

Tema 2.3

Extensiones al direccionamiento

IPv4:

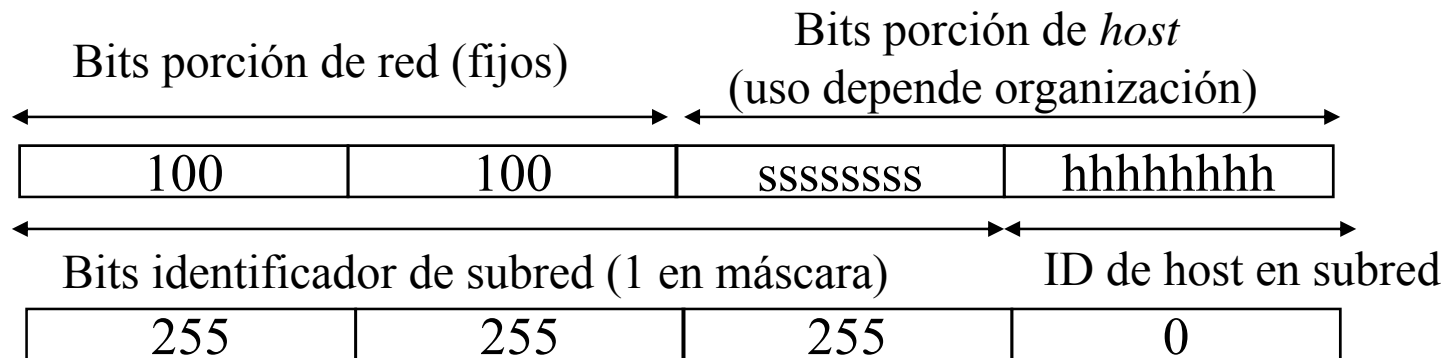
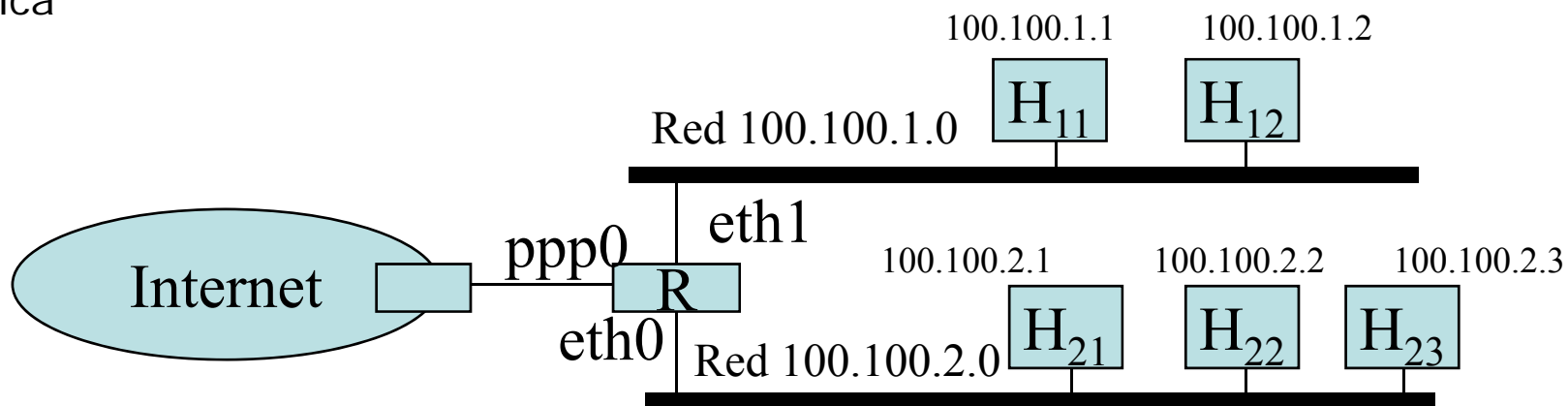
Direccionamiento de subred

Índice

- Direcciones IP y máscara de subred 3
- Tablas de encaminamiento 4
- Búsqueda en tabla de encaminamiento 8
- Transparencia al exterior 10
- Direcciones especiales 12
- Explosión *Broadcast* 13
- Ejemplo subredes tamaño fijo 15
- Ejemplo subredes tamaño variable 18
- Bibliografía 22

Direcciones IP y máscara de subred

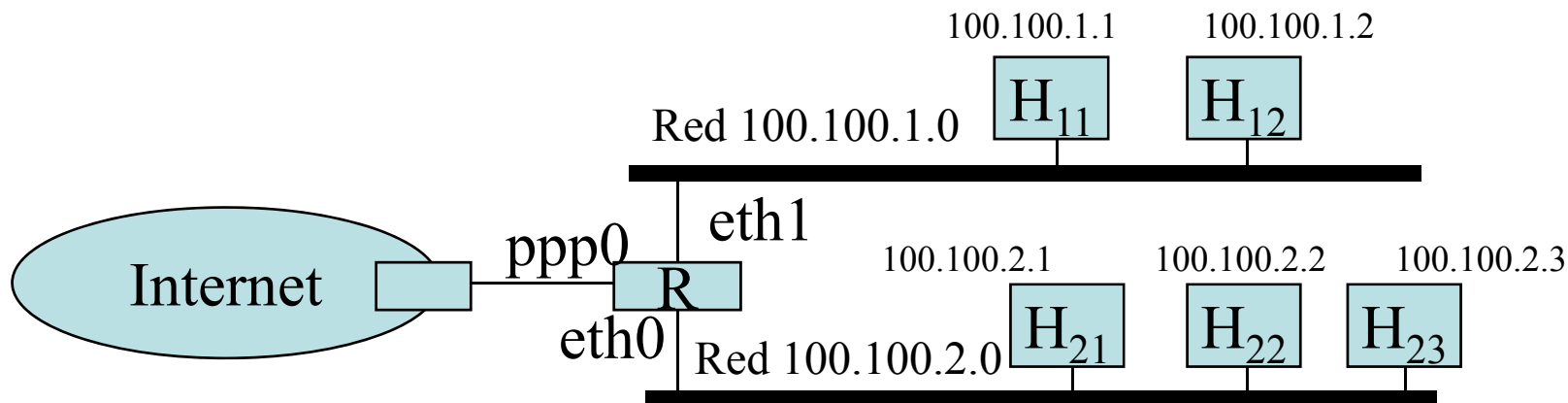
- **Idea:** Repartir una dirección de red entre varias redes físicas de forma flexible. Que este proceso sea transparente para el exterior de la organización.
- IP + Máscara de subred identifica los bits de la porción de subred de la red física



Tablas de encaminamiento (I)

- Para aplicar una entrada de la tabla de encaminamiento:
 - Antes
 - IPdest de clase A => deben coincidir los 8 primeros bits de IPdest y de IPred_dest
 - IPdest de clase B => deben coincidir los 16 primeros bits de IPdest y de IPred_dest
 - IPdest de clase C => deben coincidir los 24 primeros bits de IPdest y de IPred_dest
 - Ahora
 - En cada entrada de la tabla de encaminamiento, los bits de IPdest y de IPred que deben coincidir vienen marcados con un 1 en la máscara de subred

Tablas de encaminamiento (II)



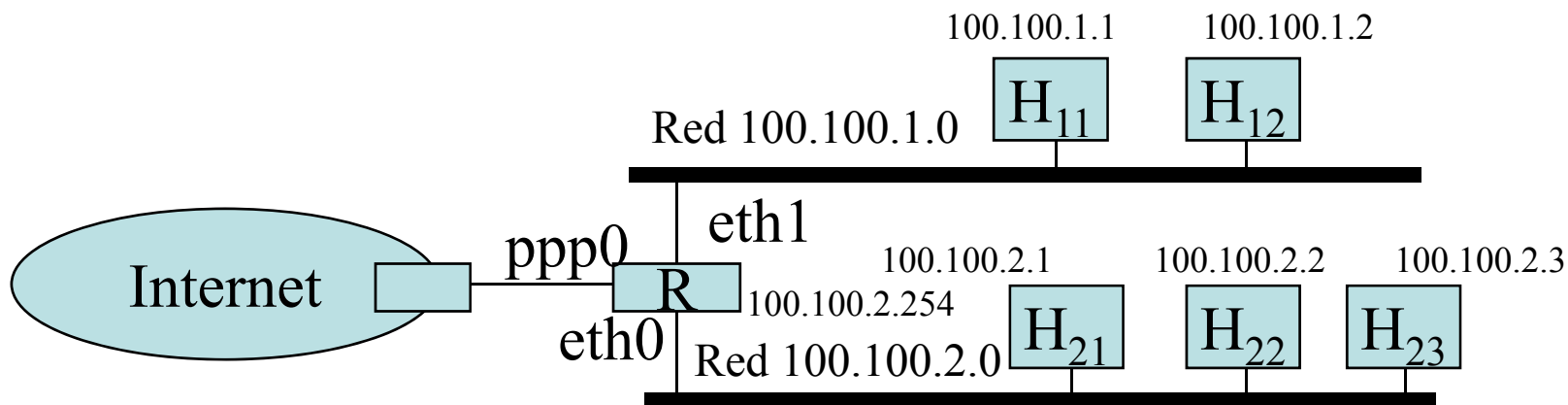
- Router R de organización es consciente de subredes (configura tabla de encaminamiento adecuadamente).

Tabla encaminamiento Router R

IPred dest	máscara de red	int salida	GW
100.100.1.0	255.255.255.0	eth1	(directo)
100.100.2.0	255.255.255.0	eth0	(directo)
0.0.0.0	0.0.0.0	ppp0	---

Dirección clase B, máscara > 255.255.0.0 => direccionamiento de subred

Tablas de encaminamiento (III)



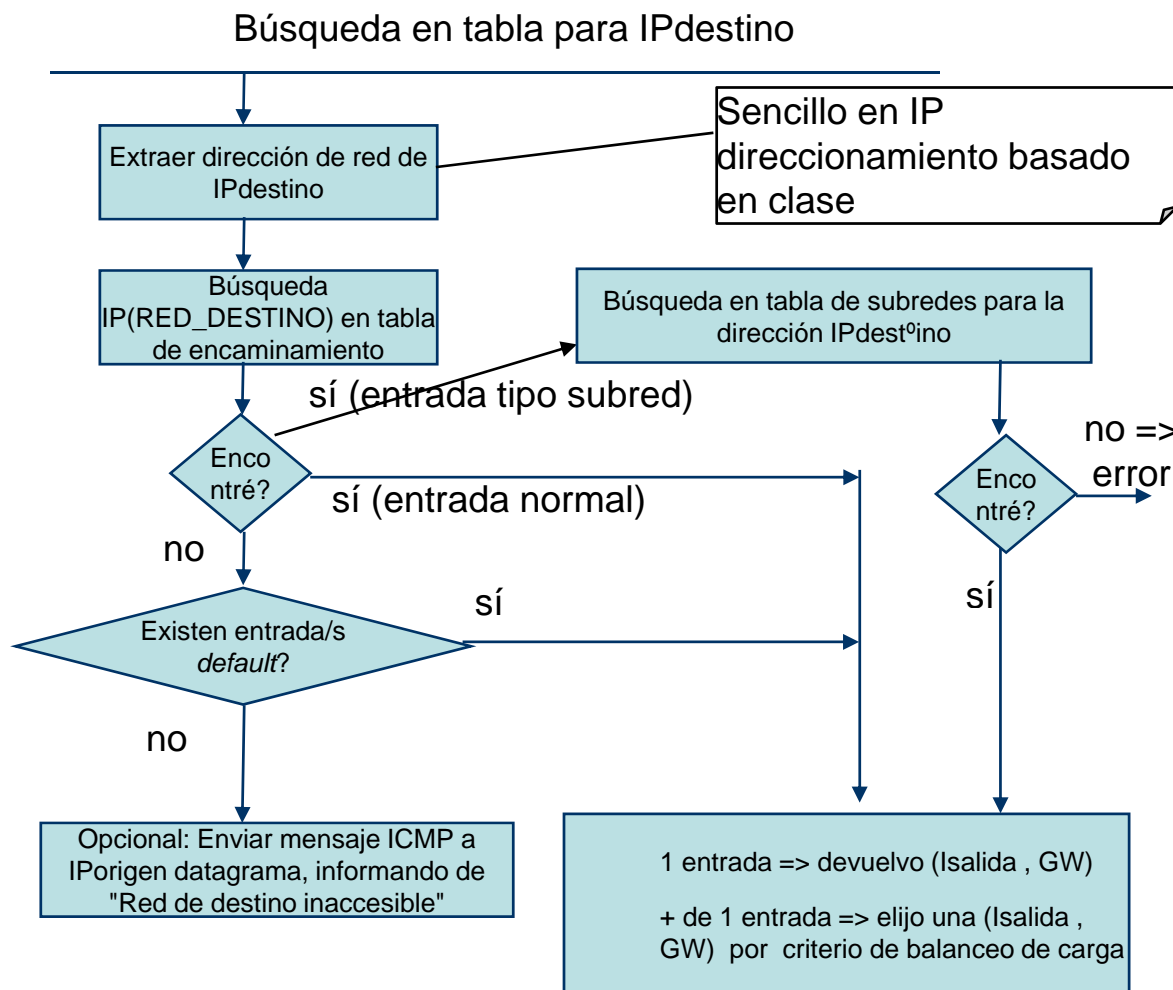
- PCs de la organización: Sus tablas de encaminamiento se ven afectadas por direccionamiento de subred.

Tabla encaminamiento PC H₁₁

IPred_dest	máscara de red	int salida	GW
100.100.1.0	255.255.255.0	eth0	(directo)
0.0.0.0	0.0.0.0	eth0	100.100.1.254

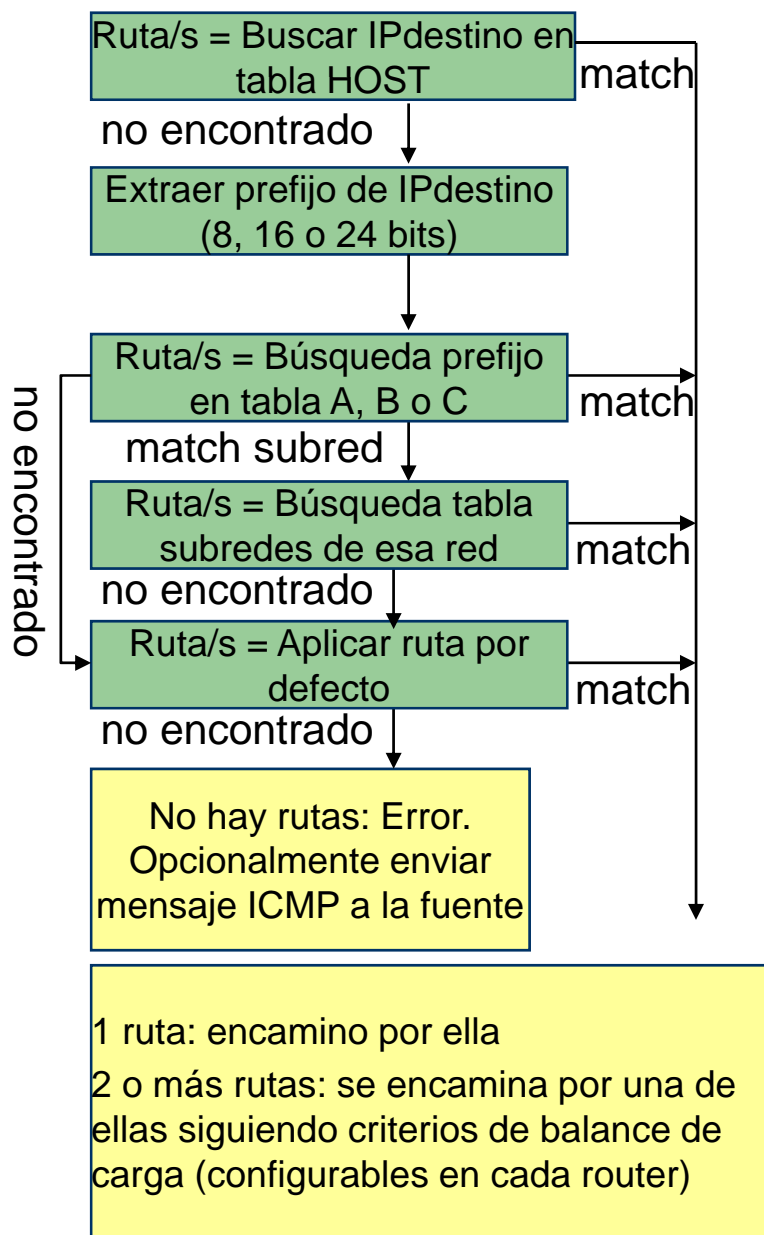
Dirección clase B, máscara > 255.255.0.0 => direccionamiento de subred

Tablas de encaminamiento (IV)



- Para cada red R sobre la que se hacen subredes, se crea una tabla de subredes TS(R).
- La entrada en la tabla de encaminamiento para la red R es de tipo subred, e incluye un puntero a TS(R).
- En TS(R) se almacenan las rutas definidas hacia las subredes de R.
- Búsqueda en TS(R): entradas que cumplan:
 - $Dat.IPdestino \text{ AND } TS(R).Máscara == TS(R).IPred_destino \text{ AND } TS(R).Máscara$

Búsqueda en tabla de encaminamiento (I)



HOST: MASC = 255.255.255.255)

IP red dest	Interf.	GW

Tabla específica para Subred "X"

IPred	Másc	Int	GW

A: (MASC ≥ 255.0.0.0)

IP red dest	Interf.	GW	Subr?
X			SÍ

B: (MASC ≥ 255.255.0.0)

IP red dest	Interf.	GW	Subr?

C: (MASC ≥ 255.255.255.0)

IP red dest	Interf.	GW	Subr?
y			SÍ

Tabla específica para Subred "y"

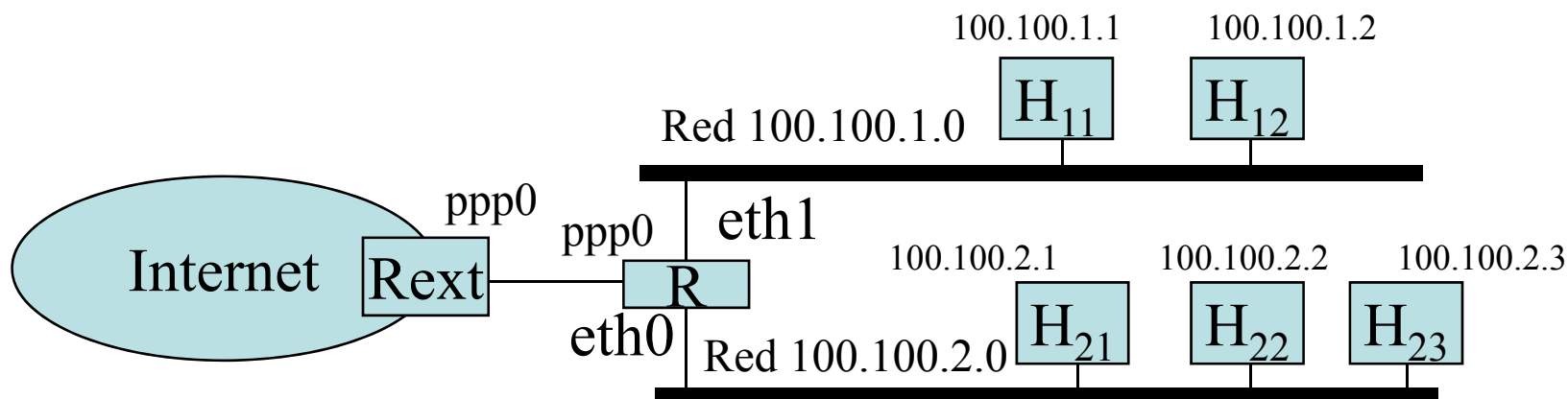
IPred	Másc	Int	GW

Búsqueda en tabla de encaminamiento (II)

- Para cada red R sobre la que se hacen subredes, se crea una tabla de subredes TS (R).
- Si la entrada en la tabla de encaminamiento para la red R es de tipo subred, se incluye un puntero a TS(R).
- En TS(R) se almacenan las rutas definidas sólo hacia las subredes de R.
- Búsqueda en TS(R): entradas que cumplan:
 - $\text{Dat.IPdestino AND TS(R).Máscara} == \text{TS(R).IPred_destino AND TS(R).Máscara}$

Es decir, aquellas entradas cuyos “P” primeros bits coincidan con los de la dirección IP (donde P viene indicado por la máscara)

Transparencia al exterior (I)



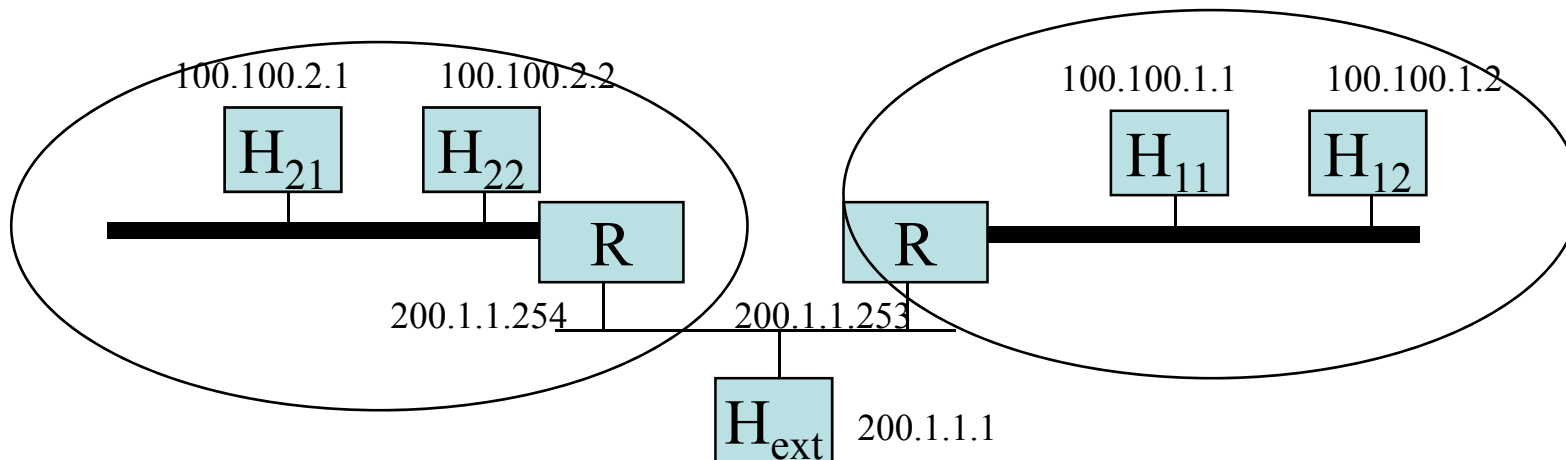
- Routers/PCs fuera de la organización: El direccionamiento de subred dentro de una organización debe ser transparente para ellos (para sus tablas de encaminamiento).
- Esto se cumple siempre que exista un único punto de entrada desde el exterior a la organización.

Tabla encaminamiento Rext

IPred_dest	máscara de red	int salida	GW
100.100.0.0	255.255.0.0	ppp0	---
...

Dirección clase B, máscara clase B

Transparencia al exterior (II)

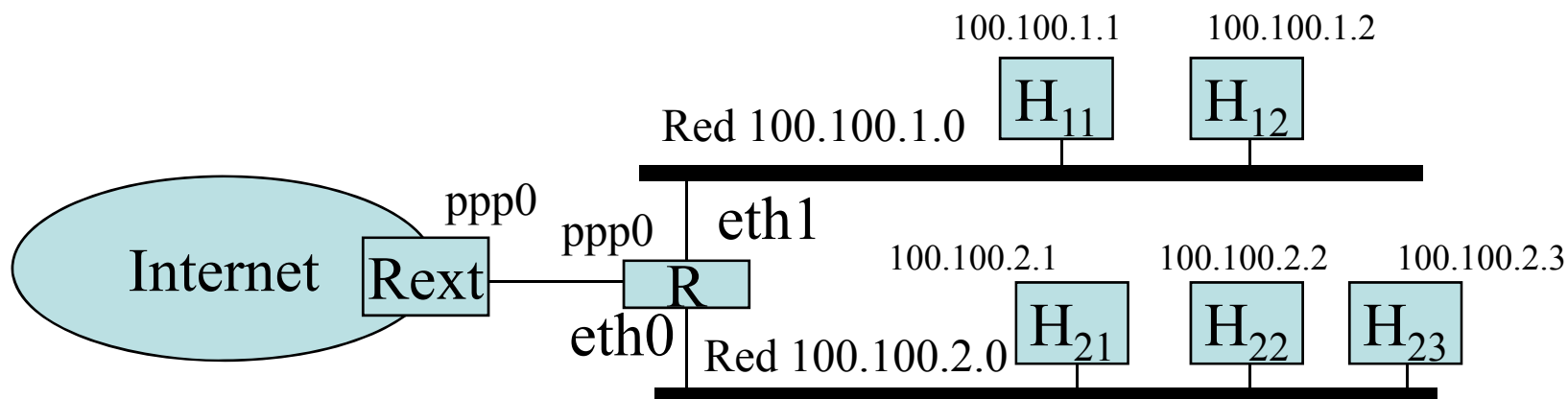


- Organización no conexa => dos puntos de entrada.
- Se hacen subredes => Host externo H_{ext} debe encaminar de manera distinta datagramas a redes distintas.

Tabla encaminamiento H_{ext}

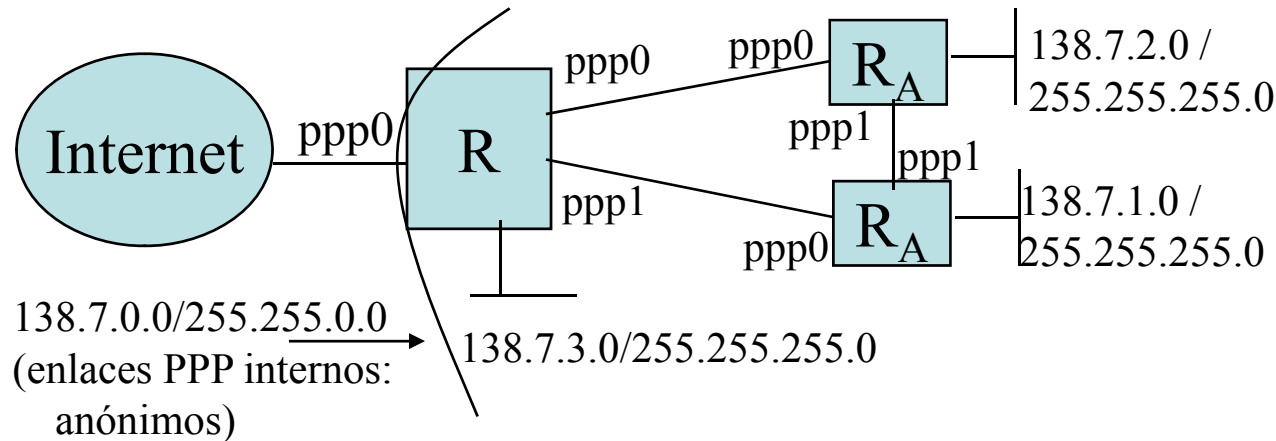
IPred_dest	máscara de red	int salida	GW
200.1.1.0	255.255.255.0	eth0	---
100.100.1.0	255.255.255.0	eth0	200.1.1.253
100.100.2.0	255.255.255.0	eth0	200.1.1.254

Direcciones especiales



- Direcciones especiales = no se asignan a interfaces
- Dirección de broadcast de red en dirección destino (100.100.255.255).
 - Rext envía datagrama a R
 - R (dentro de organización) envía broadcast por eth0 y eth1
- Dirección broadcast de subred en dir. destino (100.100.1.255 / 100.100.2.255)
 - Rext envía datagrama a R
 - R (dentro de organización) envía broadcast por eth0 o eth1 (el que sea, no los dos)
- Dirección de red: 100.100.0.0
- Dirección de subred 1: 100.100.1.0
- Dirección de subred 2: 100.100.2.0

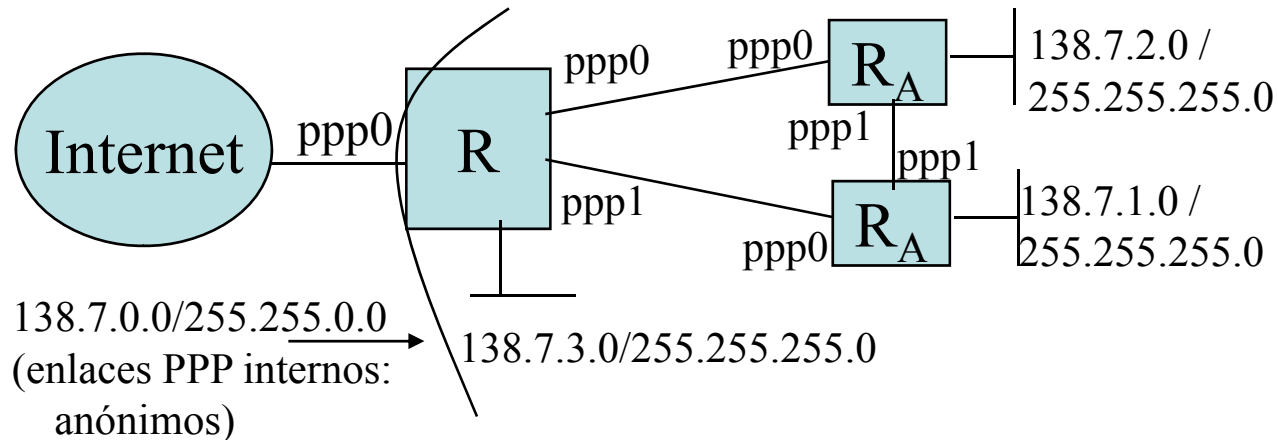
Explosión de broadcast (I)



- Cuando R recibe un datagrama destinado a 138.7.255.255 => debe enviar copia a todas las subredes.

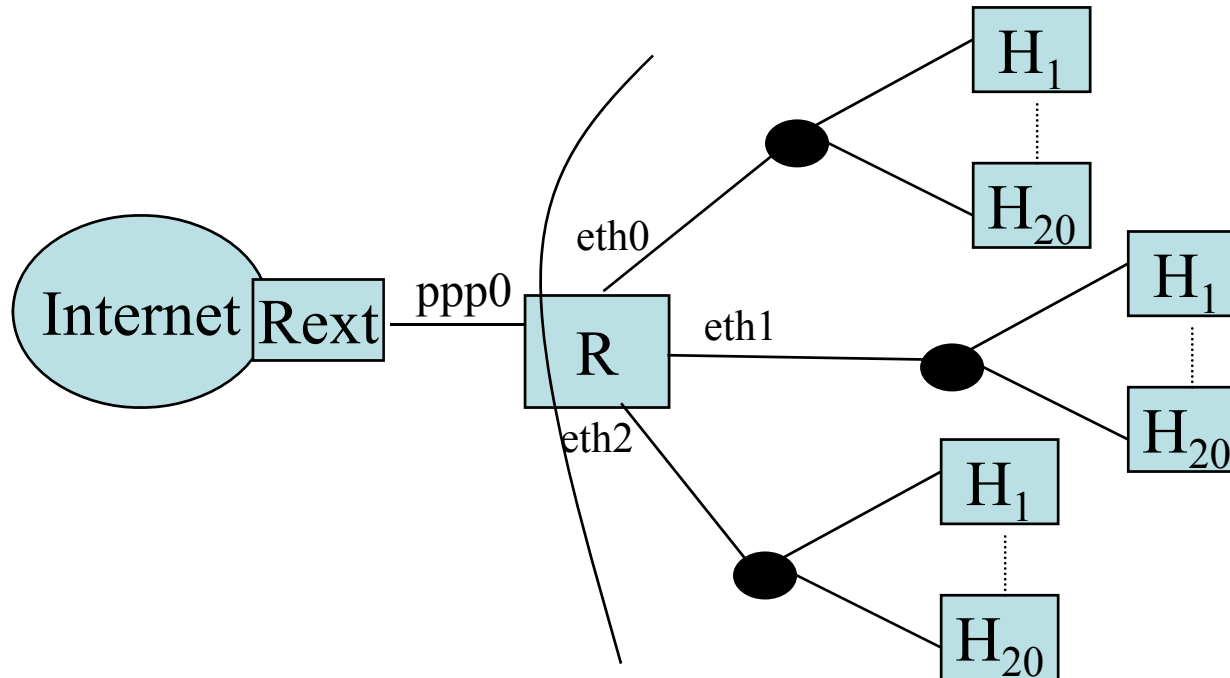
- Si las subredes están conectadas en ciclos puede producirse una explosión broadcast. P.e.:
 - R envía copia a R_A y a R_B .
 - R_A envía copia a R_B , y R_B a R_A (no se envían copias por la interfaz de llegada).
 - R_B y R_A reciben copias el uno del otro, y se la envían a R.
 - R repite el proceso.
 - ...

Explosión de broadcast (II)



- Mecanismo habitual para evitar la explosión de *broadcast*, se conoce como "*Reverse Path Forwarding*":
 - Router recibe datagrama con destino 138.7.255.255, por la interfaz *Int*, con IP origen *IPo*.
 - Router busca *IPo* en la tabla de encaminamiento:
 - Si a *IPo* llego por interfaz *Int* => preveo que el datagrama es la 1º vez que me llega => hago broadcast.
 - Sino => preveo el datagrama no me llega por primera vez => no lo reenvío.

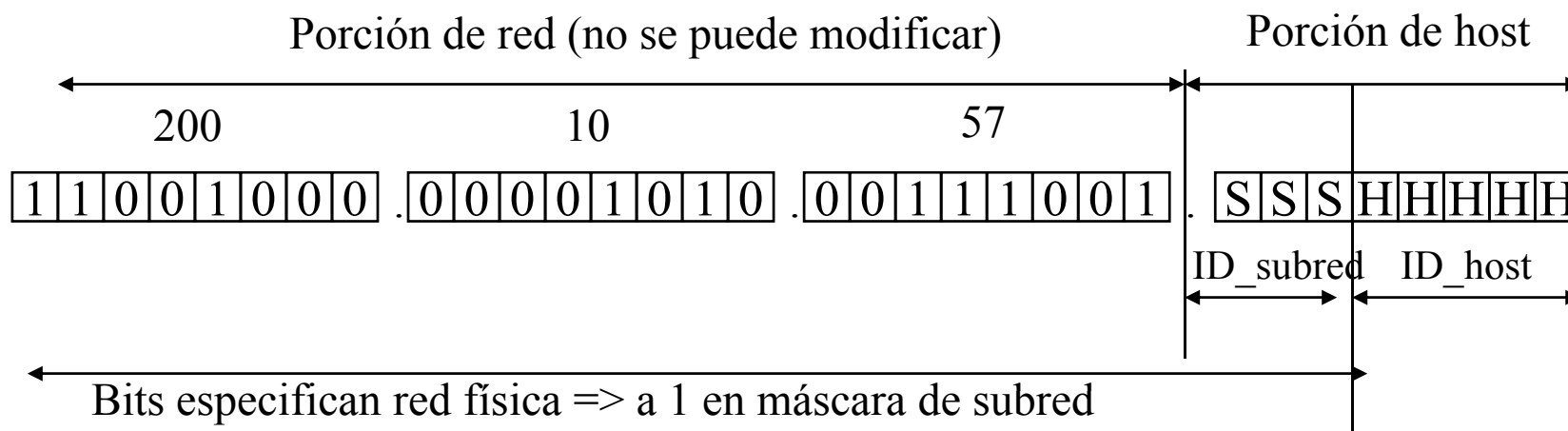
Ejemplo subredes tamaño fijo (I)



- Enunciado:
 - Me proporcionan una dirección de clase C: 200.10.57.0
 - Debo repartirlo en tres redes físicas (tres subredes).
 - Cada una de ellas con al menos 20 hosts (todas las subredes del mismo tamaño).

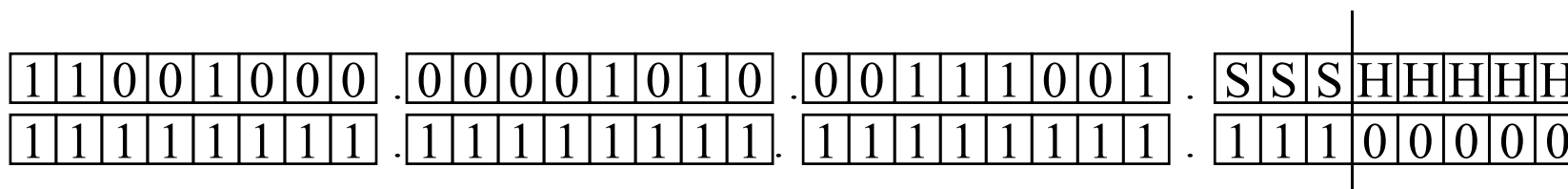
Ejemplo subredes tamaño fijo (II)

1. N° subredes = 3 => n° bits ID de subred = 2 ($2^2 = 4 > 3$) NO!!!
 - Porque la subred con los bits de ID 0s no se puede usar porque provoca que la dirección de red sea igual a la dirección de esta subred.
 - Porque la subred con los bits de ID 1s no se puede usar porque provoca que la dirección de broadcast de red sea igual a la dirección de broadcast de esta subred.
 - Consecuencia: el número de subredes utilizables = $2^{(\text{bits_ID_subred})} - 2$ => con dos bits tengo 4 redes, pero solo 2 utilizables (yo necesito 3)
 - Conclusión: Necesito 3 bits para IP subred, y puedo utilizar $2^3 - 2 = 6 > 3$ subredes => OK
2. => 5 bits para ID host => $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30 > 21$ direcciones utilizables => OK!!



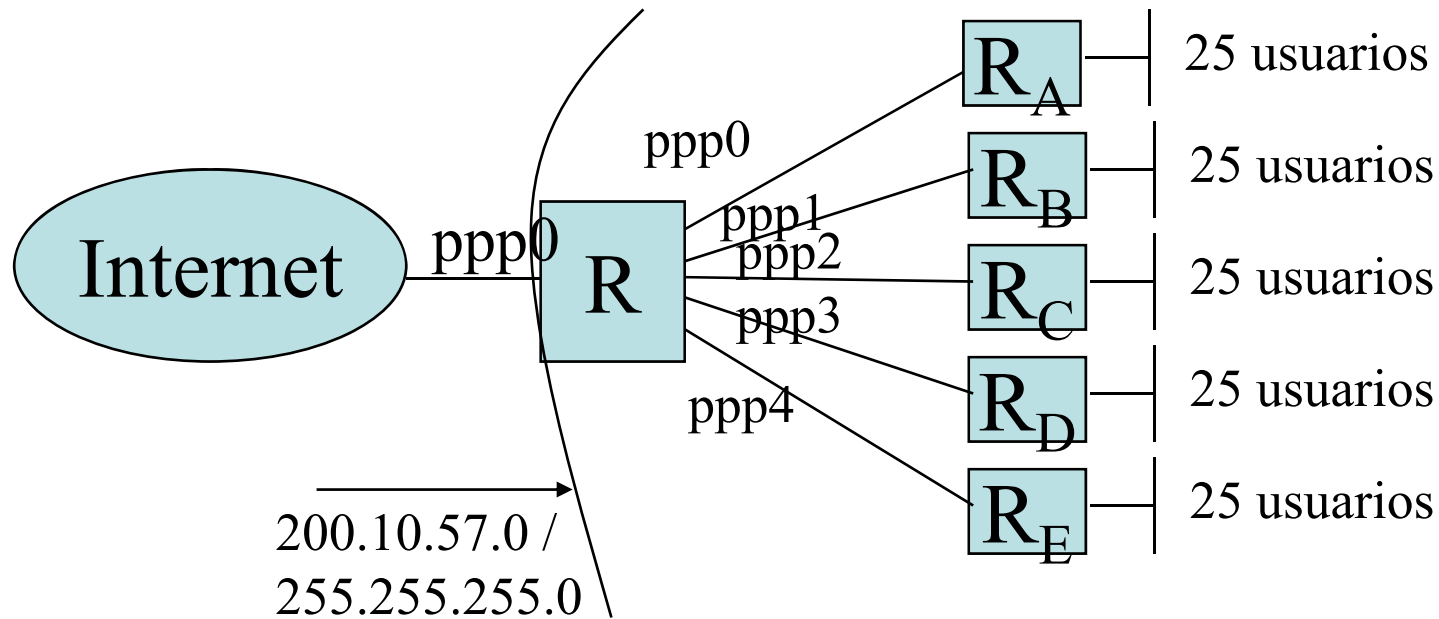
Ejemplo subredes tamaño fijo(III)

ID	Dirección de red	Máscara de subred	Dirección de subred	Intervalo de @ IP de host posibles	Dirección Bcast	Utilizar?
000	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.0	200.10.57.1-30	200.10.57.31	No
001	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.32	200.10.57.33-62	200.10.57.63	Sí
010	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.64	200.10.57.65-94	200.10.57.95	Sí
011	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.96	200.10.57.97-126	200.10.57.127	Sí
100	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.128	200.10.57.129-158	200.10.57.159	Sí
101	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.160	200.10.57.161-190	200.10.57.191	Sí
110	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.196	200.10.57.193-222	200.10.57.223	Sí
111	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.224	200.10.57.225-254	200.10.57.255	No



Máscara de subred (igual en todas las subredes)

Ejemplo subredes tamaño variable (I)



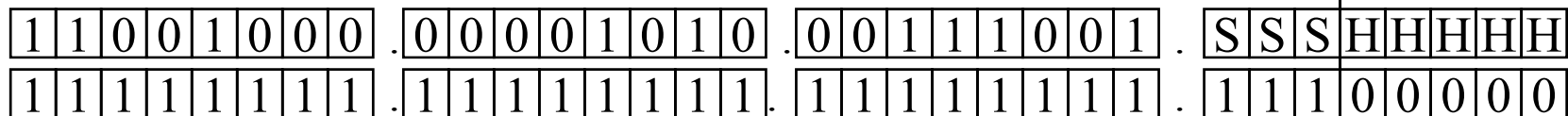
- Asignar direcciones a las interfaces (subredes):
 - 5 subredes para al menos dos direcciones IP asignables
 - 5 subredes para al menos 26 direcciones IP asignables (25 hosts + 1 router)

Ejemplo subredes tamaño variable (II)

1. N° subredes = 10 => n° bits ID de subred = 4 ($2^4 - 2 = 14 > 10$)
2. => 4 bits para elegir host => 14 direcciones IP asignables en cada subred => me llega para las redes punto a punto, no para las Ethernet
 - Conclusión: No se puede resolver con subredes de tamaño fijo.
 - Subredes de tamaño variable (*Variable Length Subnet Mask*):
 - Quizá tampoco tenga solución. Se debe seguir un proceso:
 1. Ordenar las subredes por tamaño (más direcciones IP necesarias primero).
 2. Repartir en subredes de tamaño mayor
 - $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30 > 25$ necesarios 5 bits para porción de host
 - => 3 bits para ID de subred ($2^3 - 2 = 6$ subredes disponibles)
 3. ¿Quedan subredes de tamaño mayor sin utilizar? => Utilizar esos rangos de direcciones para crear subredes de tamaño menor.

Ejemplo subredes tamaño variable (III)

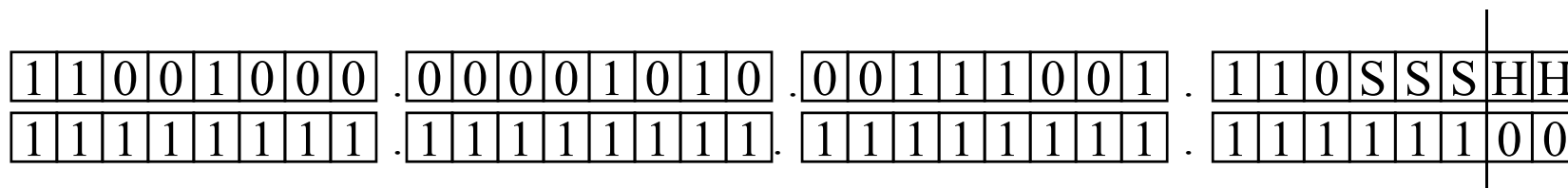
ID	Dirección de red	Máscara de subred	Dirección de subred	Intervalo de @ IP de host posibles	Dirección Bcast	Utiliza r?
000	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.0	200.10.57.1-30	200.10.57.31	No
001	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.32	200.10.57.33-62	200.10.57.63	LAN1
010	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.64	200.10.57.65-94	200.10.57.95	LAN2
011	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.96	200.10.57.97-126	200.10.57.127	LAN3
100	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.128	200.10.57.129-158	200.10.57.159	LAN4
101	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.160	200.10.57.161-190	200.10.57.191	LAN5
110	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.192	200.10.57.193-222	200.10.57.223	Libre
111	200.10.57.0	255.255.255.224	200.10.57.224	200.10.57.225-254	200.10.57.255	No



Máscara de subred (igual en todas las subredes de LAN)

Ejemplo subredes tamaño variable (IV)

ID	Dirección de red	Máscara de subred	Dirección de subred	Intervalo de @ IP de host posibles	Dirección Bcast	Utilizar?
110000	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.192	200.10.57.193-194	200.10.57.195	PPP1
110001	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.196	200.10.57.197-198	200.10.57.199	PPP2
110010	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.200	200.10.57.201-202	200.10.57.203	PPP3
110011	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.204	200.10.57.205-206	200.10.57.207	PPP4
110100	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.208	200.10.57.209-210	200.10.57.211	PPP5
110101	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.212	200.10.57.213-214	200.10.57.215	Libre
110110	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.216	200.10.57.217-218	200.10.57.219	Libre
110111	200.10.57.0	255.255.255.252	200.10.57.220	200.10.57.221-222	200.10.57.223	Libre



Máscara de subred (igual en todas las subredes de PPP)

Bibliografía recomendada

- Douglas E. Comer, "Internetworking with TCP/IP Vol. 1: Principles, Protocols, and Architecture. 5th Edition", Prentice Hall 2006.
 - Capítulo 9: *Classless and Subnet Address Extensions (CIDR)*.
- RFC 950: Internet Standard Subnetting Procedure
- RFC 932: A subnetwork Addressing Scheme