

# Direccionamiento IP clásico

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Laboratorio de Programación de Redes  
3º Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

# Objetivo

- Cómo asignar direcciones a redes y hosts
- Esquemas clásicos para esta asignación

# Contenido

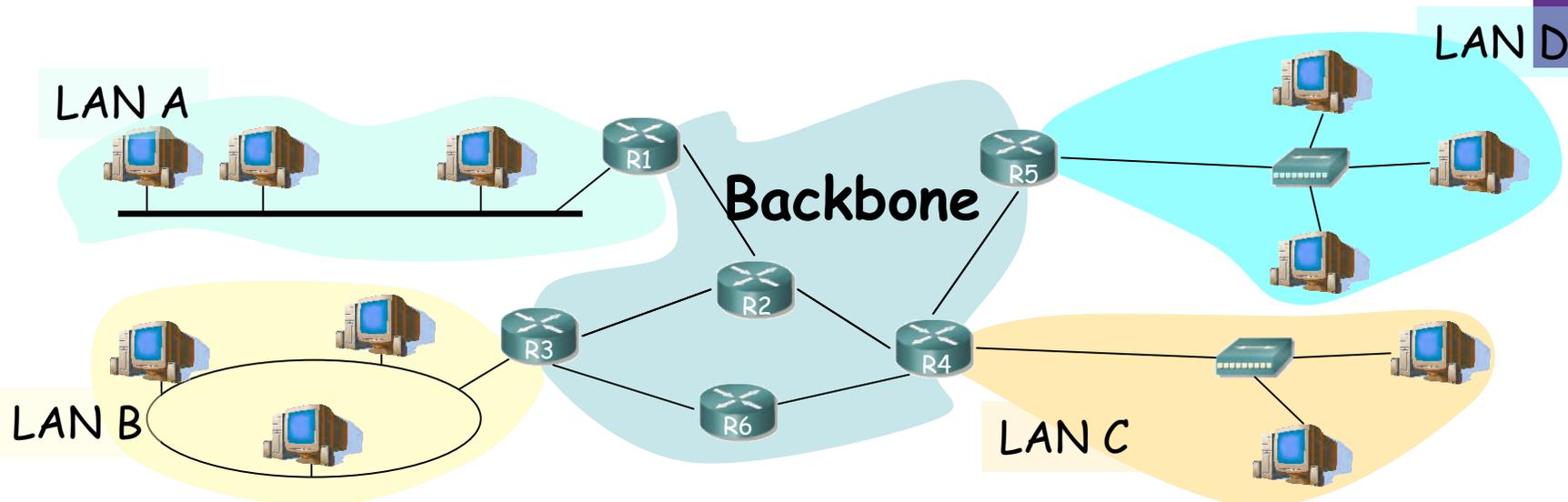
- **Direccionamiento Classful**
  - ¿Cómo es?
  - ¿Por qué así?
  - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
  - Problemas
- **Subredes**
  - Proxy-ARP
  - Subnetting
    - ¿Cómo es?
    - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
    - ¿Problemas?

# Contenido

- **Direccionamiento Classful**
  - ¿Cómo es?
  - ¿Por qué así?
  - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
  - Problemas
- **Subredes**
  - Proxy-ARP
  - Subnetting
    - ¿Cómo es?
    - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
    - ¿Problemas?

# Direccionamiento Classful

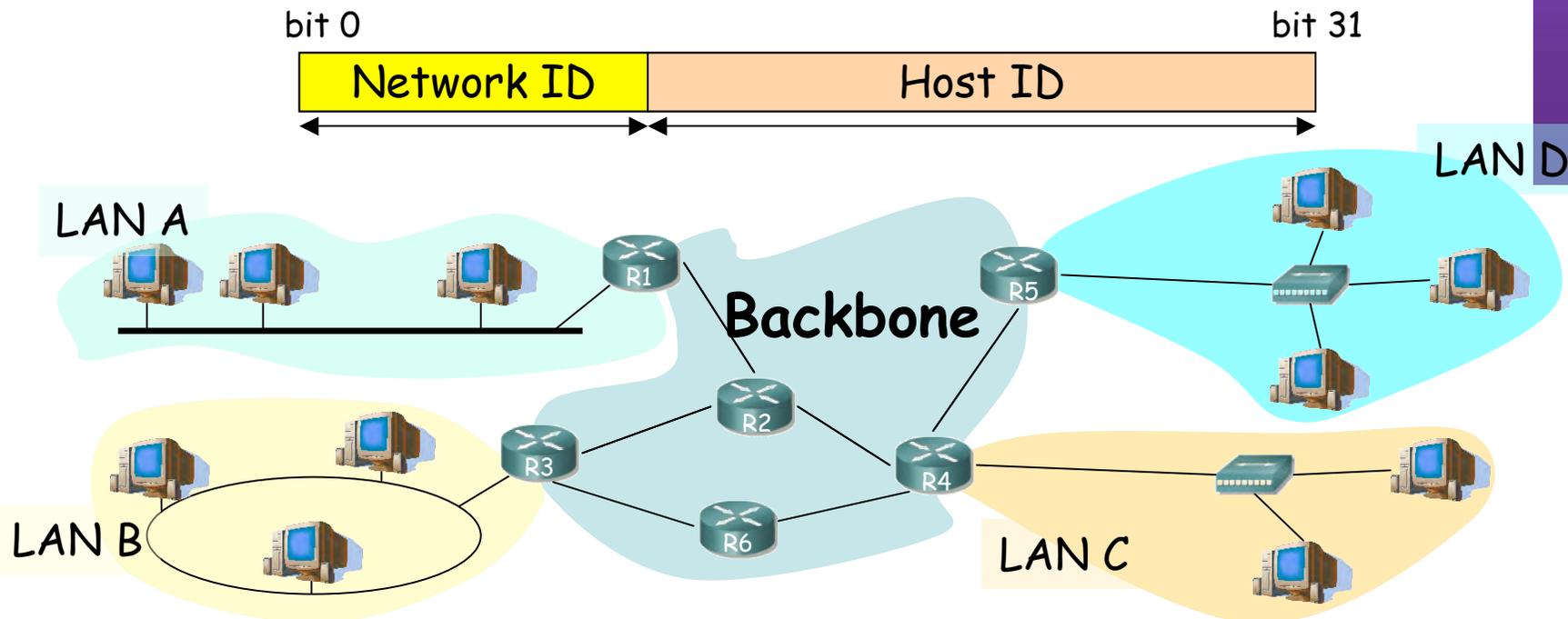
- La “abuela” de Internet: ARPANET
- Cada red tiene un router de acceso que la conecta con el backbone de la red y así con las otras redes
- A cada red se le asigna un rango de direcciones IP
- ¿Red? Si origen y destino están en la misma, la tecnología se debe encargar de hacer llegar el paquete



Direccionamiento clásico

# Direccionamiento Classful

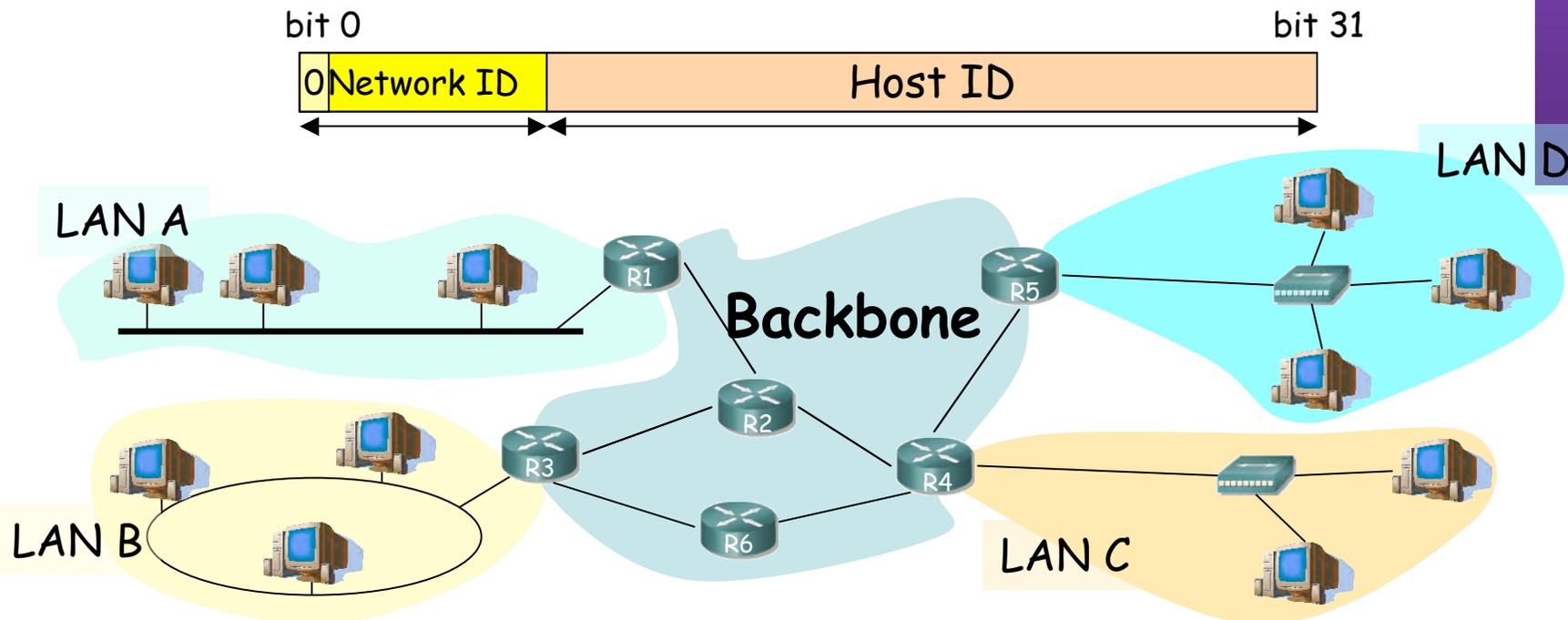
- Se pensó que podría haber redes de diferente tamaño (número de hosts)
- Se crearon 3 “tipos” de redes: clase A, clase B y clase C
- Las direcciones IP tendrán 2 partes:
  - Identificador de la red (network ID) (...)
  - Identificador del host (host ID) (...)



# Clase A

- Network ID:
  - 8 bits, primero a 0 (...)
  - Primer byte: 0 - 127 (...)
  - 50% de las direcciones
- Host ID:
  - 24 bits (...)
  - Más de 16M direcciones!!

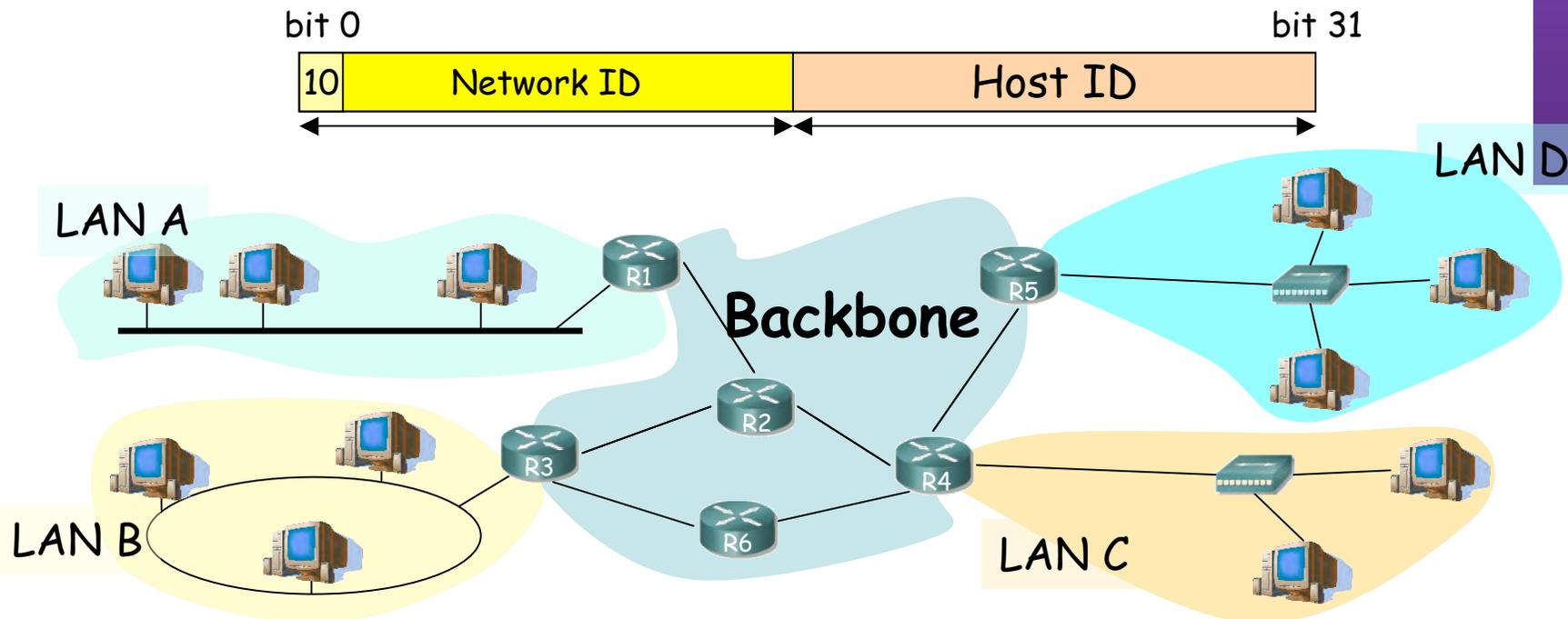
Redes "MUY" grandes



# Clase B

- Network ID:
  - 16 bits, primeros a 10 (...)
  - Primer byte: 128 - 191 (...)
  - 16K redes
  - 25% de las direcciones
- Host ID:
  - 16 bits (...)
  - 64K direcciones

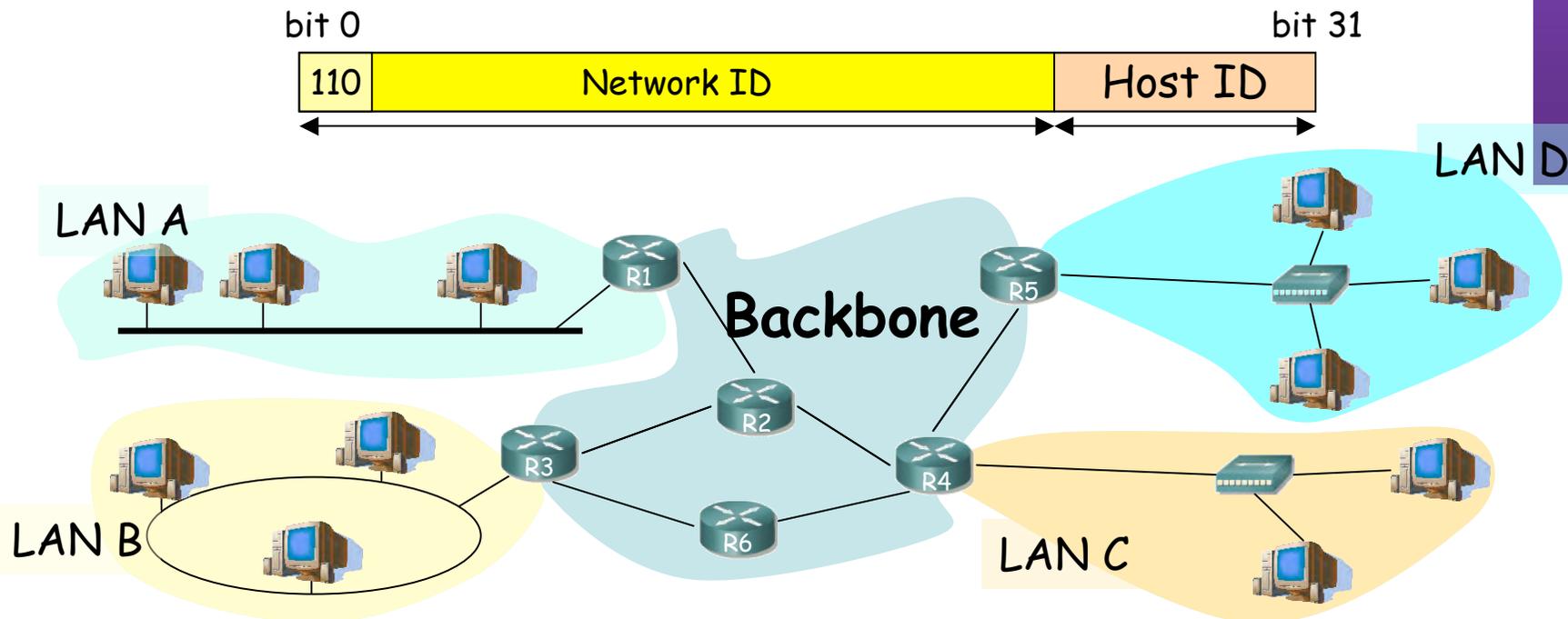
Redes grandes



# Clase C

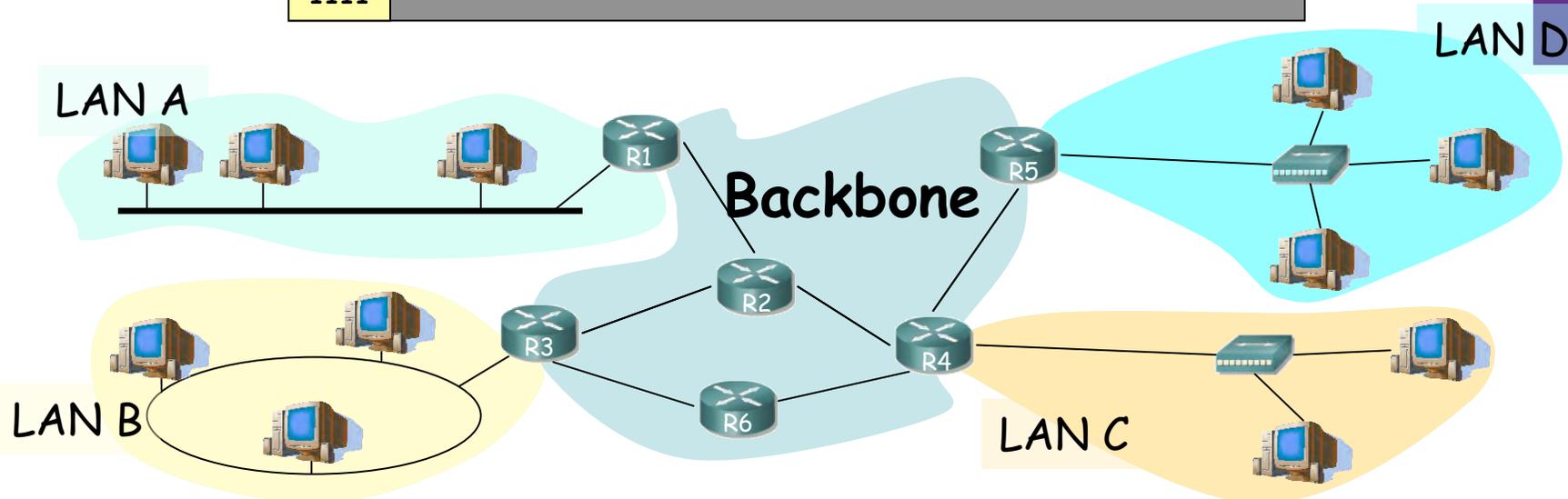
- Network ID:
  - 24 bits, primeros a 110 (...)
  - Primer byte: 192 - 223 (...)
  - 2M redes
  - 12.5% de las direcciones
- Host ID:
  - 8 bits (...)
  - 256 direcciones

Redes pequeñas



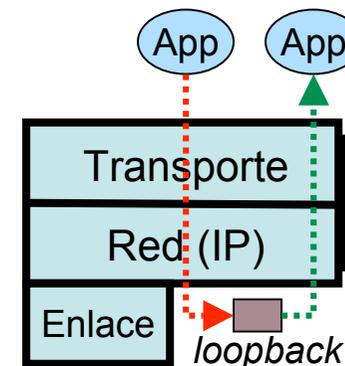
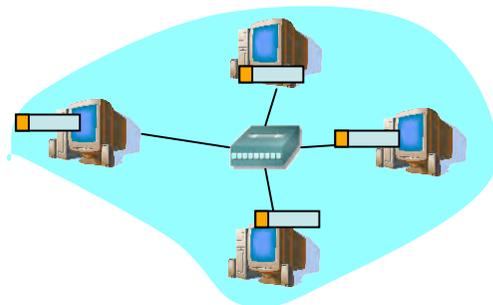
# ¿Y el resto de direcciones?

- Clase D:
  - Primeros bits a 1110
  - Primer byte: 224 - 239
  - Grupos multicast
- Clase E:
  - Reservadas para futuro uso
- Reparto en clases:



# Direcciones especiales

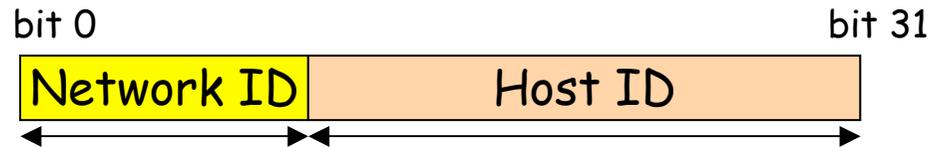
- Dirección de red
  - Host ID = 0s  
Ej: 130.206.0.0
- Dirección de broadcast de red (...)
  - Host ID = 1s  
Ej: 130.206.255.255
- Broadcast limitado
  - 255.255.255.255
- Redes reservadas:
  - 0
  - 127 (loopback) (...)
  - 10 (privada)
  - 169.254 (no IP)
  - 172.16 a 172.31 (privada)
  - 192.0.2 (TEST-NET)
  - 192.168.0 a 192.168.255 (privada)
  - 192.18.0 a 192.19.255 (pruebas prestaciones)



# Direccionamiento Classful

¿Por qué así?

- Routers emplean el Network ID para la decisión de reenvío



- Deben averiguar rápidamente cuál es el Network ID de la red a la que pertenece el destino ( $IP_d$ )
  - primer bit = 0:
    - $IP_d \in$  red de clase A
    - NetID = primeros 8 bits
  - (primer bit = 1)&(segundo bit = 0):
    - $IP_d \in$  red de clase B
    - NetID = primeros 16 bits
  - (primer bit = 1)&(segundo bit = 1)&(tercer bit=0):
    - $IP_d \in$  red de clase C
    - NetID = primeros 24 bits

# Direccionamiento Classful

¿Por qué así?

- En la propia dirección IP está codificado el número de bits del NetID
- Son comprobaciones rápidas de realizar
- Cuanto menos tiempo emplee el router con cada paquete más paquetes podrá procesar por segundo

# Direccionamiento Classful

## Ejemplos

- Describa las siguientes direcciones:
  - 32.45.65.21
  - 130.206.160.0
  - 63.0.0.0
  - 193.45.234.255
  - 10.12.145.1
  - 1.0.0.0
  - 127.0.0.1
  - 187.45.0.0
  - 25.45.0.0

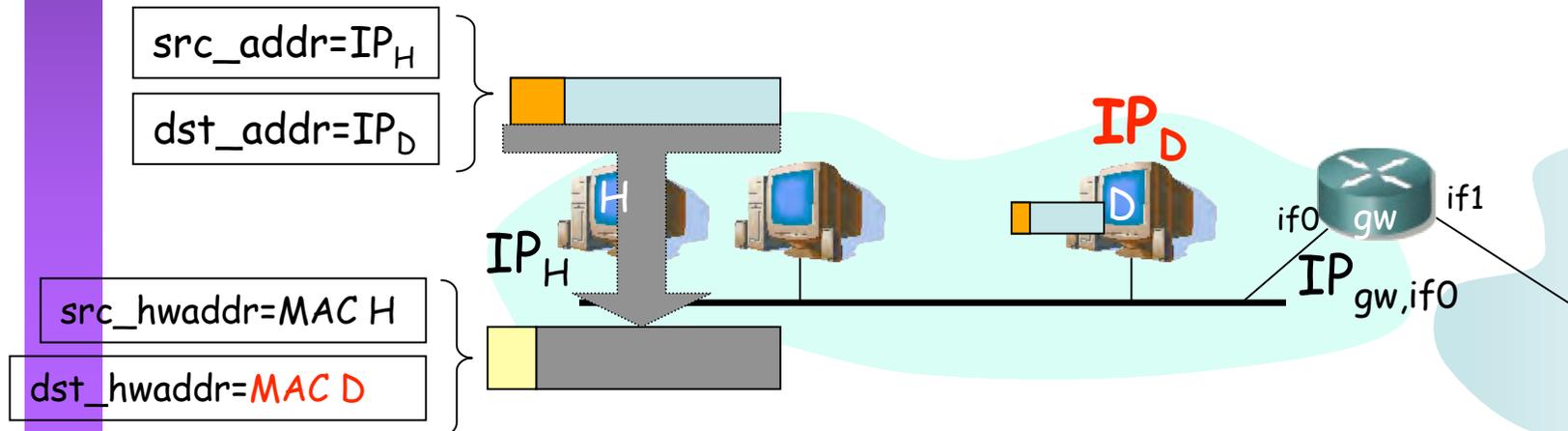
# Contenido

- **Direccionamiento Classful**
  - ¿Cómo es?
  - ¿Por qué así?
  - **¿Cómo funcionan los routers y los hosts?**
  - **Problemas**
- **Subredes**
  - Proxy-ARP
  - Subnetting
    - ¿Cómo es?
    - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
    - ¿Problemas?

# Direccionamiento Classful

## Envío de paquetes desde los hosts

- Tienen configurado:
  - Su dirección IP ( $IP_H$ )
  - Dirección IP del router de salida de su LAN en el interfaz conectado a la misma ( $IP_{gw}$ )
  - Pueden averiguar el NetID de su LAN a partir de su IP
- Dada la  $IP_D$  del destino al que desean enviar un paquete :
  - Calculan el NetID
  - ¿Es el mismo que el de mi red?
    - Sí: está en mi red, se lo envío directamente (a su MAC) (... ..)
    - No: está en otra red, se lo envío al router (a la MAC del router) (... ..)

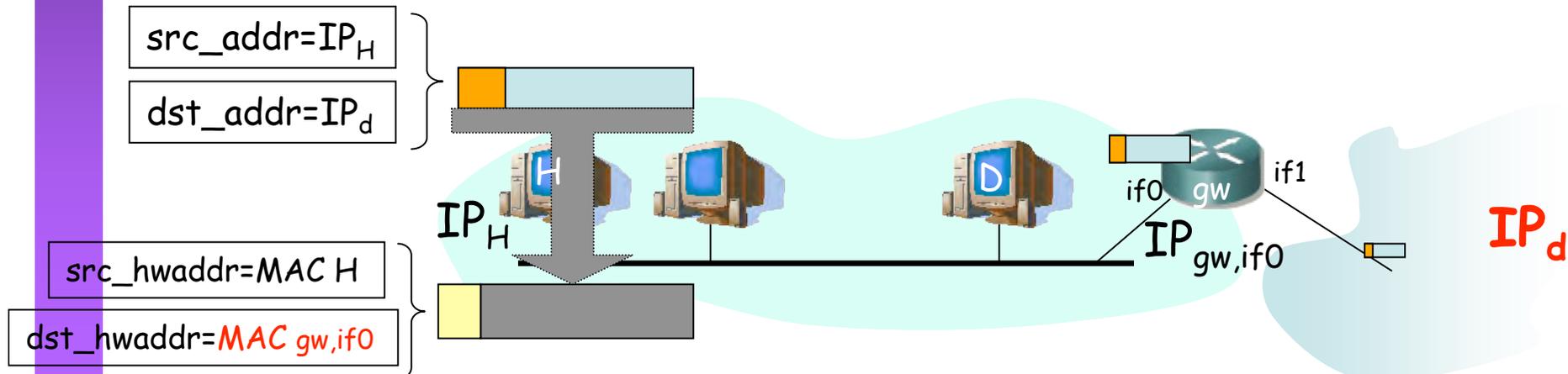


Direccionamiento clásico

# Direccionamiento Classful

## Envío de paquetes desde los hosts

- Tienen configurado:
  - Su dirección IP ( $IP_H$ )
  - Dirección IP del router de salida de su LAN en el interfaz conectado a la misma ( $IP_{gw}$ )
  - Pueden averiguar el NetID de su LAN a partir de su IP
- Dada la  $IP_D$  del destino al que desean enviar un paquete :
  - Calculan el NetID
  - ¿Es el mismo que el de mi red?
    - Sí: está en mi red, se lo envío directamente (a su MAC) (... ..)
    - No: está en otra red, se lo envío al router (a la MAC del router) (... ..)



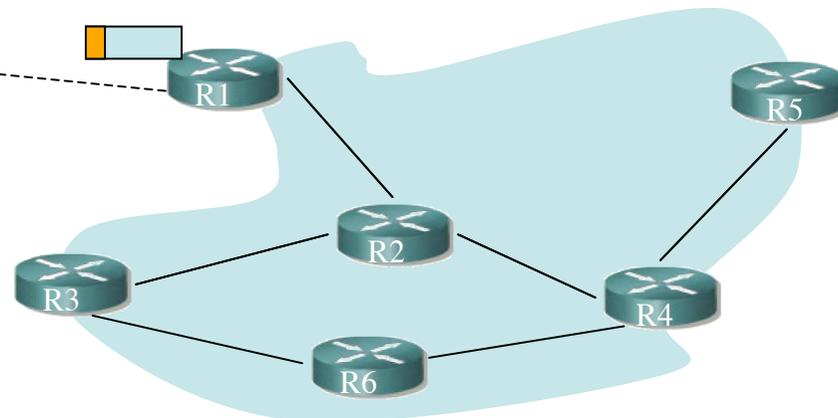
# Direccionamiento Classful

## Reenvío de paquetes en los routers

- Sin estado. Decisiones paquete a paquete.
- Tienen configurado:
  - IP de cada uno de sus interfaces
  - Tabla de rutas
- Dada  $IP_D$  que no es ninguna de sus direcciones IP:
  - Busca en la tabla fila t.q. "Destino" =  $IP_D$

- Sí: **ruta a host**, lo envía según indica
- No: Calcula el NetID.  
 Busca una ruta a esa red
  - Sí: Es una **ruta a esa red**, lo envía según indica la fila
  - No: Busca en la tabla una **ruta por defecto**. ¿Encuentra una?
    - Sí: Lo envía según indica la fila
    - No: No sabe cómo hacer llegar el paquete al destino. Lo descarta (*lo tira*)

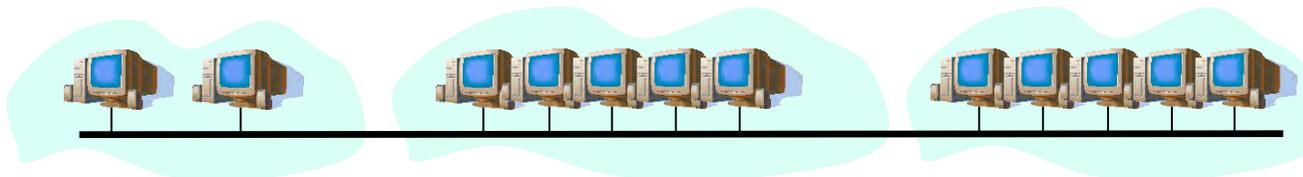
Destino	Next-hop	Interfaz



Direccionamiento clásico

# Problemas del esquema Classful

- Las redes pueden llegar a ser muy grandes
- Clase A:
  - Direcciones para millones de hosts
  - Difícil que una tecnología de LAN soporte esa cifra de máquinas conectadas
- Situaciones en que hace falta “partir” la red:
  - LANs en edificios distantes (enlaces punto-a-punto) (...)
  - LANs de diferentes tecnologías (...)
  - Exceder límites tecnológicos (número de hosts, distancias, etc)
  - Congestión por comunicación entre ciertos pares de hosts (...)
  - Excesivo tráfico de broadcast a nivel de enlace



Direccionamiento clásico

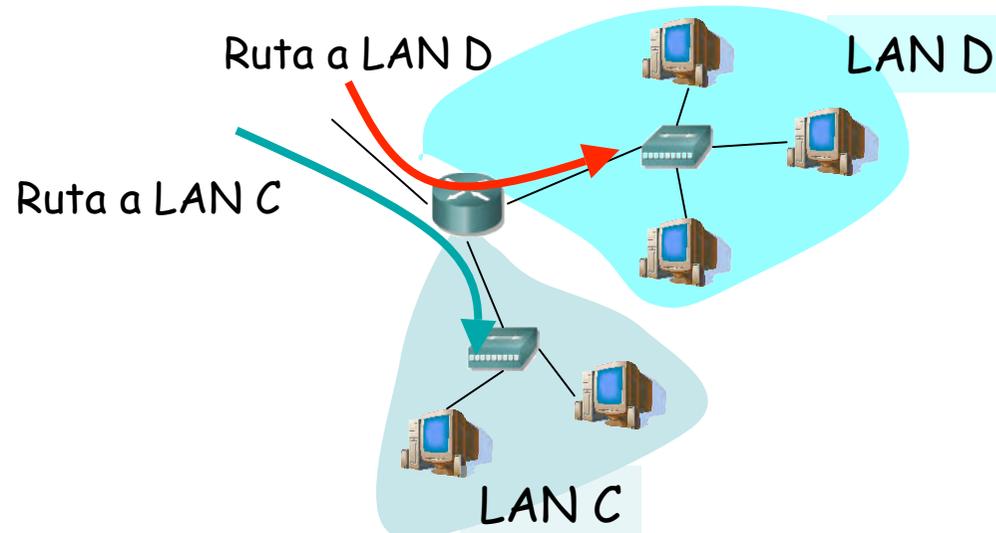
# Contenido

- Direccionamiento Classful
  - ¿Cómo es?
  - ¿Por qué así?
  - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
  - Problemas
- **Subredes**
  - **Proxy-ARP**
  - Subnetting
    - ¿Cómo es?
    - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
    - ¿Problemas?

# Una organización con más de una LAN

## Un *NetworkID* para cada una

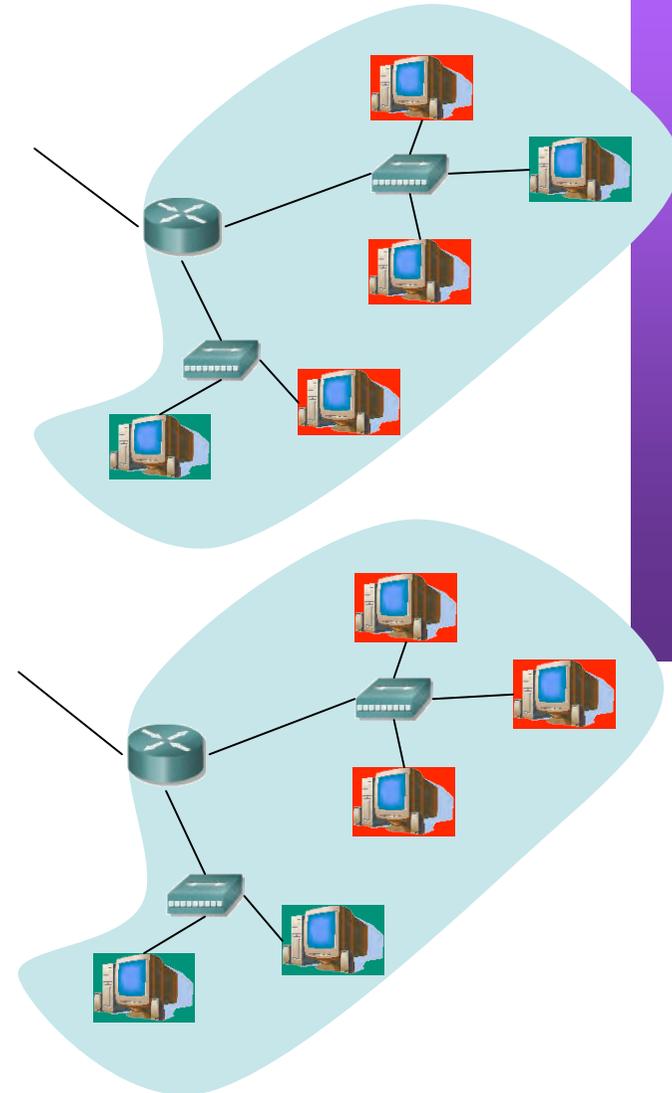
- Pro:
  - No requiere modificaciones
- Cons:
  - Crecen las tablas de rutas
  - Se propaga al exterior información interna



# Una organización con más de una LAN

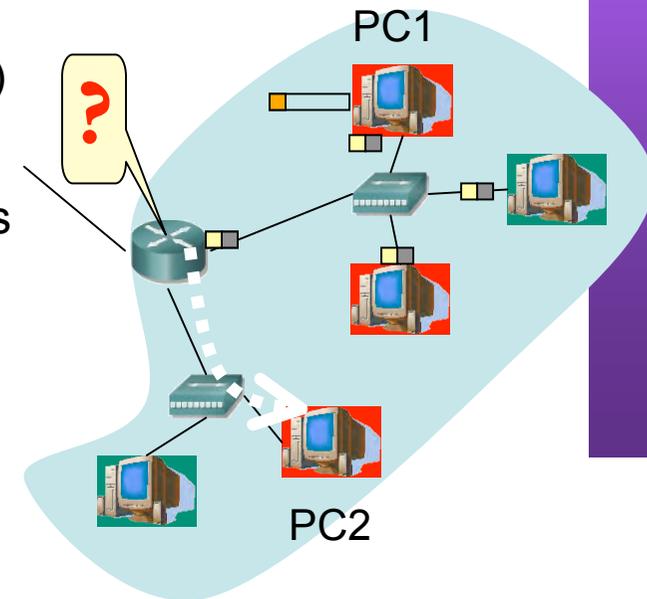
## Un solo *NetworkID* y

- asignar direcciones a los hosts sin tener en cuenta las diferentes LANs (*“transparent subnets”*)
  - Proxy ARP
- particionar el espacio de direcciones para las diferentes LANs (*“explicit subnets”*)
  - Modificar implementación de IP



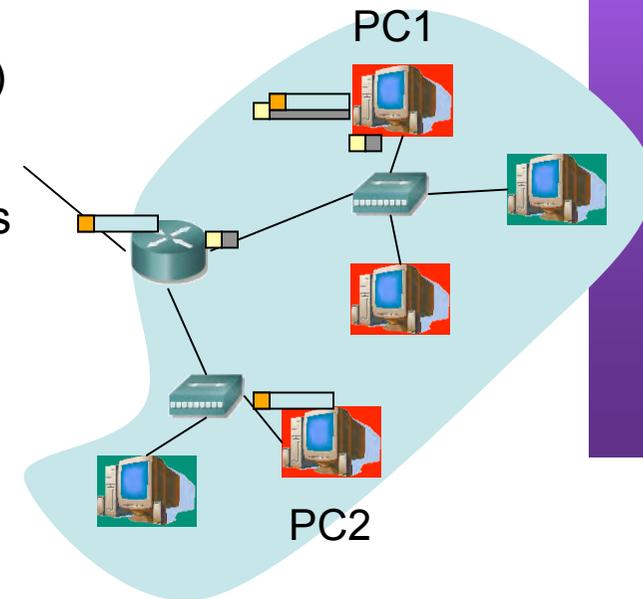
# Proxy ARP

- También llamado el “*ARP Hack*”
- PC1 desea enviar un paquete IP a PC2
- Para PC1 ambos están en la misma LAN
- Manda un *ARP Request* (... ..)
- Router sabe que PC2 está en otro segmento (...)
- Router *responde al ARP* con su MAC (...)
- PC1 envía la trama al router pensando que es PC2 (...)
- El router reenvía el paquete IP (...)



# Proxy ARP

- También llamado el “*ARP Hack*”
- PC1 desea enviar un paquete IP a PC2
- Para PC1 ambos están en la misma LAN
- Manda un *ARP Request* (... ..)
- Router sabe que PC2 está en otro segmento (...)
- Router *responde al ARP* con su MAC (...)
- PC1 envía la trama al router pensando que es PC2 (...)
- El router reenvía el paquete IP (...)

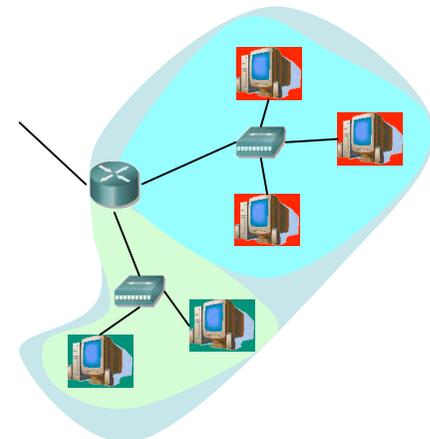
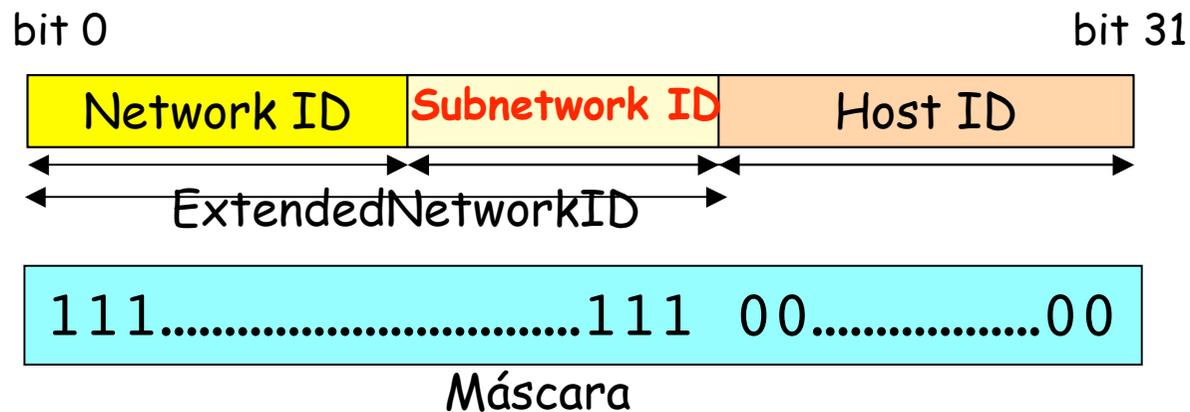


# Contenido

- Direccionamiento Classful
  - ¿Cómo es?
  - ¿Por qué así?
  - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
  - Problemas
- **Subredes**
  - Proxy-ARP
  - **Subnetting**
    - ¿Cómo es?
    - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
    - ¿Problemas?

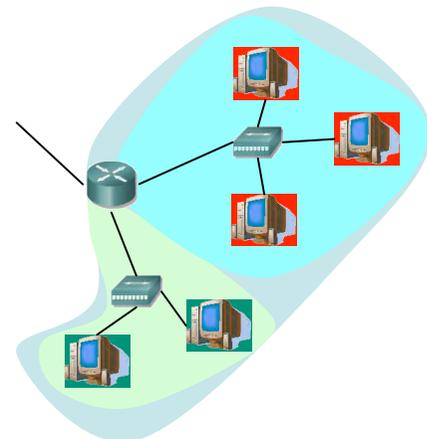
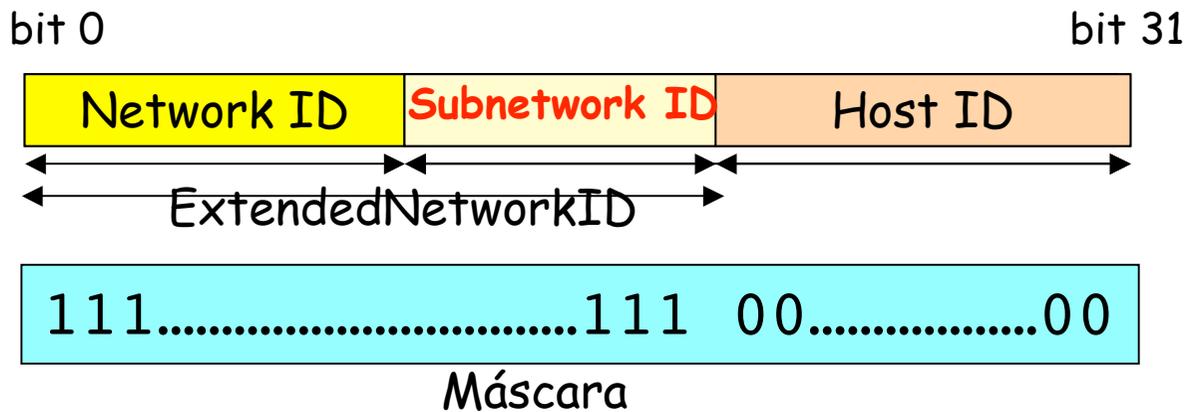
# Subnetting

- También llamado FLSM (Fixed Length Subnet Masks)
- Parte del *Host ID* se emplea para diferenciar la *subred* (...)
- $NetworkID + SubnetworkID = \textbf{ExtendedNetworkID}$  (...)
- Determinado por la *máscara de subred* (...)
- Se empleó en redes Clase B
  - Muy pocas redes Clase A
  - Clase C muy pequeñas



# Subnetting

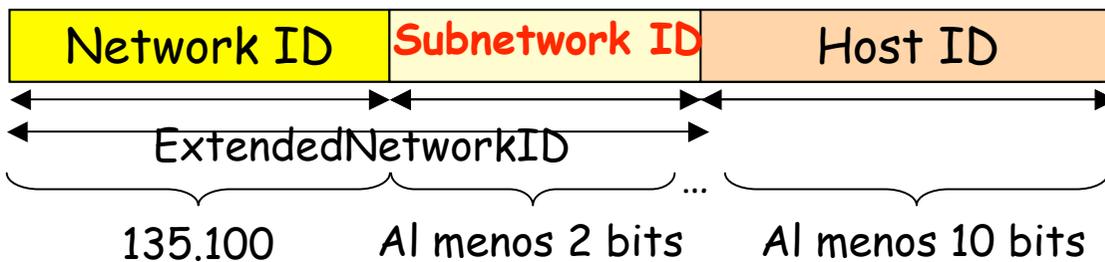
- Algunas restricciones:
  - SubnetworkID  $\neq$  0s (“this” network)
  - SubnetworkID  $\neq$  1s (“all” subnetworks) }  $\Rightarrow$  Al menos 2 bits
  - Misma máscara en todas las subredes de la misma red (FLSM)
- En cada subred:
  - Dirección de la subred (HostID=0s)
  - Dirección de *broadcast* de la subred (HostID=1s)



# Subnetting: Ejemplo

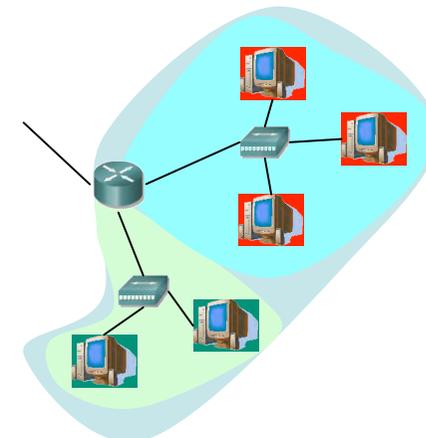
- LAN: 135.100.0.0 (clase ?) (...)
- Queremos al menos poder conectar 1000 máquinas en cada subred
- 2 subredes  $\Rightarrow$  mínimo número de bits? (...)
- 1000 máquinas  $\Rightarrow$  mínimo número de bits? (...)
- ¿Y si hay bits “sobrantes”? (...)
- Por ejemplo 4 bits para el Subnetwork ID (...)

bit 0                                      bit 15                                      bit 31



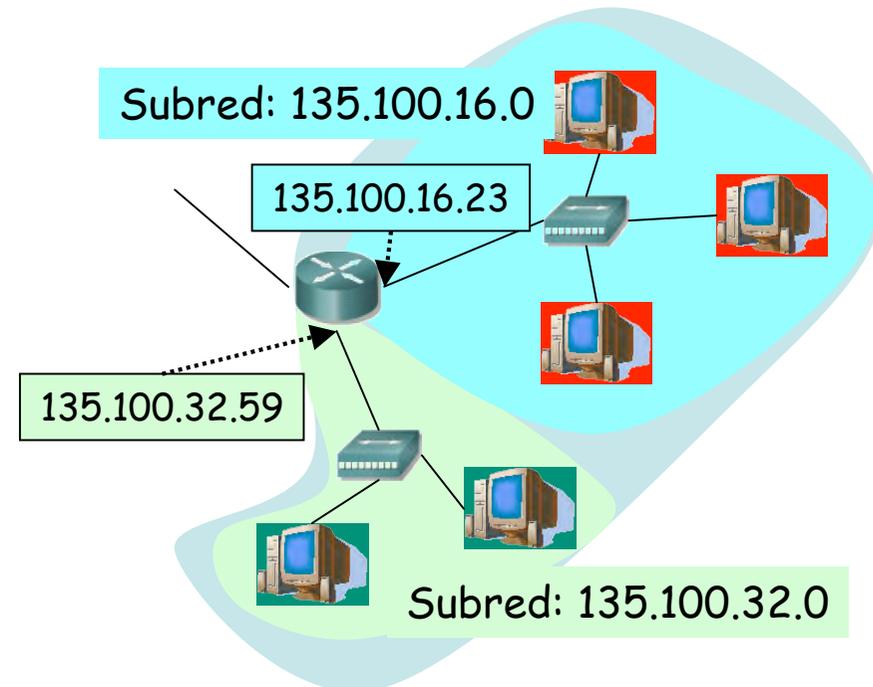
111111111111111111111111000000000000

Máscara con 20 "1s" y 12 "0s" = 255.255.240.0



# Subnetting: Ejemplo

- Direcciones de subred:
  - 1000011101100100 0001 000000000000
    - Hosts: 135.100.16.1 a 135.100.31.254
  - 1000011101100100 0010 000000000000
    - Hosts: 135.100.32.1 a 135.100.47.254
- Máscara: 255.255.240.0



# Contenido

- Direccionamiento Classful
  - ¿Cómo es?
  - ¿Por qué así?
  - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
  - Problemas
- **Subredes**
  - Proxy-ARP
  - Subnetting
    - ¿Cómo es?
    - **¿Cómo funcionan los routers y los hosts?**
    - ¿Problemas?

# Subnetting

Envío de paquetes desde los hosts

## Tienen configurado

- Su dirección IP ( $IP_H$ )
- La máscara de subred
- Dirección IP del router de salida de su LAN en el interfaz conectado a la misma ( $IP_{gw}$ )
- Pueden averiguar el Extended Network ID de su LAN a partir de su IP:

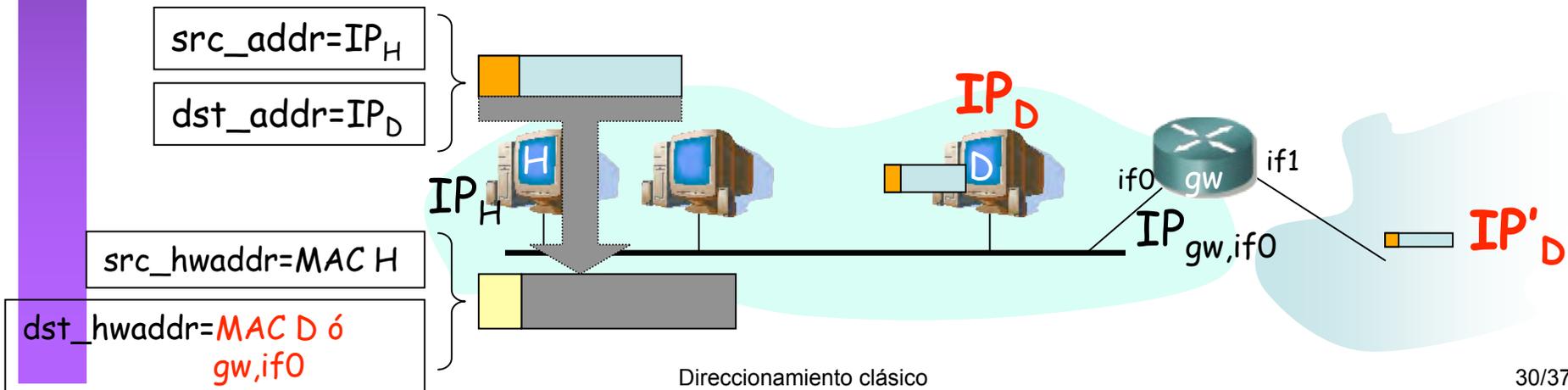
$$135.100.35.67 = 10000111011001000010001101000011$$

$$255.255.240.0 = 11111111111111111111000000000000$$

(AND)

---


$$\text{ExtendedNetID} = 10000111011001000010000000000000 = 135.100.32.0$$

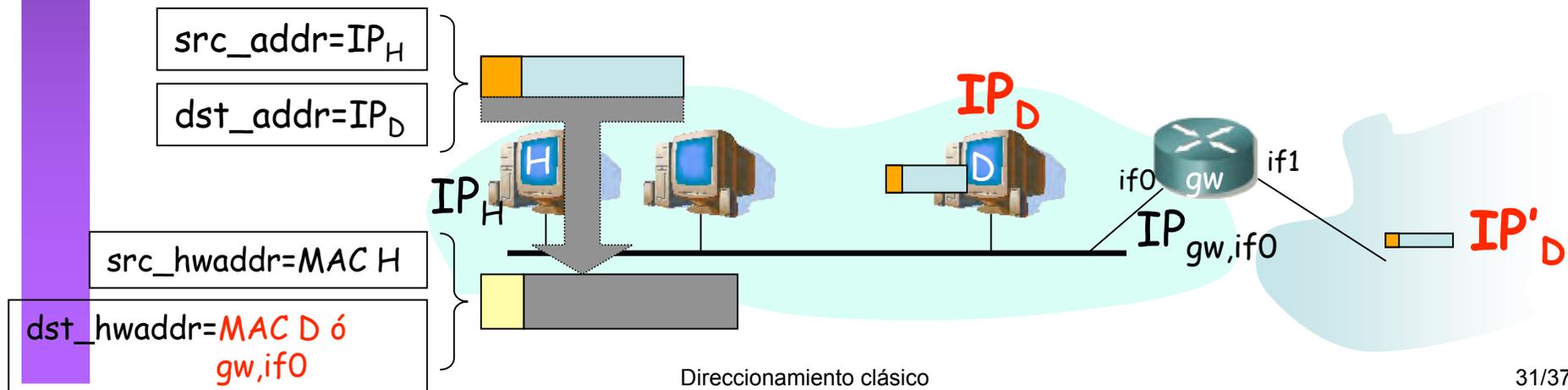


# Subnetting

Envío de paquetes desde los hosts

## Dada la $IP_D$ del destino del paquete

- Aplica (AND) la máscara de subred
- ¿El resultado es el ExtendedNetworkID de mi subred?
  - Sí: se lo envío directamente (a su MAC)
  - No: está en otra subred o en otra red, se lo envío al router (a la MAC del router)



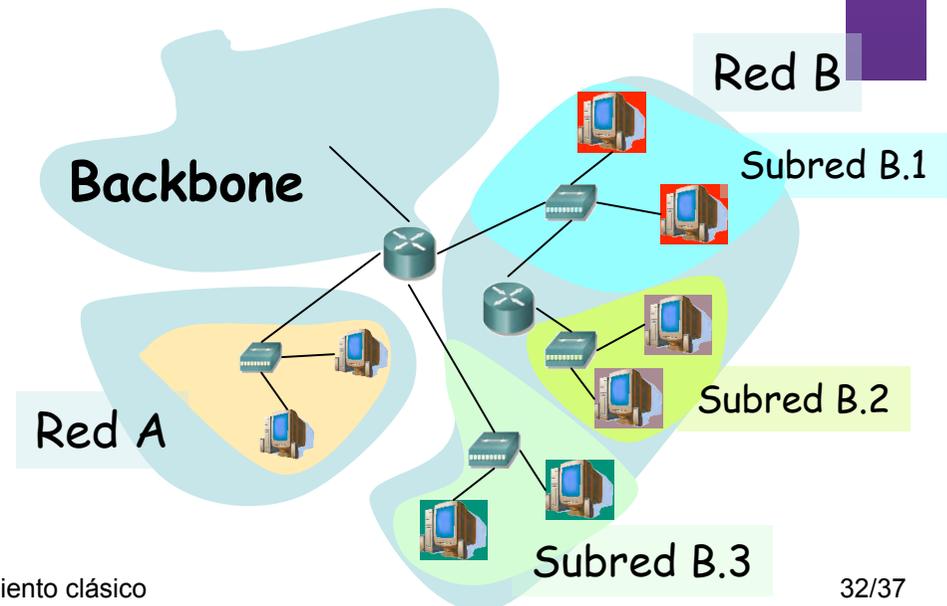
# Subnetting

## Reenvío de paquetes en los routers

- Tienen configurado:
  - IP en cada interfaz
  - Máscara en cada uno
  - Tabla de rutas
- $IP_D$  que no es ninguna de sus direcciones IP
- Calcula el NetworkID de la red a la que pertenece (classful)
- ¿Tiene un interfaz en esa red?
  - No: Red destino identificada
  - Sí: Toma la máscara del interfaz que tiene en esa red
 Calcula el ExtendedNetworkID

Destino	Next-hop	Interfaz

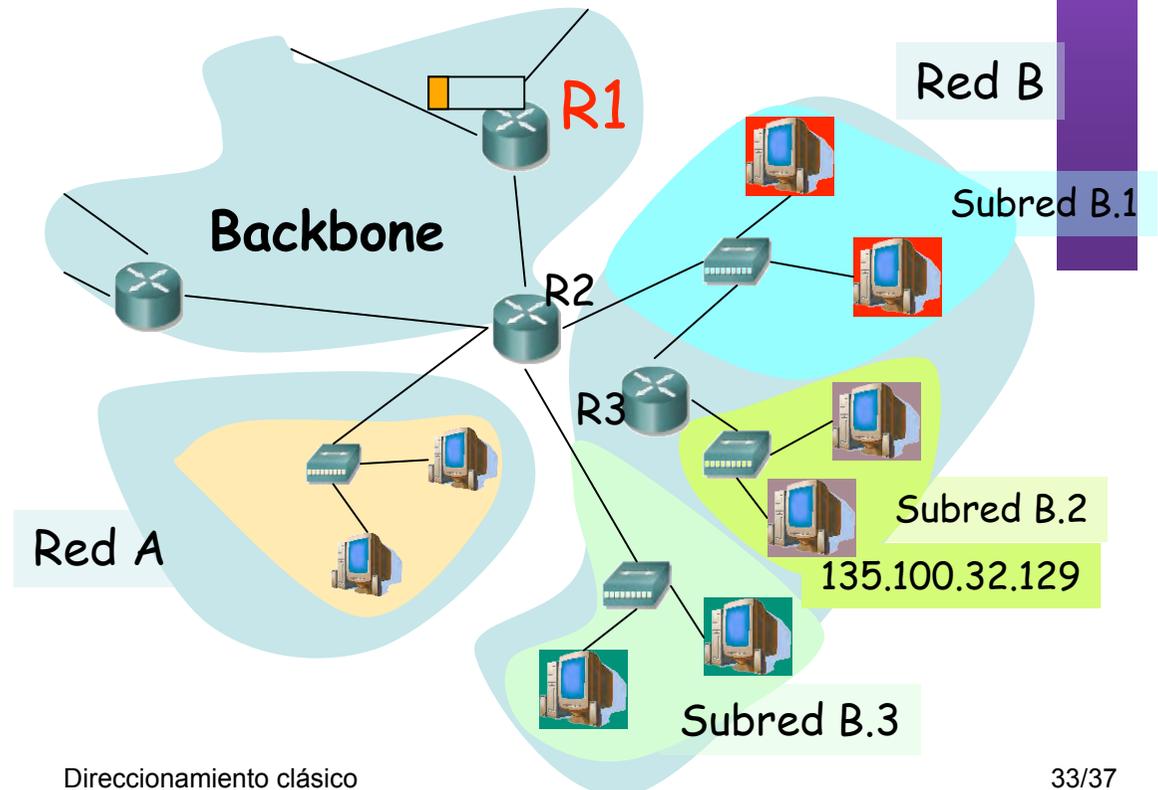
- ¿Encuentra ese identificador de red/subred en su tabla de rutas?
  - Sí: lo envía según indica la ruta
  - No: Busca en la tabla una ruta por defecto
- ¿Encuentra una?
  - Sí: Lo envía según indica la ruta
  - No: Descarta el paquete



# Subnetting

Ejemplo:  $IP_d = 135.100.32.129$

Destino	Next-hop	if
135.100.0.0 (B)	10.50.43.12 (R2)	1
45.0.0.0	(otro)	0
64.0.0.0	(otro)	0
130.206.0.0	(otro)	2
...	...	...

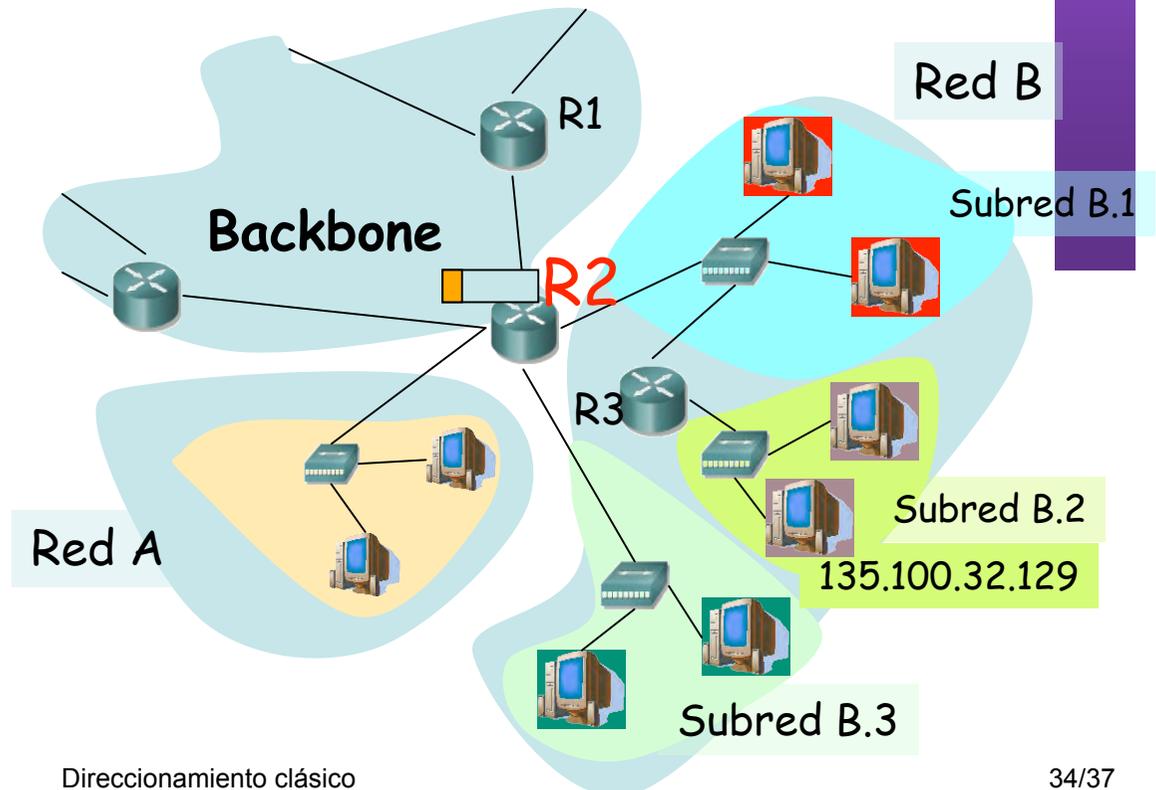


# Subnetting

Ejemplo:  $IP_d = 135.100.32.129$

Destino	Next-hop	if
135.100.0.0 (B)	10.50.43.12 (R2)	1
45.0.0.0	(otro)	0
64.0.0.0	(otro)	0
130.206.0.0	(otro)	2
...	...	...

Destino	Next-hop	if
135.100.16.0 (B.1)	-	1
135.100.32.0 (B.2)	135.100.16.1 (R3)	1
135.100.48.0 (B.3)	-	2
180.40.0.0 (A)	-	3
...	...	...



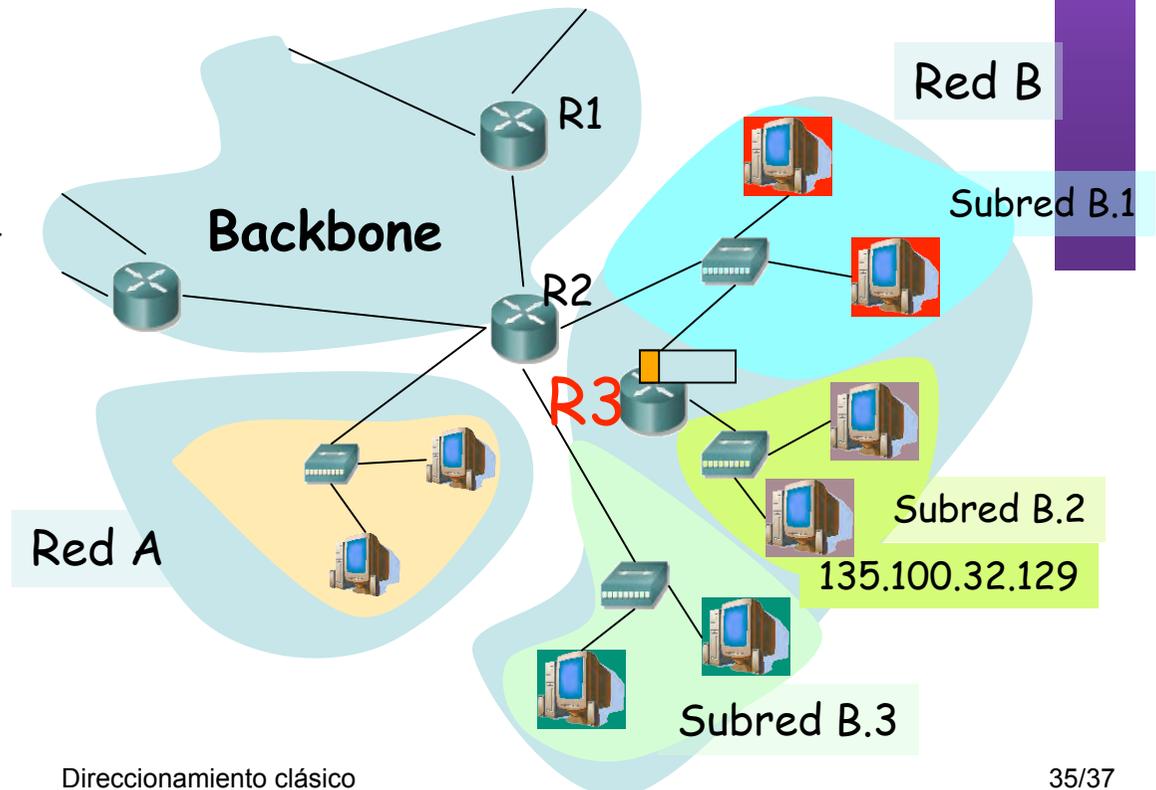
# Subnetting

Ejemplo:  $IP_d = 135.100.32.129$

Destino	Next-hop	if
135.100.0.0 (B)	10.50.43.12 (R2)	1
45.0.0.0	(otro)	0
64.0.0.0	(otro)	0
130.206.0.0	(otro)	2
...	...	...

Destino	Next-hop	if
135.100.16.0 (B.1)	-	1
135.100.32.0 (B.2)	135.100.16.1 (R3)	1
135.100.48.0 (B.3)	-	2
180.40.0.0 (A)	-	3
...	...	...

Destino	Next-hop	if
135.100.16.0 (B.1)	-	0
135.100.32.0 (B.2)	-	1
135.100.48.0 (B.3)	135.100.16.2 (R2)	0
default	135.100.16.2 (R2)	0



# Contenido

- Direccionamiento Classful
  - ¿Cómo es?
  - ¿Por qué así?
  - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
  - Problemas
- **Subredes**
  - Proxy-ARP
  - Subnetting
    - ¿Cómo es?
    - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
    - **¿Problemas? Pensarlo para la próxima clase**

# Resumen

- El direccionamiento classful ofrece 3 tipos de redes de diferente tamaño
- Subnetting nos permite introducir routers dentro de una red y dividirla en subredes
- Desde el exterior de la red no se sabe si hay subredes o no (compatible hacia atrás, como si no hubiera habido cambios)
- Una vez escogida la máscara queda fijada para toda la red