

# LSPs P2MP: Tecnología y Aplicaciones

[chavi@juniper.net](mailto:chavi@juniper.net)

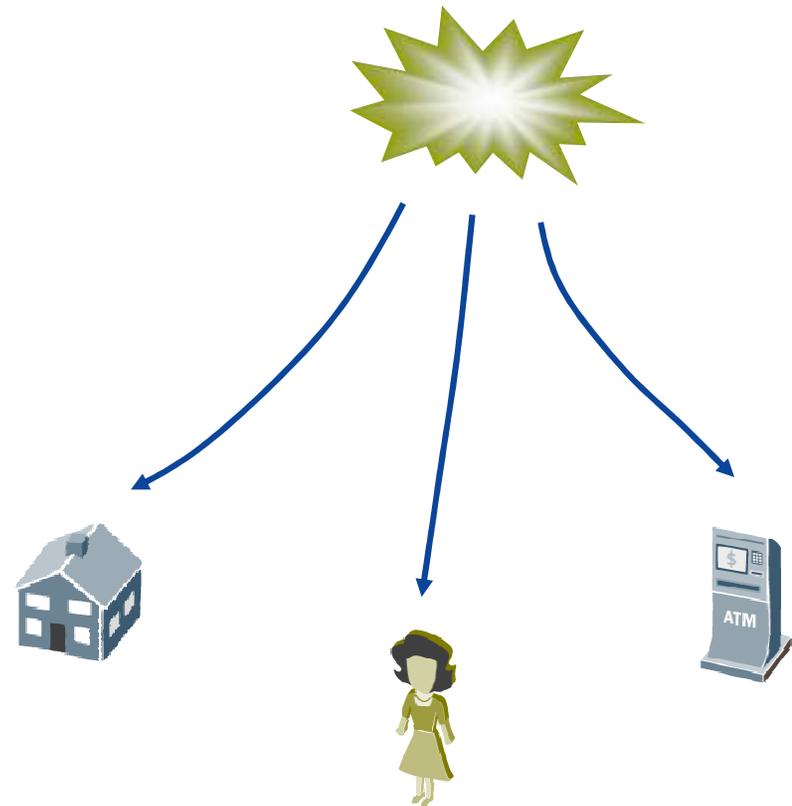
# ¿Por qué LSPs P2MP?

## ¿Por qué P2MP LSPs?

- **Para responder a las necesidades de los servicios que requieren distribución de información desde un punto central (uno-a-varios, uno-a-todos)**
  - Difusión de señal de TV
  - IP TV (Tanto Cable como ADSL, tanto en el Core como en la Metro)
  - Difusión de contenidos corporativos (tickers, noticias, publicidad...)
  - Copias de seguridad
  - “Pre-carga” de CDNs o Cachés

## El problema a resolver

- **Utilización eficiente de los recursos (evitar duplicación de tráfico)**
- **Protección frente a fallos**
- **Control sobre el camino de distribución**
- **Flexibilidad en la capacidad de ancho de banda, puntos de distribución y camino de distribución**



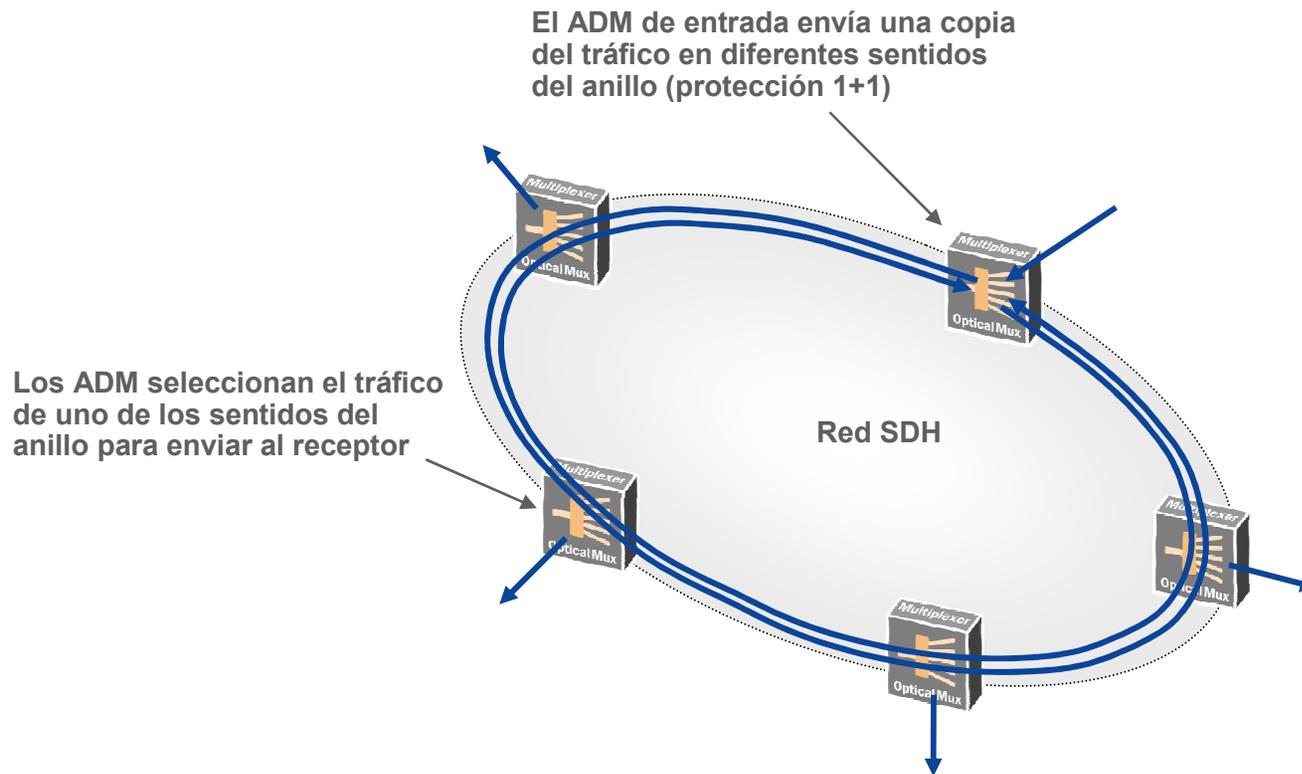
## Solución A: difusión en medio compartido

- **Radio, Satélite, Ethernet, Señales de humo, Voz alta en medio aéreo ☺**
  - ✓ **Eficiencia:** absoluta: una copia llega a todos los receptores – mínimo coste
  - ✗ **Fiabilidad:** deficiente – interferencias, requiere line-of-sight
  - ⚡ **Control:** según se coloque el transmisor
  - ⚡ **Flexibilidad:** colocación de receptor prácticamente universal pero no es posible limitar recepción

## Solución B: red mallada

- **En redes malladas punto-a-punto hace falta algo más 😊**
  - PVCs ATM P2MP
  - Anillos SDH
  - IP Multicast
  - MPLS P2MP

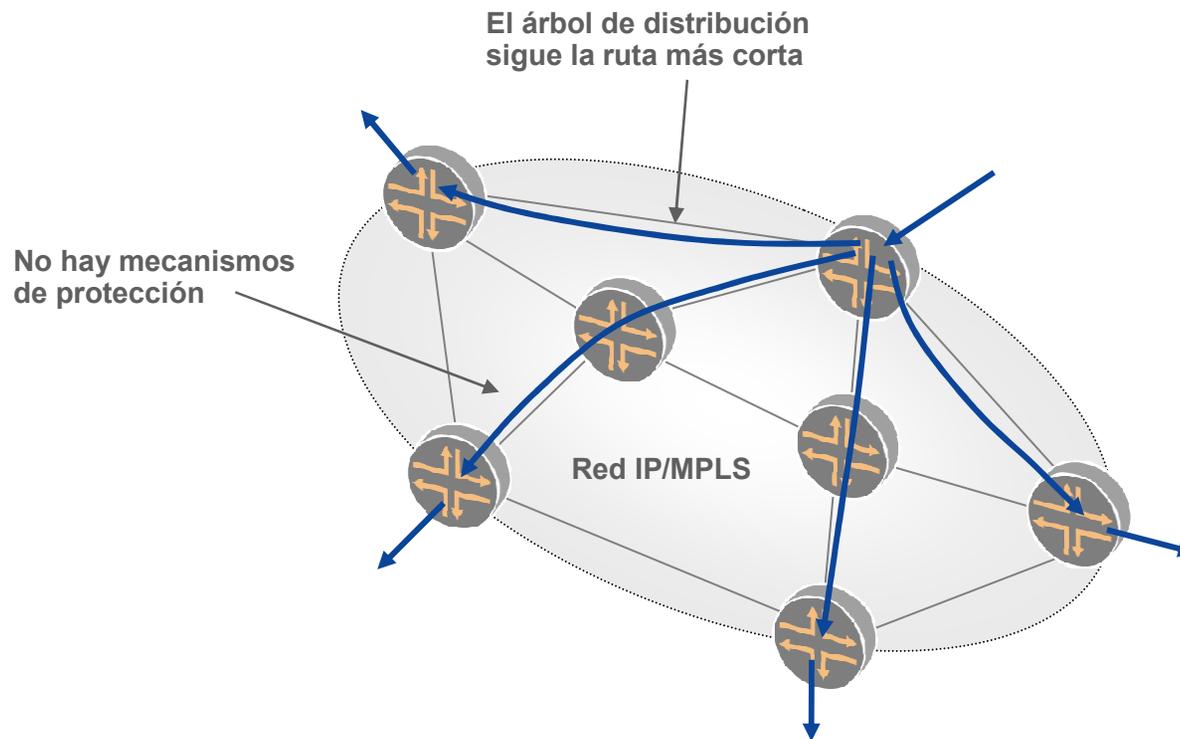
# Distribución con Anillo SDH



## Anillos SDH

- **Anillos SDH con ADM – muy eficientes para distribución punto a multipunto**
- **No requiere protocolos multicast en el Core**
  - ✓ **Eficiencia:** la topología en anillo es muy eficiente para transporte y replicación
  - ✓ **Fiabilidad:** el tráfico se envía por ambos lados del anillo proporcionando redundancia inmediata
  - ✓ **Control:** los caminos se establecen por provisión
  - ✗ **Flexibilidad:** no es posible compartir el ancho de banda, los incrementos del ancho de banda requieren nuevos anillos, y el replanteo de caminos resulta tedioso
- **Hoy en día el mayor inconveniente es el coste**

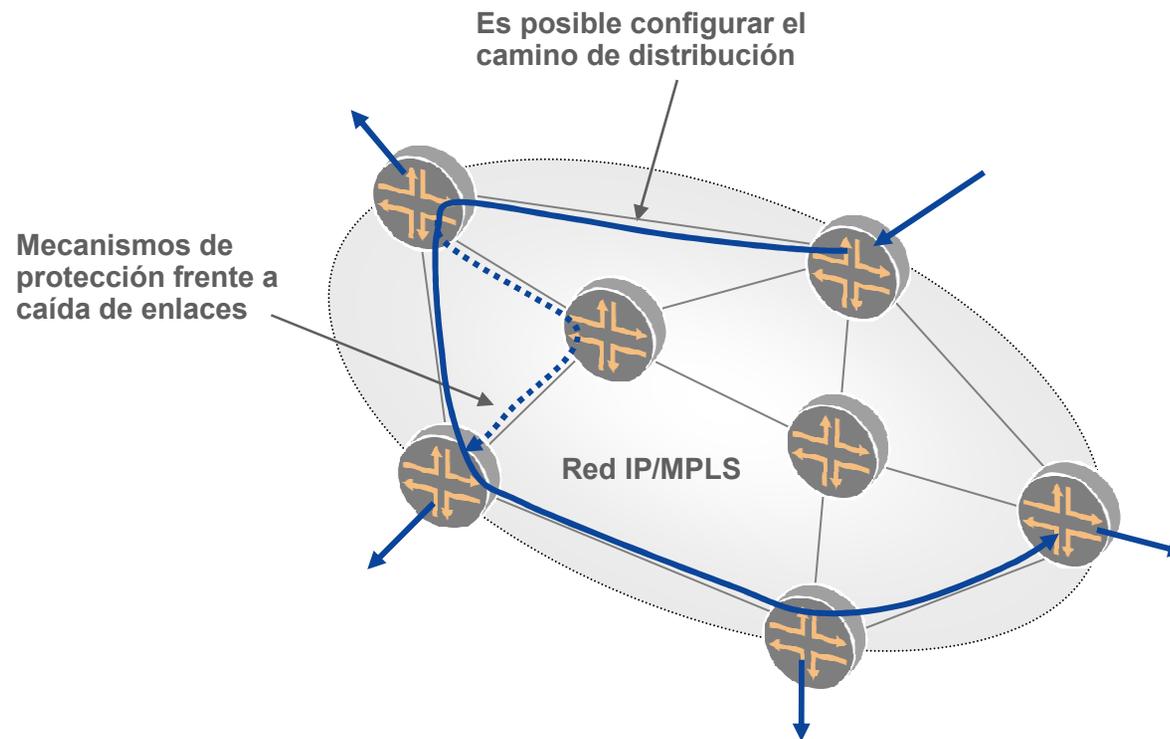
# Distribución con IP Multicast



## IP Multicast (PIM-SSM)

- **PIM-SSM en el Core para construir el árbol de distribución multicast**
- **Requiere IP extremo a extremo**
  - ✓ **Eficiencia:** el tráfico se transporta y replica eficientemente dentro del árbol multicast
  - ✗ **Fiabilidad:** en caso de fallo hay que reconstruir el árbol de distribución
  - ✗ **Control:** los caminos se establecen según el IGP
  - ✓ **Flexibilidad:** fácil aumentar el ancho de banda y añadir nuevos PoPs.
- **La falta de herramientas de ingeniería de tráfico y restauración rápida son los mayores inconvenientes**

# Distribución con LSP P2MP



## MPLS LSP P2MP

- **Crea un árbol de distribución basado en un túnel punto-a-multipunto MPLS**
- **Puede hacer uso de Ingeniería de Tráfico y Restauración Rápida MPLS**
- **Puede emular red de nivel 2**
- **No requiere protocolos multicast en el Core**
  - ✓ **Eficiencia:** el tráfico se transporta y replica eficientemente dentro del árbol p2mp
  - ✓ **Fiabilidad:** utiliza mecanismos de restauración rápida MPLS
  - ✓ **Control:** los caminos se establecen por provisión
  - ✓ **Flexibilidad:** fácil aumentar el ancho de banda, añadir nuevos PoPs, y replantar caminos

## Por qué LSPs P2MP

- **Son una solución para proveer servicios de difusión de contenidos en red con las características necesarias:**
  - Uso eficiente de los recursos
  - Servicio fiable
  - Control sobre el transporte
  - Flexibilidad en el despliegue
- **Todo ello con un bajo coste (incremental)**

# Ventajas de P2MP LSPs según Cox

## Why P2MP is the best design option

- Protection of video traffic
  - Link protection via FRR and recovery time of about 50ms
  - PIM will solely rely on IP and PIM-SSM restoration/undeterministic
- Control the paths taken by video paths
  - P2MP can control the exact paths so that the primary & secondary feeds are spatially redundant
  - PIM can not guarantee that primary & secondary feeds are spatially disjoint hence video outage
- Minimum cost tree
- No need to introduce new protocols
  - MPLS TE has been configured over BB for a while
  - PIM-SSM is not an easy protocol to master in little time



# Ventajas de P2MP LSPs según Orange-UK

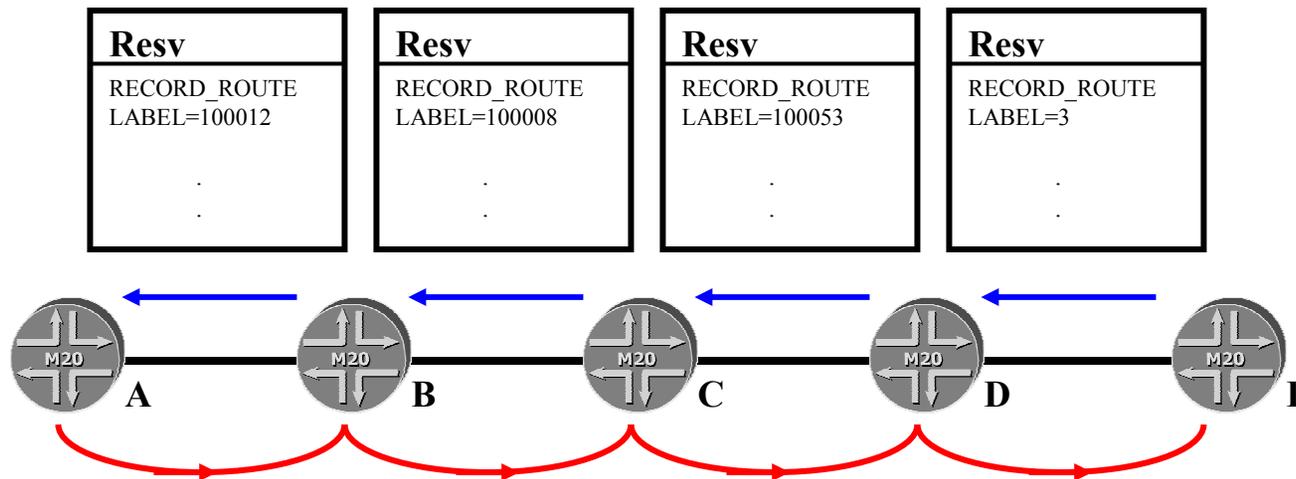
## Reasons that We Prefer P2MP LSPs for Multicast

- The OUK core MPLS network is already based on RSVP LSPs with FRR. So RSVP based P2MP was a natural choice.
- Failure scenarios are cleaner, less complex, and easier to troubleshoot due to the strict-hop configuration of the LSPs
- ALL service traffic on the GRN is encapsulated in MPLS for security reasons and to maintain strict control and forwarding plane separation. It was desired to uphold this philosophy for IP TV by using P2MP LSPs instead of PIM (native IP forwarding) in the core network
- Desire to have a PIM-free core to avoid having to participate in PIM
- Better failure recovery times than PIM
- Simple capacity planning because we are initially using statically configured P2MP LSPs

# Tecnología básica de LSPs P2MP

# Señalización de LSPs P2MP

- **Objetivo: no reinventar la rueda**
- **LSPs P2MP reutilizan el mecanismo de señalización de LSPs punto a punto con RSVP**

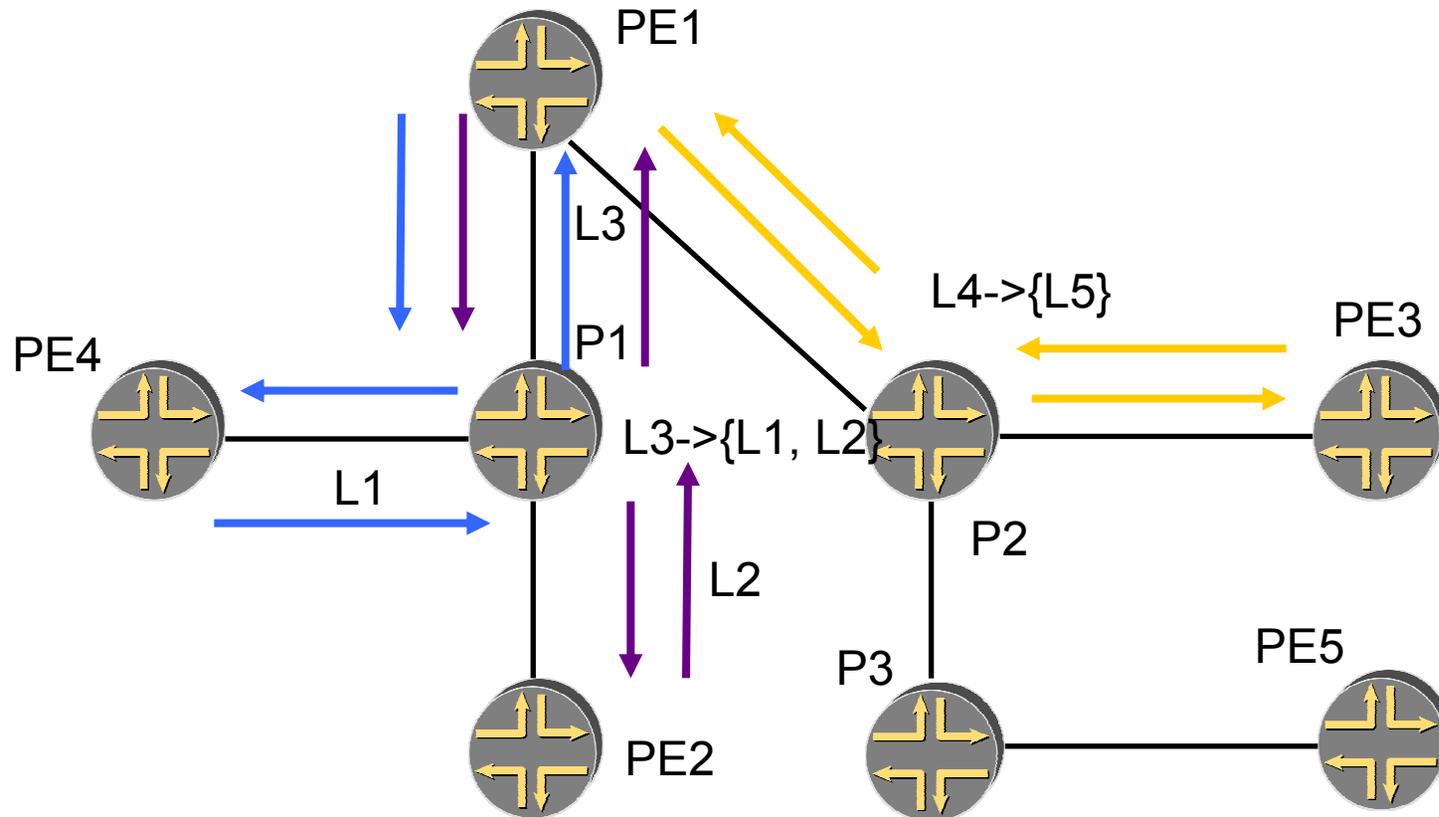


Path
LABEL_REQUEST
EXPLICIT_ROUTE
RECORD_ROUTE
:

**Path message:** de punto de entrada a punto de salida. Especifica el camino a seguir por el LSP (p.ej. A-B-C-D-E); solicita ancho de banda si hace falta

**Resv message:** de punto de salida a punto de entrada. Reserva recursos y asigna etiquetas

# Señalización de LSPs P2MP con RSVP



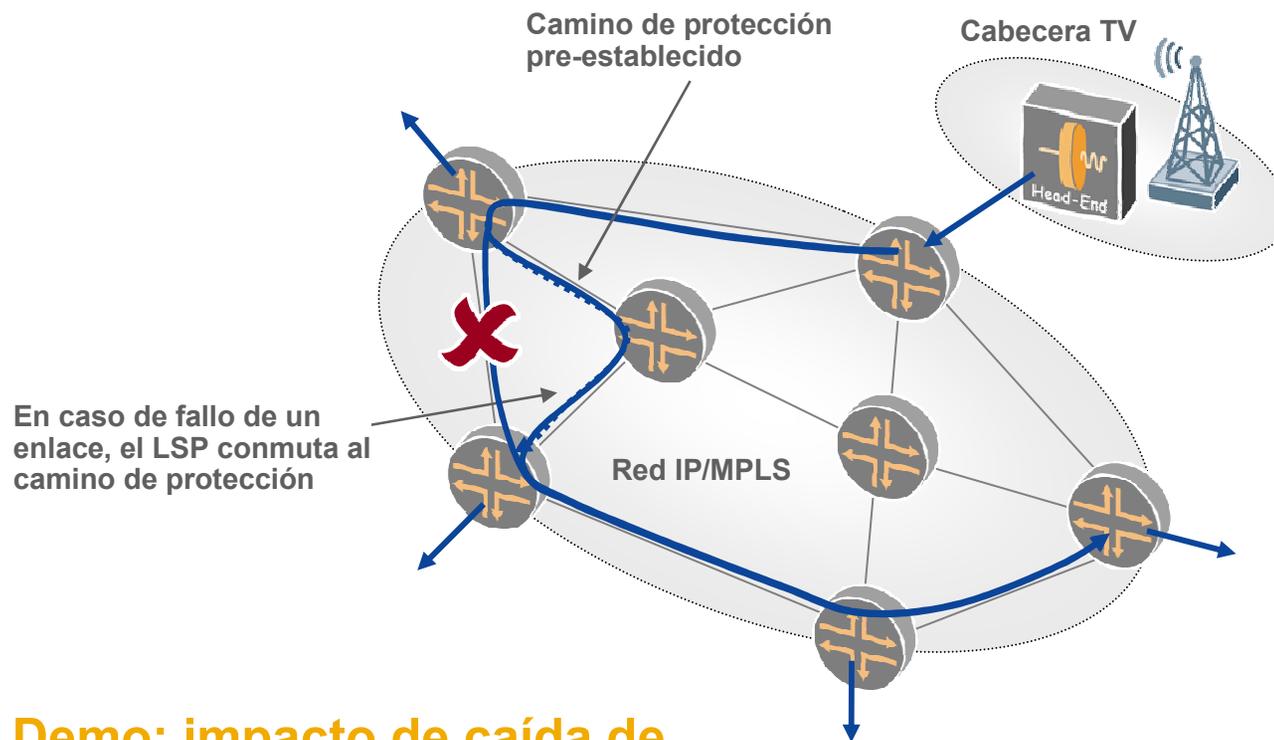
Las flechas indican los mensajes de RSVP (Path, Resv)  
 L1, L2 etc son las etiquetas MPLS asignadas

## Fast-reroute (FRR)

- **Al utilizar la misma tecnología base (RSVP), los mecanismos de FRR disponibles para LSPs P2P pueden aplicarse a LSPs P2MP**
- **El mismo bypass LSP puede utilizarse para proteger LSP P2P y P2MP**



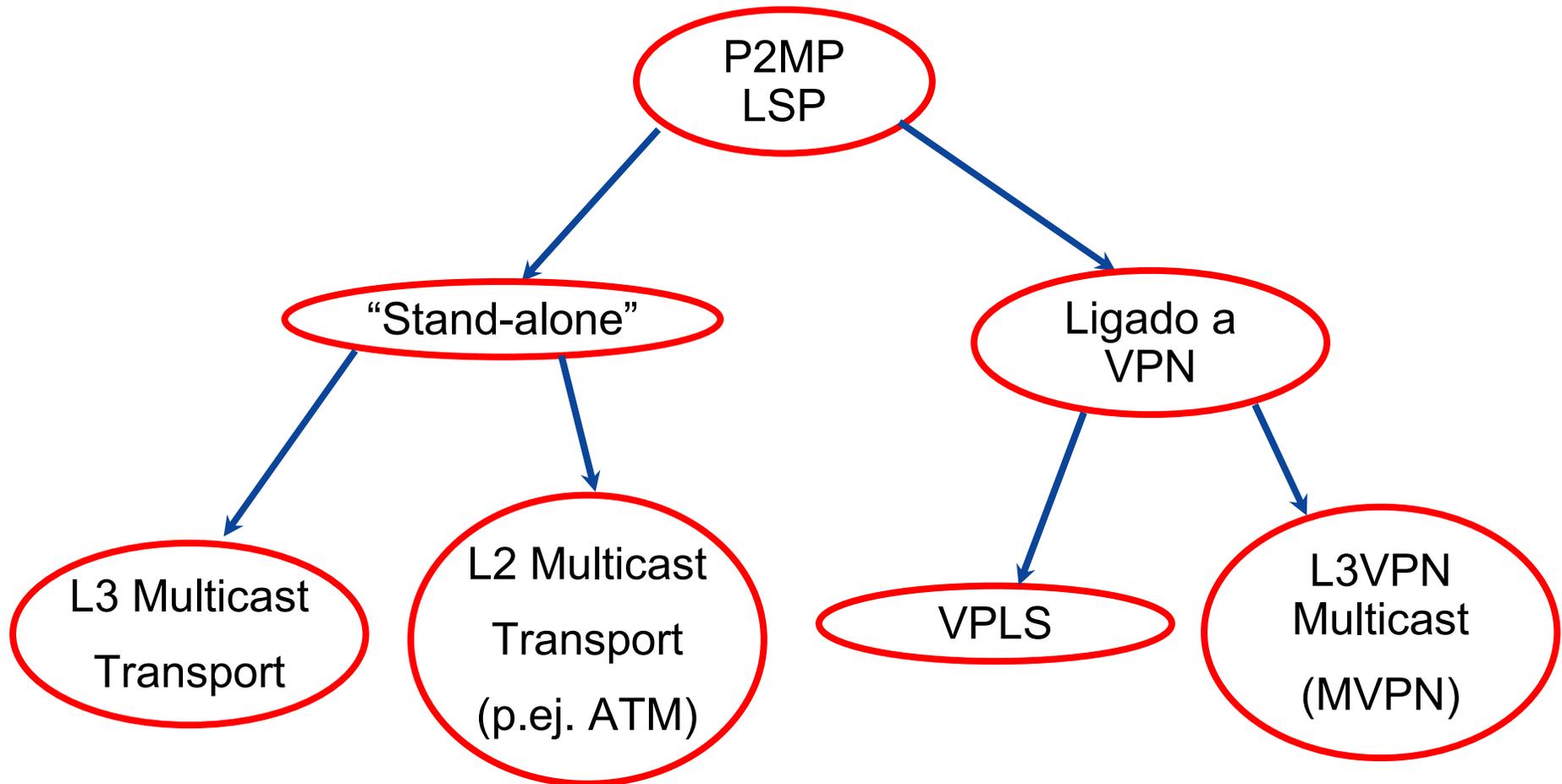
# Protección de enlace para LSP P2MP



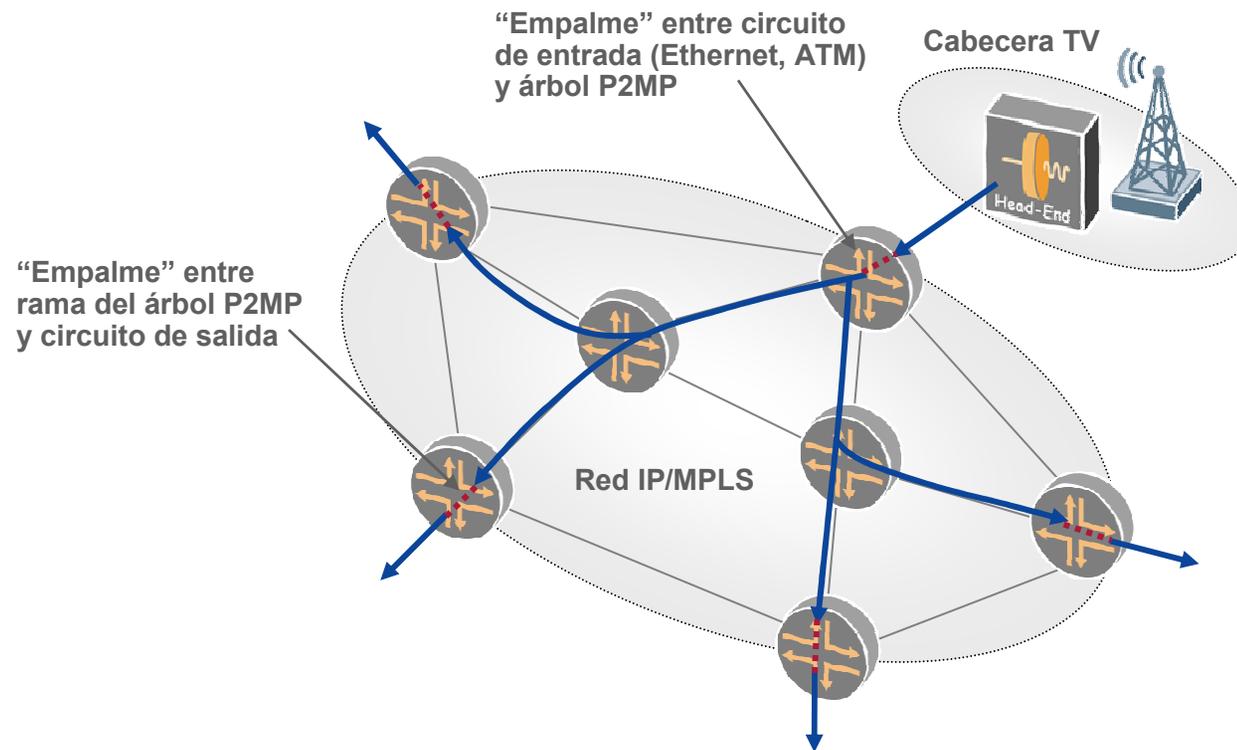
**Demo: impacto de caída de enlace con protección**

# Aplicaciones

## Taxonomía de P2MP LSPs



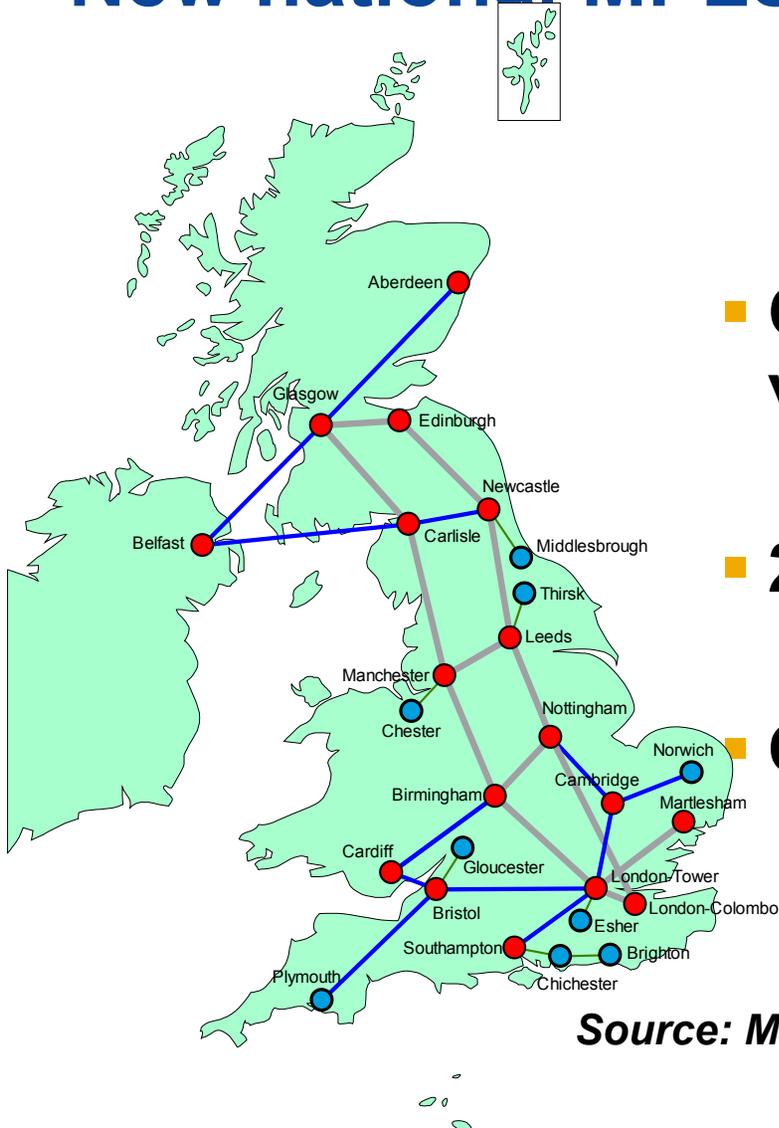
# LSP P2MP con transporte de nivel 2



## LSP P2MP con transporte de nivel 2

- Para sustituir/emular una infraestructura de transporte (anillo SDH, red ATM) sin afectar a elementos externos
- Evita multicast, puede construirse infraestructura nivel 2 extremo a extremo
- Cuando se utiliza Vídeo sobre ATM (sin IP)
- Se ha desplegado generalmente en entornos donde existía una infraestructura previa (operadores de difusión de TV, operadores de cable)

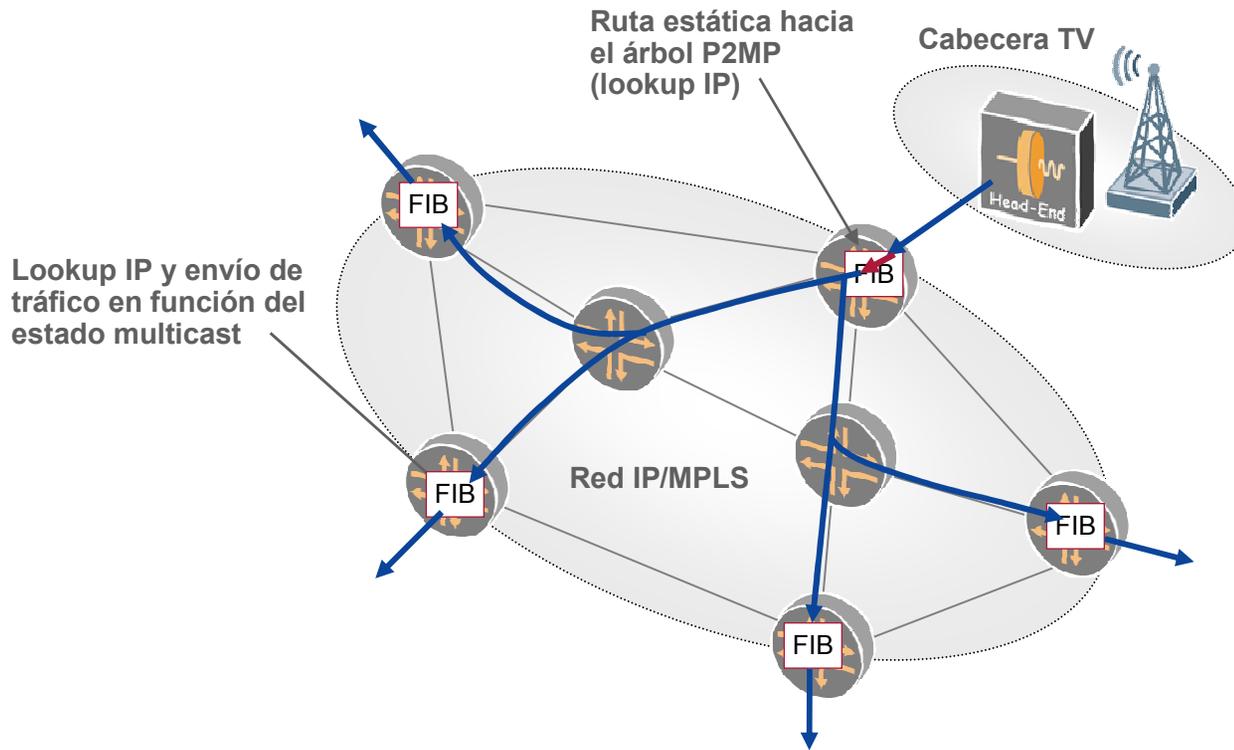
# New national MPLS Broadcast network



- **Compatible with BTs 21CN vision**
- **2.5Gbit/s core links**
- **Over 20 core nodes**

*Source: MPLS World Congress 2005, Paper D1-13, A. Rayner*

# LSP P2MP con transporte de nivel 3



## LSP P2MP con transporte de nivel 3

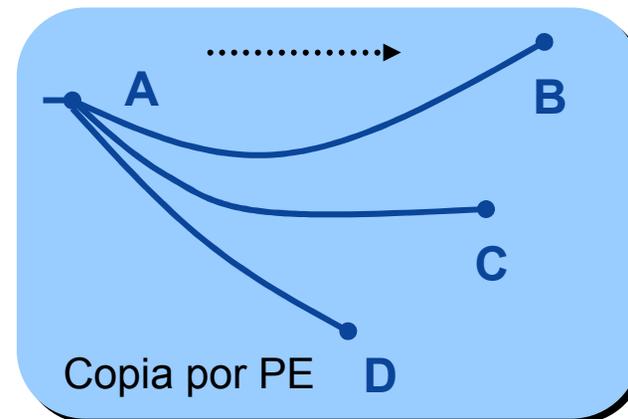
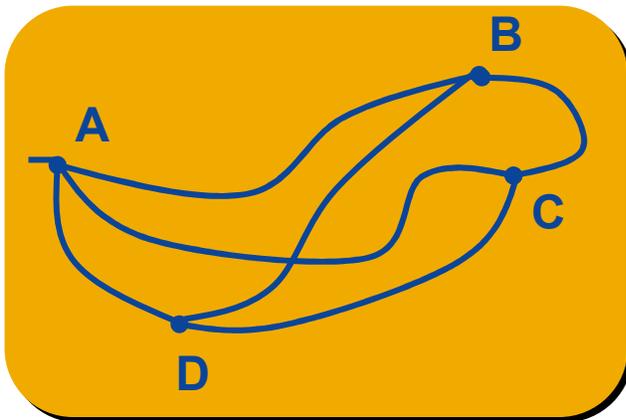
- **Cuando se desea integrar con islas de routing multicast (PIM)**
- **Permite más granularidad en el tratamiento del tráfico (en entrada es posible clasificar tráfico y enviarlo a diferentes túneles P2MP)**
- **Se ha desplegado generalmente para IP TV en operadores donde existía una red IP/MPLS**
- **También aplicado a envío de contenidos a elementos de Caching/CDN**

## El problema en la red de acceso

- El interfaz dominante en las redes de acceso es Ethernet
- Un momento...Ethernet → Medio compartido → Difusión sencilla y de bajo coste ¿verdad?
- Ethernet no tiene fiabilidad y control → Añadir MPLS (VPLS)
- VPLS es la tecnología dominante en la red Metro Ethernet
- Pero VPLS tiene sus propios problemas a la hora de realizar una distribución eficiente...

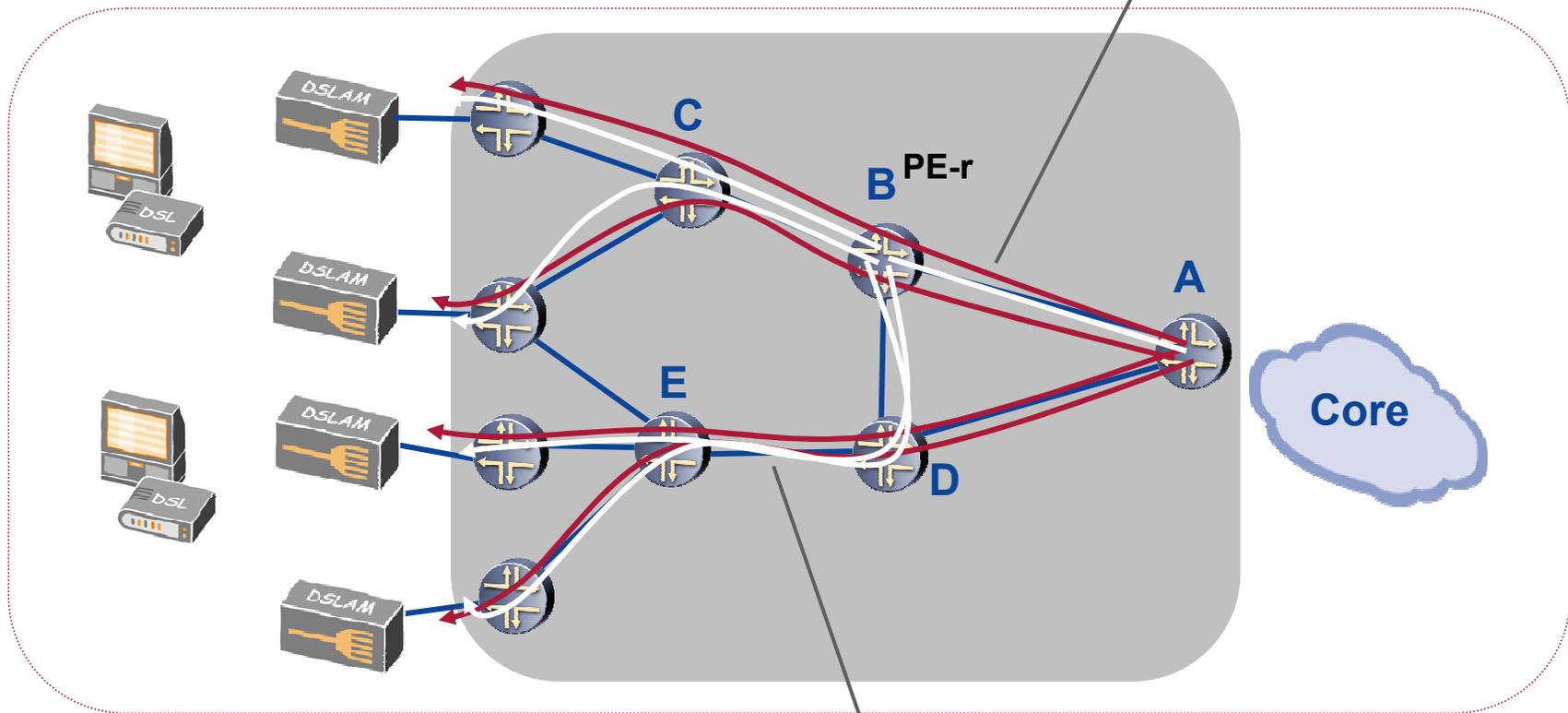
## VPLS (RFC 4761)

- **VPLS se basa en dos principios fundamentales para emular el medio compartido de una LAN:**
  - Mallado completo entre PEs
  - Replicación en entrada con split-horizon
- **Eficiente para unicast, MUY ineficiente para broadcast y multicast**



# Replicación en VPLS

Regular VPLS → 2 copias en A-B & A-D

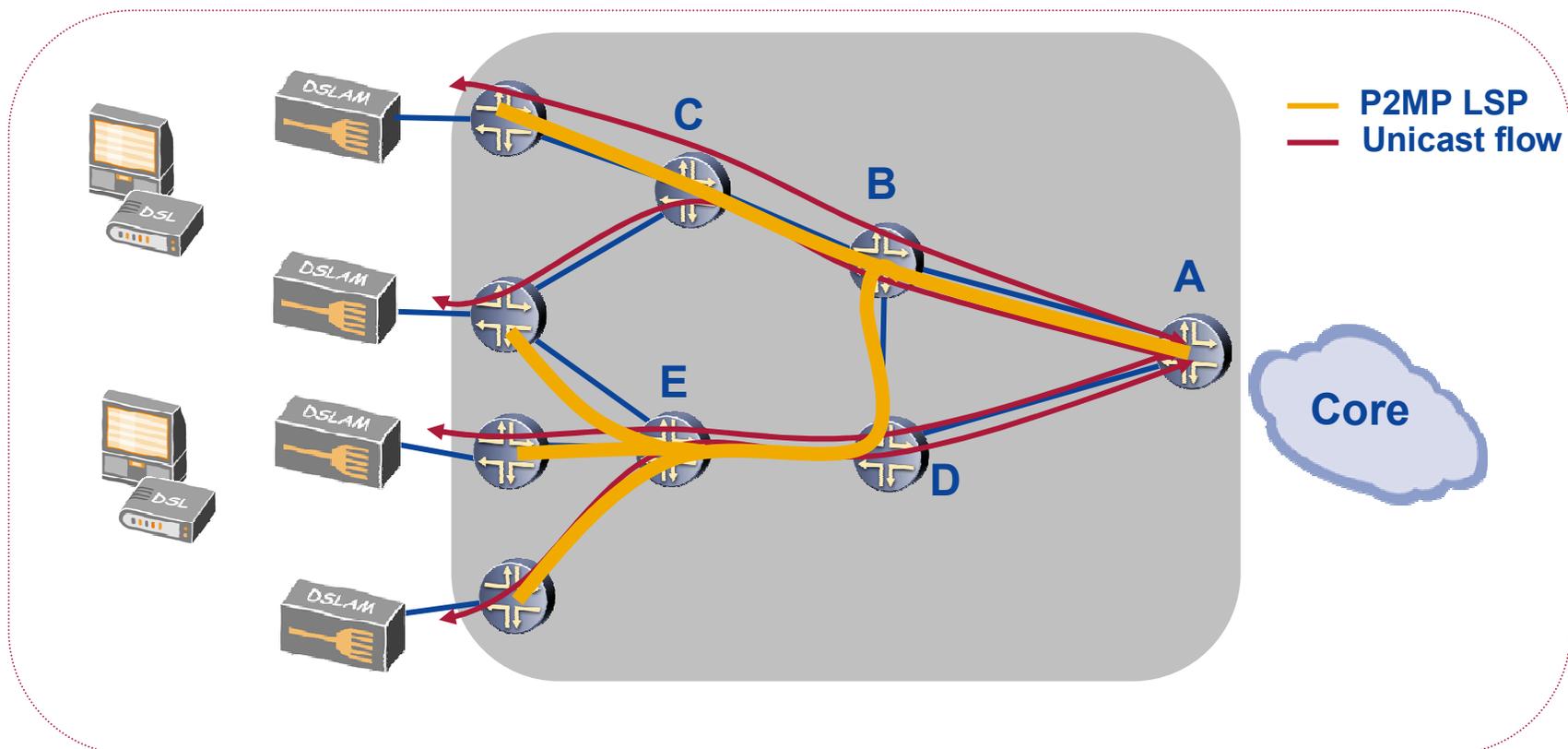


- **H-VPLS no resuelve el problema, sólo lo mueve un nivel (al coste de aumentar la complejidad)**

H-VPLS → 1 copia en A-B

## VPLS + P2MP LSPs

- Tráfico unicast utiliza plano forwarding normal VPLS
- Tráfico Broadcast/Multicast utiliza P2MP LSP



## Ventajas de VPLS + P2MP

- **Replicación eficiente**
- **Control (ingeniería de tráfico) y fiabilidad (fast-reroute)**
  
- **Con un plus: la señalización de P2MP LSP es automática**
  - Ya que al formar parte de una VPN conocemos cuáles son los receptores (PEs remotos)
- **Y otro plus: reutiliza mecanismos de redundancia de VPLS (Multihoming BGP)**

## Multicast sobre VPNs nivel 3

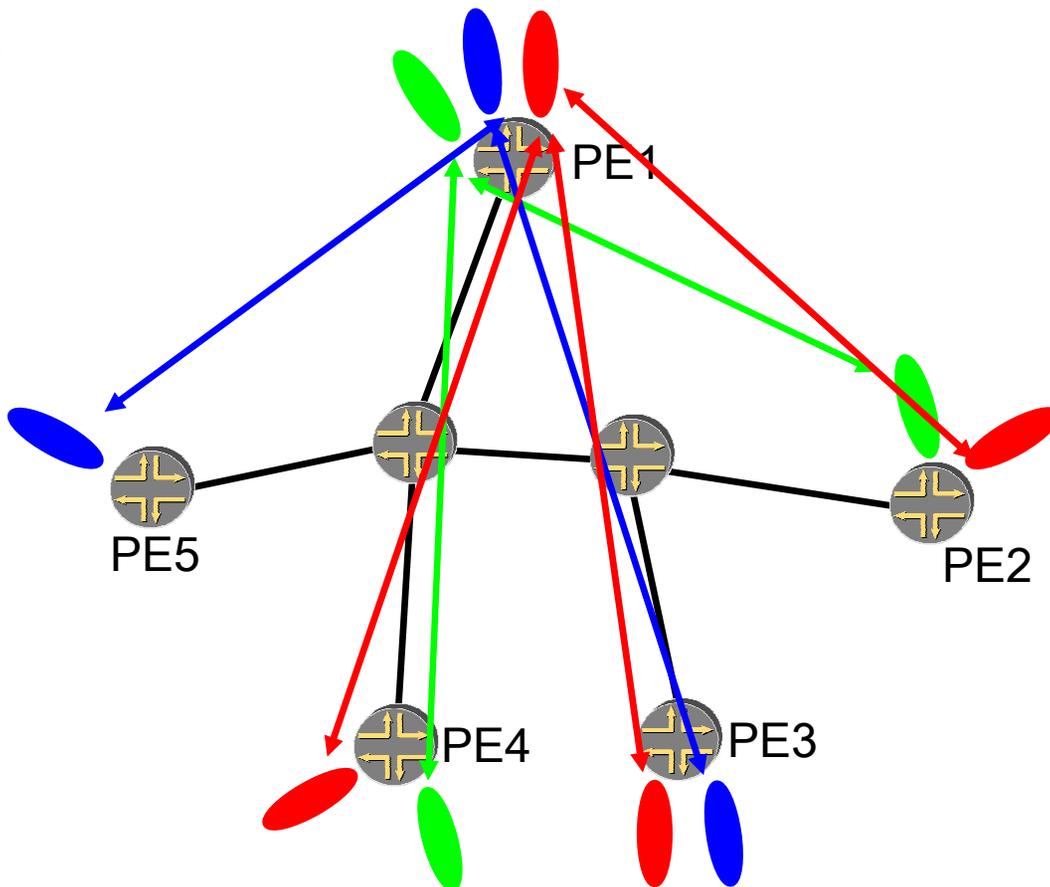
- Los requisitos de replicación eficiente, control, fiabilidad y flexibilidad aplican también a los servicios de IP VPN con multicast
- Las soluciones dadas hasta ahora (draft-rosen) adolecían de problemas de escalabilidad
- La arquitectura de NG-MVPN combina LSPs P2MP con los mecanismos nativos de IP VPNs (señalización BGP), resultando una arquitectura más escalable y mejor integrada

# Escalabilidad con draft-Rosen

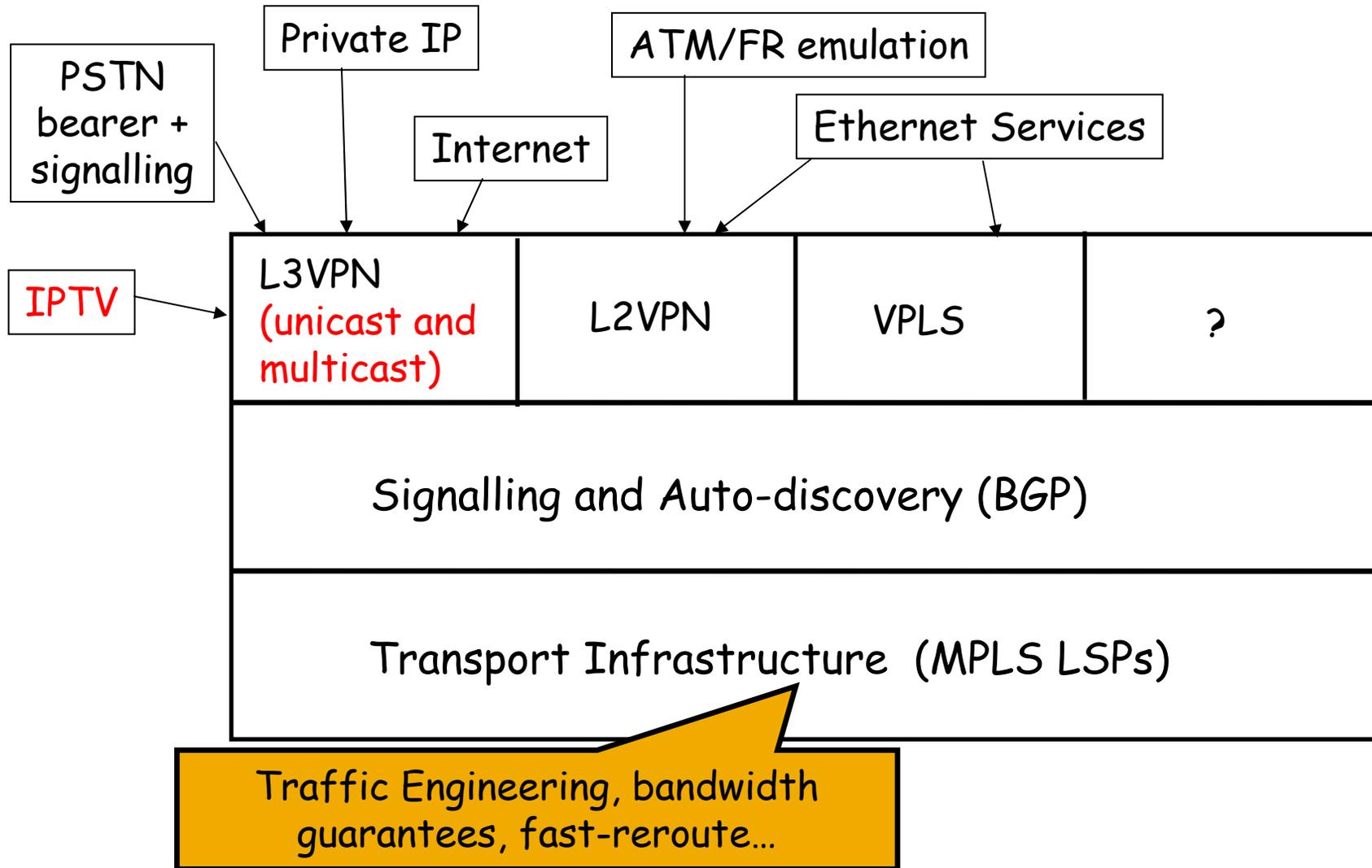
Draft-Rosen utiliza PIM como señalización entre PEs

Cada PE requiere una adjacencia PIM con cada PE remoto *por VRF*

(El diagrama muestra únicamente las adjacencias requeridas en PE1)



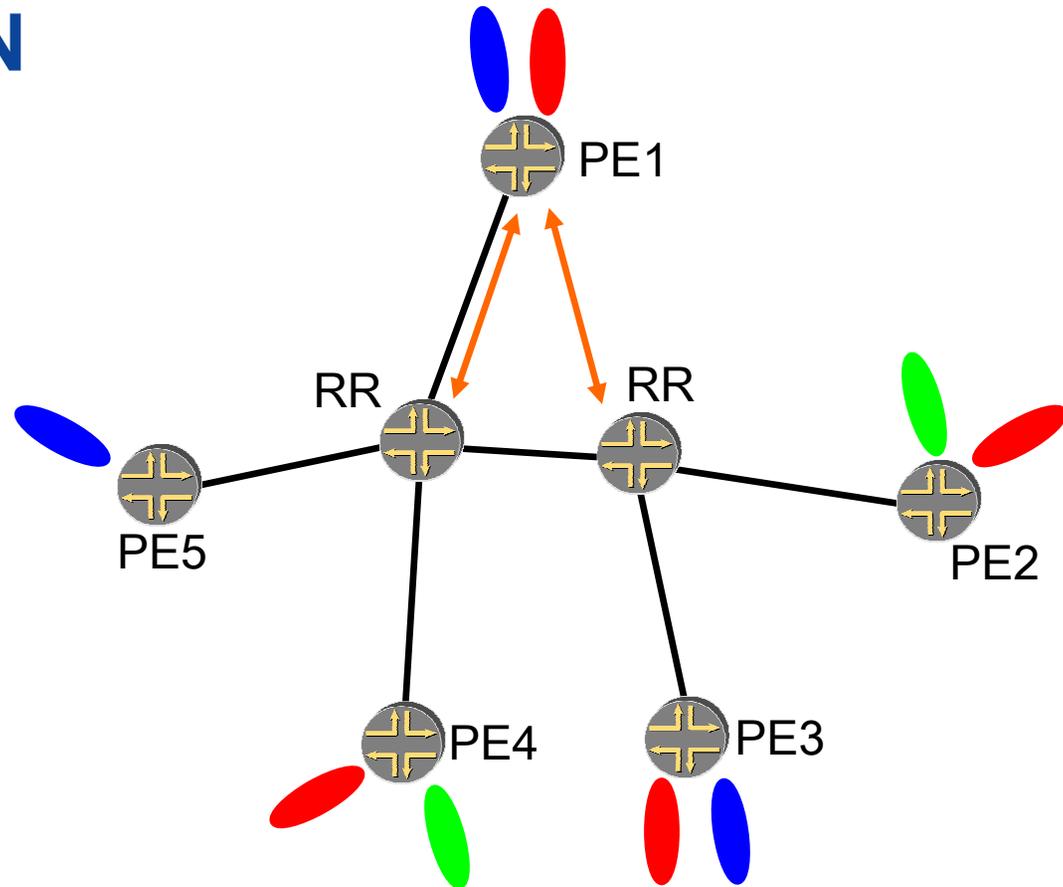
# Next-gen MVPN



## Next-gen MVPN

NG MVPN utiliza BGP como señalización entre PEs

Cada PE únicamente requiere un par de sesiones BGP con los Route Reflectors





## Ventajas de Next-gen MVPN

- **Reutiliza plano de control BGP de IP VPNs**
- **Y también sus beneficios:**
  - Route Reflectors
  - Multihoming
- **Al igual que con VPLS, la señalización de P2MP LSP es automática**
- **Y si utiliza P2MP como árbol de distribución (no es obligatorio), recoge las ventajas ya conocidas...replicación eficiente, control (ingeniería de tráfico) y fiabilidad (fast-reroute)**

## Resumen

- **La tecnología de LSPs P2MP responde a los requisitos de la distribución de contenidos en red:**
  - Replicación eficiente
  - Control de la estructura del árbol de distribución
  - Mecanismos de protección frente a fallos
- **Todo ello reutilizando los mecanismos habituales de una red IP/MPLS**
- **Desplegado en redes para aplicaciones críticas**

Juniper *your* Net™