

# Introducción a Enrutamiento

## Network Startup Resource Center

This document is a result of work by the Network Startup Resource Center (NSRC at <http://www.nsrc.org>). This document may be freely copied, modified, and otherwise re-used on the condition that any re-use acknowledge the NSRC as the original source.



UNIVERSITY OF OREGON



# Conceptos de Enrutamiento

- IPv4
- Enrutamiento
- Reenvío
- Algunas Definiciones
- Opciones de políticas
- Protocolos de Enrutamiento



# IPv4

- Internet utiliza IPv4
  - Direcciones de 32 bits
  - En el rango de 1.0.0.0 a 223.255.255.255
  - 0.0.0.0 a 0.255.255.255 y 224.0.0.0 a 255.255.255.255 están reservados para usos “especiales”
- Direcciones de IPv4 están divididas en componentes: red y estación



# Formato de Las Direcciones de IPv4

- Direcciones y máscaras
  - Se escriben:
  - 12.34.56.78 255.255.255.0 ó
  - 12.34.56.78/24
  - La máscara representa el número de bits que define la dirección de red en los 32 bits de la dirección
  - El resto de los bits representan el número de estación



# ¿Cuál es la Función de un Enrutador?



# Un día en la vida de un enrutador

Encontrar un camino

Reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete ...

Encontrar un camino alternativo

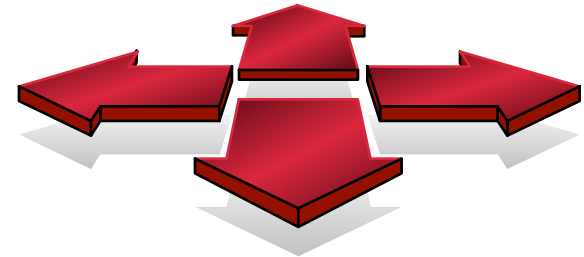
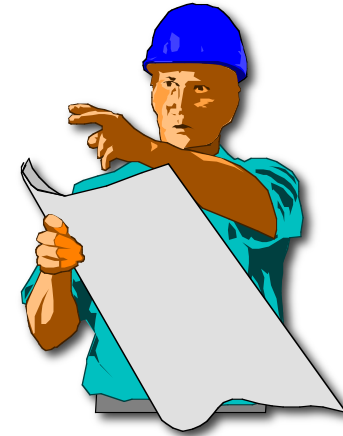
Reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete ...

Repetir hasta que se apague ...



# Enrutamiento Vs. Reenvío (Forwarding)

- Enrutamiento = construir mapas y dar direcciones
- Reenvío = transferir los paquetes entre interfaces, de acuerdo a las direcciones dadas por el proceso de enrutamiento



# Enrutamiento de IP – Encontrando el camino

- El camino es derivado de la información recibida por el protocolo de enrutamiento
- Pueden existir varios caminos alternativos
  - El mejor es colocado en la tabla de **reenvío** (**forwarding**)
- Las decisiones son actualizadas periódicamente o cuando cambia la topología (controlada por eventos)
- Las decisiones están basadas en:
  - Topología, políticas y métricas (número de saltos, filtros, tiempo de respuesta, ancho de banda, etc.)





# Búsqueda de una Ruta de IP

- Basada en la dirección de destino del paquete IP
- Enrutamiento basado en el prefijo más largo disponible
  - Un prefijo más específico es preferido sobre un prefijo menos específico
  - **Por ejemplo:** un paquete con un destino de 10.1.1.1/32 es enviado al enrutador que anuncia 10.1.0.0/16 en lugar de ser enviado al enrutador que anuncia 10.0.0.0/8.



# Búsqueda de una Ruta IP

- Basada en la dirección de destino del paquete IP

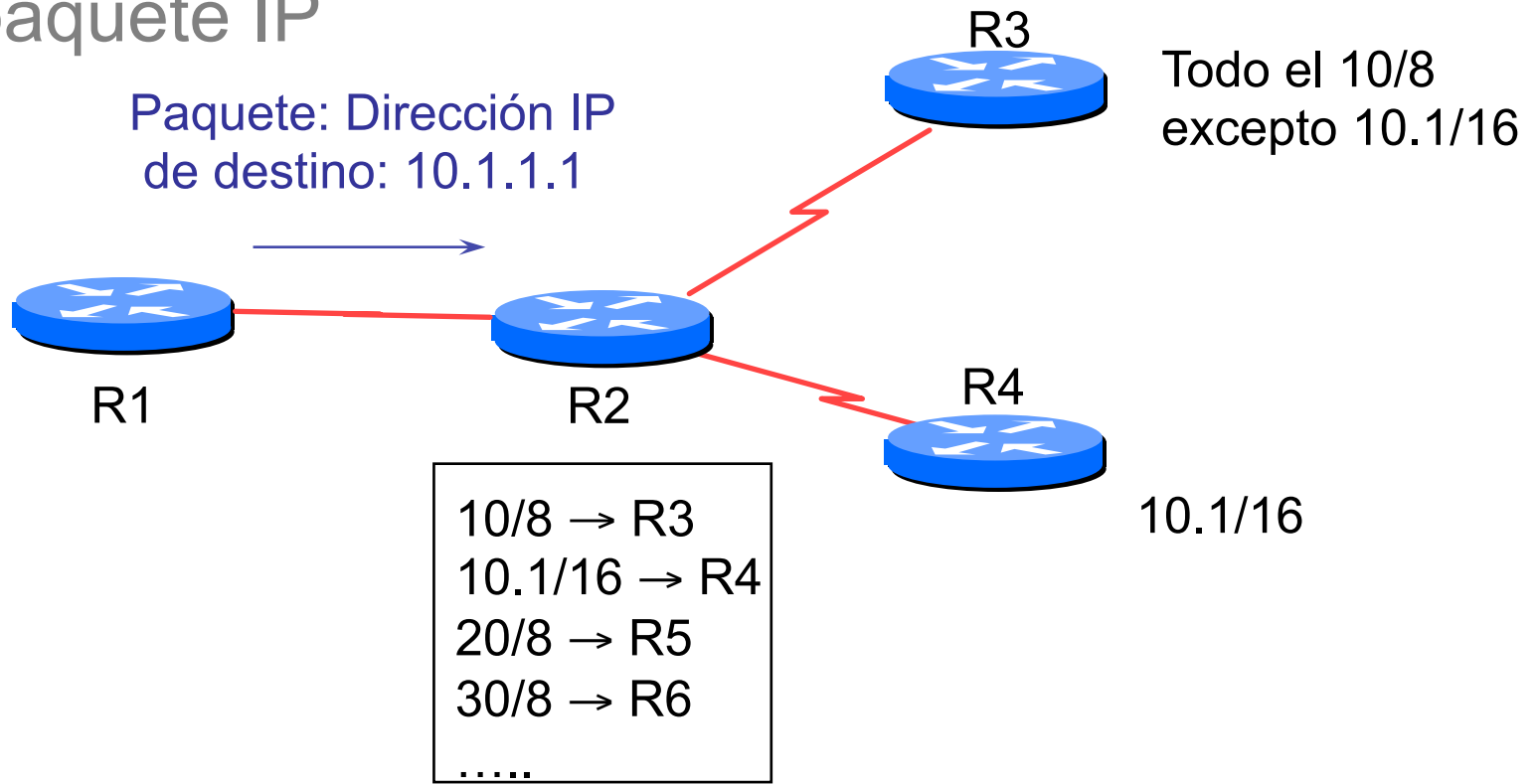
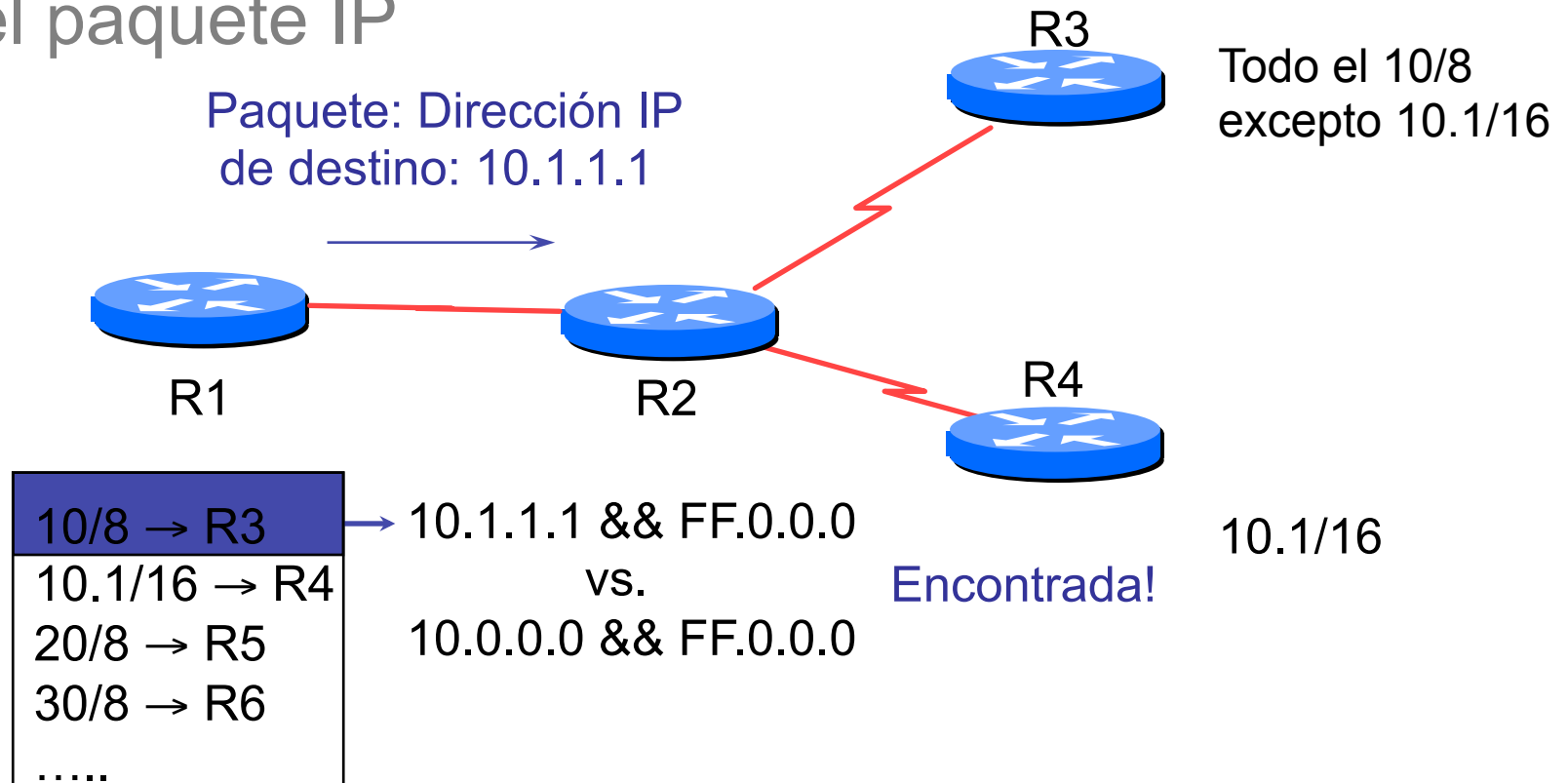


Tabla de enrutamiento de R2



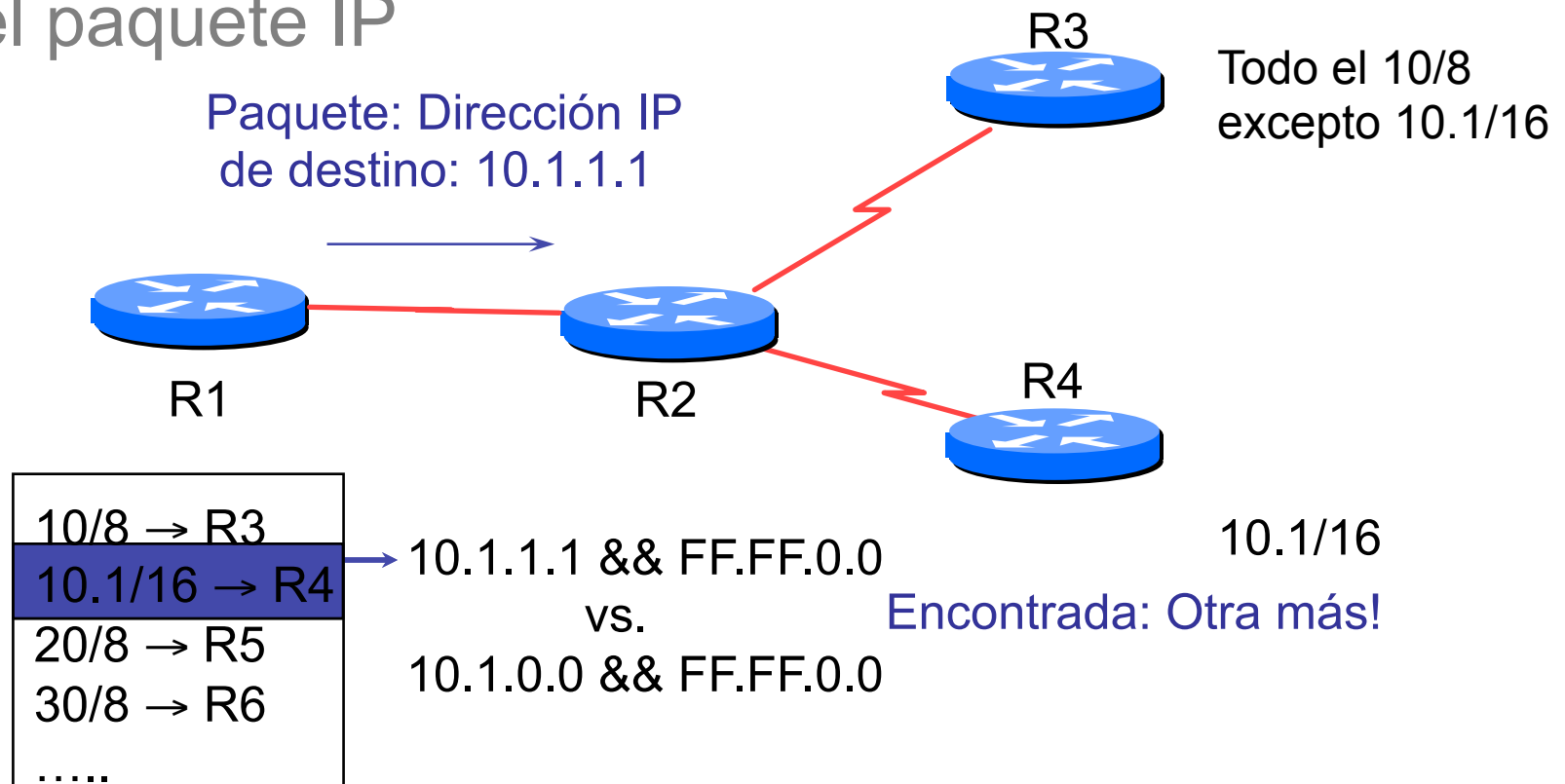
# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP



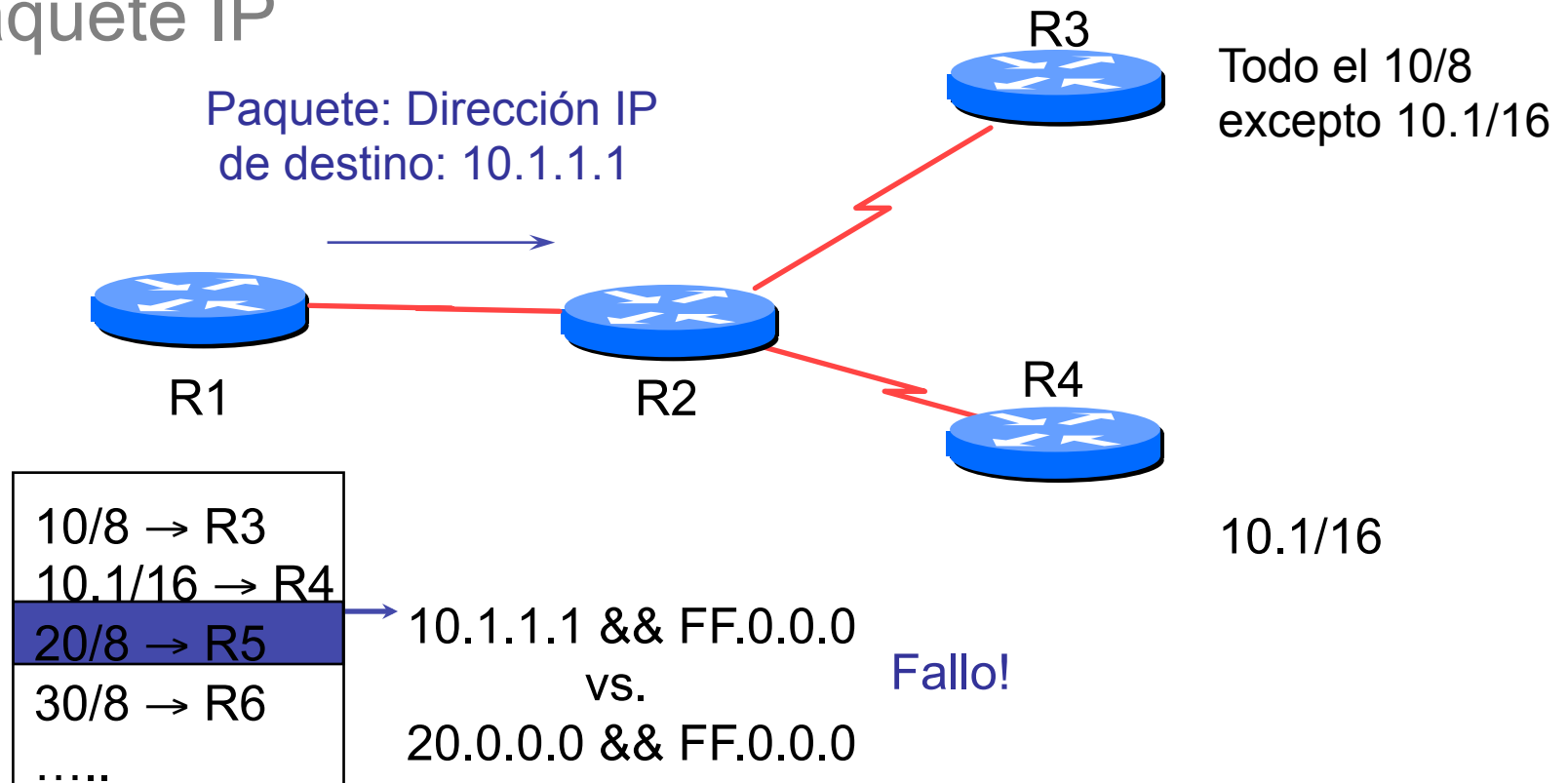
# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP



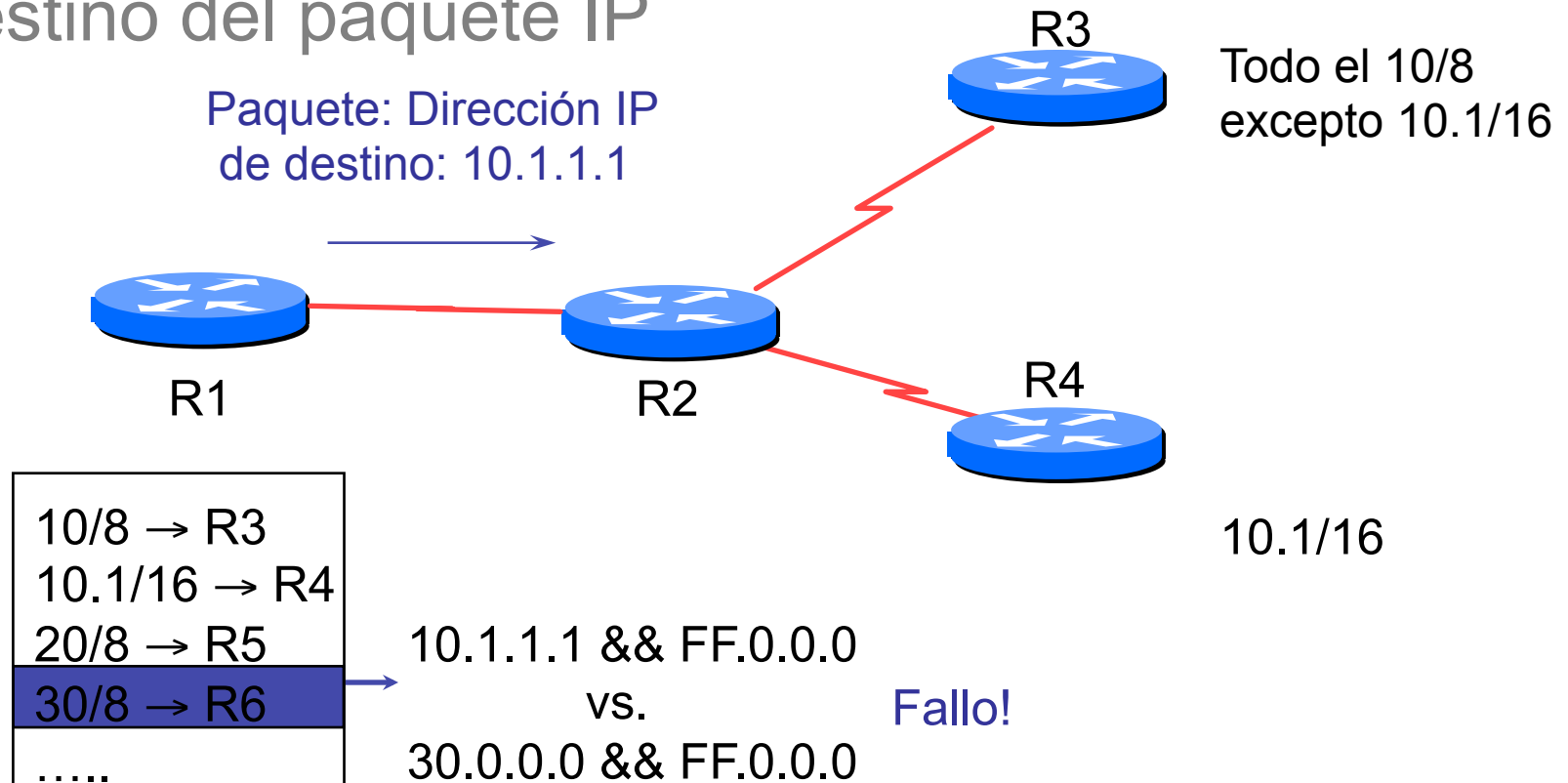
# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP



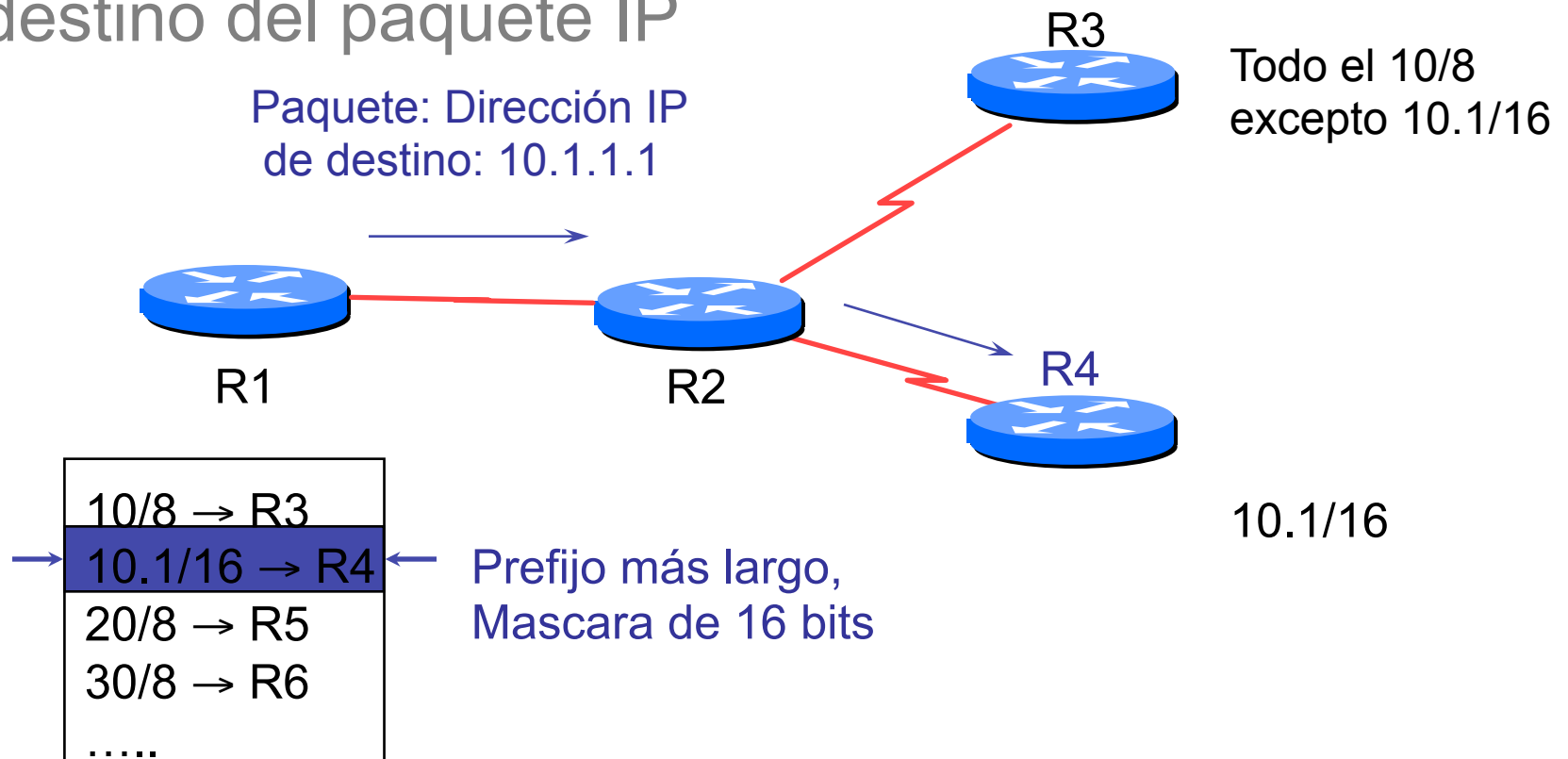
# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP



# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP



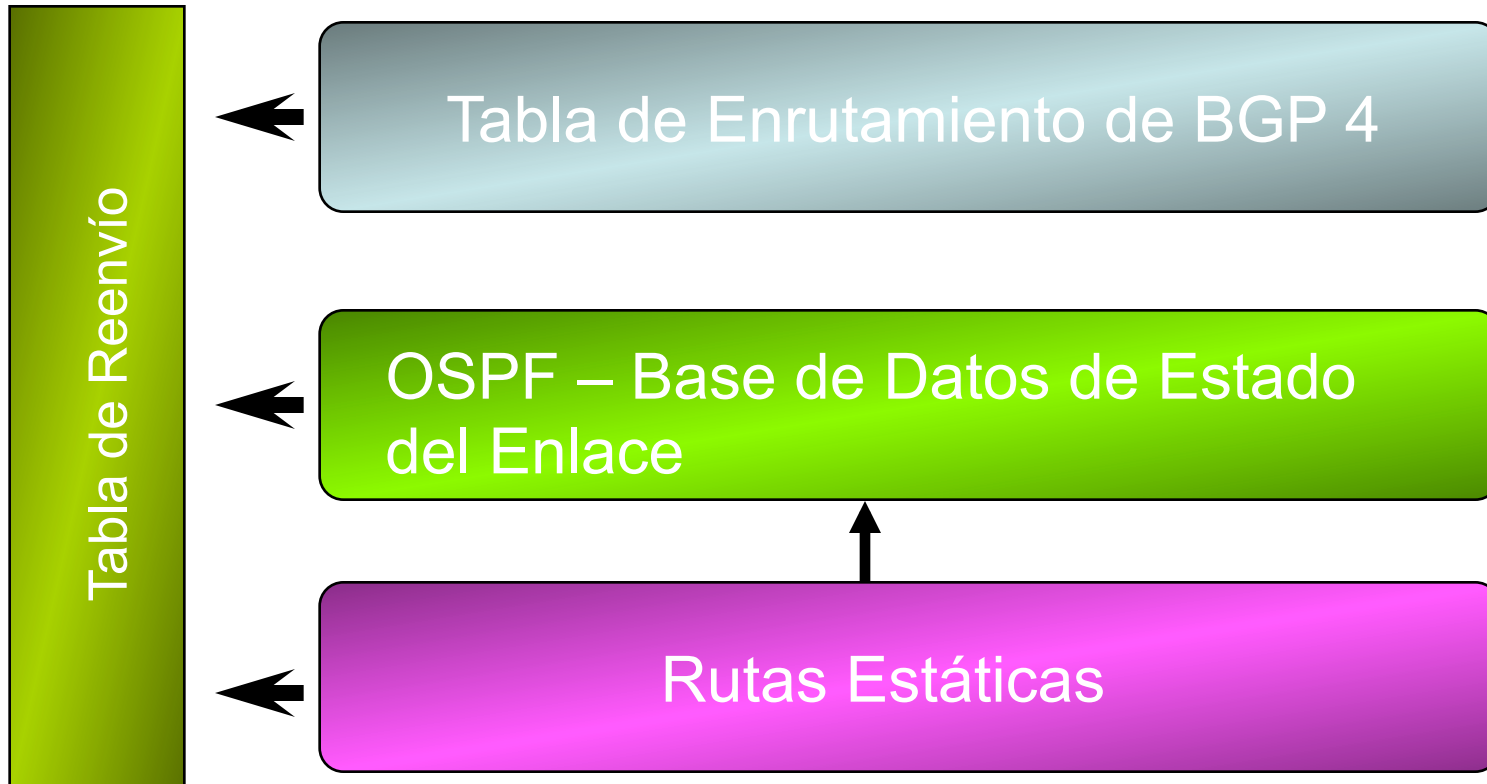
# Reenvío de Paquetes IP

- El enrutador decide a qué interfaz debe enviar el paquete
- La tabla de reenvío (**Forwarding table**) es actualizada por el proceso del protocolo de enrutamiento
- Decisiones para el reenvío:
  - Dirección de destino
  - Clase de servicio (puesta en cola justa, precedencia, otros)
  - Requerimientos locales (filtros de paquetes)
- Puede ser ayudada por hardware especial





# Las Tablas de Enrutamiento Ayudan a Poblar las Tablas de Reenvío



# Distancias Administrativas Por Defecto

Fuente de la Ruta	Distancia Por Defecto
Connected Interface	0
Static Route	1
Enhanced IGRP Summary Route	5
External BGP	20
Internal Enhanced IGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
External Enhanced IGRP	170
Internal BGP	200
Unknown	255



# Enrutamiento Explícito Vs. Por Defecto

- Por Defecto:
  - Simple, barata (en términos de ciclos, memoria, ancho de banda)
  - Poca granularidad (juega con las métricas)
- Explícito (zona libre de ruta por defecto)
  - Más difícil, compleja, alto costo, alta granularidad
- Híbrido
  - Minimiza la complejidad y dificultad
  - Provee granularidad adecuada
  - Requiere conocimientos de filtros



# Tráfico de Salida

- Cómo los paquetes salen de la red
- Tráfico de Salida depende de:
  - Disponibilidad de rutas (qué recibes de otras redes)
  - Rutas aceptadas (qué aceptas de otras redes)
  - Políticas y Afinamiento (qué haces con las rutas de otros)
  - Acuerdos de Tránsito y de Intercambio ([Peering](#))

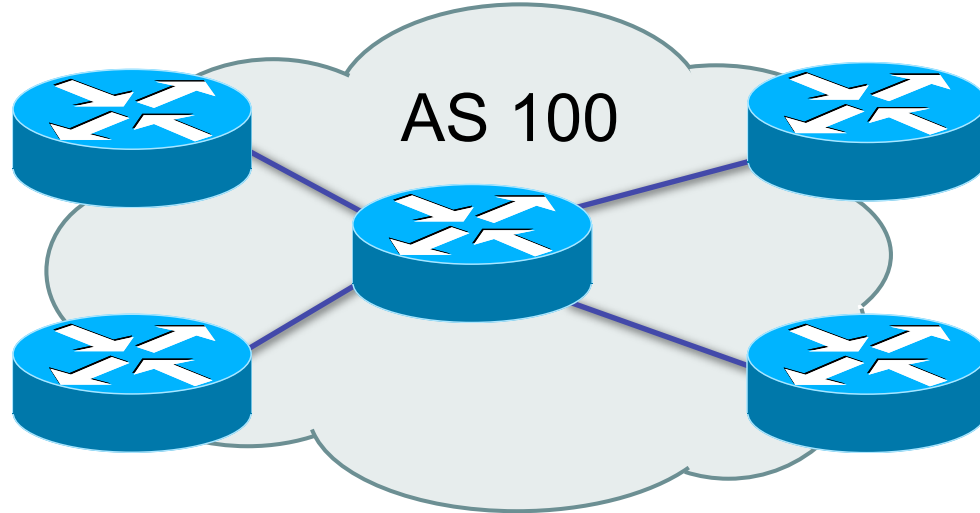


# Tráfico de Entrada

- Cómo los paquetes llegan a tu red y a las redes de tus clientes
- Tráfico de Entrada depende de:
  - Qué información se envía y a quién
  - Direccionamiento y ASs
  - Las políticas de los demás (qué aceptan de tu red y que hacen con esta información)



# Sistema Autónomo (AS)



- Conjunto de redes con políticas de enrutamiento comunes
- El mismo protocolo de enrutamiento
- Usualmente bajo el control administrativo de la misma entidad



# Definiciones

- **AS Vecinos (Neighbors)** – ASs con los que se intercambia información de enrutamiento directamente
- **Anunciar (Announce)** – enviar información de enrutamiento a un vecino
- **Aceptar (Accept)** – recibir y utilizar información de enrutamiento enviada por un vecino
- **Originar (Originate)** – insertar información de enrutamiento en anuncios externos (usualmente como resultado de un IGP)
- **Vecinos (Peers)** – enrutadores, en AS vecinos o dentro del mismo AS, con los se intercambia información de políticas y enrutamiento



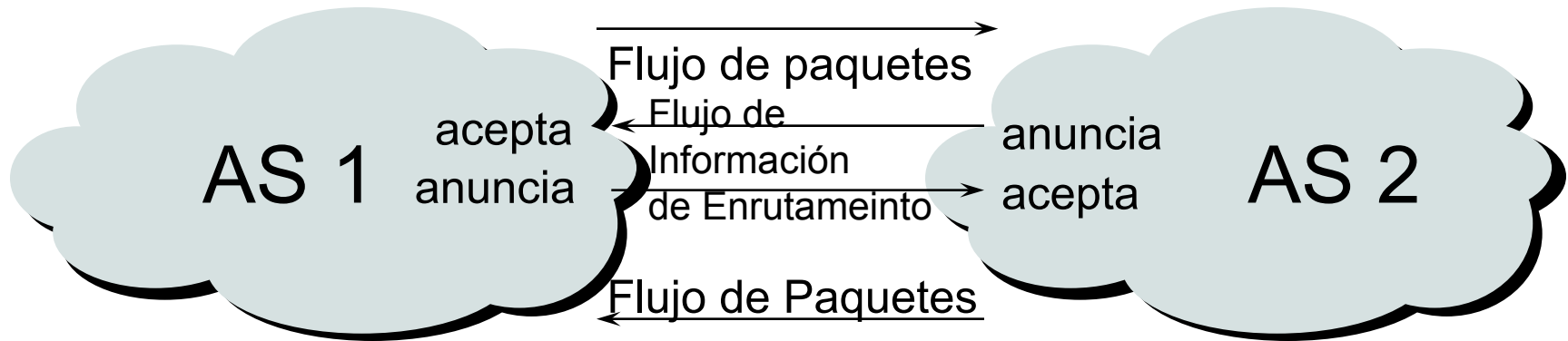
# Flujo de Paquetes y Flujo de Información de Enrutamiento

- El flujo de tráfico ocurre en la dirección opuesta al flujo de la información de enrutamiento
  - Filtrado de información de enrutamiento a la salida inhibirá el flujo de tráfico hacia adentro
  - Filtrado de la información de enrutamiento a la entrada inhibirá el flujo de tráfico hacia fuera





# Flujo de Paquetes y Flujo de Información de Enrutamiento



Para que las redes en AS1 y AS2 se puedan comunicar:

AS1 anunciar hacia AS2

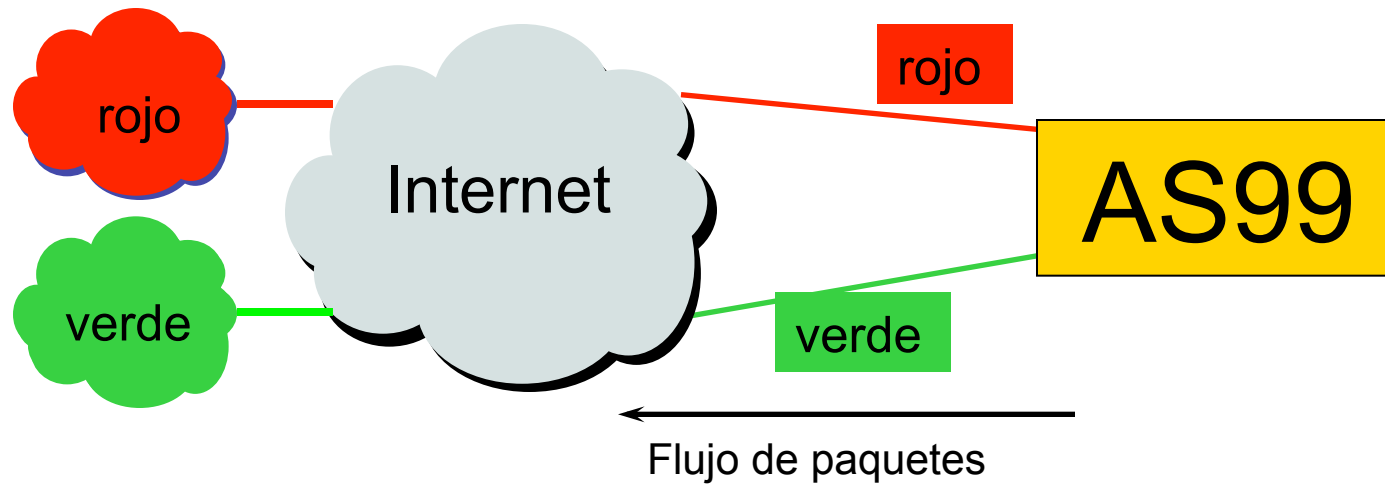
AS2 debe aceptar desde AS1

AS2 debe anunciar hacia AS1

AS1 debe aceptar desde AS2



# Limitaciones de las Políticas de Enrutamiento



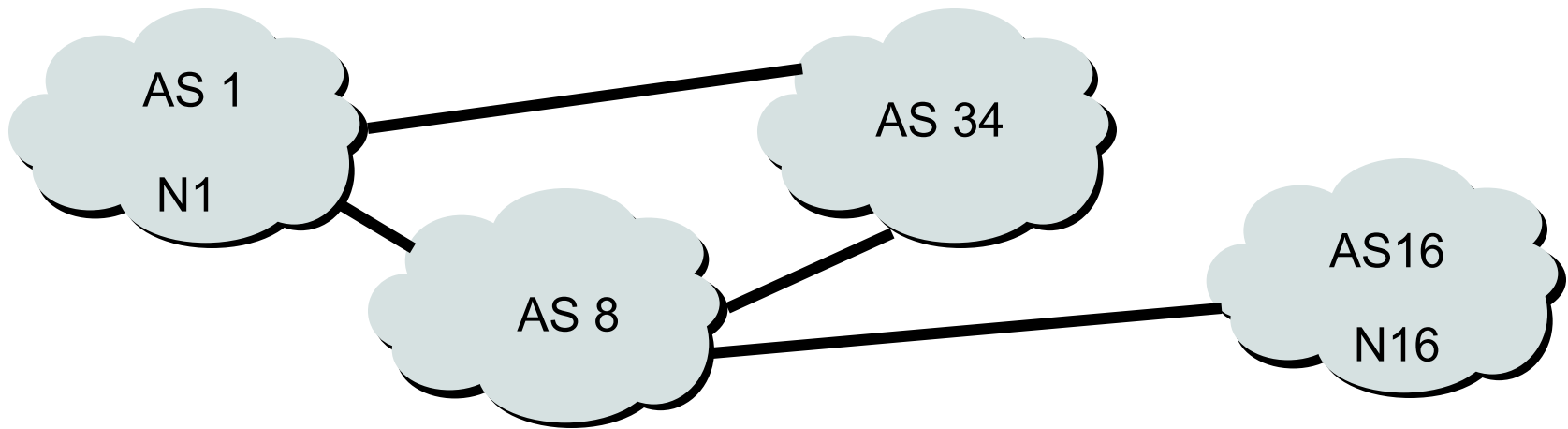
AS99 usa el enlace rojo para el tráfico que va hacia el AS rojo y el enlace verde para tráfico que al AS verde

Para implementar esta política, el AS99 debe:

- Aceptar por el enlace rojo rutas que se originan en el AS rojo
- Aceptar todas las demás rutas por el enlace verde



# Políticas de Enrutamiento con Múltiples ASs



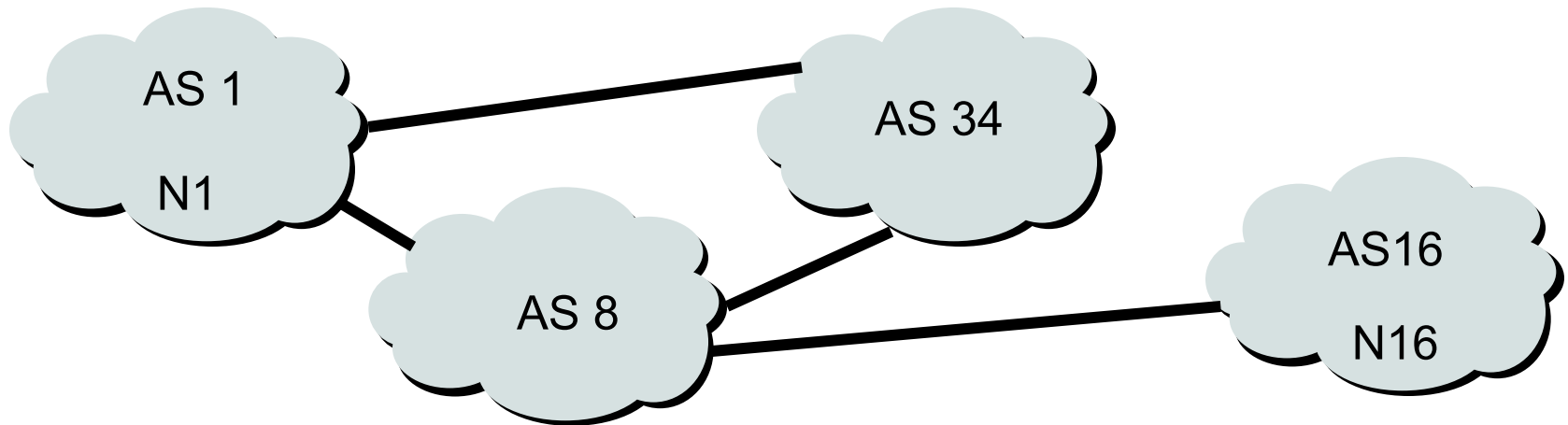
Para que la red N1 en AS1 puede enviar tráfico hacia la red N16 en AS16:

- AS16 debe originar y anunciar N16 hacia AS8.
- AS8 debe aceptar N16 desde AS16.
- AS8 debe anunciar N16 hacia AS1 o AS34.
- AS1 debe aceptar N16 desde AS8 o AS34.

Para que los paquetes fluyan en la otra dirección, AS1 debe implementar políticas similares.



# Políticas de Enrutamiento con Múltiples ASs



Se puede apreciar que la complejidad de las políticas se incrementa mientras existan más caminos entre sitios finales.



# Granularidad de las Políticas de Enrutamiento

- Que anunciar/aceptar
- Preferencias entre varios anuncios aceptados
  - Una ruta específica
  - Rutas originas por un AS específico
  - Rutas originadas por un grupo de ASs
  - Rutas que pasen por un camino específico
  - Rutas que pasen por un AS específico
  - Rutas que pertenecen a otros grupos de políticas (incluyendo combinaciones)



# Consideraciones sobre las Políticas de Enrutamiento

- 380,000 prefijos (no es realista el que podamos definir políticas, individualmente, para cada uno de ellos)
- Orígenes desde 40,000 ASs (son muchos)
- Rutas asociadas a un AS específico pueden ser inestables independientemente de la conectividad
- El agrupar ASs es una abstracción natural para propósito de filtrado de prefijos



# ¿Qué es un IGP?

- Protocolo de Pasarela Interior (Interior Gateway Protocol)
- Dentro de un Sistema Autónomo
- Lleva información sobre los prefijos de la infraestructura interna
- Ejemplos – OSPF, ISIS, EIGRP...



# ¿Por qué necesitamos un IGP?

- Para evitar el mantenimiento estático de las rutas internas
- Crecimiento sostenible
  - Jerarquía
  - Construcción modular de la infraestructura
  - Limitar el alcance de los fallos
  - Reparar los fallos en la infraestructura utilizando enrutamiento dinámico de rápida convergencia





# ¿Qué es un EGP?

- Protocolo de Pasarela Exterior (Exterior Gateway Protocol)
- Utilizado para intercambiar información de enrutamiento entre Sistemas Autónomos
- Independiente del IGP
- EGP actual es BGP



# ¿Por qué necesitamos un EGP?

- Para participar en el sistema de enrutamiento global
  - Pero sólo tiene sentido cuando hay más de una salida al exterior
- Definir Fronteras/Límites Administrativos
- Definición de Políticas
  - Limitar el alcance hacia prefijos
  - Fusionar organizaciones independientes
  - Conectar varios IGP's

# Protocolos de Enrutamiento Interior Vs. Exterior

- Interior

- Descubrimiento automático de vecinos
- Confianza en la información de los enrutadores que corren el IGP
- Prefijos van a todos los enrutadores que corren el IGP
- Conecta enrutadores dentro de una AS

- Exterior

- Vecinos son configurados específicamente
- Conexión a Redes Externas
- Define fronteras administrativas
- Conecta sistemas autónomos

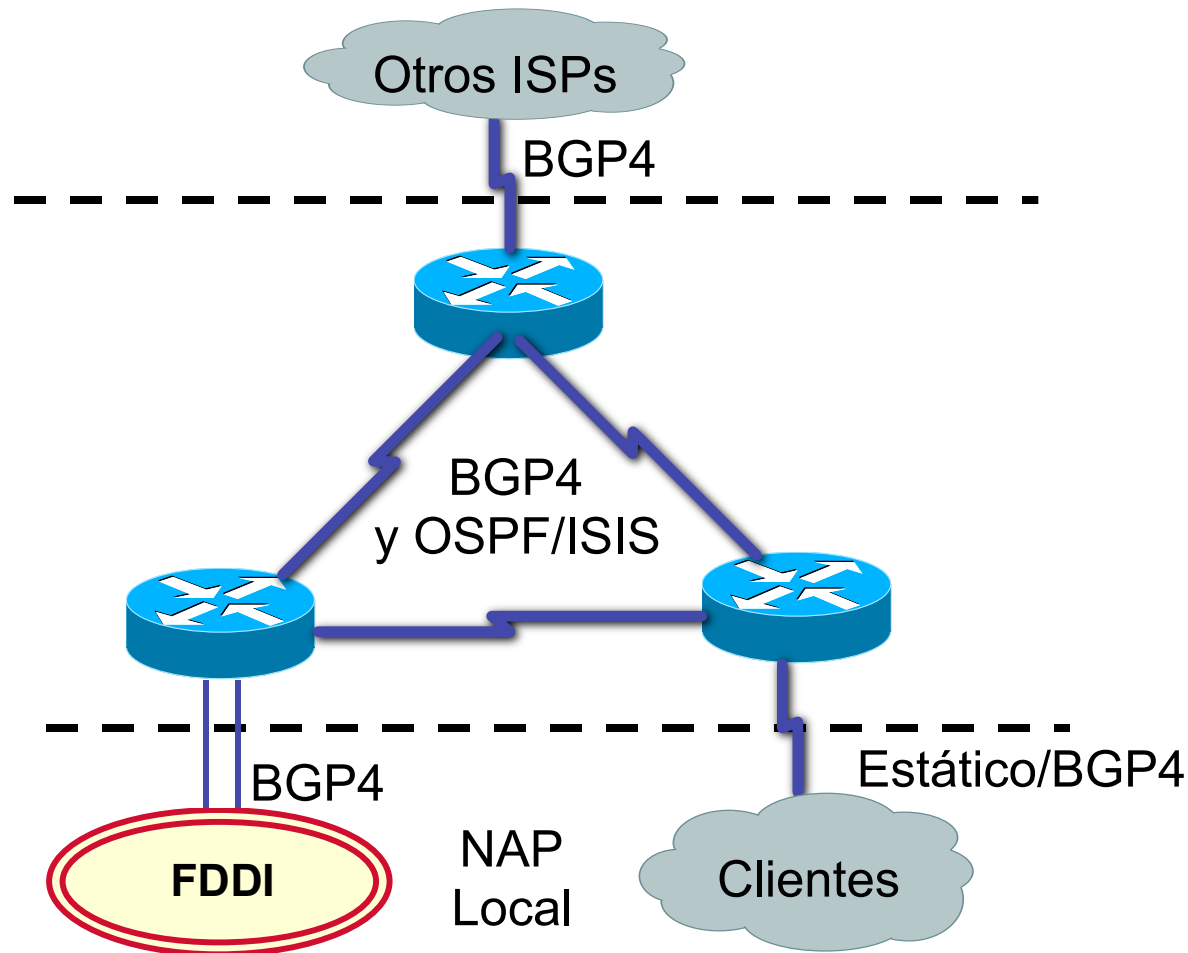


# Protocolos de Enrutamiento Interior Vs. Exterior

- Interior
  - Lleva sólo las direcciones de infraestructura del ISP
  - ISPs tratan de mantener el tamaño de las tablas del IGP bajo para eficiencia y estabilidad
- Exterior
  - Lleva los prefijos de los clientes
  - Lleva los prefijos del Internet
  - EGPs son independientes de la topología de la red del ISP



# Jerarquía de los Protocolos de Enrutamiento



# ¿Preguntas?



UNIVERSITY OF OREGON

