



Administración y Gestión de Redes
Lic. en Sistemas de Información

Laboratorio de REDES
Recuperación de Información
y Estudios de la Web



Calidad de servicio 2

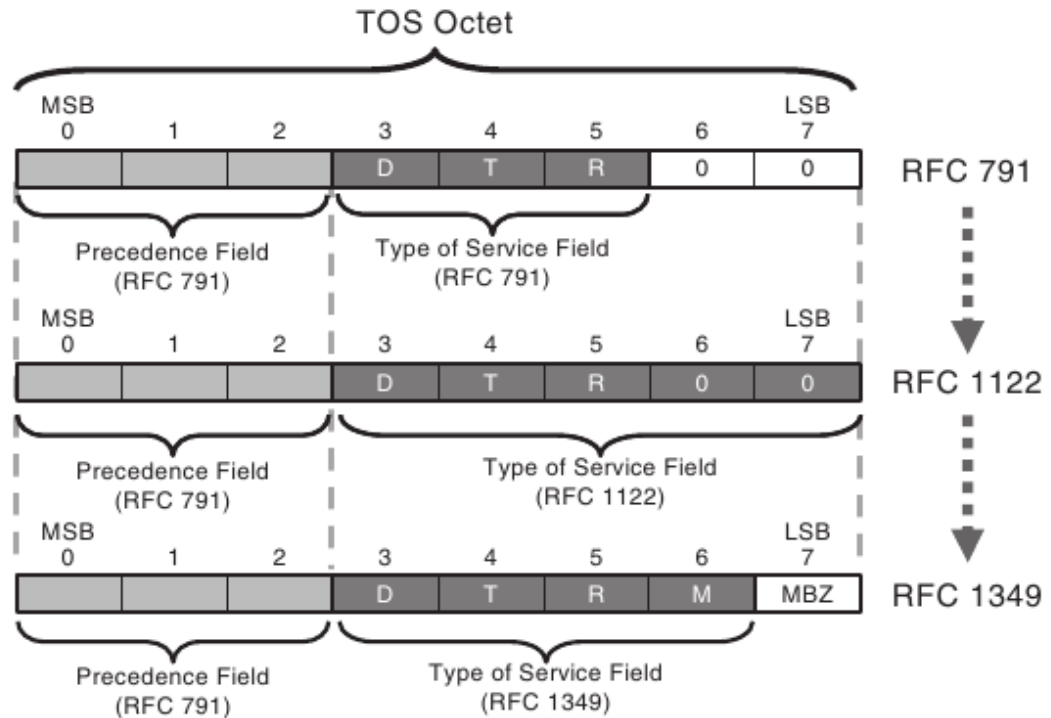
IP QoS - MPLS

Fernando Lorge
florge@unlu.edu.ar

Type of Service (ToS)

RFC 1349: "Type of Service in the Internet Protocol Suite"

Podría afectar camino que se elije, encolado, descarte....



| Binary | Decimal | Name |
|--------|---------|--|
| 111 | 7 | Network Control |
| 110 | 6 | Internet work Control |
| 101 | 5 | Critical and Emergency Call Processing (ECP) |
| 100 | 4 | Flash Override |
| 011 | 3 | Flash |
| 010 | 2 | Immediate |
| 001 | 1 | Priority |
| 000 | 0 | Routine |

| Bit | Meaning |
|-----|----------------------------|
| 3 | Minimize Delay (D) |
| 4 | Maximize Throughput (T) |
| 5 | Maximize Reliability (R) |
| 6 | Minimize Monetary Cost (M) |

Integrated Services (IntServ)

- RFC 1633: “Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview”

Control de admisión – Reservación de recursos.

- Clasificación por flujo
- Administración de colas basadas en flujos
- Control de admisión (asegurar que hay suficientes recursos)
- Protocolo RSVP (RFC2205) para señalización

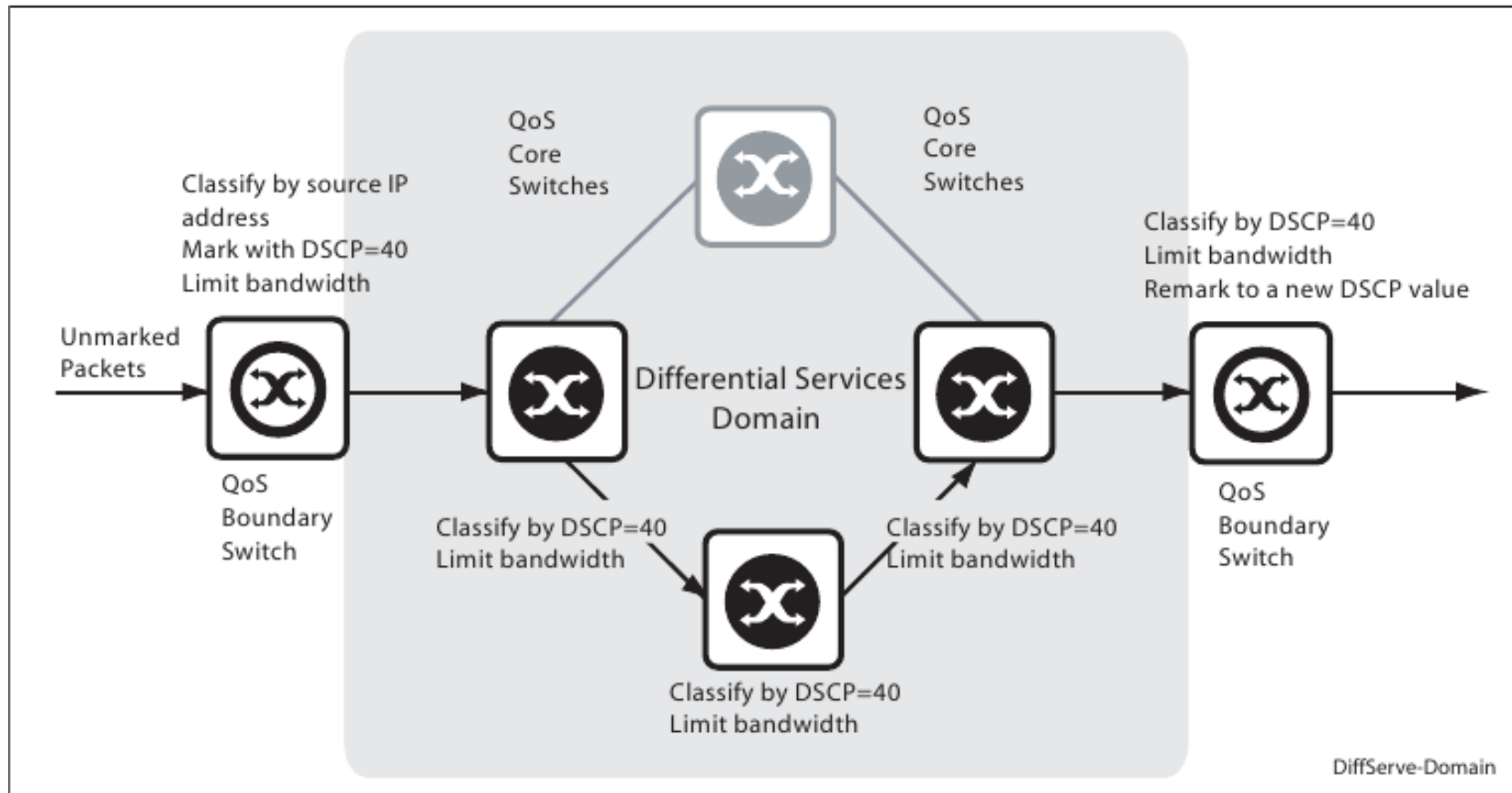


Differentiated Services (DiffServ)

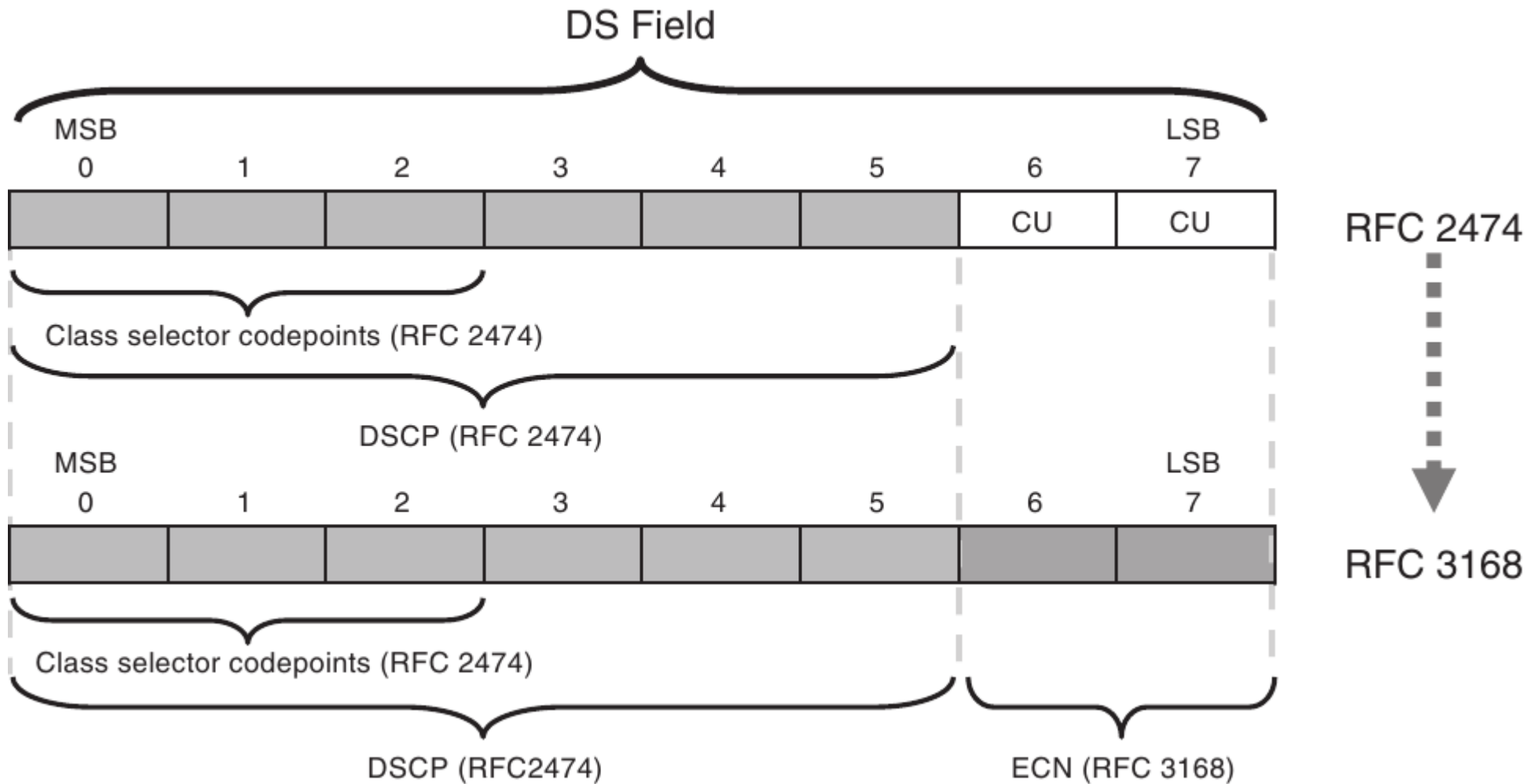
- RFC 2474: “Definition of the Differentiated Services Field (DS Field)”
- RFC 2475: “An Architecture for Differentiated Services”
 - Traffic classification and conditioning
 - DSCP Marking
 - Per hop behaviors



Differentiated Services Domain



Differentiated Services (DiffServ)



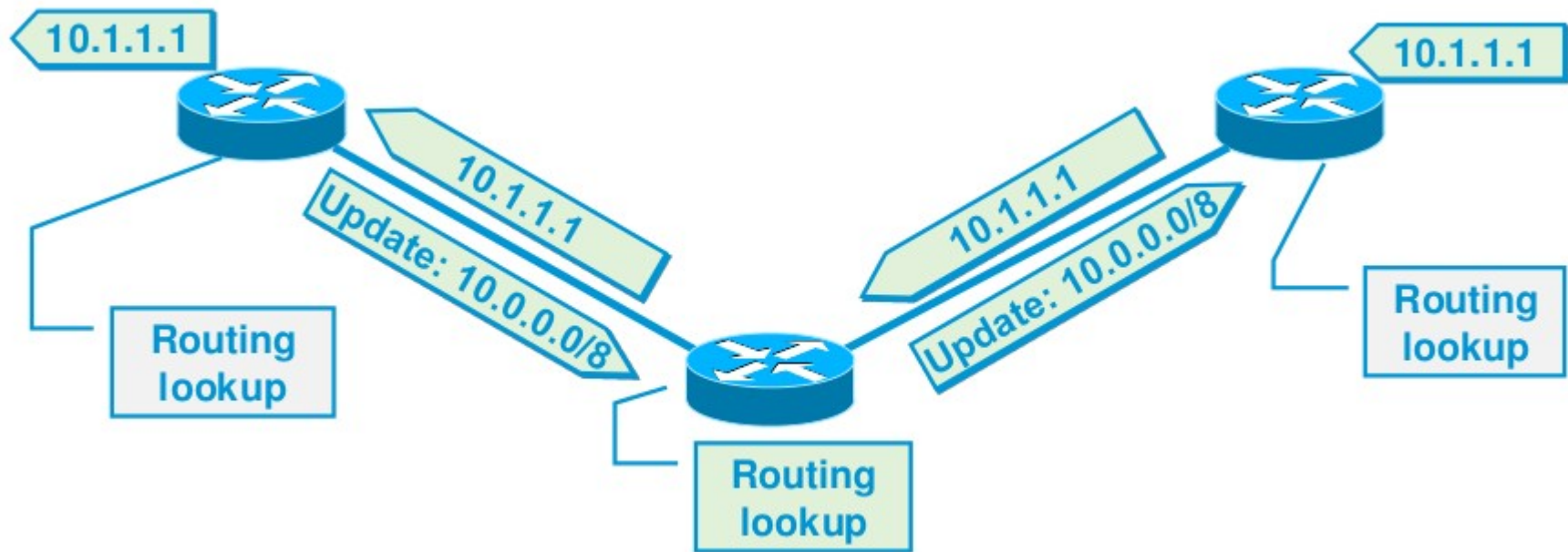
Differentiated Services (DiffServ)

Per Hop Behaviors

- Expedited Forwarding (EF) DSCP 46
 - low loss, low latency, low-jitter, assured bandwidth
- Assured Forwarding: AF1x-AF4x:
 - 4 classes, donde x representa preferencia de descarte: 1 Low, 2 medium, 3 High.
- Default (También llamado Best-effort) DSCP 0
- Class Selector. CS1-CS7
 - (3 primeros bits, como IP precedence)



Ruteo tradicional en IP



Cuestiones

- Ruteo basado en el destino del paquete
- Tamaños de las tablas de rutas
- Actualización de las tablas



Dificultades

- Elección de la ruta mas corta, sin importar las condiciones de carga
- Mecanismos de control de congestion (backoff)
- No hay soporte para calidad de servicio end-to-end
- Limitaciones por la ventana de recepción y rtts
- Incapacidad de aprovechar bandwidth grandes sobre enlaces largos
- Costo de ruteo



Multi-Protocol Label Switching

- Originalmente pensado para simplificar el *forwarding* de datagramas IP:
 - Búsquedas de “labels” pequeñas vs “longest-prefix-match”
- La motivación original: velocidad y costo.
- Layer 2.5 en OSI ;-)
- MPLS/IP fue estandarizado por la IETF en el RFC 3031 (Multiprotocol Label Switching Architecture)

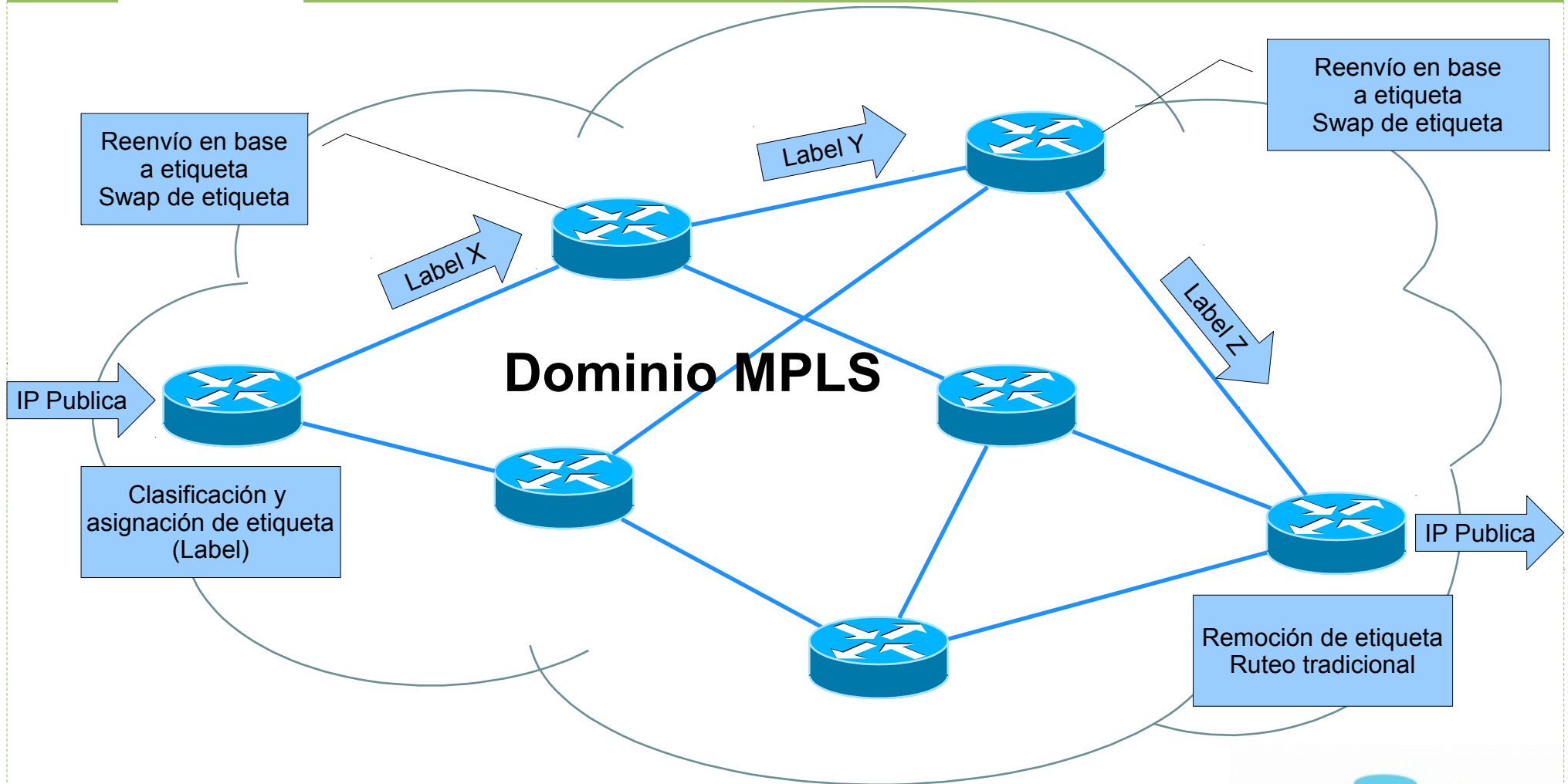


Ruteo vs Conmutación

| Characteristic | Routing | Switching |
|------------------------|---|--|
| Network node | Router | Switch |
| Traffic flow | Each packet routed independently hop by hop | Each data unit follows same path through network |
| Node coordination | Routing protocols share information | Signaling protocols set up paths through network |
| Addressing | Global, unique | Label, local significance |
| Consistency of address | Unchanged source to destination | Label is swapped at each node |
| QoS | Challenging | Associated with path |



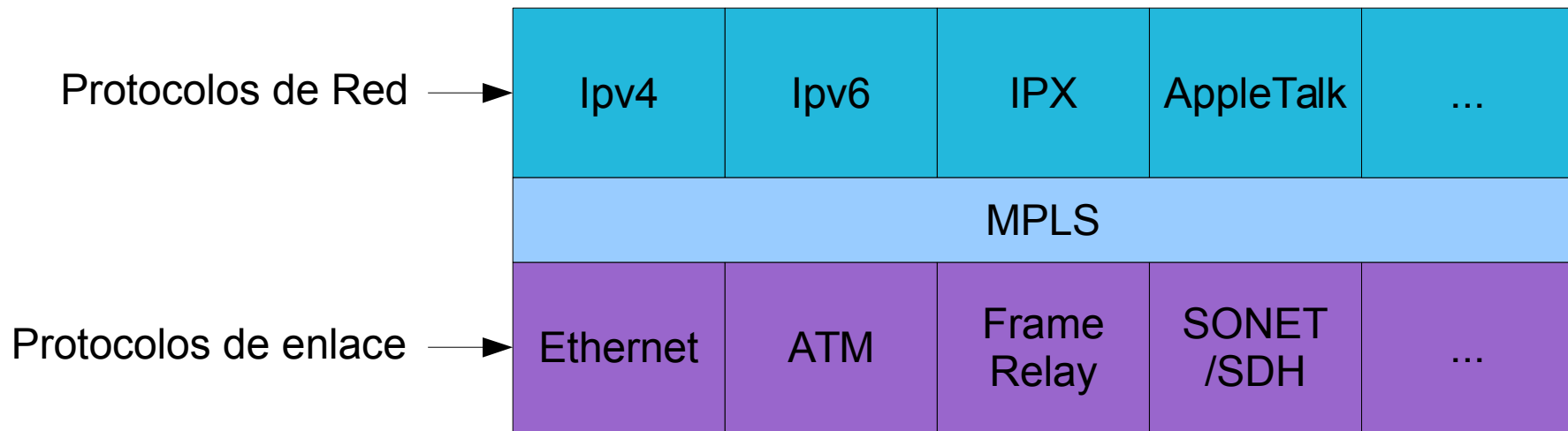
MPLS



- Los equipos "Edge" deben realizar ruteo basado en IP
- Los equipos de "Core" rutean basados en *etiquetas*.

MPLS

Soporte multiprocolo inferior y superior



¿Cómo se realiza el “*label switching*”?

- El primer dispositivo realiza un *routing lookup* (como antes), pero:
 - En vez de encontrar el next-hop, encuentra el router final.
 - Y encuentra un camino predeterminado hacia éste.
- El router aplica una etiqueta basado en esta info.
- Los routers siguientes usan esta etiqueta para rutear (como en CV)
- El último router remueve la etiqueta
- Continúa el ruteo IP tradicional.



Label switching puede ser usado para:

- Ingeniería de tráfico
 - Agregado de clases de tráfico
 - Garantizar la alocaación de recursos
 - Rutear con restricciones: carga, BW, delay, etc.
-
- Las etiquetas sirven además para rutear a “otros” campos que no sean una dirección destino
 - Además, pueden ser usadas para soportar VPNs
 - Opciones:
 - IP sobre IP



¿Dónde se utiliza?

- MPLS **se** usa:
 - Como una técnica de tunneling dentro de la red IP interna de un operador de comunicaciones
- MPLS **no** se usa:
 - En redes tradicionales de una organización
 - Entre operadores (inter-domain)



MPLS

MPLS incorpora nueva terminología para nombrar los dispositivos (MPLS ~ IP)

- **LSR**: Label Switching Router (Transit or intermediate router) ~ Router
- **LER**: Label Edge Router (PE, Provider Edge / CE, Customer Edge) ~ Border router:
 - Ingress Router (push)
 - Egress router (pop)
- **LSP**: Label Switched Path ~ Tunnel
- **Label distribution** ~ Routing
- **LFIB**: Label Forwarding Information Base ~ FIB



MPLS

- **FEC:** Forwarding Equivalence Class ~ Flow (flujo)
- **Static LSPs:** seteados “a mano” ~ VC permanentes en FR y ATM
- **Signaled LSPs:** seteados por protocolo de señalización ~ Switched VC FR y ATM
- **Dominio MPLS:** conjunto de routers dentro de un dominio de ruteo donde comienzan y terminan los LSPs
- **Push:** agrega una etiqueta (label)
- **Pop:** Quita y procesa una etiqueta
- **Swap:** Pop seguido de Push.
(Reemplaza una etiqueta por otra)



MPLS Shim Header:

32 bits

| | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Label (20 bits) | COS (3 bits) | Stack (1bit) | TTL (8 bits) |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

- **Label:** Valor para la búsqueda en la tabla del router
- **CoS:** Class of Service (También TC: Traffic class)
- **Stack:** Indica que si hay mas etiquetas apiladas
- **TTL:** Time To Live (igual que el TTL de IP)



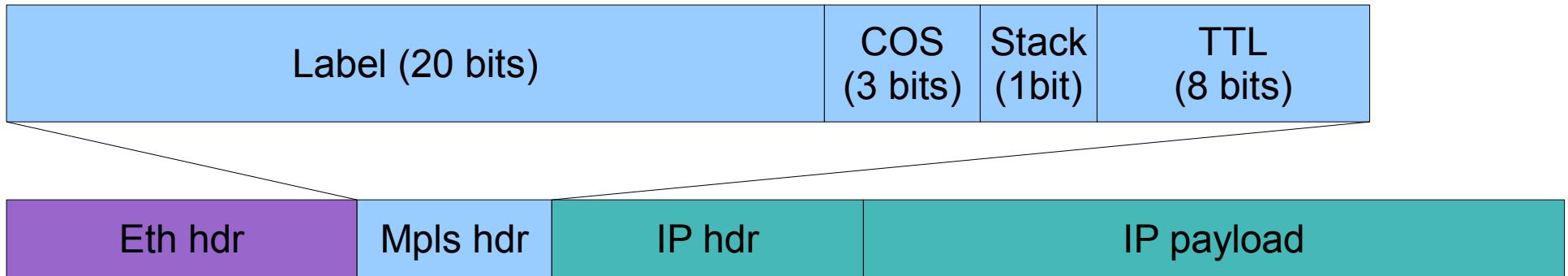
MPLS Shim Header:

- La etiqueta es un entero que identifica a una FEC (un flujo).
- No se pueden tener etiquetas globales (únicas)
Sería demasiado complejo de gestionar y muy largas
- Las etiquetas son únicas solo entre 2 nodos
- Números entre 0-1048575 (0-15 reservadas a la IETF)
- Cambian a medida que un paquete avanza en la red
- Se pueden setear estáticamente (hummm!)

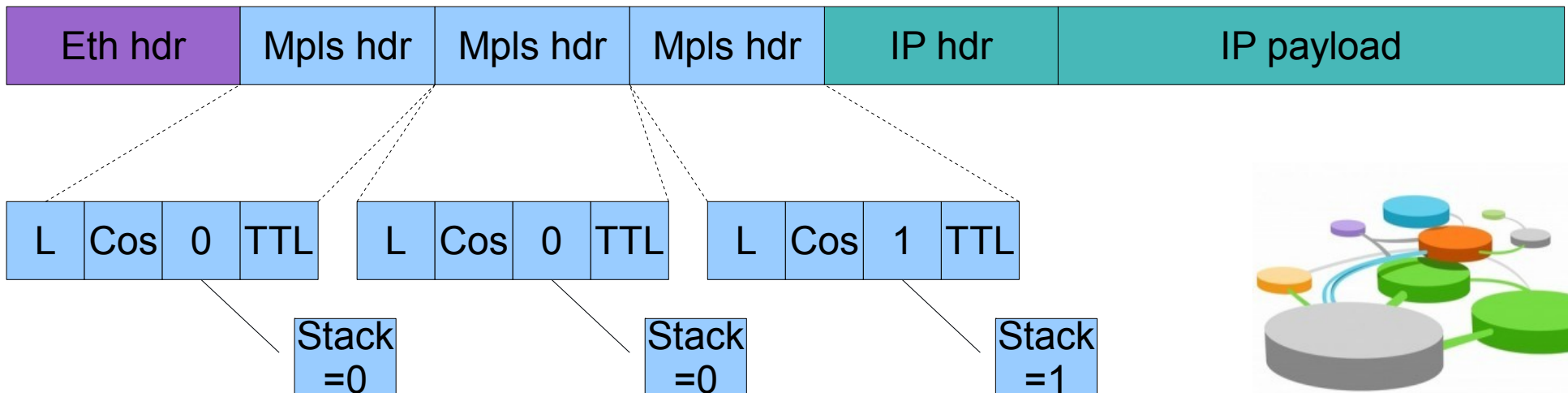


MPLS

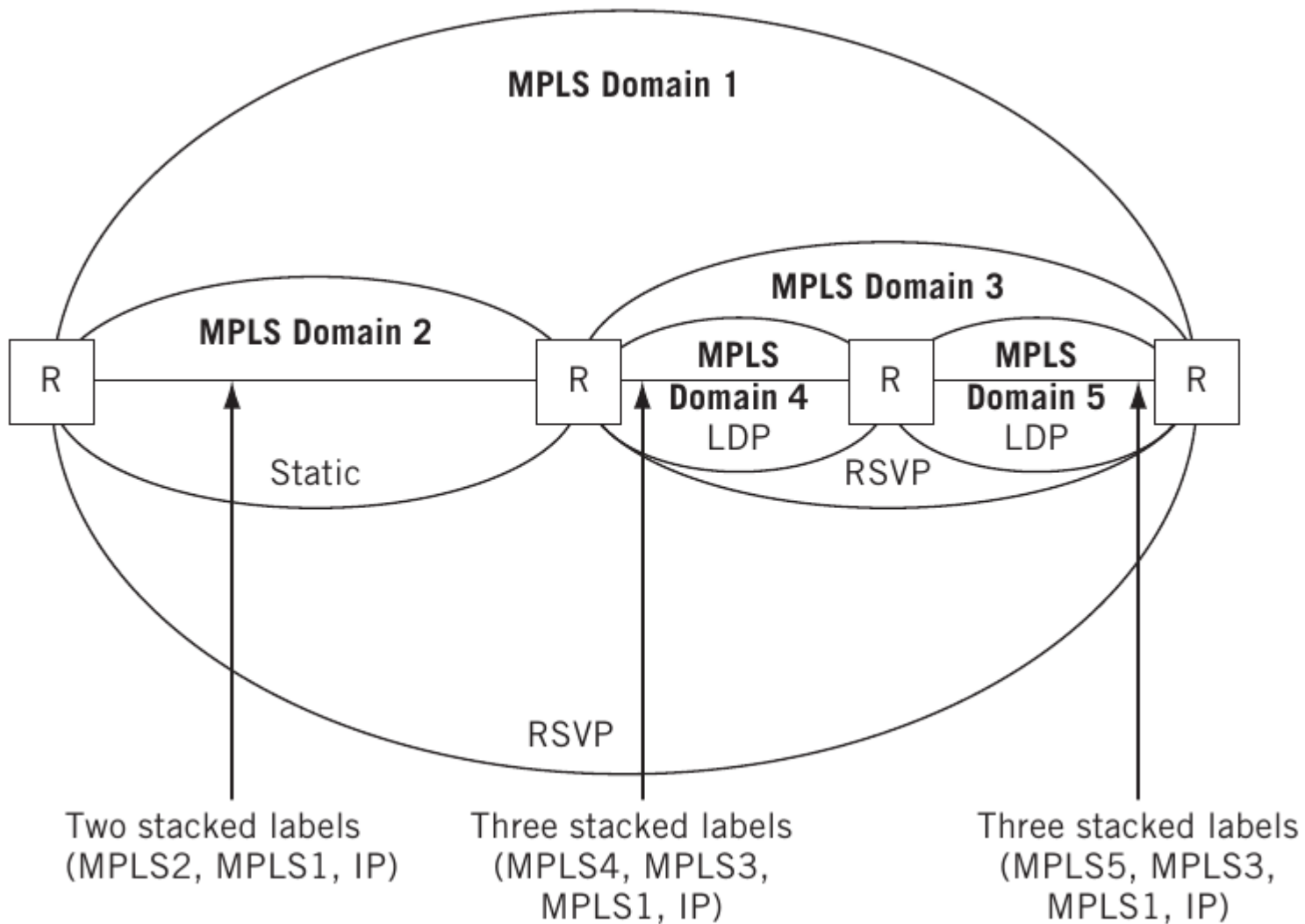
Encapsulamiento:



Label stacking: Las etiquetas pueden ser “apiladas”:



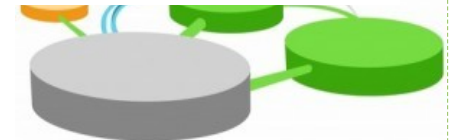
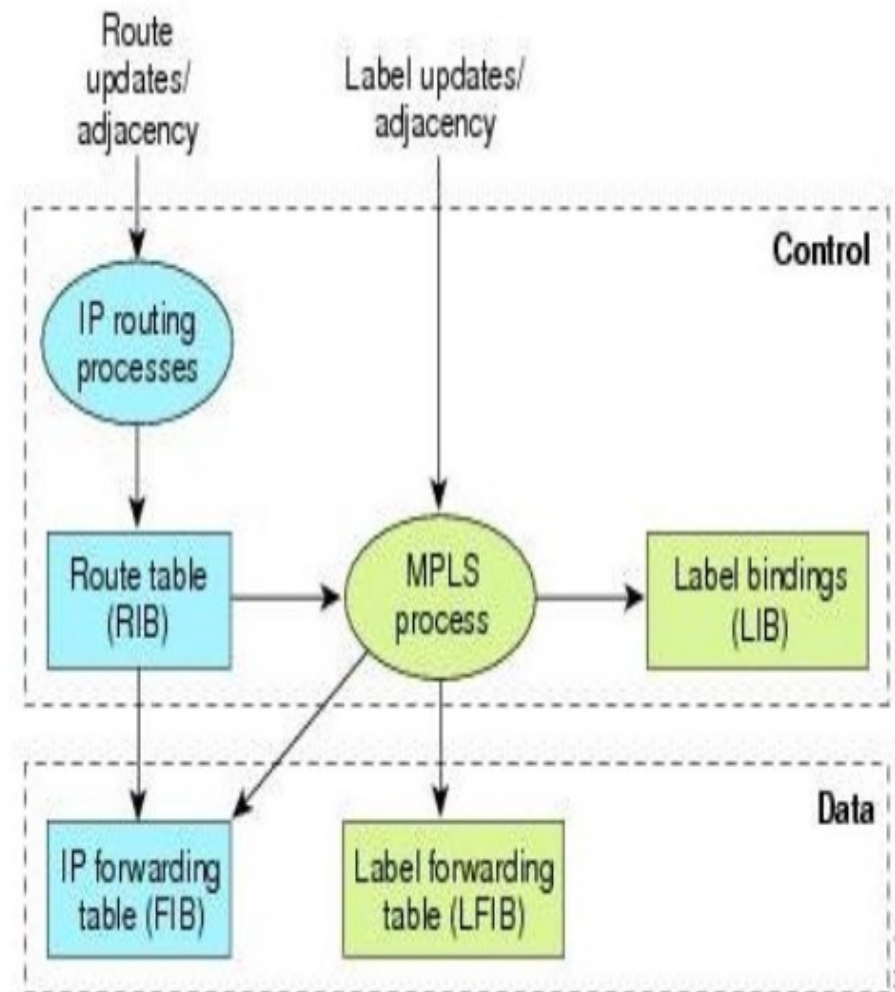
Apilado de etiquetas



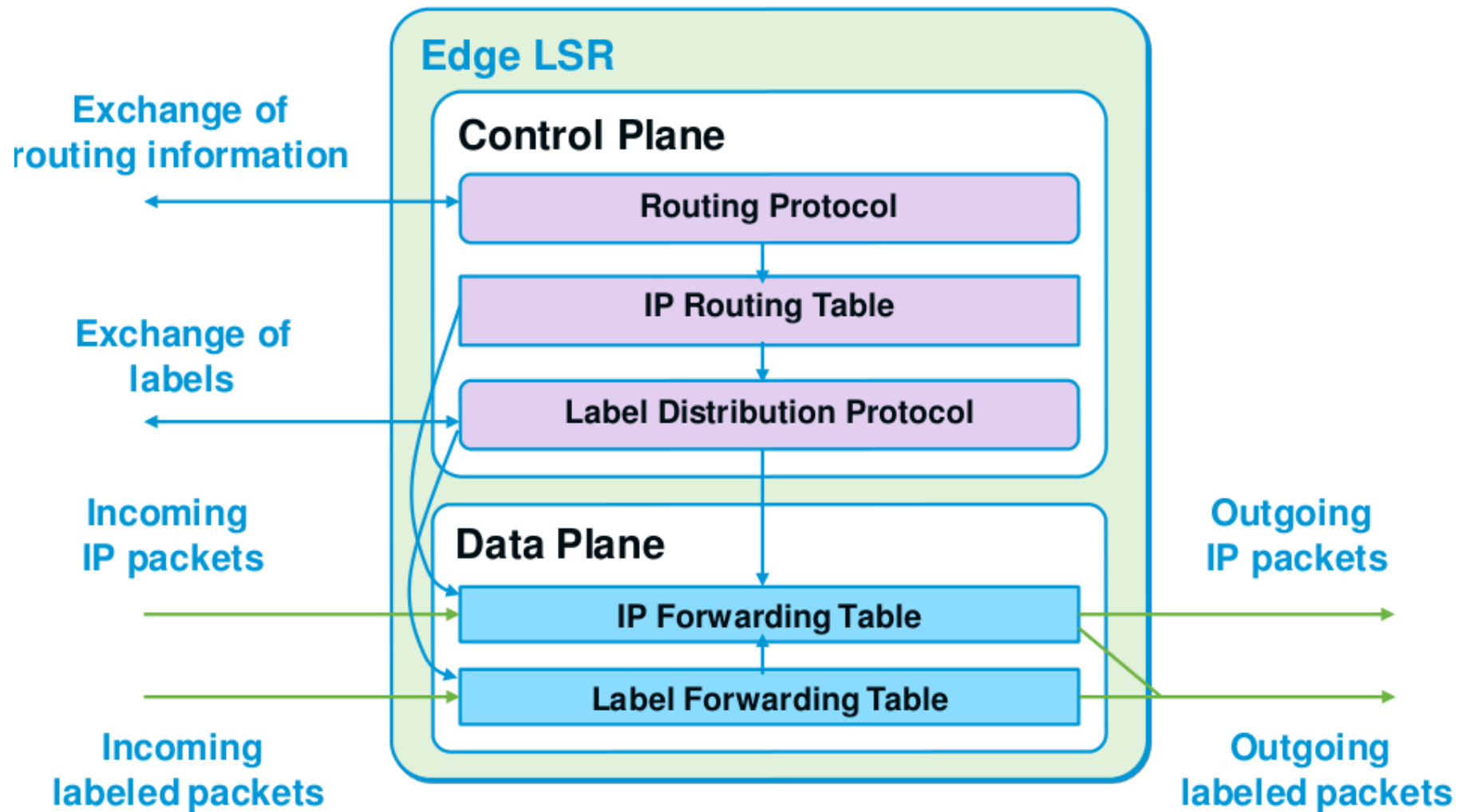
MPLS

La arquitectura de MPLS está diseñada en dos capas:

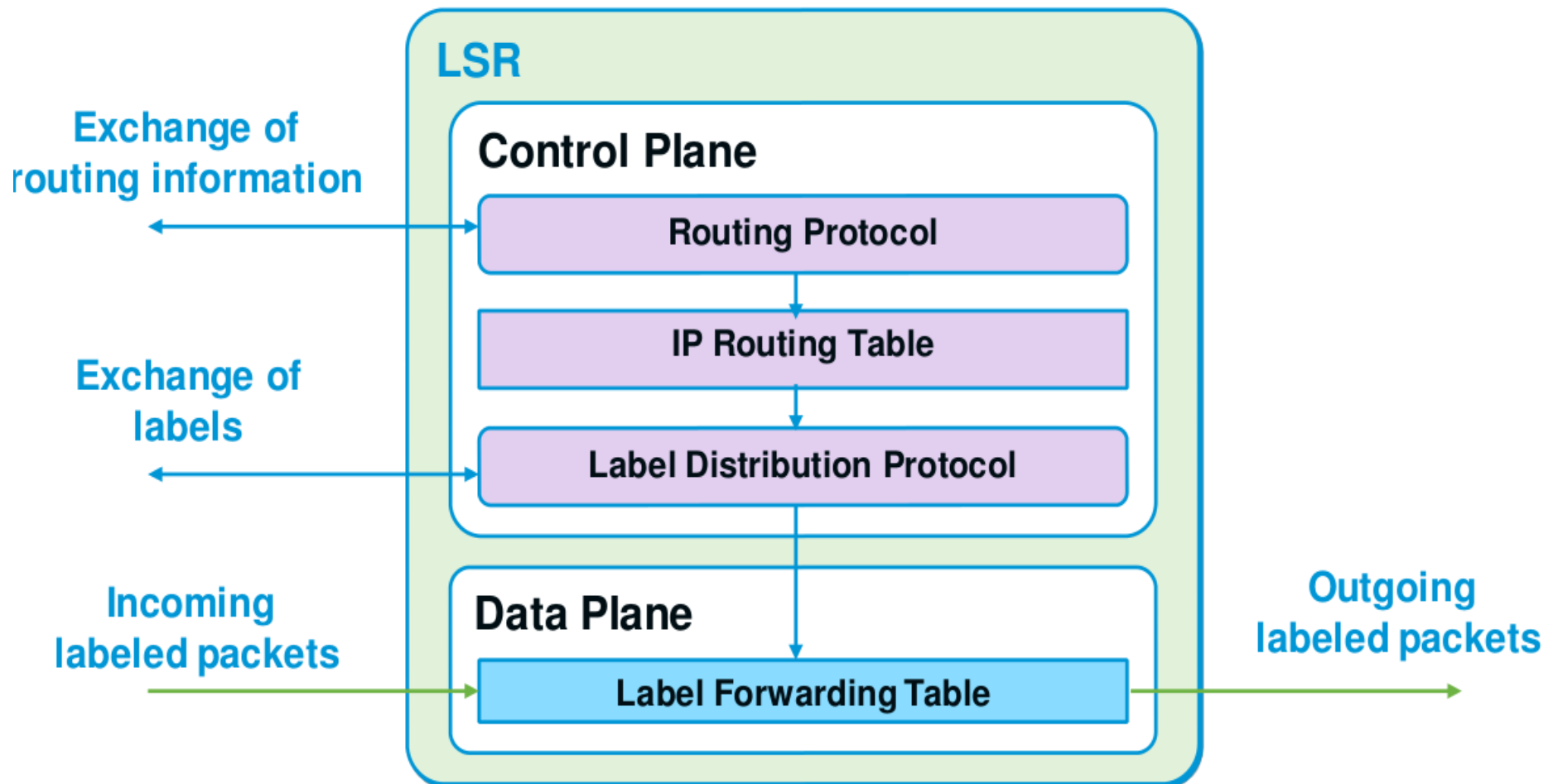
- **Control Plane:** Responsable de la asignación de etiquetas y de la redistribución de las mismas hacia otros vecinos. Dos protocolos se pueden ocupar para esto:
 - **LDP** – Label Distribution Protocol. Es el estandar por la IETF
 - **TDP** – Tag Distribution Protocol. Propietario de Cisco
- **Forwarding Plane / Data Plane:** Aquí es donde la información que se intercambia en el plano de control se almacena.



Edge Label Switch Router



Core Label Switch Router



MPLS forwarding table

Información básica:

- Lista de etiquetas asociadas con:
 - Interface de salida al next-hop router
 - Nuevo valor de etiqueta

Ejemplo (Intermediate):

| Interface entrada | Label entrante | Operación | Label salida | Interface salida |
|-------------------|----------------|-----------|--------------|------------------|
| If1 | 528 | Swap | 438 | if3 |
| If1 | 782 | Swap | 991 | if4 |
| If2 | 104 | Swap | 628 | if1 |

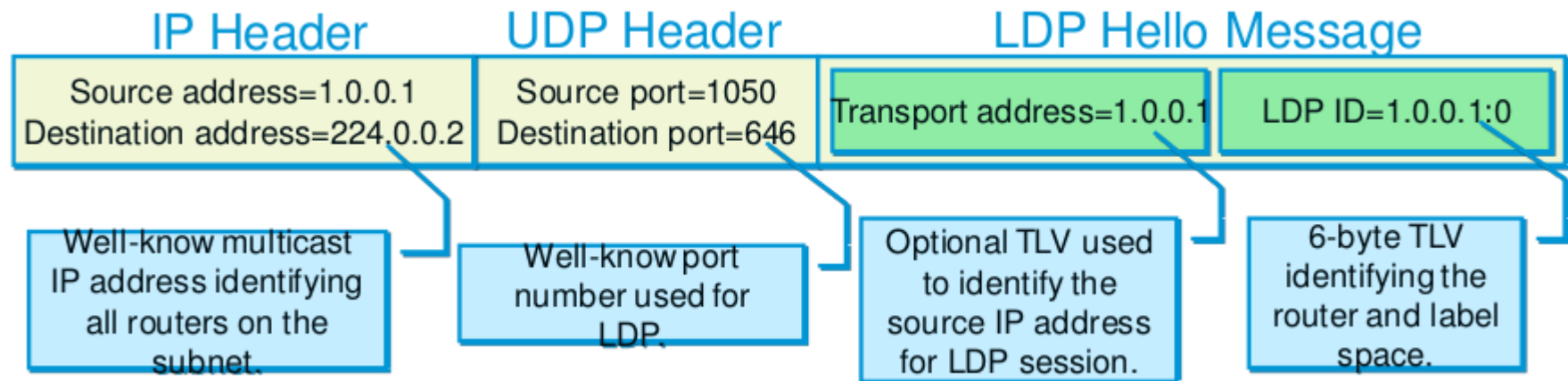
Protocolos de señalización:

- Resource Reservation Protocol (**RSVP-TE**) (RFC 3209): Define el uso de RSVP incluyendo todas las extensiones necesarias para establecer LSPs.
- Label Distribution Protocol (**LDP**) (RFC 3212, RFC 3468 abandona el trabajo sobre LDP unificando esfuerzos en RSVP-TE)

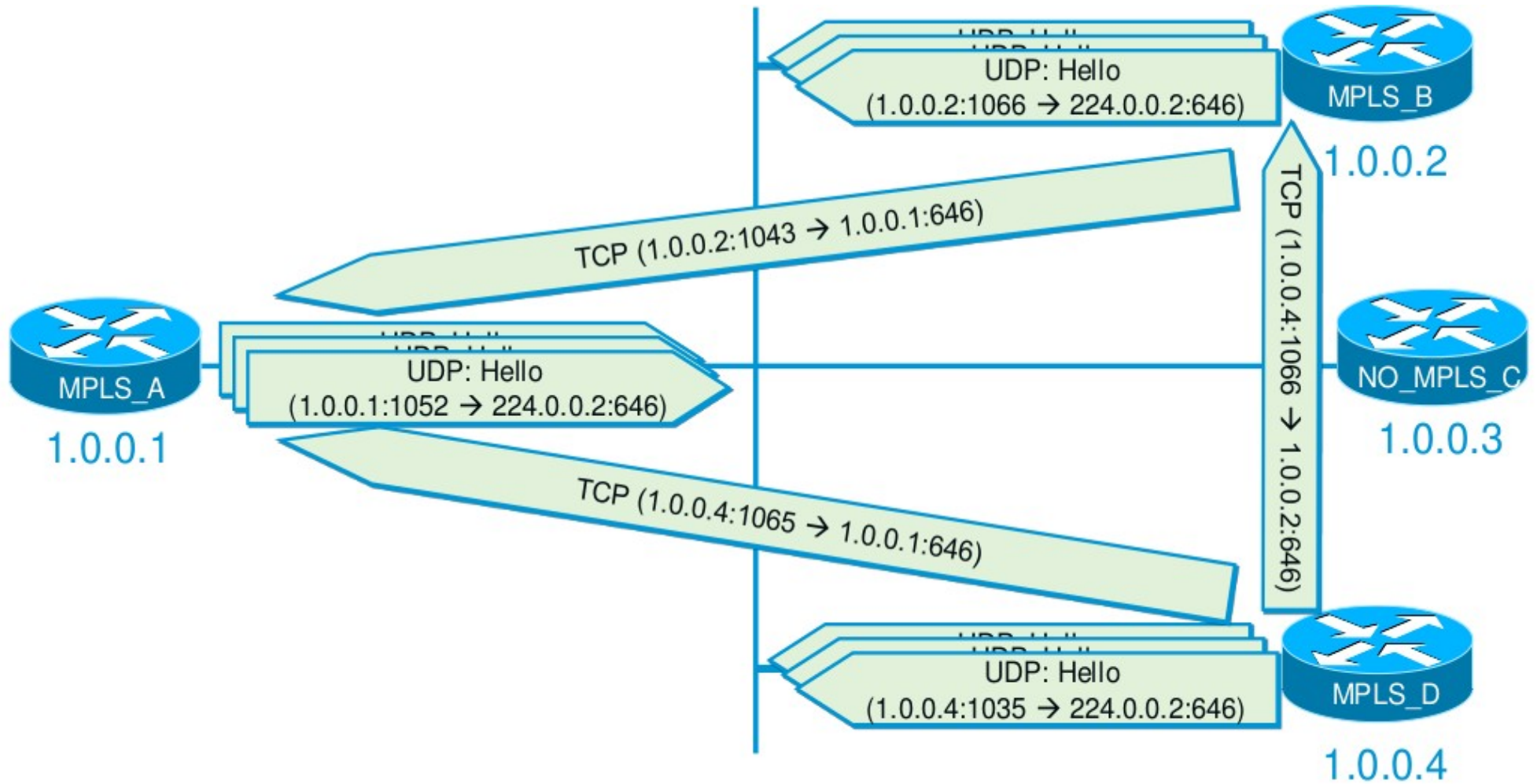


MPLS

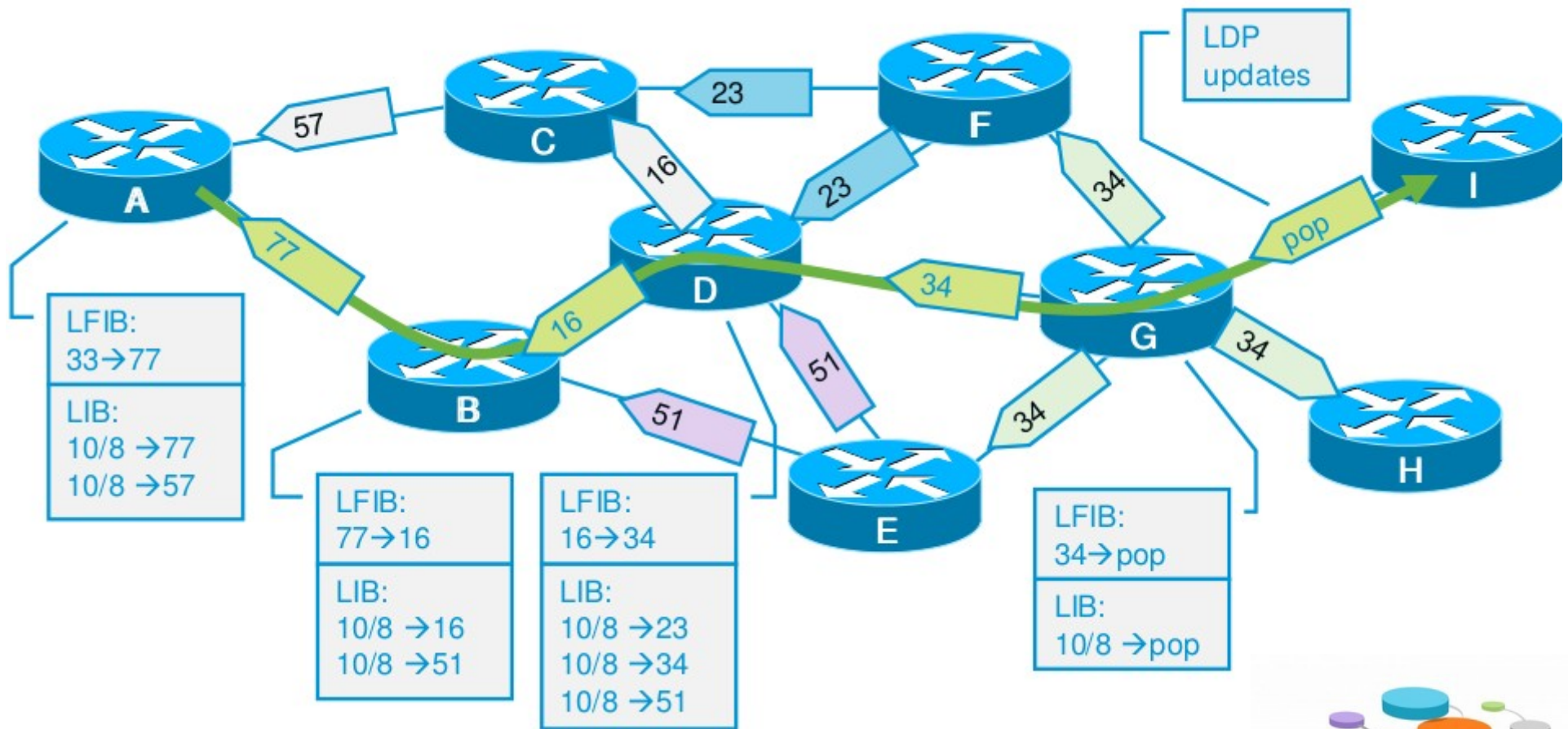
- LDP y TDP usan un proceso similar para establecer la sesión: **Hello messages** son periodicamente enviados en todas las interfaces habilitadas para MPLS.
- Si hay otro router en esa interface, este responderá intentando establecer una sesion con el origen de los mensajes Hello.
- UDP es usado para los mensajes **Hello** y dirigidos a la dirección de multicast 224.0.0.2. Posteriormente TCP es utilizado para establecer la sesión en los puertos 646 para LDP y 711 para TDP.



MPLS



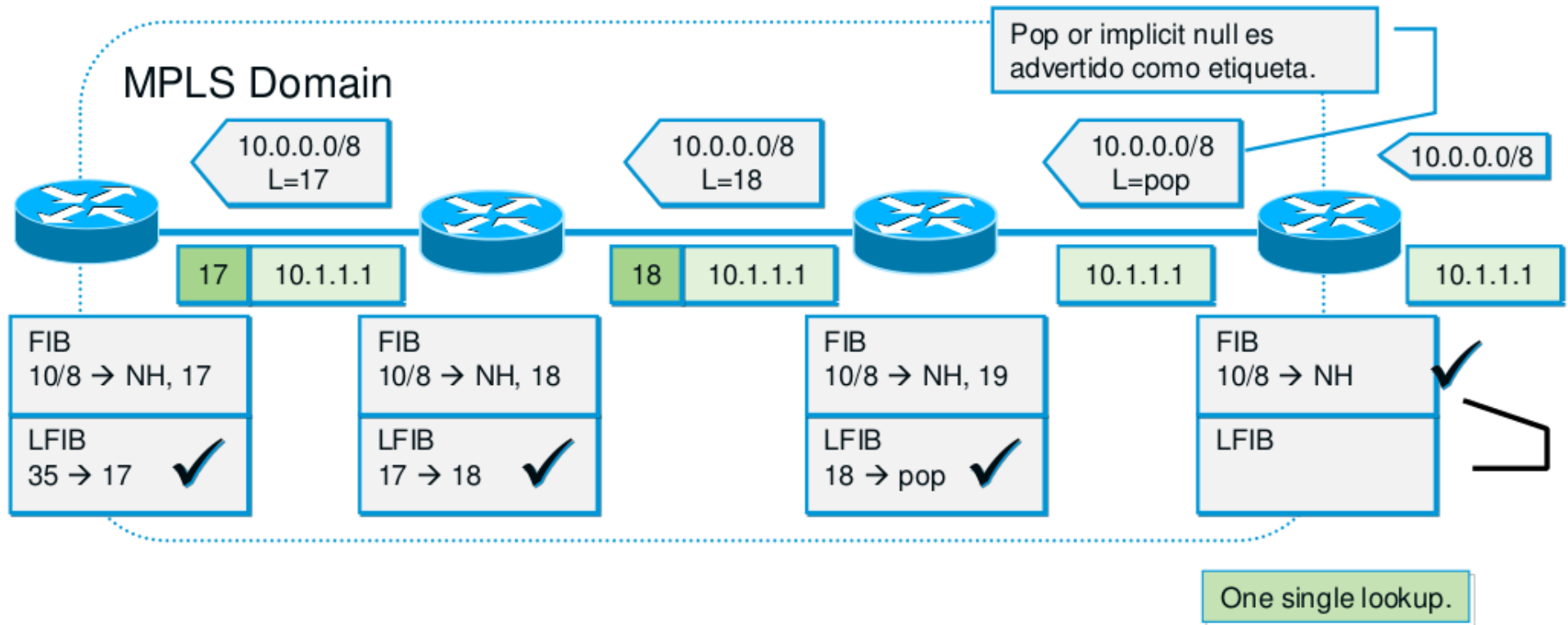
MPLS



- El protocolo de ruteo determina el camino.
- LDP o TDP propagan las etiquetas para convertir el camino en un túnel LSP.



Penultimate Hop Popping



Una etiqueta es removida en el router que esta antes del último salto en un dominio MPLS



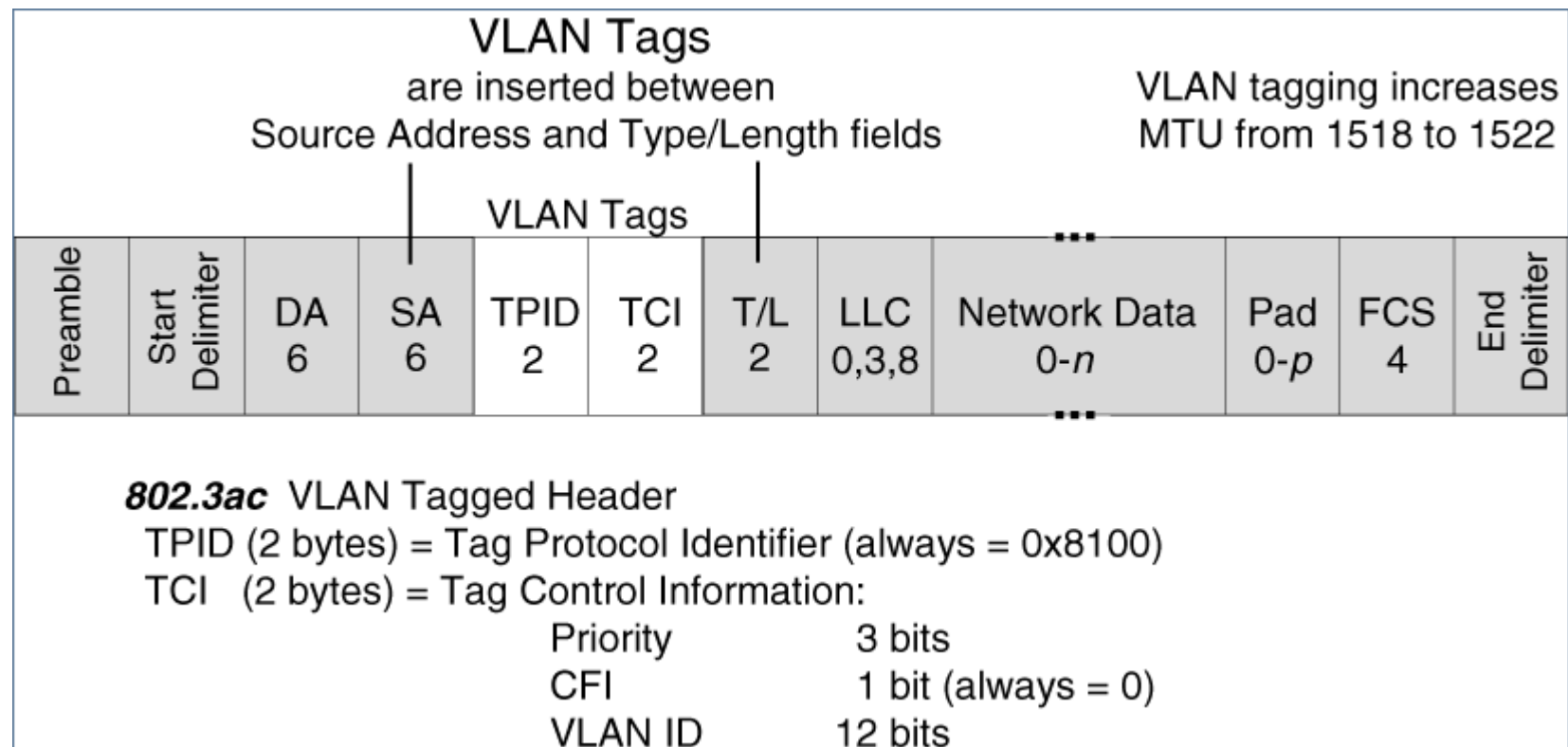
Beneficios

- **Bajo costo:** Una vez establecida la red de core se pueden montar diferentes servicios.
- **QoS:** Soporta diferenciar el tráfico para darle diferente trato dependiendo de la aplicación.
- **Mejora el desempeño de la red:** El ruteo basado en etiquetas incrementa la velocidad de transferencia de info.
- **Recuperación ante caídas:** Permite la redundancia de aplicaciones o servicios importantes al conectarse por diferentes medios a la red MPLS.



Class of Service (CoS)

IEEE 802.1q → VLAN tagging



CFI redefinido como DEI (drop eligible indicator)

Ethernet Class of Service (CoS)

Niveles de Prioridad - IEEE 802.1p

| Prioridad | Tipo de tráfico |
|-------------|------------------------------------|
| 0 (default) | Best Effort |
| 1 | Background |
| 2 | Excelent effort |
| 3 | Critical Applications |
| 4 | Video (< 100ms latency and jitter) |
| 5 | Voice (<10 ms latency and jitter) |
| 6 | Internetwork Control |
| 7 | Network Control |

No especifica la forma de tratar el tráfico clasificado



Bibliografía

Bibliografía:

Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory & Practice. John Evans and Clarence Filsfils. Morgan Kaufmann, 2007.

Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures. Deepankar Medhi, Karthikeyan Ramasamy. Morgan Kaufmann, 2007.

The Illustrated Network: How TCP/IP Works in a Modern Network. Walter Goralski. Morgan Kaufmann, 2008. Capítulo 17: MPLS and IP Switching

MPLS: Next Steps. Bruce S. Davie, Adrian Farrel. Morgan Kaufmann, 2008. Capítulo 2: Overview of the MPLS Data Plane

Próxima: Práctica MPLS