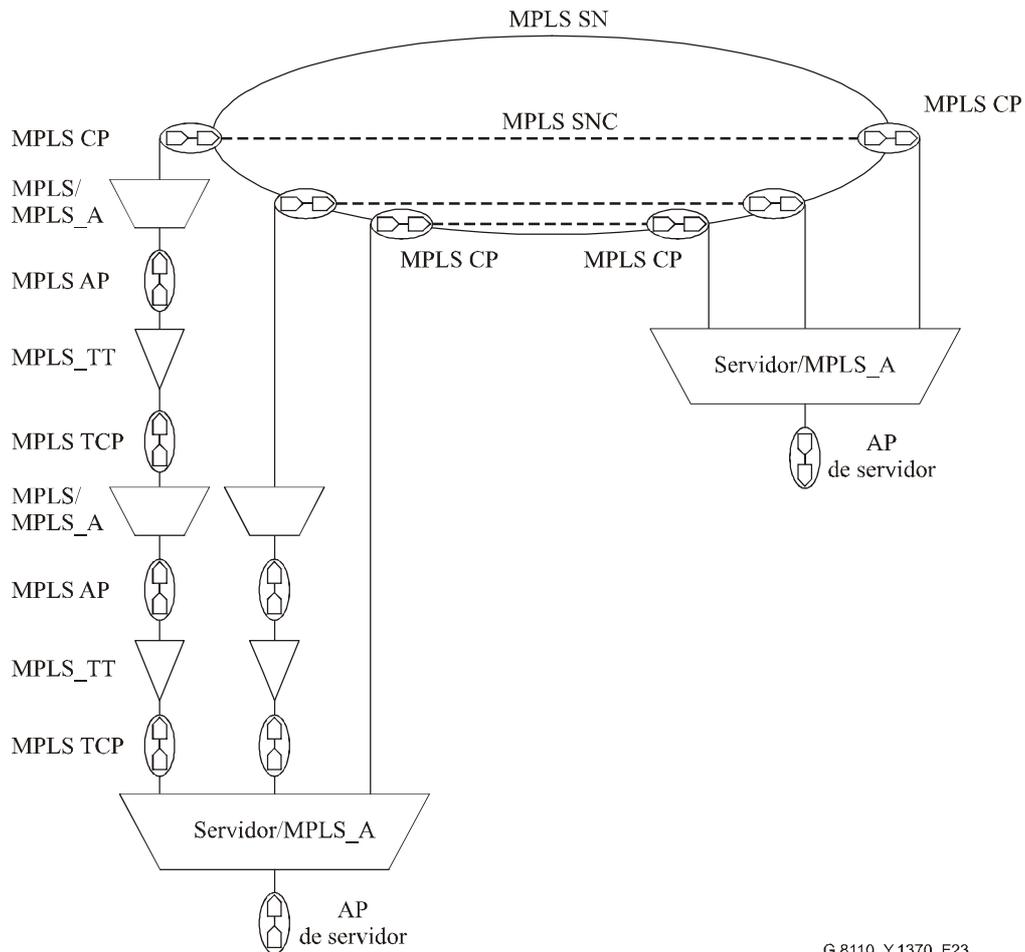


Figura 23/G.8110/Y.1370 – Relación entre una subred MPLS y las subcapas de una pila de etiquetas

9.3 Jerarquías MPLS heterogéneas

Una jerarquía MPLS puede también implementarse de manera que coexistan dentro de la misma jerarquía MPLS redes de subcapa basadas en la Rec. UIT-T G.805 y subcapas basadas en la Rec. UIT-T G.809.

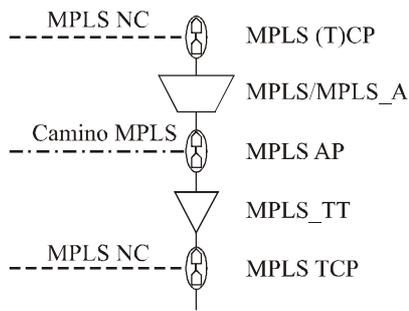
Para las subcapas entre el fondo y la cima de la pila de etiquetas una subcapa G.805 puede por tanto tener:

- un cliente G.805; o
- un cliente G.809.

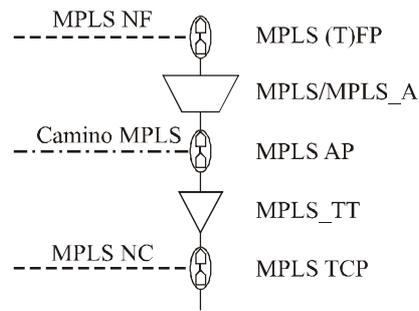
Análogamente, para las subcapas entre el fondo y la cima de la pila de etiquetas, una subcapa G.809 puede por tanto tener:

- un cliente G.805; o
- un cliente G.809.

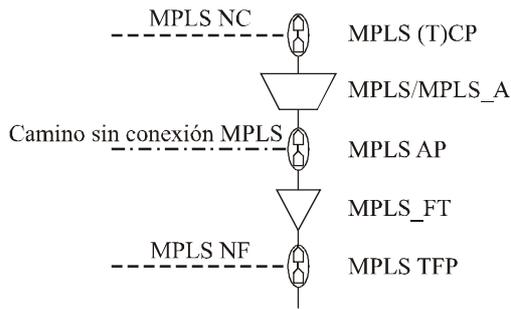
Estas relaciones se ilustran en la figura 24.



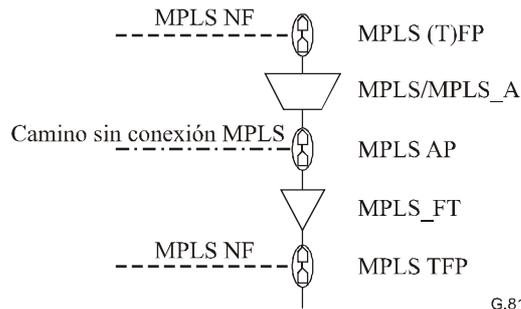
a) Cliente MPLS G.805, servidor MPLS G.805



b) Cliente MPLS G.809, servidor MPLS G.805



c) Cliente MPLS G.805, servidor MPLS G.809



d) Cliente MPLS G.809, servidor MPLS G.809

G.8110_Y.1370_F24

Figura 24/G.8110/Y.1370 – Relaciones servidor MPLS/cliente MPLS

Estas relaciones cliente/servidor afectan a las funciones MPLS/MPLS_A de las siguientes maneras:

- Para una subcapa MPLS descrita utilizando la Rec. UIT-T G.809, la MPLS/MPLS_A dirigida a/procedente de esta subcapa puede vincularse a:
 - puntos de flujo de terminación o puntos de flujo, como se describe en la cláusula 7 para el caso de un cliente MPLS G.809;
 - puntos de conexión de terminación o puntos de conexión para un cliente G.805.
- Para una subcapa MPLS descrita utilizando la Rec. UIT-T G.805, la MPLS/MPLS_A dirigida a/procedente de esta subcapa puede vincularse a:
 - puntos de conexión de terminación o puntos de conexión, como se describe en la cláusula 8 para el caso de un cliente G.805;
 - puntos de flujo de terminación o puntos de flujo para un cliente G.809.

En general, una subcapa MPLS, ya esté basada en las Recs. UIT-T G.805 o G.809, puede soportar:

- subcapas de cliente MPLS G.809;
- subcapas de cliente MPLS G.805;
- subcapas de cliente MPLS G.805 y G.809.

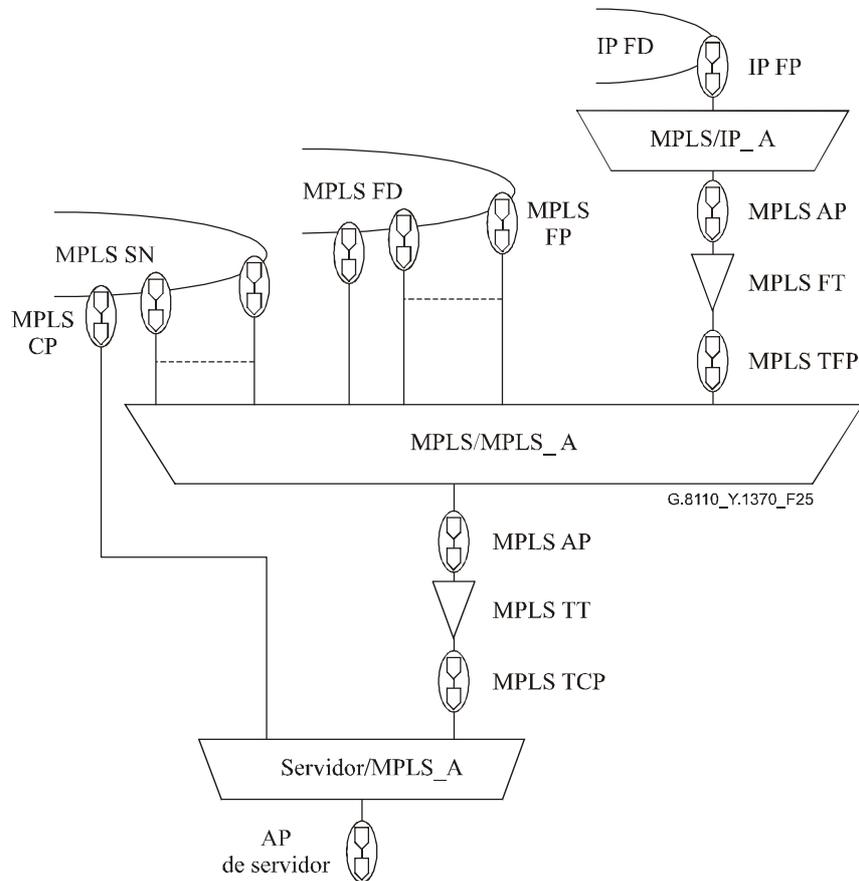
En la cima de la pila de etiquetas una capa de servidor no MPLS puede soportar:

- subcapas de cliente MPLS G.809;
- subcapas de cliente MPLS G.805;
- subcapas de cliente MPLS G.805 y G.809.

En el fondo de la pila de etiquetas una capa de cliente no MPLS puede ser soportada por:

- subcapas de servidor MPLS G.809;
- subcapas de servidor MPLS G.805;
- subcapas de servidor MPLS G.805 y G.809.

La figura 25 ilustra un ejemplo de jerarquía MPLS que contiene subcapas G.805 y G.809.



NOTA – La función de adaptación de este ejemplo está asociada con puntos CP(T) y FP(T).

Figura 25/G.8110/Y.1370 – Jerarquía MPLS que contiene subcapas G.805 y G.809

Las siguientes reglas se aplican dentro de una jerarquía MPLS que contenga redes de capa G.805 y G.809:

- los MPLS FP sólo pueden vincularse a dominios de flujo y nunca a subredes;
- un dominio de flujo MPLS está compartido en todas las subcapas G.809 dentro de una capa de la jerarquía;
- los MPLS TFP sólo pueden vincularse a terminaciones de flujo y nunca a terminaciones de camino;
- los MPLS CP sólo pueden vincularse a subredes y nunca a dominios de flujo;
- una subred MPLS comparte todas las subcapas G.805 dentro de la jerarquía;
- los MPLS TCP sólo pueden vincularse a terminaciones de camino y nunca a terminaciones de flujo;
- los MPLS FP(T) y los MPLS CP(T) nunca coexisten en la misma red de capa.

El conjunto de puntos de acceso asociado con las subcapas MPLS basadas en G.805 está completamente separado del conjunto de puntos de acceso asociado con las subcapas MPLS basadas en G.809.

10 Asociaciones servidor/cliente

En esta Recomendación se consideran tres formas de función de adaptación:

- Adaptación MPLS/cliente, donde el cliente no es MPLS. En este caso, la función de adaptación está asociada con el fondo de la pila de etiquetas.
- Adaptación MPLS/MPLS, donde el cliente es MPLS.
- Adaptación servidor/MPLS, donde el servidor no es MPLS. En este caso, la función de adaptación está asociada con la cima de la pila de etiquetas.

Las funciones de adaptación y sus principales procesos se muestran en la figura 26.

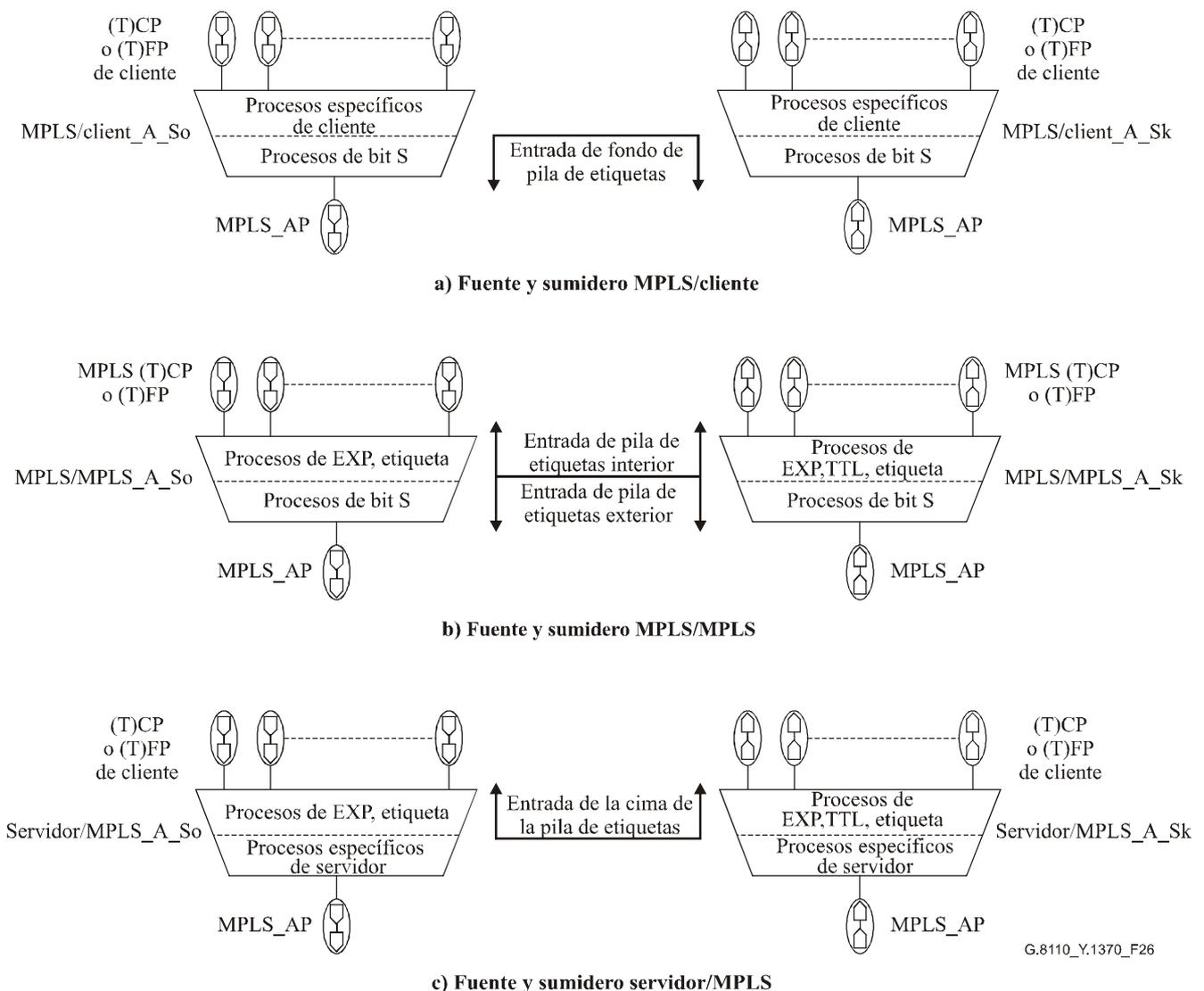


Figura 26/G.8110/Y.1370 – Asociaciones servidor/cliente y procesos principales

10.1 Adaptación MPLS/cliente

La adaptación MPLS/cliente (MPLS/Client_A) se considera como compuesta por dos tipos de procesos: procesos específicos de cliente y procesos específicos de servidor. La descripción de los procesos específicos de cliente, salvo cuando se refieren al comportamiento de procesamiento TTL y Diff-Serv para un IP, que se describe en la cláusula 13, cae fuera del alcance de esta Recomendación.

10.1.1 Adaptación MPLS/IP

La fuente de adaptación MPLS/IP (MPLS/IP_A_So) ejecuta los siguientes procesos específicos de servidor entre su entrada y salida:

- Hace corresponder el paquete IP a la cabida útil del paquete MPLS.
- Inserta un campo S de 1 bit puesto a 1. Esto indica que el cliente no es MPLS.
- Produce la MPLS_AI resultante

El sumidero de adaptación MPLS/IP (MPLS/IP_A_Sk) ejecuta los siguientes procesos específicos de servidor entre su entrada y salida:

- Extrae y procesa el campo S de 1 bit.
- Extrae el paquete IP de la cabida útil de la MPLS_AI.

Obsérvese que la red de capa IP puede ser IP versión 4 o IP versión 6. Cuando no importe la versión a efectos de descripción, se utiliza el genérico MPLS/IP. Si es necesario precisar, se indicará MPLS/IPv4 o MPLS/IPv6 según convenga.

10.1.2 Adaptación MPLS/MPLS

La función de adaptación MPLS/MPLS provee la funcionalidad de extremo de enlace MPLS.

La fuente de adaptación MPLS/MPLS (MPLS/MPLS_So) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y salida:

- Procesos específicos de cliente
 - Inserta el mismo valor de etiqueta MPLS de 20 bits en cada unidad de tráfico MPLS_CI asociada con un determinado punto de flujo (terminación) o punto de conexión (terminación).
 - Inserta el campo EXP de 3 bits conforme a los procesos definidos en 13.3. La MPLS_CI más la etiqueta de 20 bits más el campo EXP es equivalente a una entrada de pila de etiquetas.
 - Multiplexa los paquetes etiquetados MPLS.
- Procesos específicos de servidor
 - Inserta un campo S de 1 bit puesto a 0. Esto indica que el cliente es MPLS y, por ende, no se ha alcanzado el fondo de la pila.
 - Hace corresponder el paquete etiquetado MPLS con la cabida útil de la unidad de tráfico MPLS_AI de la subcapa MPLS de servidor.

El sumidero de adaptación MPLS/MPLS (MPLS/MPLS_Sk) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y salida:

- Procesos específicos de servidor
 - Extrae y procesa el campo S de 1 bit.
 - Extrae el paquete etiquetado MPLS de la subcapa MPLS de cliente de la cabida útil de la MPLS_AI.

- Procesos específicos de cliente
 - Demultiplexa la MPLS_AI por medio del valor de etiqueta de 20 bits.
 - Suprime la etiqueta de 20 bits.
 - Procesa el campo EXP de 3 bits como se describe en 13.3.
 - Procesa TTL conforme a los procesos descritos en 13.2. Cuando el campo TTL haya disminuido y expirado, se descarta la unidad de tráfico.
 - Produce la unidad de tráfico MPLS_CI.

10.2 Adaptación servidor no MPLS/MPLS

La función de adaptación servidor/MPLS provee la funcionalidad de extremo de enlace MPLS.

La función de adaptación servidor/MPLS se considera que consta de dos tipos de procesos: los específicos de cliente y los específicos de servidor. Los procesos específicos de cliente están asociados con las unidades de tráfico MPLS_CI, que ingresan/egresan a través del MPLS (T)FP/FPP. Los procesos específicos de servidor caen fuera del alcance de esta Recomendación.

La fuente de adaptación Srv/MPLS (Srv/MPLS_A_So) ejecuta los siguientes procesos entre su entrada y salida:

- Inserta el mismo valor de etiqueta MPLS de 20 bits en cada unidad de tráfico MPLS_CI asociada con un determinado punto de flujo o punto de conexión.
- Inserta el campo EXP conforme a los procesos descritos en 13.3.
- Multiplexa los paquetes etiquetados MPLS.
- Procesos específicos relacionados con la capa de servidor.

El sumidero de adaptación Srv/MPLS (Srv/MPLS_A_Sk) ejecuta uno de los siguientes procesos entre su entrada y salida:

- Procesos específicos relacionados con la capa de servidor.
- Demultiplexa los paquetes etiquetados MPLS utilizando el valor de etiqueta de 20 bits.
- Suprime la etiqueta de 20 bits.
- Procesa EXP conforme a 13.3.
- Procesa TTL conforme a 13.2. Cuando el campo TTL haya disminuido y expirado, se descarta la unidad de tráfico.

11 Control de red MPLS

Queda en estudio.

12 Técnicas de supervivencia MPLS

12.1 Técnicas de protección

Queda en estudio.

12.2 Restablecimiento de red

Queda en estudio.

13 MPLS y soporte de la arquitectura Diff-Serv

La utilización de MPLS para el soporte de servicios diferenciados (Diff-Serv, *differentiated services*) se describe en RFC 3270. La terminología Diff-Serv trata tanto el tráfico como el procesamiento del tráfico y lo descompone de manera jerárquica.

Las definiciones pertinentes de tráfico son:

- Agregado de comportamiento (BA): Es una colección de paquetes con un punto de código Diff-Serv común (DSCP) que transita por un enlace en un determinado sentido.
- Agregado ordenado (OA): Es un conjunto de BA que comparten una restricción de orden.

Y las correspondientes definiciones de tratamiento son:

- Comportamiento por salto (PHB): Es cómo tratará un LSR un BA.
- Grupo PHB: Es un conjunto de PHB con una restricción común, por lo que deben ser implementados cada uno respecto al otro.
- Clase de calendarización PHB (PSC): Grupo PHB cuya mínima restricción común es un requisito de ordenamiento de microflujo. Ésta es cómo un LSR tratará un OA.

Se describen tres modelos de tunelización Diff-Serv (si la información PHB se propaga entre subcapas y cómo ocurre):

- el modelo uniforme, con o sin supresión en el penúltimo salto;
- el modelo tubería, sin supresión en el penúltimo salto;
- el modelo tubería corta, con supresión en el penúltimo salto o sin ella.

Estos modelos se tratan en 13.3.

La información Diff-Serv codificada bien en el encabezamiento IP o bien en el encabezamiento complementario MPLS se utiliza para seleccionar el comportamiento por salto (PHB), descrito en RFC 3270, que determina el tratamiento de la calendarización y, si procede, la precedencia de exclusión del paquete.

En RFC 3270 se definen dos formas de LSP:

- E-LSP: Un LSP de clase de calendarización PHB (PSC) inferido por EXP. La PSC y la precedencia de exclusión se infieren directamente del campo EXP en el encabezamiento complementario MPLS.
- L-LSP: Un LSP de clase de calendarización PHB (PSC) inferido sólo por etiqueta. El tratamiento de calendarización se infiere de la etiqueta de 20 bits en el encabezamiento complementario MPLS. La precedencia de exclusión a aplicar se transporta en el campo EXP incluido en el encabezamiento MPLS.

La información Diff-Serv LSP contenida en un encabezamiento MPLS se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3/G.8110/Y.1370 – Relaciones entre los campos tipo de LSP, comportamiento por salto y encabezamiento MPLS

Tipo de LSP	Comportamiento por salto	
	Clase de calendarización PHB	Precedencia de exclusión
E-LSP	Campo EXP	
L-LSP	Etiqueta	Campo EXP

La relación entre el PHB y la información Diff-Serv LSP se determina mediante correspondencias establecidas por medio de una correspondencia preconfigurada o explícitamente señalada durante el establecimiento de la etiqueta. Esto se ilustra en el cuadro 4.

Cuadro 4/G.8110/Y.1370 – Correspondencia de clase de calendarización por salto precedencia de exclusión con PHB, como función

Tipo de LSP	Información Diff-Serv de LSP Componente	Correspondencia	Mecanismo de correspondencia
E-LSP	PSC más precedencia de exclusión	EXP ↔ PHB	Señalado explícitamente en el establecimiento de etiqueta O Correspondencia preconfigurada
L-LSP	PSC	Etiqueta – PSC	PSC es explícitamente señalada durante el establecimiento de etiqueta
	Precedencia de exclusión	Correspondencia EXP ↔ PHB Ésta es una función de PSC soportada en el LSP	Correspondencia EXP/PSC ↔ PHB declarada obligatoria

Cada uno de los modelos de tunelización Diff-Serv utiliza la información Diff-Serv LSP (EXP para E-LSP, etiqueta y EXP para L-LSP) en el encabezamiento complementario MPLS de diferentes maneras. El procesamiento Diff-Serv LSP puede describirse como una combinación de:

- diagramas de referencia que ilustran las entidades de transporte y las funciones de procesamiento de transporte de interés;
- descripciones del procesamiento de información Diff-Serv LSP que ocurre en cada tipo de función de procesamiento de transporte en los modelos de referencia.

Los diagramas de referencia se describen en 13.1, el procesamiento TTL para cada modelo de tunelización en 13.2, y el procesamiento de información Diff-Serv LSP para cada modelo de tunelización en 13.3.

13.1 Diagramas de referencia para los modelos uniforme, tubería y tubería corta

Se utilizan dos diagramas de referencia, uno para los tres modelos de túnel sin supresión en el penúltimo salto y otro para los modelos uniforme y tubería corta con supresión en el penúltimo salto.

13.1.1 Diagrama de referencia para los modelos uniforme, tubería y tubería corta sin PHP

El modelo de referencia para la descripción de los modelos uniforme, tubería y tubería corta en ausencia de supresión en el penúltimo salto se muestra en la figura 27. El túnel de interés está representado por el procesamiento asociado con la entrada de pila de etiquetas del túnel, mientras que la información que se tuneliza (el cliente) se representa mediante la entrada de pila de etiquetas tunelizada o encabezamiento IP. Cuando la capa de cliente es MPLS, la adaptación MPLS/cliente corresponde a una adaptación MPLS/MPLS y el procesamiento se basa completamente en MPLS. Cuando el cliente es IP, la adaptación MPLS/cliente corresponde a una adaptación MPLS/IP y el procesamiento incluye procesamiento Diff-Serv IP.

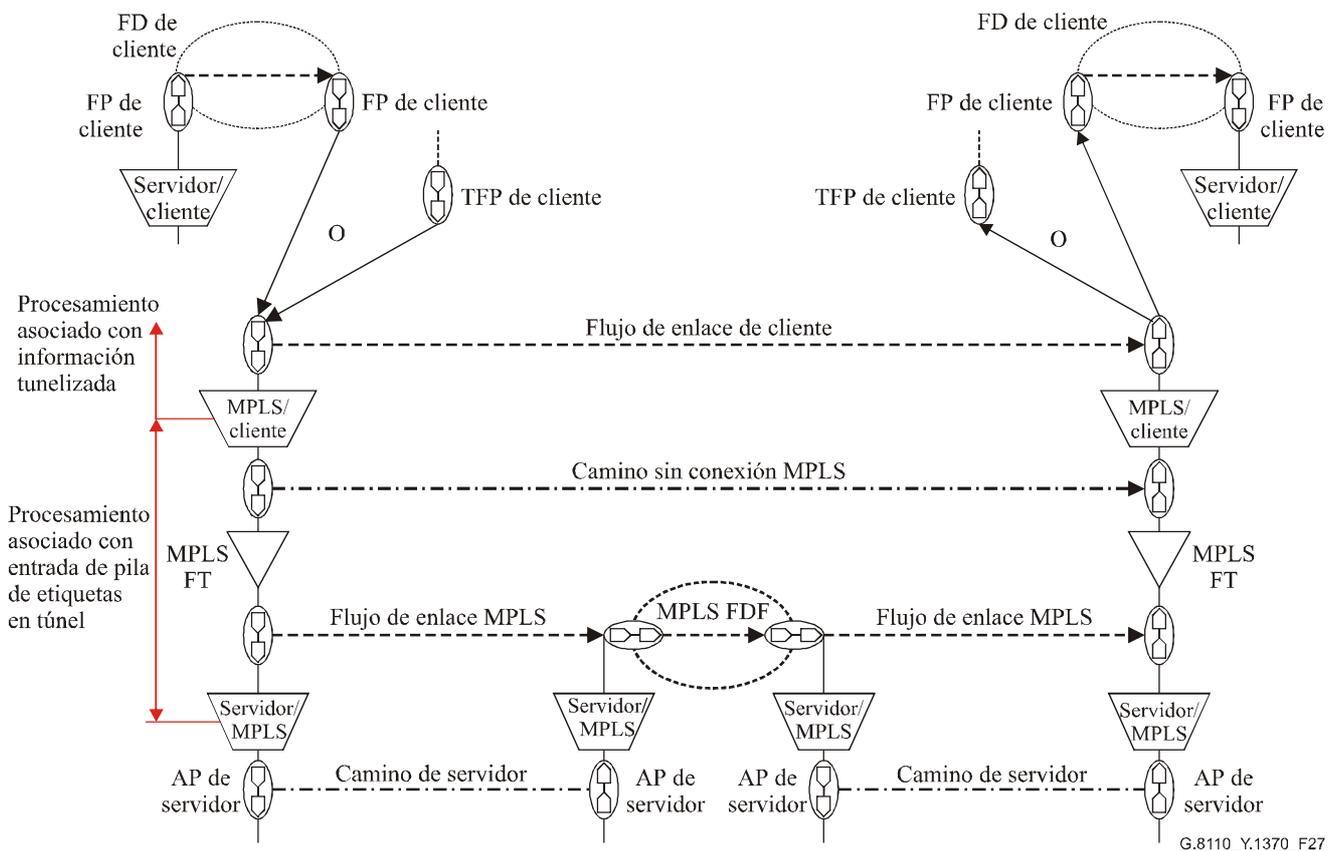


Figura 27/G.8110/Y.1370 – Diagrama de referencia para los modelos uniforme, tubería y tubería corta sin PHP

Para la adaptación servidor/MPLS se aplican los siguientes casos:

- La red de capa de servidor es MPLS y la función de adaptación es de la forma adaptación MPLS/MPLS. En este caso, los procesos de la función sumidero de adaptación MPLS/MPLS dependen de la naturaleza del modo túnel de servidor MPLS. El mecanismo de pila de etiquetas permite a la tunelización anidar hasta cualquier profundidad. Asimismo, no hay requisitos para modelos de tunelización coherentes a través de los niveles, de manera que cada túnel puede funcionar en un modo de tunelización diferente hacia su cliente o su servidor. Obsérvese que en el diagrama de referencia los procesos asociados con la función fuente de adaptación MPLS/cliente, cuando el cliente es MPLS, dependen del modo de tunelización de los servidores.
- La red de capa de servidor es IP. Este caso no se considera más en esta Recomendación.

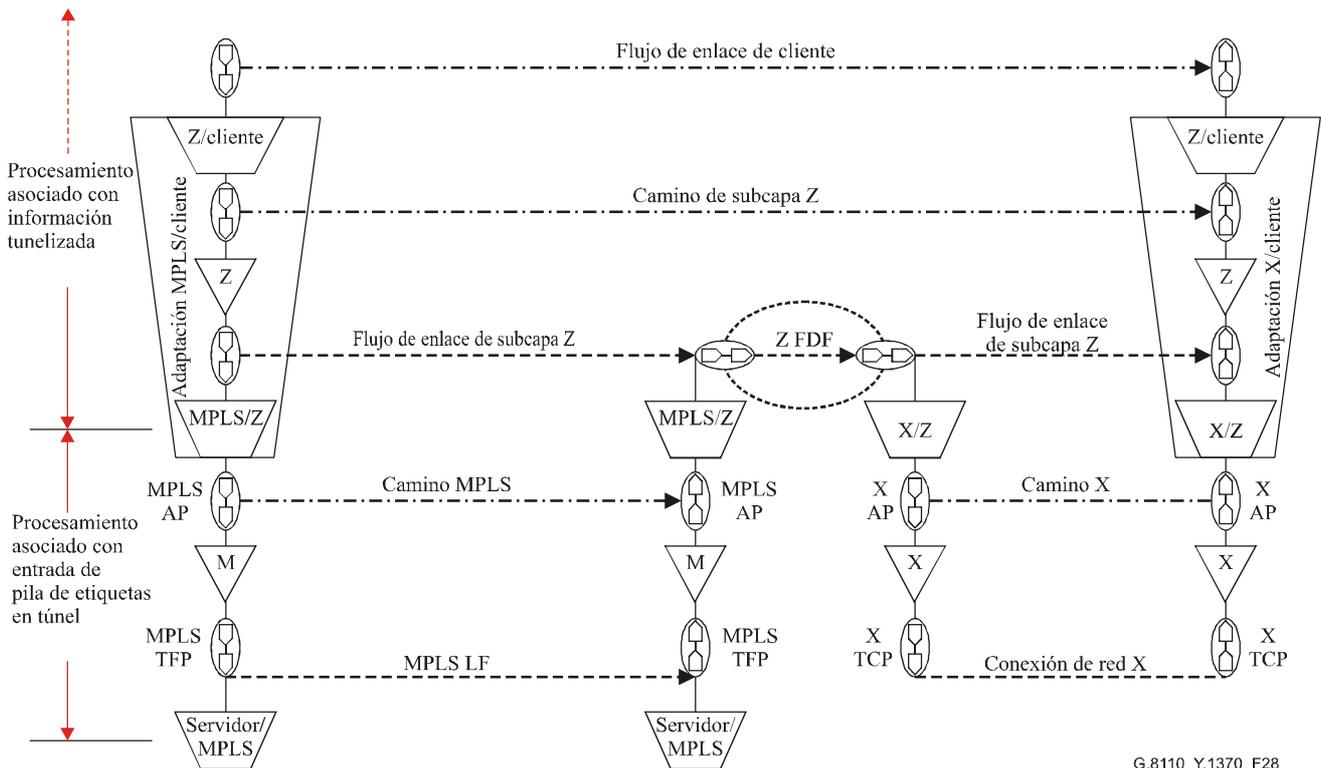
El servidor no es MPLS ni IP. Este caso se describe para cada modelo de túnel utilizando la notación servidor/MPLS (el servidor no es MPLS). La red de capa de servidor puede ser bien conconexión o sin conexión. En el diagrama de referencia se la muestra con conexión. No se describen los procesos de capa de servidor asociados con la función de adaptación.

Para la adaptación servidor/cliente se aplican los siguientes casos:

- El cliente es MPLS y el servidor MPLS, de manera que la adaptación es MPLS/MPLS_A.
- El cliente es IP. El servidor puede entonces ser:
 - MPLS, por lo que la adaptación es MPLS/IP_A.
 - Cualquier otra tecnología que soporte el IP, por lo que la adaptación es servidor/IP_A.

13.1.2 Diagrama de referencia para los modelos uniforme y tubería corta con PHP

El modelo de referencia para describir los modelos uniforme y tubería corta en presencia de supresión en el penúltimo salto se muestra en la figura 28. El túnel de interés está representado por el procesamiento asociado con la entrada de pila de etiquetas del túnel, mientras que la información que se tuneliza (el cliente) se representa mediante la entrada de pila de etiquetas tunelizada o encabezamiento IP. Cuando la capa de cliente es MPLS, la adaptación MPLS/cliente corresponde a una adaptación MPLS/MPLS y el procesamiento se basa completamente en MPLS. Cuando el cliente sea IP, la adaptación MPLS/cliente corresponde a una adaptación MPLS/IP y el procesamiento incluye procesamiento Diff-Serv IP.



G.8110_Y.1370_F28

Figura 28/G.8110/Y.1370 – Diagrama de referencia para los modelos uniforme y tubería corta con PHP

La utilización de supresión en el penúltimo salto crea la subcapa Z. La información característica de esta subcapa depende del cliente y de la ampliación resultante de la adaptación MPLS/cliente. Si el cliente es MPLS, la información característica corresponde a una frontera de entrada de pila de etiquetas, mientras que si es IP corresponde a un paquete IP.

Para la adaptación servidor/MPLS se aplican los siguientes casos:

- La red de capa de servidor es MPLS y la función de adaptación es de la forma adaptación MPLS/MPLS. En este caso, los procesos de la función sumidero MPLS/MPLS dependen de la naturaleza del modo túnel de servidor MPLS. El mecanismo de pila de etiquetas permite a la tunelización anidar hasta cualquier profundidad. Asimismo, no hay ningún requisito para modelos de tunelización coherentes a través de los niveles, de manera que cada túnel puede funcionar en un modo de tunelización diferente hacia su cliente o su servidor. Obsérvese que en el diagrama de referencia los procesos asociados con la función fuente de adaptación MPLS/cliente, cuando el cliente es MPLS, dependen del modo de tunelización de los servidores.
- La red de capa de servidor es IP. Este caso no se considera más en esta Recomendación.

- El servidor no es MPLS ni IP. Este caso se describe para cada modelo de túnel utilizando la notación servidor/MPLS (el servidor no es MPLS). La red de capa de servidor puede ser bien con conexión o sin conexión. En el diagrama de referencia se la muestra con conexión. No se describen los procesos de capa de servidor asociados con la función de adaptación.

La capa de servidor X es cualquier tecnología de capa de servidor válida en la cual pueda hacerse corresponder la CI Z y, por tanto, puede ser con conexión o sin conexión. En el diagrama de referencia se la muestra con conexión.

Los procesos asociados con las funciones de procesamiento de transporte son los mismos que en el caso de los modelos uniforme y tubería corta sin PHP, salvo las funciones de procesamiento de adaptación y transporte MPLS/Z en sentido descendente de la misma. Obsérvese que las funciones adaptación Z/cliente, terminación de flujo Z y adaptación MPLS/Z en la adaptación MPLS/cliente no se describen ya que éstas son todas funciones encapsuladas dentro de la adaptación MPLS/cliente que las contiene.

13.2 Comportamiento TTL MPLS

El campo tiempo de vida (TTL) puede procesarse de diferentes maneras, según el tipo de LSP, que se describe en RFC 3443.

El comportamiento TTL para cada modelo de tunelización Diff-Serv, uniforme, tubería y tubería corta, se describe en esta subcláusula por medio de cuadros que describen el procesamiento TTL que se produce en cada una de las funciones de procesamiento de transporte en el diagrama de referencia apropiado.

Las señales `_AI_TTLVALUE` y `_CI_TTLVALUE`, que se agregan delante son señales que contienen información relativa a valores del campo TTL y se usan para describir flujos de información entre las funciones de procesamiento de transporte como se indica en las subcláusulas siguientes. Estas señales están presentes entre las funciones de procesamiento de transporte del equipo pero no se transportan entre el equipo por caminos o flujos. Siendo así, no se las describe separadamente de la información característica e información adaptada que se transporta en las entidades de transporte. Las `_AI_TTLVALUE` y `_CI_TTLVALUE` no forman parte de las unidades de tráfico MPLS. Proveen funciones de procesamiento de transporte en una red de capa con información relativa al valor TTL obtenido de otra red de capa. Dependiendo del modelo Diff-Serv pueden o no ser utilizadas por una red de capa como parte de su propio procesamiento de TTL.

Las funciones de adaptación servidor/cliente de la figura 27 no se describen en los cuadros que siguen por no ser necesarias para explicar el comportamiento.

13.2.1 Modelo uniforme sin supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el modelo uniforme sin supresión en el penúltimo salto se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5/G.8110/Y.1370 – Funciones de procesamiento de transporte y procesamiento TTL Diff-Serv en el modelo uniforme sin PHP

Función de procesamiento de transporte	Procesamiento TTL
MPLS/client_A_So (el cliente es IP)	Generar el MPLS_AI_TTLVALUE a partir del IP_CI_TTLVALUE recibido.
MPLS/client_A_So (el cliente es MPLS)	Generar el MPLS_AI_TTLVALUE a partir del MPLS_CI_TTLVALUE recibido.
MPLS_FT_So	El MPLS_AI_TTLVALUE recibido se copia en el campo TTL de la unidad de tráfico MPLS_CI. Generar el MPLS_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL de la unidad de tráfico MPLS.
Server/MPLS_A_So (el servidor no es MPLS)	Terminar el MPLS_CI_TTLVALUE y no procesarlo más.
Server/MPLS_A_So (el servidor es MPLS)	Generar el MPLS_AI_TTLVALUE a partir del MPLS_CI_TTLVALUE recibido.
Server/MPLS_A_Sk (el servidor no es MPLS)	Disminuir en 1 el campo TTL en el encabezamiento complementario MPLS. Si el $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Si se reenvía el paquete, utilizar el valor TTL disminuido para generar MPLS_CI_TTLVALUE.
Server/MPLS_A_Sk (el servidor es MPLS)	Si la capa de servidor está funcionando en el modo tubería o tubería corta: <ul style="list-style-type: none"> – terminar el MPLS_AI_TTLVALUE recibido y no procesarlo más; – disminuir en 1 el campo TTL en la unidad de tráfico MPLS_AI. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete; – generar el MPLS_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en la unidad de tráfico MPLS_AI. Si la capa de servidor está funcionando en modo uniforme: <ul style="list-style-type: none"> – reemplazar el campo TTL en la unidad de tráfico MPLS_AI por el MPLS_AI_TTLVALUE recibido; – generar MPLS_CI_TTLVALUE a partir de MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS_FT_Sk	Terminar el MPLS_CI_TTLVALUE recibido y no procesarlo más. Suprimir el campo TTL de la unidad de tráfico MPLS_CI y generar una copia en MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS/client_A_Sk (el cliente es MPLS)	Reemplazar el campo TTL en la unidad de tráfico MPLS_AI por el MPLS_AI_TTLVALUE recibido. Generar MPLS_CI_TTLVALUE a partir de MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS/client_A_Sk (el cliente es IP)	Reemplazar el campo TTL en el encabezamiento IP por el MPLS_AI_TTLVALUE recibido. Generar IP_CI_TTLVALUE a partir de MPLS_AI_TTLVALUE.

13.2.2 Modelos tubería y tubería corta sin supresión en el último salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para los modelos tubería y tubería corta, sin supresión en el penúltimo salto, se describen en el cuadro 6.

Cuadro 6/G.8110/Y.1370 – Funciones de procesamiento de transporte y procesamiento TTL Diff-Serv para los modelos tubería y tubería corta sin PHP

Función de procesamiento de transporte	Procesamiento TTL
MPLS/client_A_So (el cliente es IP)	Generar el MPLS_AI_TTLVALUE a partir del IP_CI_TTLVALUE recibido.
MPLS/client_A_So (el cliente es MPLS)	Generar el MPLS_AI_TTLVALUE a partir del MPLS_CI_TTLVALUE recibido.
MPLS_FT_So	Terminar el MPLS_AI_TTLVALUE recibido y no procesarlo más. El valor TTL en la unidad de tráfico MPLS_CI se fija administrativamente a un valor menor o igual a 255. Generar MPLS_CI_TTLVALUE a partir del valor TTL fijado administrativamente.
Server/MPLS_A_So (el servidor no es MPLS)	Terminar el MPLS_CI_TTLVALUE recibido y no procesarlo más.
Server/MPLS_A_So (el servidor es MPLS)	Generar el MPLS_AI_TTLVALUE a partir del MPLS_CI_TTLVALUE recibido.
Server/MPLS_A_Sk (el servidor no es MPLS)	Disminuir en 1 el campo TTL en la unidad de tráfico MPLS_AI. Si el $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Si se reenvía el paquete, utilizar el valor TTL disminuido para generar MPLS_CI_TTLVALUE.
Server/MPLS_A_Sk (el servidor es MPLS)	Si la capa de servidor está funcionando en modo tubería o tubería corta: – terminar el MPLS_AI_TTLVALUE y no procesarlo más; – disminuir en 1 el campo TTL en la unidad de tráfico MPLS_AI. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete; – Generar el MPLS_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en la unidad de tráfico MPLS_AI. Si la capa de servidor está funcionando en modo uniforme: – reemplazar el campo TTL en la unidad de tráfico MPLS_AI por el MPLS_AI_TTLVALUE recibido; – generar MPLS_CI_TTLVALUE a partir de MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS_FT_Sk	Terminar el MPLS_CI_TTLVALUE recibido y no procesarlo más. Suprimir el campo TTL de la unidad de tráfico MPLS_CI y generar una copia en MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS/client_A_Sk (el cliente es MPLS)	Terminar el MPLS_AI_TTLVALUE recibido y no procesarlo más. Disminuir en 1 el campo TTL en la unidad de tráfico MPLS_AI. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Generar el MPLS_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en la unidad de tráfico MPLS.
MPLS/client_A_Sk (el cliente es IP)	Terminar el MPLS_AI_TTLVALUE recibido y no procesarlo más. Disminuir en 1 el campo TTL en el encabezamiento IP. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Generar el IP_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en el encabezamiento IP.

13.2.3 Modelo uniforme con supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el modelo uniforme con supresión en el penúltimo salto, se describen en el cuadro 7.

Desde una perspectiva de red, es suficiente describir los procesos asociados con las funciones de adaptación MPLS/cliente y X/cliente en lugar de describir las funciones que ellos encapsulan.

Cuadro 7/G.8110/Y.1370 – Funciones de procesamiento de transporte y procesamiento TTL Diff-Serv para el modelo uniforme con PHP

Función de procesamiento de transporte	Procesamiento TTL
MPLS/client_A_So (el cliente es IP) MPLS/client_A_So (el cliente es MPLS) MPLS_FT_So Server/MPLS_A_So (el servidor no es MPLS) Server/MPLS_A_So (el servidor es MPLS) Server/MPLS_A_Sk (el servidor no es MPLS) Server/MPLS_A_Sk (el servidor es MPLS) MPLS_FT_Sk	El procesamiento TTL en estas funciones es exactamente el mismo que en el modelo uniforme sin PHP.
MPLS/Z_A_Sk Z es equivalente a un paquete IP	Reemplazar MPLS_AI_TTLVALUE recibido en el campo TTL del encabezamiento IP, recalcular el CRC.
MPLS/Z_A_Sk Z es equivalente a una entrada de pila de etiquetas MPLS	Reemplazar MPLS_AI_TTLVALUE recibido en el campo TTL del encabezamiento complementario MPLS.
X/Z_A_So X_TT_So X_TT_Sk	Sin procesamiento TTL.
X/client_A_So (el cliente es MPLS)	Disminuir en 1 el campo TTL del encabezamiento complementario MPLS. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Generar el MPLS_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en el encabezamiento MPLS.
X/client_A_So (el cliente es IP)	Disminuir en 1 el campo TTL en el encabezamiento IP. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Generar el IP_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en el encabezamiento IP.

13.2.4 Modelo tubería corta con supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el caso del modelo tubería corta con supresión en el penúltimo salto, se describen en el cuadro 8.

Desde una perspectiva de red es suficiente describir los procesos asociados con las funciones de adaptación MPLS/cliente y X/cliente y en lugar de describir las funciones que ellos encapsulan.

Cuadro 8/G.8110/Y.1370 – Funciones de procesamiento de transporte y procesamiento TTL Diff-Serv para el modelo tubería corta con PHP

Función de procesamiento de transporte	Procesamiento TTL
MPLS/client_A_So (el cliente es IP) MPLS/client_A_So (el cliente es MPLS) MPLS_FT_So Server/MPLS_A_So (el servidor no es MPLS) Server/MPLS_A_So (el servidor es MPLS) Server/MPLS_A_Sk (el servidor no es MPLS) Server/MPLS_A_Sk (el servidor es MPLS) MPLS_FT_Sk	El procesamiento TTL en estas funciones es exactamente el mismo que en el modelo tubería corta sin PHP.
MPLS/Z_A_Sk Z es equivalente a un paquete IP	MPLS_AI_TTLVALUE se termina sin procesamiento ulterior.
MPLS/Z_A_Sk Z es equivalente a una entrada de pila de etiquetas MPLS	No se cambia el TTL de la unidad de tráfico Z.
X/Z_A_So X_TT_So X_TT_Sk	Sin procesamiento TTL.
X/client_A_So (el cliente es MPLS)	Disminuir en 1 el campo TTL en el encabezamiento complementario MPLS. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Generar el MPLS_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en el encabezamiento MPLS.
X/client_A_So (el cliente es IP)	Disminuir en 1 el campo TTL en el encabezamiento IP. Si $TTL \leq 0$ no se reenvía el paquete. Generar el IP_CI_TTLVALUE a partir del campo TTL disminuido en el encabezamiento IP.

13.3 Comportamiento EXP MPLS

RFC 3032 describe el campo MPLS como reservado para uso experimental. RFC 3270 describe la aplicación del campo EXP para el soporte MPLS de Diff-Serv. Esta Recomendación considera el uso de EXP descrito en RFC 3270 y quedan en estudio otras aplicaciones.

El comportamiento EXP para cada modelo de tunelización Diff-Serv, uniforme, tubería y tubería corta, se presenta en esta subcláusula por medio de diagramas que describen el procesamiento EXP que se produce en cada una de las funciones de procesamiento de transporte en el diagrama de referencia adecuado.

El comentario sobre el PHB debido a funciones de acondicionamiento de tráfico queda en estudio.

Los diagramas utilizan los siguientes convenios:

El PHB entrante se designa por iPHB y el PHB saliente por oPHB.

M representa información Diff-Serv transportada en el encabezamiento encapsulado – la "información Diff-Serv tunelizada", mientras que m representa la información Diff-Serv transportada en el encabezamiento encapsulante – la "información Diff-Serv LSP", que se describe en 2.6/RFC 3270.

M_i o (m_i) representa la codificación de sintaxis de la información Diff-Serv en el encabezamiento MPLS o IP apropiado. En un LSR en que se permite cambiar el valor EXP (como se describe en 3.2.1/RFC 3270) la información Diff-Serv entrante se permuta por la información Diff-Serv saliente M_j (M_j puede o no ser igual a M_i). Cuando no se soporta cambiar los bits EXP la información Diff-Serv entrante M_i se copia en la información Diff-Serv saliente (y es igual a M_i).

Notas que se aplican de 13.3.1 a 13.4

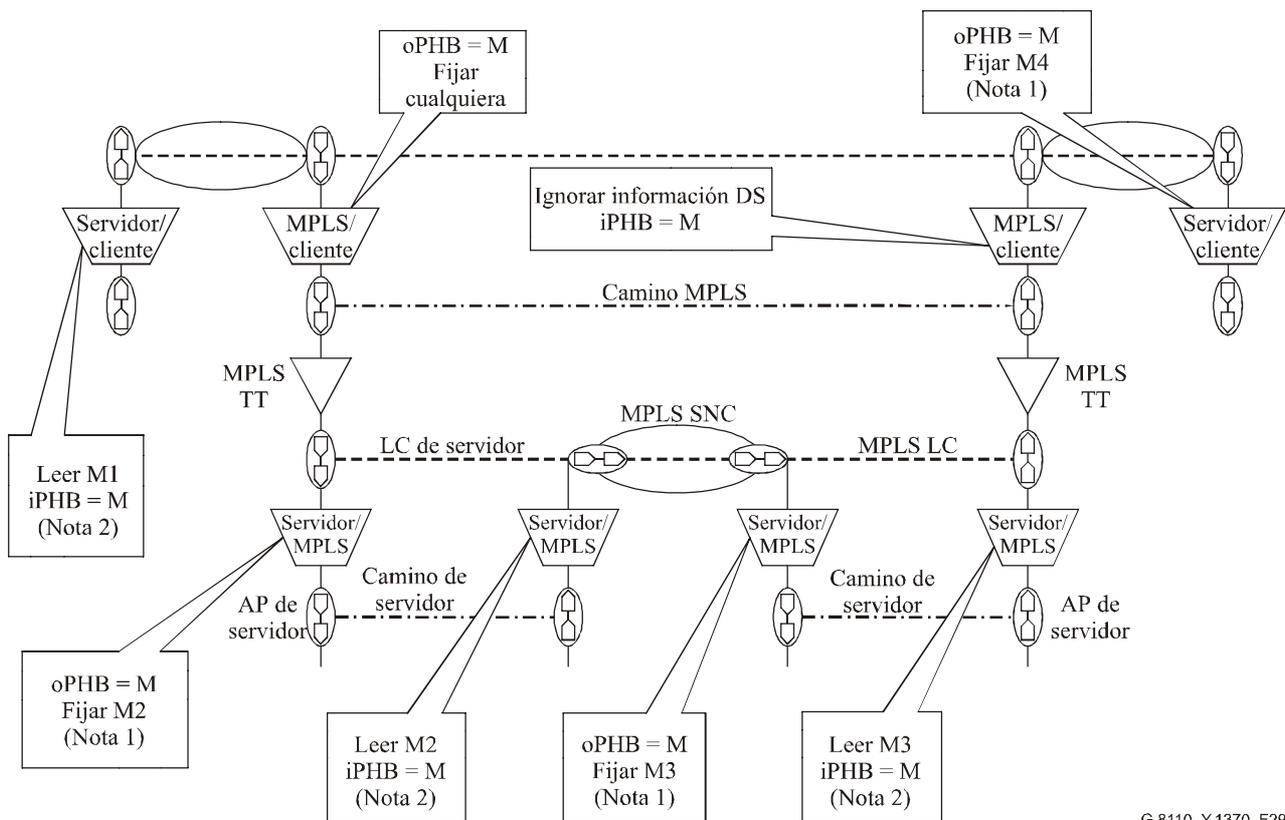
NOTA 1 – En las figuras que siguen se supone que hay una capa de servidor no MPLS para la función de adaptación fuente servidor/MPLS. Cuando la capa de servidor está en un túnel MPLS, el comportamiento depende del modelo de túnel especificado en 13.3.1 (modelo uniforme), 13.3.2 (modelo tubería) y 13.3.3 (modelo tubería corta) para la función de adaptación fuente MPLS/cliente. La única excepción es aplicable cuando la capa servidor para la función de adaptación sumidero servidor/MPLS entrante está en un túnel MPLS que utiliza el modelo tubería: en este caso, la función de adaptación fuente servidor/MPLS debe fijar el campo EXP igual al valor entrante (especificado en 13.3.2 para la función de adaptación fuente servidor/cliente).

NOTA 2 – En las siguientes figuras se supone que la capa servidor es no MPLS para la función de adaptación sumidero servidor/MPLS.

Cuando la capa servidor esté en un túnel MPLS, el comportamiento depende del modelo de túnel como se especifica en 13.3.1 (modelo uniforme), 13.3.2 (modelo tubería) y 13.3.3 (modelo tubería corta) para la función de adaptación fuente MPLS/cliente.

13.3.1 Modelo uniforme sin supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el caso del modelo uniforme sin supresión en el penúltimo salto se describen en la figura 29.



G.8110_Y.1370_F29

Figura 29/G.8110/Y.1370 – Diagrama de referencia para el modelo uniforme sin PHP

13.3.2 Modelo tubería sin supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el modelo tubería sin supresión en el penúltimo salto se describen en la figura 30.

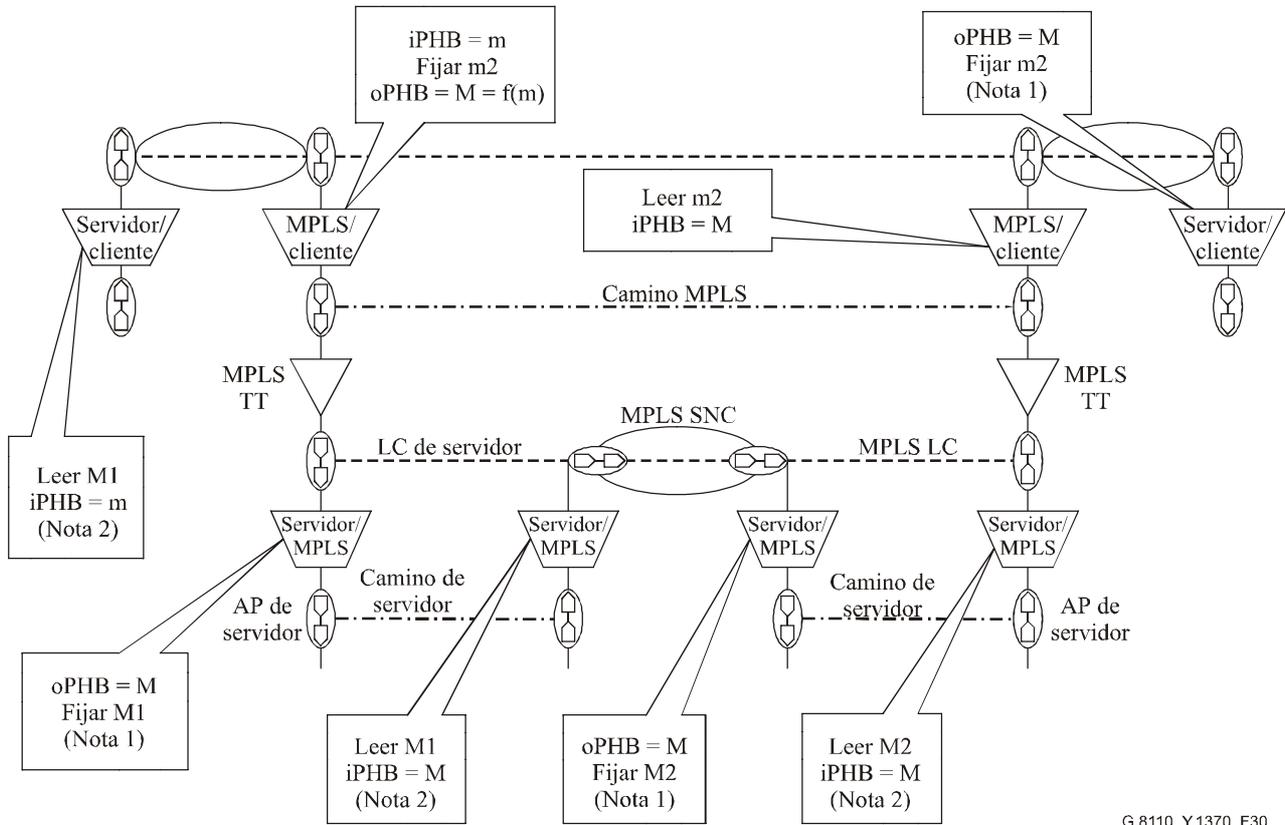
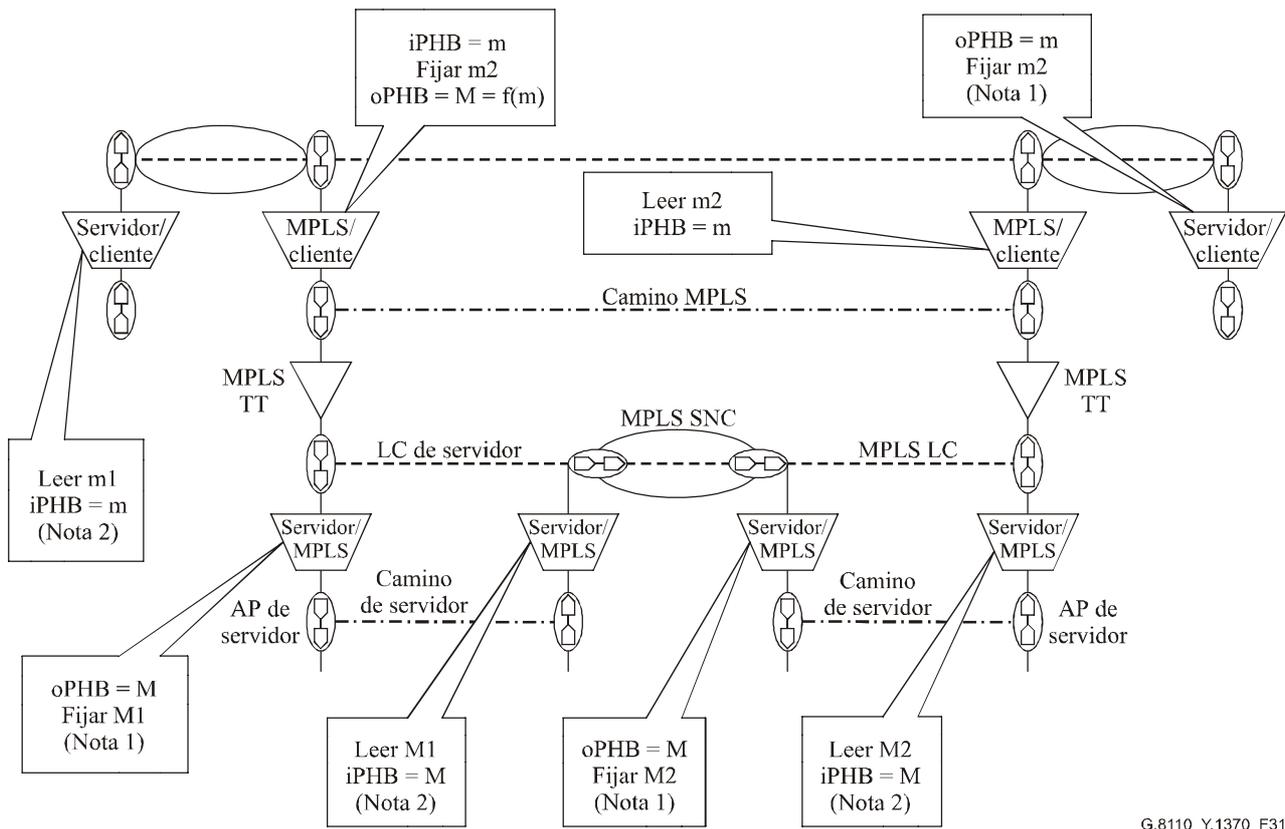


Figura 30/G.8110/Y.1370 – Diagrama de referencia para el modelo tubería sin PHP

13.3.3 Modelo tubería corta sin supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el modelo tubería corta sin supresión en el penúltimo salto se describen en la figura 31.

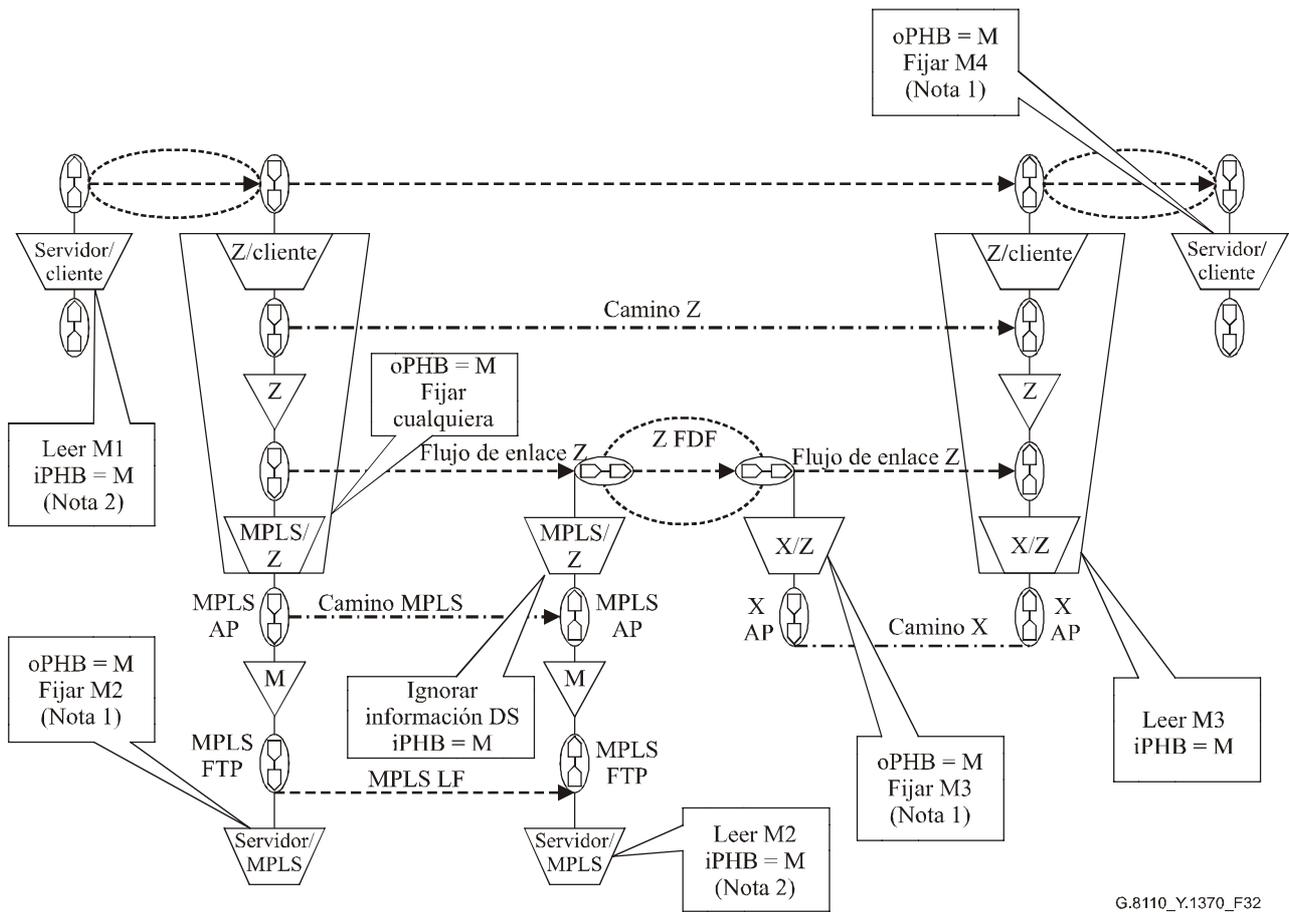


G.8110_Y.1370_F31

Figura 31/G.8110/Y.1370 – Diagrama de referencia para el modelo tubería corta sin PHP

13.3.4 Modelo uniforme con supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el modelo uniforme con supresión en el penúltimo salto se describen en la figura 32.

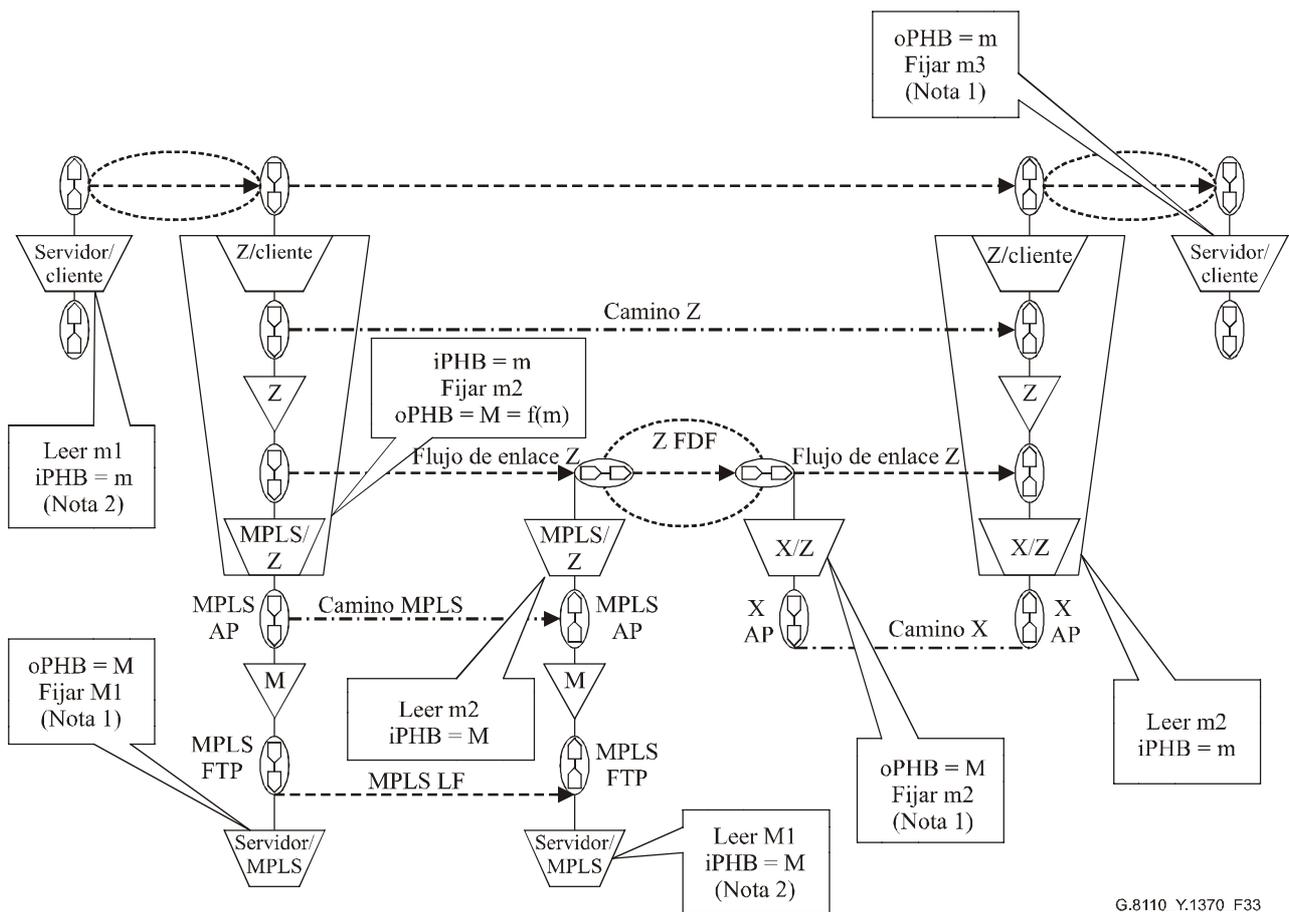


G.8110_Y.1370_F32

Figura 32/G.8110/Y.1370 – Diagrama de referencia para el modelo uniforme con PHP

13.3.5 Modelo tubería corta con supresión en el penúltimo salto

Las funciones de procesamiento de transporte y los procesos para el modelo tubería corta con supresión en el penúltimo salto se describen en la figura 33.



G.8110_Y.1370_F33

Figura 33/G.8110/Y.1370 – Diagrama de referencia para el modelo tubería corta con PHP

13.4 Fusión de LSP y soporte de Diff-Serv

En el modelo G.809 se soportan las fusiones E-LSP y L-LSP con las siguientes restricciones:

- Los E-LSP sólo pueden fusionarse en un solo E-LSP si soportan exactamente el mismo conjunto de agregados de comportamiento (BA).
- Los L-LSP sólo pueden fusionarse en un único L-LSP si soportan exactamente la misma clase de calendarización de comportamiento por salto (PSC).

En el modelo G.805 no se soportan la fusión de E-LSP ni de L-LSP.

Anexo A

Modelo funcional para la fragmentación de paquetes en una red MPLS

En una red IP es posible recibir paquetes IP que sean demasiado largos para ser transmitidos en un enlace saliente. A fin de permitir la transferencia de paquetes en el enlace se han de fragmentar los paquetes IP. Una situación similar puede producirse en MPLS cuando los paquetes etiquetados son demasiado largos para el enlace saliente. No obstante, MPLS no proporciona un proceso propio para hacerlo, sino que se basa en el mecanismo de fragmentación del IP para resolver este problema. RFC 3032 "MPLS Label Stack Encoding" describe los procesos para tratar la fragmentación de paquetes MPLS. Si no se fija DF (*don't fragment*) el paquete etiquetado puede descartarse silenciosamente o puede intentarse la fragmentación. Si se fija el bit en DF el paquete debe descartarse y enviarse un mensaje de error, conforme a los procesos descritos en RFC 3032.

La descripción del párrafo anterior indica que la función de adaptación asociada con el enlace MPLS no es transparente al contenido de la información de sus redes de capa de cliente. Al procesar información de las redes de capa de cliente, sin terminar el camino de capa de cliente, se compromete la integridad del camino del cliente.

Para garantizar la coherencia semántica y sintáctica de la transferencia de información, la función de adaptación debe realizar procesos que sean equivalentes a subir a través de las redes de capa, (leyendo información), hasta que se alcance la función de adaptación MPLS/IP, fragmentando los paquetes conforme a los procesos de RFC 3032 y reconstruyendo entonces la pila de etiquetas (preañadiendo los fragmentos con los mismos encabezamientos de etiqueta que habrían existido de no haber habido fragmentación) en el sentido opuesto.

El modelo funcional necesario para ello se presenta en la figura A.1. La travesía de la pila de etiquetas en ambos sentidos se encapsula dentro de la función de adaptación.

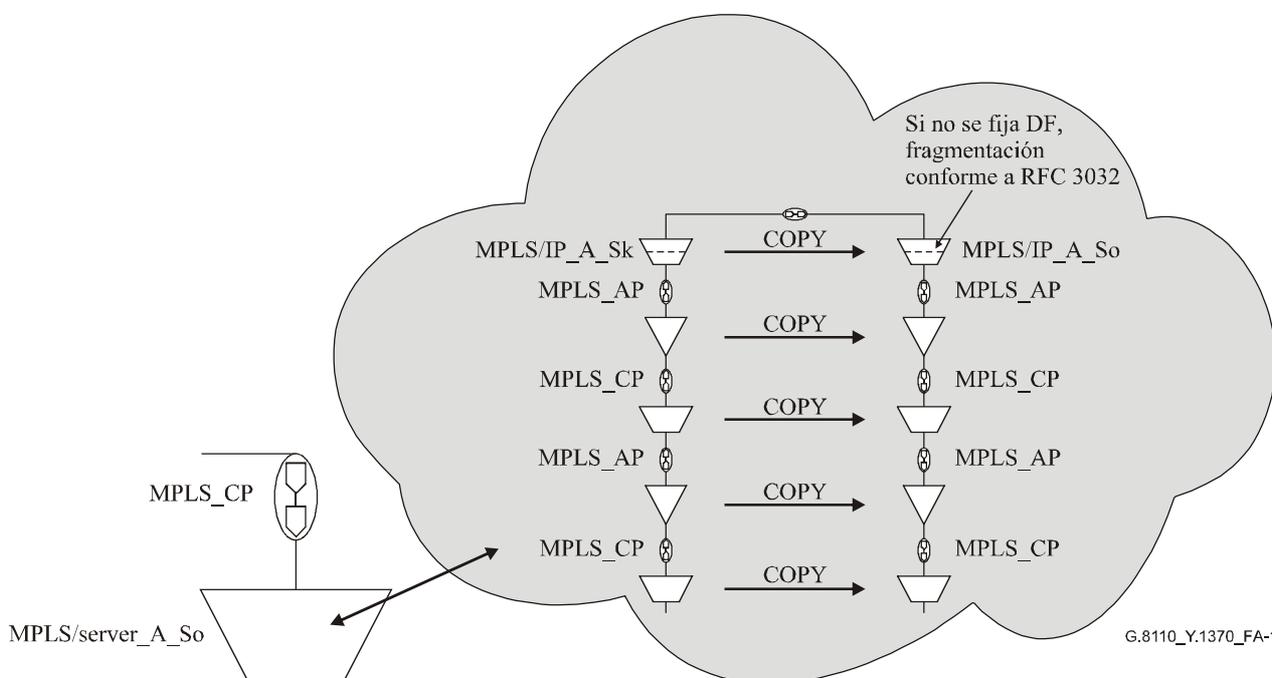


Figura A.1/G.8110/Y.1370 – Fragmentación en MPLS

Anexo B

Procesamiento de etiquetas reservadas

Este anexo describe los modelos funcionales asociados con las etiquetas reservadas MPLS.

Etiqueta reservada – 0: Nula explícita IPv4

El procesamiento de las unidades de tráfico MPLS con un valor de etiqueta 0 por funciones de procesamiento de transporte se muestra en la figura B.1. El modelo para la descripción G.805 es idéntico, salvo que los (T)FP se reemplazan por (T)CP, las funciones de terminación de flujo por funciones de terminación de camino y los flujos por conexiones.

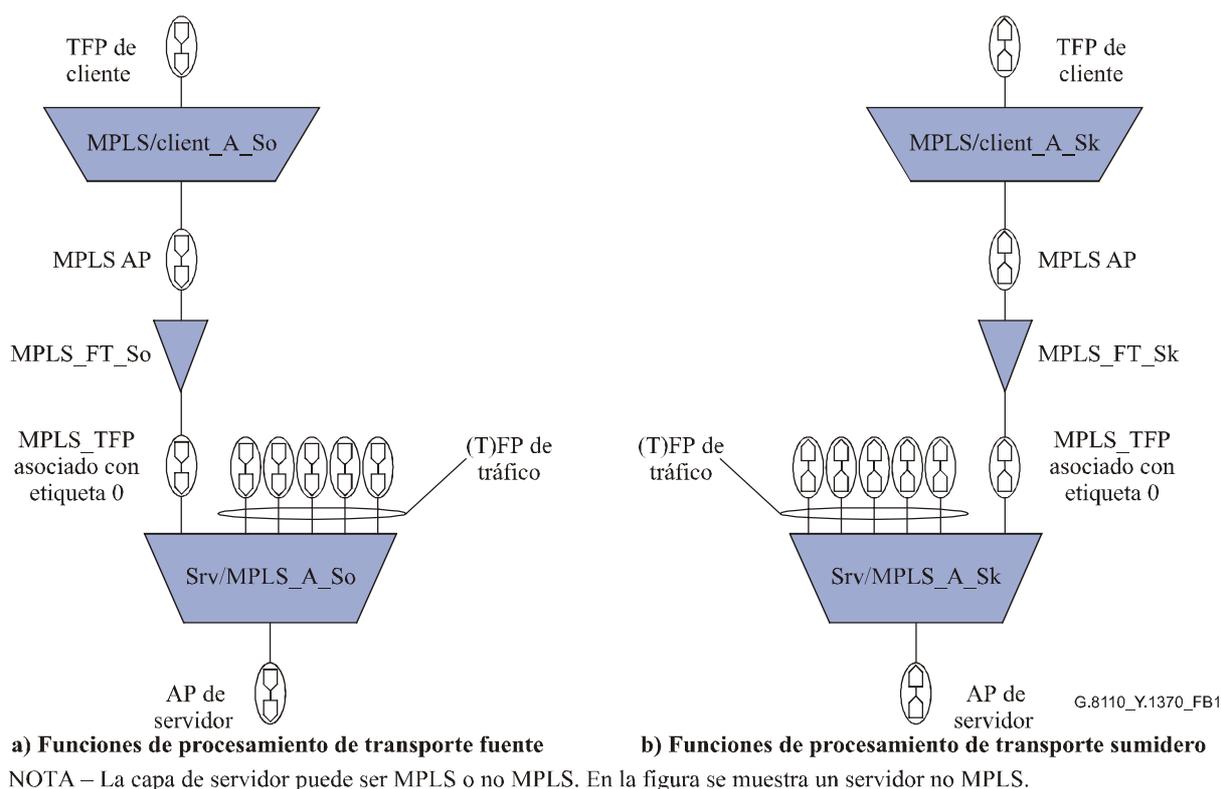


Figura B.1/G.8110/Y.1370 – Procesamiento de etiqueta nula explícita IPv4

Las unidades de tráfico MPLS con etiqueta 0 son multiplexadas por la fuente de adaptación servidor/MPLS a través de:

- un TFP asociado con etiqueta 0 para una capa de red MPLS descrita utilizando G.809, o
- un TCP asociado con etiqueta 0 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.805.

Las unidades de tráfico MPLS con etiqueta 0 son demultiplexadas por el sumidero de adaptación servidor/MPLS y dirigidas hacia:

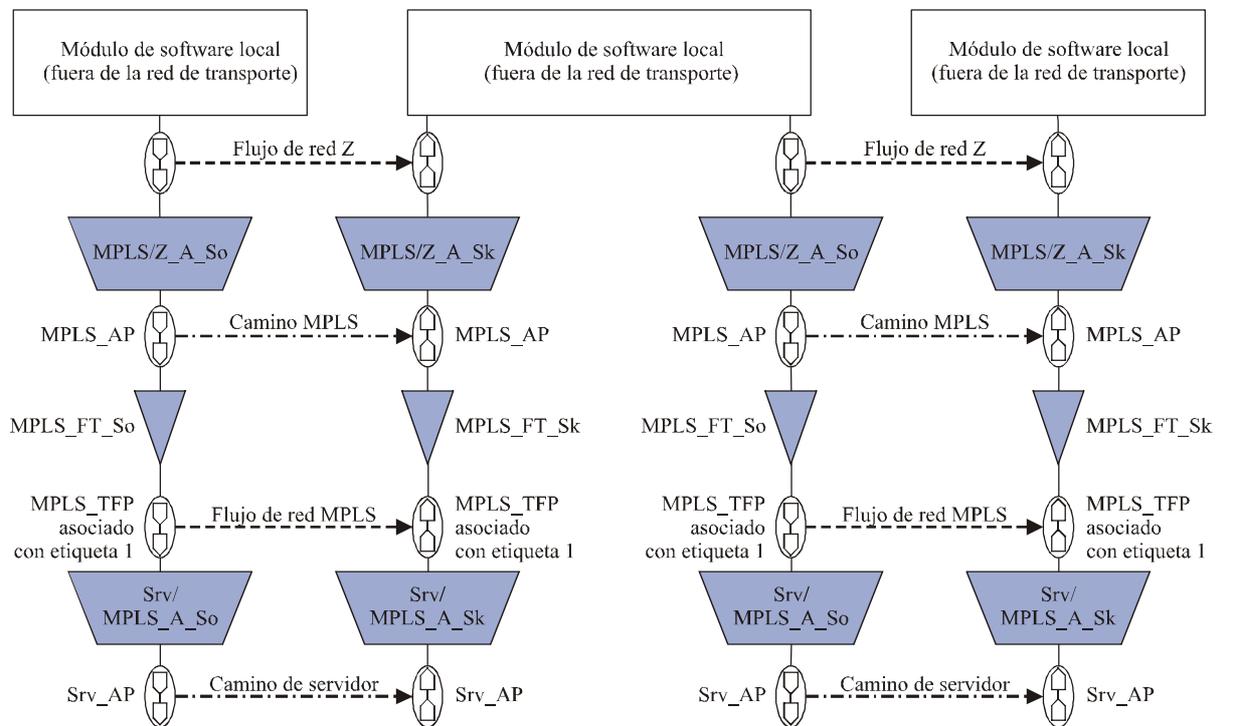
- un TFP asociado con etiqueta 0 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.809, o
- un TCP asociado con etiqueta 0 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.805.

Si el cliente de la función MPLS/Client_A_Sk es IPv4, el bit S es igual a 1 y se ha alcanzado el fondo de la pila. El paquete se reenvía entonces conforme al procesamiento IPv4 contenido dentro de la función de adaptación. Ésta es una operación legal, conforme a RFC 3032.

Si el cliente de la función MPLS/Client_A_Sk es MPLS, el bit S, es igual a 0 y aún no se ha alcanzado el fondo de la pila. Dicho paquete es ilegal según RFC 3032.

Etiqueta reservada – 1: etiqueta de alerta de encaminador

El procesamiento de las unidades de tráfico MPLS con un valor de etiqueta 1 por funciones de procesamiento de transporte se muestra en la figura B.2. El modelo para la descripción G.805 es el mismo, salvo que los (T)FP se reemplazan por (T)CP, las funciones de terminación de flujo por funciones de terminación de camino y los flujos por conexiones.



NOTA – La CI del primer flujo Z no necesita ser la misma que la del segundo en la figura, dependiendo del procesamiento.

G.8110_Y.1370_FB2

Figura B.2/G.8110/Y.1370 – Procesamiento de alerta de encaminador

El encaminador de etiqueta de aviso permite a un módulo de software en un elemento de red comunicarse con un módulo de software en otro. El módulo de software local genera un paquete MPLS que se presenta a la red de transporte como una entrada de pila de etiquetas (correspondiente a la información característica del flujo de red Z) y un encabezamiento MPLS adicional con valor de etiqueta 1.

Las unidades de tráfico MPLS con etiqueta 1 son demultiplexadas por el sumidero de adaptación servidor/MPLS y dirigidas hacia:

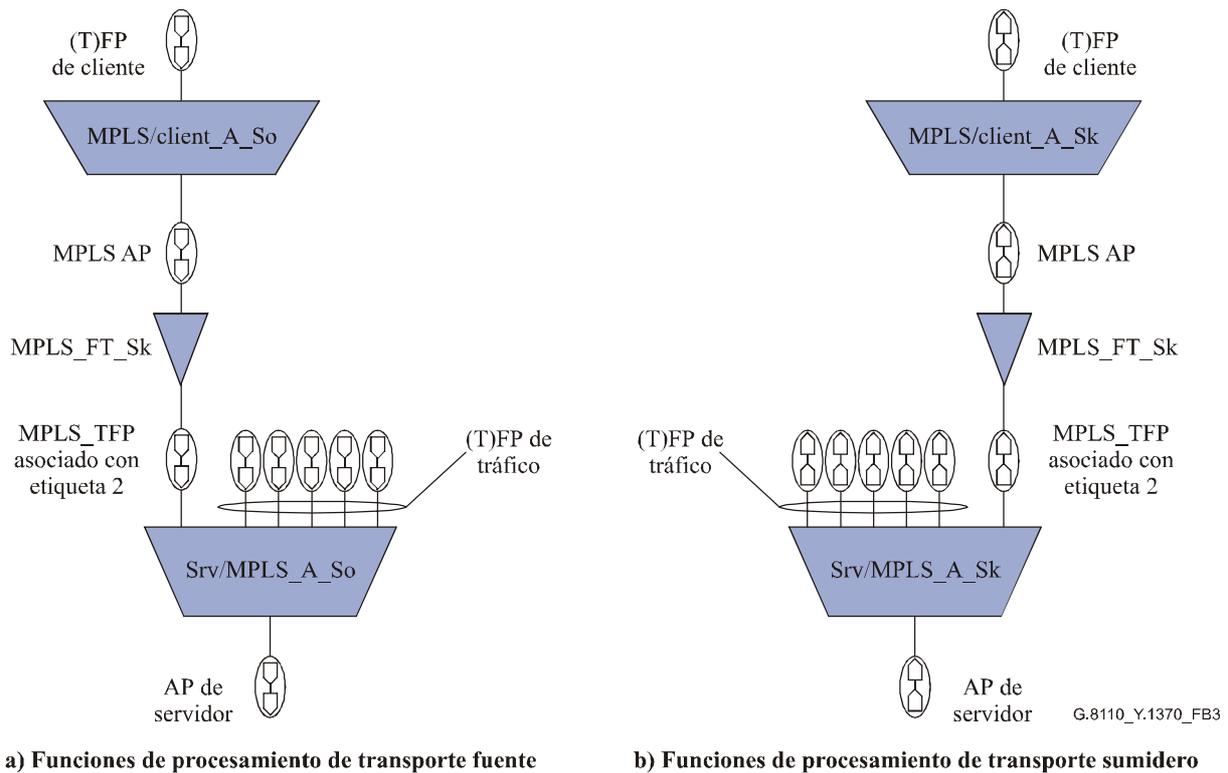
- un TFP asociado con etiqueta 1 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.809, o
- un TCP asociado con etiqueta 1 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.805.

La entrada de pila de etiquetas que sale del MPLS/Z_A_Sk se pasa a un módulo de software local para su procesamiento. Este procesamiento se supone externo a la red transporte. Si tras el procesamiento ha de reenviarse el paquete, el reenvío viene determinado por la etiqueta en la cima de la pila de etiquetas presentada al módulo de software. El módulo de software local presenta entonces a la red de transporte una entrada de pila de etiquetas y se inserta un encabezamiento MPLS adicional con valor de etiqueta 1.

Etiqueta reservada – 2: nula explícita IPv6

El procesamiento de las unidades de tráfico MPLS con un valor de etiqueta 2 por las funciones de procesamiento de transporte se muestra en la figura B.3. El modelo para la descripción G.805 es

idéntico salvo que los (T)FP se reemplazan por (T)CP, las funciones de terminación de flujo por funciones de terminación de camino y los flujos por conexiones.



NOTA – La capa de servidor puede ser MPLS o no MPLS. En la figura se muestra un servidor no MPLS.

Figura B.3/G.8110/Y.1370 – Procesamiento de etiqueta nula explícita IPv6

Las unidades de tráfico MPLS con valor de etiqueta 2 son multiplexadas por la fuente de adaptación servidor/MPLS a través de:

- un TFP asociado con etiqueta 2 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.809, o
- un TCP asociado con etiqueta 2 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.805.

Las unidades de tráfico MPLS con valor de etiqueta 2 son demultiplexadas por el sumidero de adaptación servidor/MPLS y dirigidas hacia:

- un TFP asociado con etiqueta 2 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.809, o
- un TCP asociado con etiqueta 2 para una red de capa MPLS descrita utilizando G.805.

Si el cliente de la función MPLS/Client_A_Sk es IPv6, el bit S es igual a 1 y se ha alcanzado el fondo de la pila. El paquete se reenvía entonces conforme al procesamiento IPv6 contenido dentro de la función de adaptación. Ésta es una operación legal conforme a RFC 3032.

Si el cliente de la función MPLS/Client_A_Sk es MPLS, el bit S es igual a 0 y aún no se ha alcanzado el fondo de la pila. Dicho paquete es ilegal según RFC 3032.

Etiqueta reservada – 3: nula implícita

Este valor sólo aparece en el plano de control y nunca en el transporte.

Otros valores de etiquetas reservadas

Queda en estudio.

Anexo C

Equivalencia entre G.809 y G.805

La descripción de la supresión en el penúltimo salto, los túneles LSP y el soporte de la arquitectura Diff-Serv en el modelo G.809 pueden aplicarse al modelo G.805 con las equivalencias mostradas en el cuadro C.1

Cuadro C.1/G.8110/Y.1370 – Equivalencias entre G.809 y G.805

Construcción G.809	Construcción G.805
MPLS_FT, MPLS_FT_So, MPLS_FT_Sk	MPLS_TT, MPLS_TT_So, MPLS_TT_Sk
Camino sin conexión MPLS	Camino MPLS
Flujo de enlace MPLS	Conexión de enlace MPLS
Flujo de red MPLS	Conexión de red MPLS
Flujo de dominio de flujo MPLS	Conexión de subred MPLS
TFP MPLS	TCP MPLS
FP MPLS	TFP MPLS
Enlace FPP MPLS	Enlace MPLS
Dominio de flujo MPLS	Subred MPLS

Obsérvese que en G.805 no hay ningún equivalente definido del pool de puntos de flujo G.809. No obstante, un pool de puntos de flujo es análogo al conjunto de puntos de conexión asociado con un enlace en G.805.

Anexo D

Multiplexación MPLS e IP

Cuando se utiliza MPLS para soportar tráfico IP, la tecnología de capa de servidor que soporta la jerarquía MPLS puede también ser utilizada para transportar tráfico IP. La capa de servidor puede por tanto proporcionar una función de adaptación que soporte múltiples clientes. Un ejemplo de dicha función de adaptación, en forma de función fuente de adaptación compuesta, se muestra en la figura D.1. La información característica que se presenta a la función de adaptación puede ser una o más de las siguientes.

- A Tráfico suprimido en el penúltimo salto, en el que la información característica corresponde a un paquete IP.
- B Tráfico suprimido en el penúltimo salto, en el que la información característica corresponde a una entrada de pila de etiquetas.
- C Información característica MPLS.
- D Información característica IP.

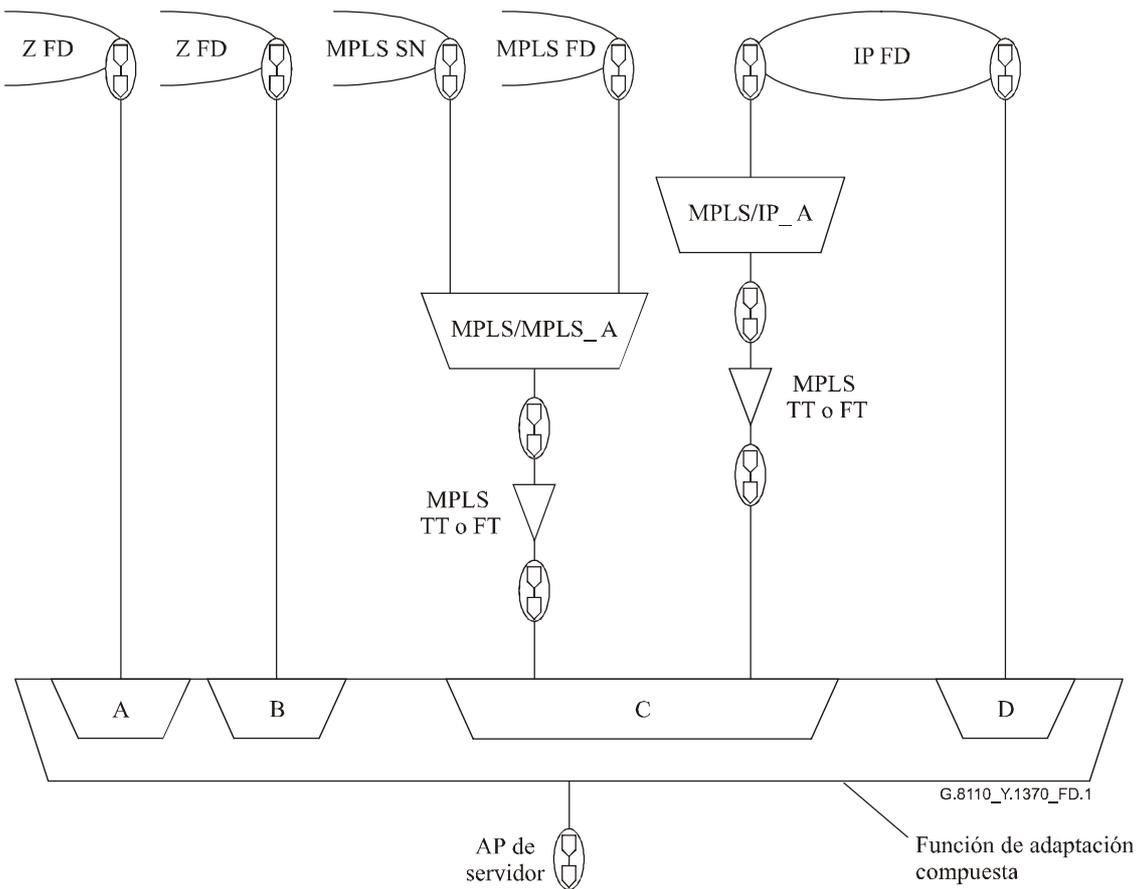


Figura D.1/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de multiplexación MPLS e IP en un servidor común en el sentido fuente

Un ejemplo de dicha función de adaptación, en la forma de una función sumidero de adaptación compuesta, se muestra en la figura D.2. La información característica que se presenta a la función de adaptación puede ser una o más de las siguientes.

- C Información característica MPLS.
- D Información característica IP.

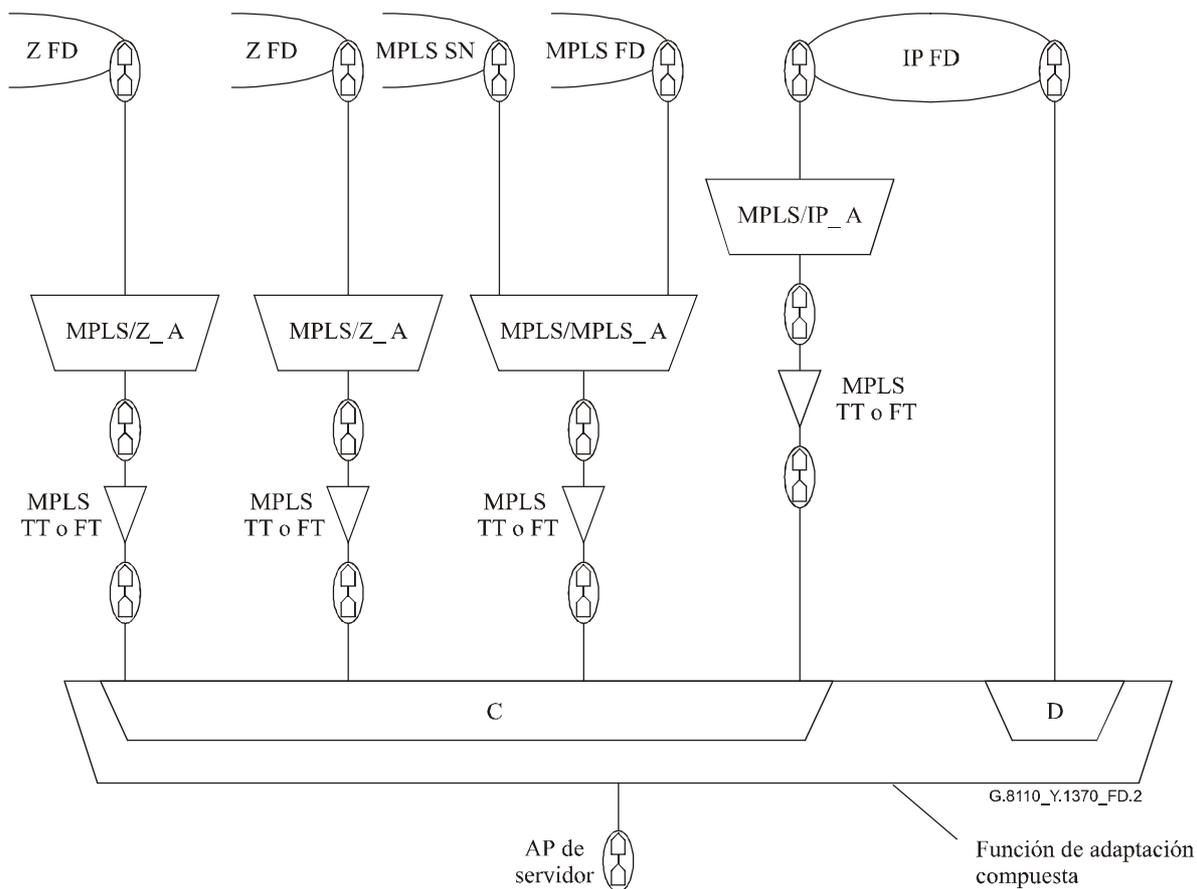


Figura D.2/G.8110/Y.1370 – Ejemplo de demultiplexación MPLS e IP en el sentido sumidero

Obsérvese que al dibujar un diagrama de red tanto C como D pueden, si es necesario, ampliarse para mostrar la subestructura que permite mostrar cualesquiera flujos y caminos Z asociados con PHP. Dicha ampliación no cambia la funcionalidad de C ni D.

Apéndice I

Modelo funcional para describir el uso de ECMP en redes MPLS

El mecanismo múltiples trayectos de igual costo (ECMP, *equal cost multi path*) es un mecanismo no especificado que permite a todos los miembros de un conjunto utilizar trayectos de igual costo entre un nodo fuente y un nodo de destino.

Aunque no hay mecanismos normalizados, medios comunes para implementarlo son:

- selección aleatoria de un enlace saliente paquete por paquete. Esto puede producir paquetes en orden incorrecto;
- selección por orden cíclico de un enlace saliente paquete por paquete. Esto puede producir paquetes en orden incorrecto;
- selección basada en flujo que utiliza troceo en los campos del paquete subyacente transportado en MPLS. Se preserva así el orden de paquetes en el flujo considerado;

- selección basada en flujo que utiliza troceo de etiquetas subyacentes a un nivel inferior de la pila de etiquetas.

Las implementaciones ECMP limitan a menudo el número de trayectos múltiples de igual costo que pueden ser soportados. Si es necesario, este número puede fijarse independientemente a un valor igual al número de nodos del salto siguiente.

En la figura I.1 se muestra un ejemplo. El mecanismo ECMP en A identifica dos trayectos de igual costo a través de B y C hacia G. De igual manera, el mecanismo ECMP en B identifica dos trayectos de igual costo hasta G a través de D y E. El tráfico se encamina entonces como se muestra en la figura. Debe observarse que las implementaciones ECMP limitan a menudo el número de trayectos de igual costo que pueden soportarse.

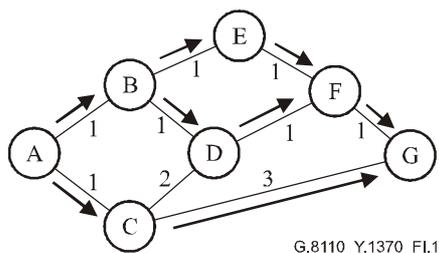


Figura I.1/G.8110/Y.1370 – Balance de carga con ECMP

Como el ECMP solamente utiliza encaminadores alternos de iguales costos, puede utilizarse para enlaces paralelos entre dos nodos de una red.

ECMP como proceso asociado con una función de adaptación

El reenvío por orden cíclico no necesita una explicación detallada a nivel de red. El enlace de salida adecuado se escoge según el algoritmo empleado y el paquete considerado se reenvía por el procedimiento apropiado.

Un proceso de troceo ECMP tiene lugar dentro de las funciones MPLS/MPLS_A_Sk o servidor/MPLS_A_Sk. Para ello, la función de adaptación no puede ser transparente al contenido de información de sus redes de capa de cliente.

Para garantizar la coherencia semántica y sintáctica de la transferencia de información, la función de adaptación debe realizar procesos que sean equivalentes a subir a través de las redes de capa, (leyendo la información), hasta que se alcance la función de adaptación adecuada, de manera que se trocee(n) el(los) campo(s) adecuado(s). Esto se logra copiando el paquete etiquetado MPLS que ha de reenviarse, y leyendo a través de los campos del paquete copiado hasta que se llegue al punto adecuado, como se ilustra en la figura I.2. Luego se reenvía debidamente el paquete original.

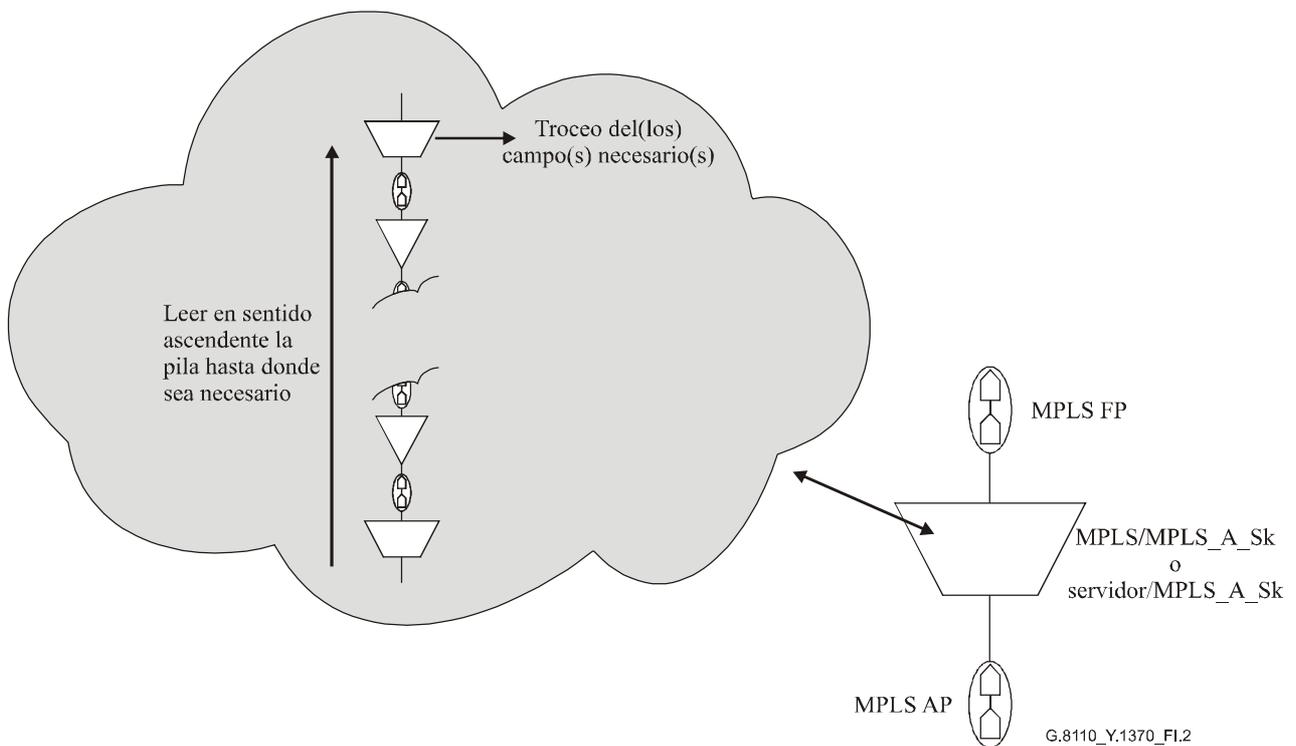


Figura I.2/G.8110/Y.1370 – Procesamiento ECMP

Las funciones fuente de adaptación servidor/MPLS o MPLS/MPLS no intervienen en el proceso ECMP. Simplemente atribuyen la etiqueta adecuada a los paquetes según el punto de flujo utilizado para entrar en la función de adaptación.

Convenio de diagramas para ilustrar el ECMP

En ausencia de ECMP el flujo mostrado en la figura I.3a) representa un flujo punto a multipunto, en el que la información en el punto de flujo de ingreso se copia a ambos puntos de flujo de salida. La información que fluye a través de I1, E1 y E2 es por tanto la misma. No hay equilibrio de carga. Para un flujo multipunto a punto como se ilustra en la figura I.3b), los flujos en I1 e I2 se agregan (múltiplexan) en E1.

Esos flujos se representan utilizando los convenios de diagramas de la Rec. UIT-T G.809.

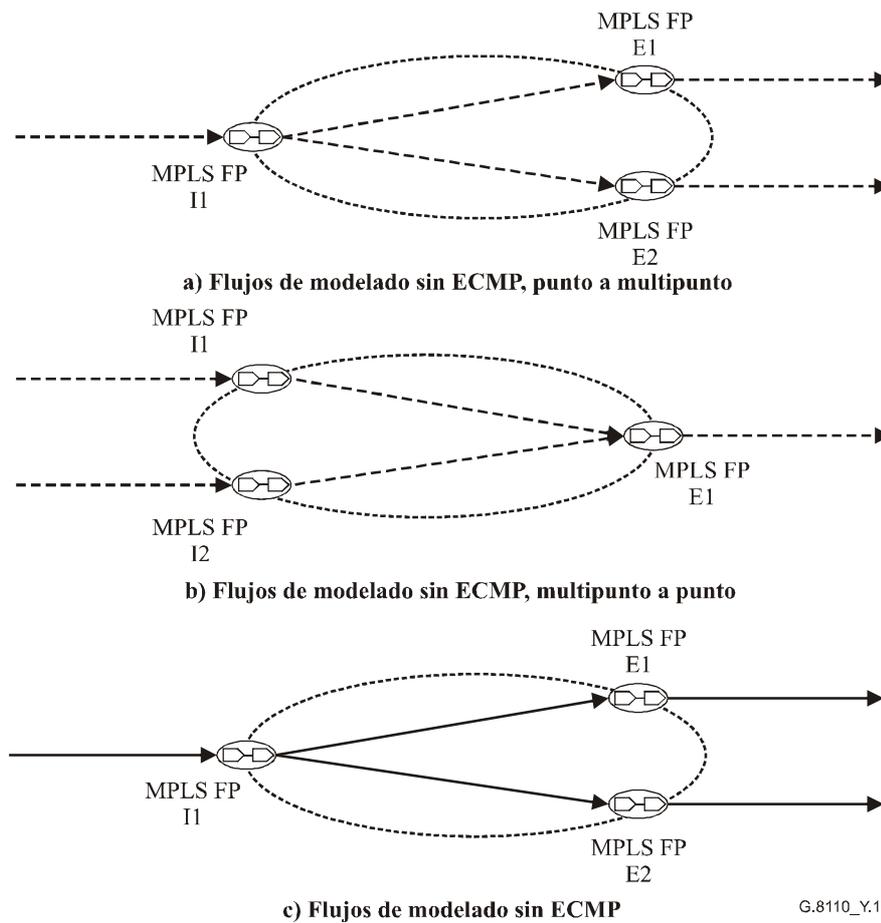


Figura I.3/G.8810/Y.1370 – Flujos de modelado

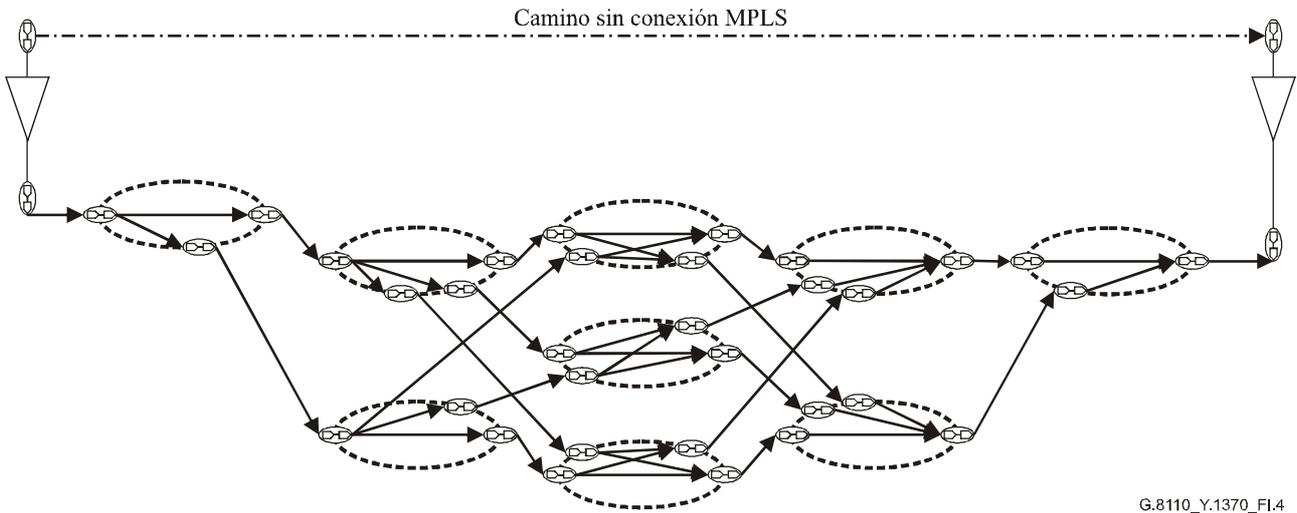
En una red sin conexión en la que cada paquete tiene una dirección de origen y otra de destino, por ejemplo una red IP, el flujo que entra en I1 se puede describir, o denominar, como una agregación de tuplas que incluye las direcciones de origen y de destino, mientras que los flujos I1-E1 e I1-E2 pueden describirse por medio de subconjuntos de tuplas presentes en el ingreso de I1. Cuando los paquetes de un flujo estén basados en etiquetas, el reenvío ha de ser tal que cada paquete que entre un dominio de flujo a través de un punto de flujo determinado sea reenviado a través del dominio de flujo exactamente de la misma manera.

Cuando hay ECMP, las unidades de tráfico MPLS asociadas con un punto de flujo se reenvían basándose en información que no sea la etiqueta asociada con la función de adaptación. La información que fluye entre I1 y E1 de la figura I.3a) ya no es la misma que la que fluye entre I1 y E2. El flujo que llega a I1 se demultiplexa en flujos menores según el mecanismo ECMP empleado.

Para distinguir los flujos que están sujetos al ECMP de los que no lo están, los flujos afectados por el ECMP se indican con una flecha continua en la figura I.3c).

ECMP en una red MPLS descrita utilizando G.809

Las redes de capa que contienen LSP y han sido establecidas utilizando el protocolo de distribución de etiquetas (LDP) pueden modelarse utilizando G.809, como se describe en la cláusula 7 de esta Recomendación. Cuando se utiliza LDP sin ECMP, el tráfico no se separará. Cuando se utiliza ECMP con LDP se producirá separación de tráfico, como muestra el ejemplo de la figura I.4.

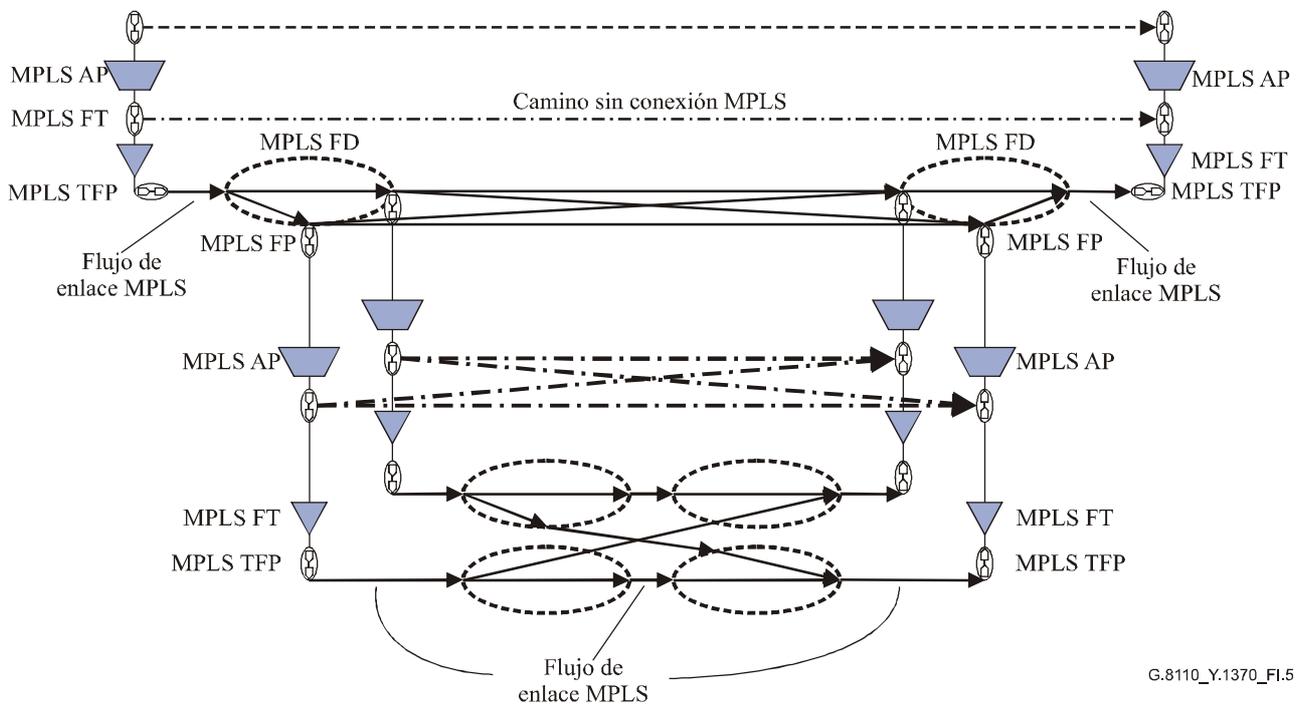


G.8110_Y.1370_FI.4

Figura I.4/ G.8110/Y.1370 – Ejemplo de un LSP basado en ECMP

Obsérvese que en este ejemplo cada dominio de flujo tiene el ECMP activado. El efecto de ECMP puede verse como una multiplexación inversa del enlace de cliente.

Este proceso puede repetirse mediante la relación cliente/servidor, en la que un flujo de enlace en el cliente es soportado por un camino sin conexión en la red de capa de servidor. No obstante, no es necesario que una red de capa utilice ECMP para entregar tráfico a un solo punto de flujo en un solo dominio de flujo de destino -también pueden soportarse dos puntos de flujo separados en el mismo dominio de flujo. Esto se ilustra en la figura I.5. El resultado es la creación de enlaces dinámicos que responden al servicio ofrecido por el servidor.



G.8110_Y.1370_FI.5

Figura I.5/G.8110/Y.1370 – Ejemplo del efecto de ECMP en una jerarquía G.809 MPLS

Este comportamiento puede entenderse si se tiene en cuenta el hecho de que el camino sin conexión MPLS actúa paquete por paquete. El efecto de ECMP en la capa más baja es cambiar la relación entre la fuente y el sumidero del camino sin conexión. Este camino sin conexión alterna ahora entre dos puntos de acceso sumidero y está controlado por el proceso ECMP. Para cualquier paquete hay solamente un punto de acceso fuente y un punto de acceso sumidero. Para cualquier respuesta determinada al proceso ECMP todos los paquetes con la misma respuesta tienen una asociación de camino con el mismo sumidero. La asociación dinámica entre la fuente y el sumidero del camino provoca una respuesta dinámica en la capa de cliente. Esto da lugar a un enlace dinámico que se crea entre puntos de flujo en la red de capa de cliente. Este enlace se crea en respuesta a un proceso de capa de servidor -el servicio ofrecido por el camino.

ECMP en una red MPLS descrita utilizando G.805

En una red de capa MPLS en la que las conexiones son establecidas utilizando RSVP-TE, la utilización de ECMP puede considerarse de dos maneras:

- Cuando no hay jerarquía LSP. En este caso, si más de un LSP se configura al mismo destino con igual costo, el ECMP es habilitado antes que los LSP por la red de capa del cliente, que distribuye luego el tráfico entre ellos como convenga. Por tanto, no existe separación dentro de dicho LSP.
- Cuando existe una jerarquía LSP. Queda en estudio.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

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

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de 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
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
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
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación