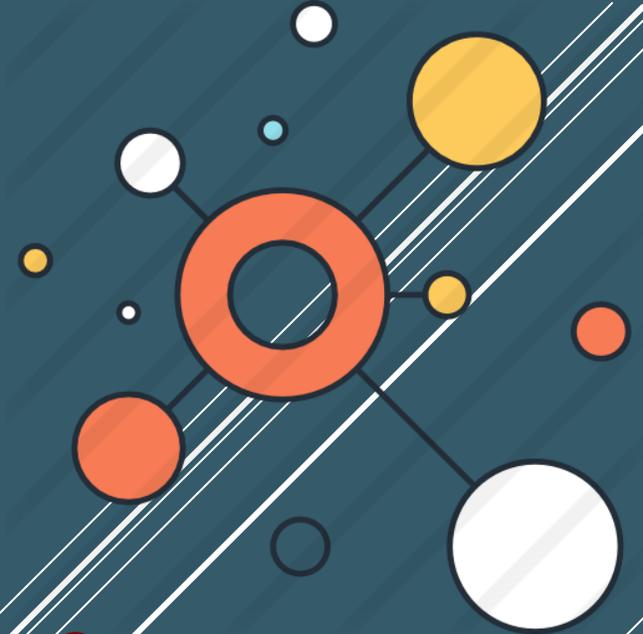
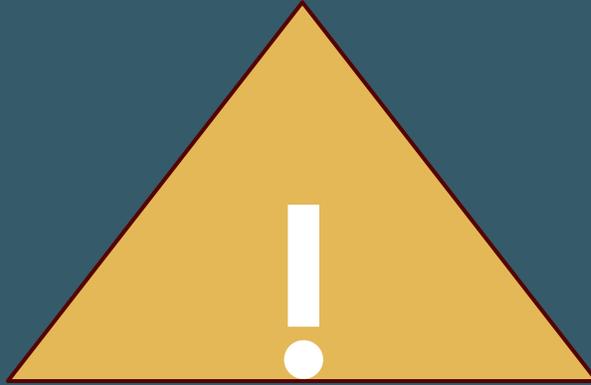


# TALLER: **FUNDAMENTOS DE MPLS**

Teoría y troubleshooting usando IOS de Cisco





## Un momento por favor

Si has entrado a este taller de MPLS, debes de saber que estamos hablando de tecnología de Redes de datos, por lo que solamente los **Profesionales, Estudiantes, Trabajadores y personas a Fines** en el área le debe de interesar este taller, si has ingresado y no te identificas con el tema Te recomiendo lo siguiente:

- Revisa conceptos esenciales de Routing & Switching.
- Si no tienes propósito, objetivos e interés en el tema, te recomiendo encarecidamente que no veas el taller.
- Yo (Luis Arturo Bule), como profesional e ingeniero en telecomunicaciones desarrollo este taller con fines educativos, no hay otro motivo.
- Cualquier configuración, resolución de fallas, pruebas y troubleshooting solo concierne a este taller bajo simulaciones (**en ambientes de pruebas y virtuales**), es decir no se relaciona con la vida real ni Equipos de ningún tipo asociado a **Empresas, Organizaciones y Gobiernos**.



¿Qué aprenderé?

- Fundamentos de MPLS.
- Casos Reales.
- Troubleshooting.

¿Qué Necesito para entender MPLS?

- Fundamentos de Redes.
- Fundamentos de enrutamiento Dinámico.
- Redistribución.
- Emuladores GNS3.
- Registrarse en Telconex Network.  
y bajar los recursos.

¿Hacia quien va dirigido el taller?

- Networker.
- Especialistas en Redes.
- Estudiantes de Redes..

## Fundamentos de MPLS

Multiprotocol Label Switching (MPLS) es un protocolo para incrementar la velocidad y moldear los flujos de tráfico en una red. Permite a la mayoría de los paquetes ser enviados en la capa OSI 2 (Nivel de enlace) de forma preferente a que suban al nivel 3 (Nivel de Red). Cada paquete es etiquetado a la entrada de la red del proveedor de servicios por el router de ingreso. Todos los conmutadores de ruta subsiguientes ponen en marcha el reenvío de paquetes basándose en estas etiquetas (no miran la cabecera IP). Finalmente, el router de salida elimina las etiquetas y envía el paquete IP original hasta su destino final.

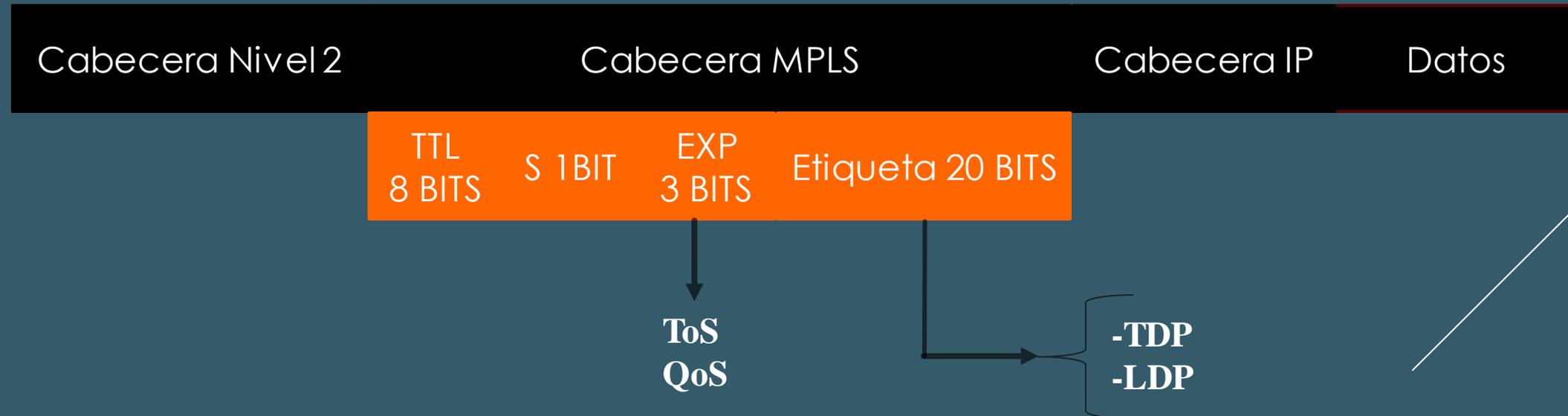
- a) Mediante MPLS, los proveedores de servicio de Internet pueden soportar servicios diferenciados o DiffServ (tal como se recoge en la norma RFC 3270). Ante el aumento de la demanda de nuevas aplicaciones, que suponen nuevos requerimientos de ancho de banda y tolerancia a retardos, MPLS ofrece una gran flexibilidad en cuanto a los diferentes servicios ofertados, lo que permite responder a esta demanda de forma óptima.
- b) MPLS ofrece un mecanismo sencillo para crear VPNs, ya que permite la creación de circuitos o túneles virtuales dentro de la red IP, y esto a su vez, garantiza poder aislar el tráfico y el acceso al mismo.
- c) Permite ahorrar costes entre un 10%-25% frente a otros servicios de datos, en función de la combinación específica de aplicaciones y de la configuración de red de la empresa. En los últimos años, se han efectuado diversas pruebas que incluso han alcanzado el 40 % de ahorro de costes respecto a ATM o Frame Relay.
- d) Mejora del rendimiento, ya que al ser su naturaleza “muchos-a-muchos”, los diseñadores de red pueden reducir el número de saltos entre puntos, permitiendo a su vez mejorar los tiempos de respuesta y rendimiento de las aplicaciones.

## Una etiqueta en MPLS

Es un valor corto de tamaño fijo que se transporta en la cabecera del paquete para identificar un FEC (Forward Equivalente Class). Sirve como un identificador de conexión, con significado local.

Los campos de la cabecera MPLS son:

1. Label (20 bits): Indica el valor actual de la cabecera MPLS. Este valor determinará el próximo salto del paquete.
2. QoS (3 bits): Este campo indica la calidad de servicio del paquete. Permite diferenciar entre distintos tipos de tráfico y mejorar el rendimiento de un tipo determinado respecto a otros.
3. Stack (1 bit): Este bit soporta una pila de etiquetas jerárquicas, esto es, nos indica si existen más etiquetas MPLS. Esta posibilidad de encapsular cabeceras MPLS en otras, tiene sentido si se da el caso de que el paquete tenga que atravesar una red MPLS perteneciente a un proveedor de servicio u organismo distinto, de tal manera que al terminar de atravesar dicha red, se continúe trabajando con MPLS.



# Terminologías

## Protocolo LDP

Es un protocolo utilizado para intercambiar información de enrutamiento de etiquetas entre ruteadores MPLS. LDP es un protocolo abierto, aunque también se utilizan comercialmente protocolos como IGP, BGP y RSVP.

## CEF (Cisco Express Forwarding)

CEF es una tecnología IP de conmutación avanzada de Cisco que permite realizar una conmutación a nivel hardware para optimizar la performance. Huawei y Juniper también tienen sus tecnologías propietarias de fast-forwarding.

## LSP (Label Switched Path)

Son los caminos de la red MPLS a través del cuáles viajan los flujos de tráfico.

## MPLS Control Plane

Es el plano de control, responsable de intercambiar información de rutas y etiquetas. El plano de control consiste en una LIB y una RIB, así como el ya mencionado LDP (o el protocolo de encaminamiento correspondiente). La LIB (Label Information Base) contiene todas las conexiones LDP, mientras que RIB (Routing Information Base) contiene las tablas de encaminamiento que veríamos utilizando el comando “show ip route”.

## MPLS Data Plane

Es el plano de datos, responsable de reenviar paquetes basados en etiquetas y cabeceras IP. Los motores del plano de datos se llaman LFIB (Label Forwarding Information Base) y FIB (Forwarding Information Base). La LFIB es la tabla MPLS que contiene las etiquetas relacionadas con los prefijos IP y sus interfaces salientes; se usa para reenviar paquetes ya etiquetados. La FIB por su parte es la base de datos de reenvíos, una versión optimizada de la RIB.

## **CE (Customer Edge)**

Se trata del dispositivo ubicado en el extremo del cliente. Puede ser cualquier enrutador que se use para comunicarse con el proveedor.

## **PE (Provider Edge)**

Es un dispositivo en el extremo o en la frontera del proveedor, es decir, donde los clientes “terminan” (se conectan). Los encaminadores PE pueden hacer conmutación de etiquetas MPLS, así como examinar cabeceras IP.

## **P (Provider Router)**

Son encaminadores ubicados en el núcleo del proveedor (core) y su interconexión conforman el así llamado “backbone MPLS”. El encaminamiento se realiza exclusivamente examinando sólo la etiqueta MPLS de cada paquete.

## **LSR (Label Switched Router)**

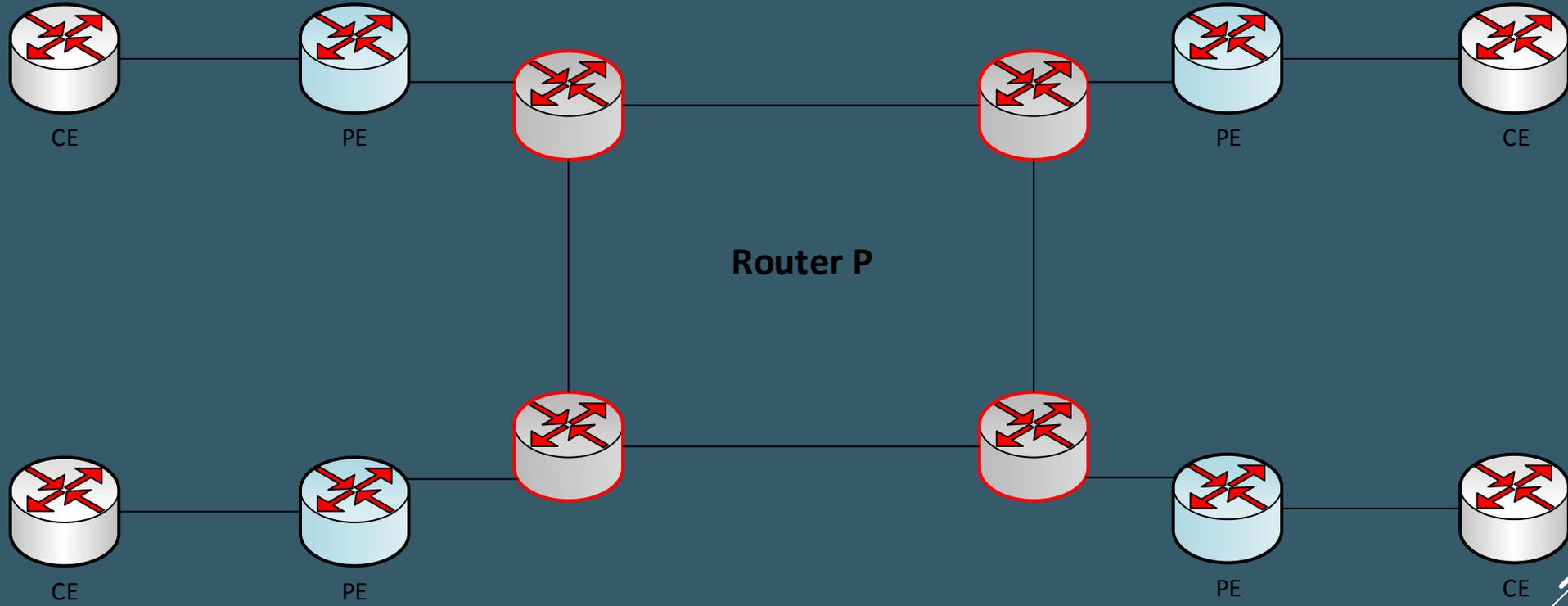
También llamado router de tránsito. Algunos pueden ser de ingreso (Ingress LSR) o de regreso (Egress LSR). Tanto uno como otro se conocen como LER (Label Edge Router), ya que son responsables tanto de poner como de quitar etiquetas MPLS en las fronteras del dominio MPLS

## **Funcionamiento de MPLS**

Para que una red MPLS consiga la convergencia y funcione correctamente, se realizan los siguientes pasos:

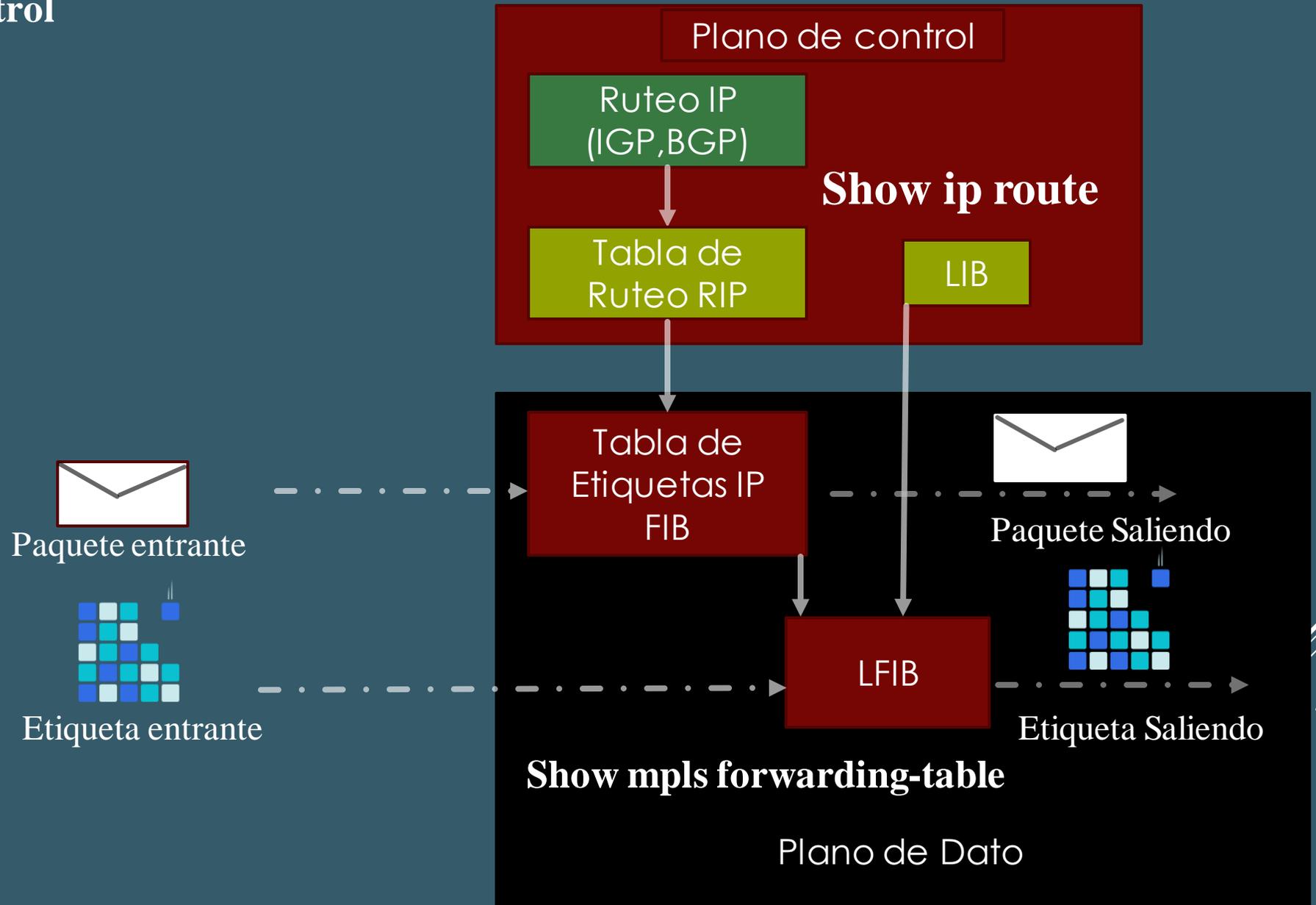
- (1) Construcción de la tabla de enrutamiento IP (RIB) en cada uno de los LSRs del dominio MPLS mediante los protocolos de enrutamiento.
- (2) Asignación independiente (por cada LSR) de etiquetas a cada una de las redes destino que se encuentran en la tabla de enrutamiento IP (RIB).
- (3) Publicación de las etiquetas asignadas a cada una de las redes destino a todos los vecinos (LSRs) adyacentes, mediante el protocolo LDP.
- (4) Construcción de las tablas de intercambio de etiquetas (LIB, FIB, LFIB) en base a las etiquetas recibidas de los LSRs vecinos.

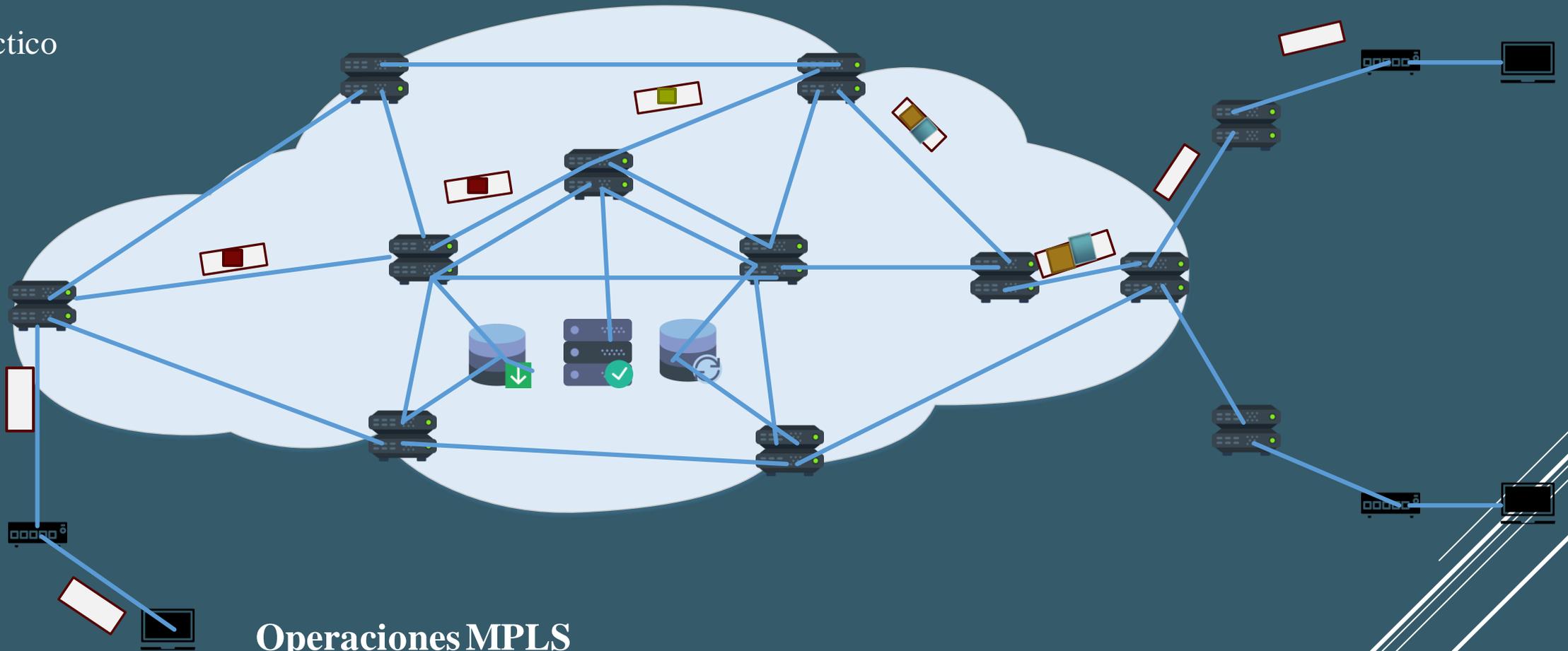
# Arquitectura de una Red MPS



# Esquema de control

- IGP (OSPF)
- BGP (iBGP)





## Operaciones MPLS

Las operaciones MPLS se refieren a las operaciones que un router LSR puede hacer con una etiqueta:

- Push: agregar una nueva etiqueta
- Pop: quitar la etiqueta superior
- Swap: reemplazar la etiqueta más alta
- Multiple push: agregar varias etiquetas encima de los paquetes existentes
- Swap and Push: reemplazar la etiqueta superior y luego agregar otra etiqueta nueva en la parte superior
- Untagged (o “NO label”): la pila de etiquetas se elimina y el paquete se reenvía sin etiquetar

Cuando una entidad recibe un paquete etiquetado.

```

PE1#show mpls forwarding-table
Local      Outgoing  Prefix          Bytes Label    Outgoing  Next Hop
Label      Label     or Tunnel Id   Switched       interface
16         Pop Label  10.0.0.12/30   0              Gi0/3      10.0.0.10
17         Pop Label  10.1.1.2/32    0              Gi0/3      10.0.0.10
18         18        10.1.1.3/32    0              Gi0/3      10.0.0.10
21         No Label  172.16.1.0/24[V] 1862          Gi0/1      10.0.0.2
22         No Label  172.16.1.0/24[V] 0              Gi0/2      10.0.0.6
PE1#

```

## LFIB

```

R1#show ip route ospf
 2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
   2.2.2.2 [110/2] via 190.0.86.2, 00:02:16, GigabitEthernet2/0
 3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
   3.3.3.3 [110/3] via 191.56.78.6, 00:02:16, GigabitEthernet1/0
   [110/3] via 190.0.86.2, 00:02:16, GigabitEthernet2/0
 4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
   4.4.4.4 [110/2] via 191.56.78.6, 00:02:16, GigabitEthernet1/0
189.10.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
   189.10.80.0 [110/2] via 190.0.86.2, 00:02:16, GigabitEthernet2/0
188.100.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
   188.100.56.4 [110/2] via 191.56.78.6, 00:02:16, GigabitEthernet1/0

```

## RIB

```

Router-2#show ip cef
Prefix          Next Hop          Interface
0.0.0.0/0       172.18.114.1      Ethernet0/0
0.0.0.0/32      receive
10.0.0.0/24     172.18.114.1      Ethernet0/0
10.1.1.0/24     attached          Ethernet0/1
10.1.1.0/32     receive
10.1.1.1/32     receive
10.1.1.100/32   10.1.1.100        Ethernet0/1
10.1.1.255/32   receive
10.18.118.0/24  172.18.114.1      Ethernet0/0
10.224.0.0/24   172.18.114.1      Ethernet0/0
10.225.0.0/24   172.18.114.1      Ethernet0/0
10.226.0.0/24   172.18.114.1      Ethernet0/0
165.27.1.0/24   172.18.114.1      Ethernet0/0
172.18.114.0/24 attached          Ethernet0/0
172.18.114.0/32 receive
172.18.114.1/32 172.18.114.1      Ethernet0/0
172.18.114.4/32 receive
172.18.114.5/32 172.18.114.5      Ethernet0/0
172.18.114.7/32 172.18.114.7      Ethernet0/0
172.18.114.177/32 172.18.114.177   Ethernet0/0
172.18.114.191/32 172.18.114.191   Ethernet0/0
172.18.114.214/32 172.18.114.214   Ethernet0/0
Prefix          Next Hop          Interface
172.18.114.255/32 receive
172.18.116.64/29 172.18.114.1      Ethernet0/0
192.168.100.0/24 172.18.114.1      Ethernet0/0
224.0.0.0/4      drop
224.0.0.0/24     receive
255.255.255.255/32 receive

```

## FIB

```

R1#show mpls ldp bindings
tib entry: 172.16.1.0/24, rev 6
  local binding: tag: imp-null
tib entry: 172.16.1.1/32, rev 13
  remote binding: tsr: 172.16.2.1:0, tag: 16
tib entry: 172.16.2.0/24, rev 14
  remote binding: tsr: 172.16.2.1:0, tag: imp-null
tib entry: 172.16.2.1/32, rev 10
  local binding: tag: 18
tib entry: 172.16.3.1/32, rev 8
  local binding: tag: 17
  remote binding: tsr: 172.16.2.1:0, tag: 17
tib entry: 172.16.12.0/24, rev 4
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 172.16.2.1:0, tag: imp-null
tib entry: 172.16.23.0/24, rev 2
  local binding: tag: 16
  remote binding: tsr: 172.16.2.1:0, tag: imp-null

```

## LIB

## Aplicaciones de MPLS

- Conmutación de etiquetas.
- Protección de sesiones.
- VPN.
- Ingeniería de tráfico.
- Calidad de servicio.
- Redes FTTH.

### ¿Dónde se aplica MPLS?

- ISP
- Redes MAN
- Redes WAN
- Data Center

## Comandos de Verificación

```
Show mpls forwarding-table
Show ip cef
Show mpls forwarding-table labels (Nº Etiqueta) detail
Show bgp ipv4 unicast labels
Show mpls ldp bindings
Show ip route
Show ip route ospf
Show ip route bgp
Show ip route (IP)
Show mpls discovery
Show mpls discovery detail
Show mpls interface
Show mpls ldp neighbor
Show mpls ldp neighbor (IP) detail
show mpls ip binding
Debug mpls ldp messages received
Debug mpls ldp bindigs
clear mpls ldp forwarding
```

# Ejercicio en GNS 3

