

7.1.1.1 Principios de división en subredes

La división en subredes permite la creación de varias redes lógicas a partir de una dirección única de red. Dado un único bloque de direcciones, es posible la creación de subredes por medio de direcciones lógicas.

Los nodos de los enrutadores, puerta de enlace predeterminada (gateway), pertenecen a la subred a la cual están conectados.

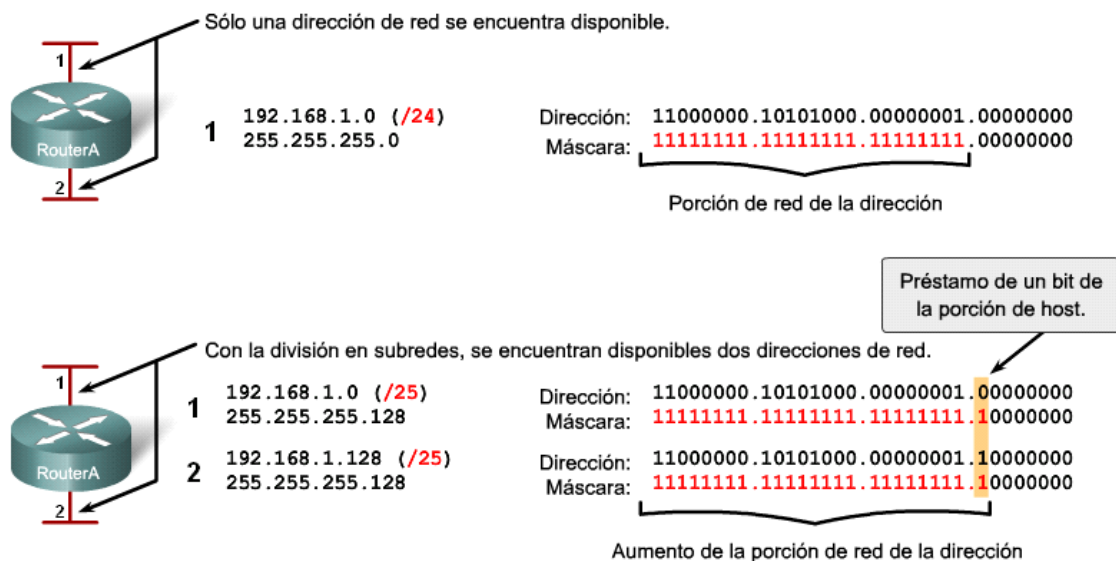
Para la creación de subredes se utilizan los bits de la porción de host y se agregan a la porción de red. Esto implica un cambio del valor de la máscara asignada a la dirección.

Por cada bits que se utilice para la porción de red se duplica la cantidad de subredes y se reduce en la mitad la cantidad de host disponible en cada subred.

Calculo de las subredes: si se adicionan n bits para la red, la cantidad de subredes configurables será 2^n .

Calculo de la cantidad de hosts en cada subred: para una cantidad de m bits disponible para la porción de host, se podrá configurar $2^m - 2$ hosts en cada subred.

Préstamo de bits para las subredes



6.1.1.2 Principios de división en subredes

El enrutador A en la figura posee dos interfaces para interconectar dos redes. Dado un bloque de direcciones 192.168.1.0 /24, se crearán dos subredes. Se toma prestado un bit de la porción de host utilizando una máscara de subred 255.255.255.128, en lugar de la máscara original 255.255.255.0. El bit más significativo del último octeto se usa para diferenciar dos subredes. Para una de las subredes, este bit es "0" y para la otra subred, este bit es "1".

Calculo de subredes

Se usa la expresión 2^n , donde n es la cantidad de bits prestados de los host para asignarlo al número de subredes. En este ejemplo $n=1$.

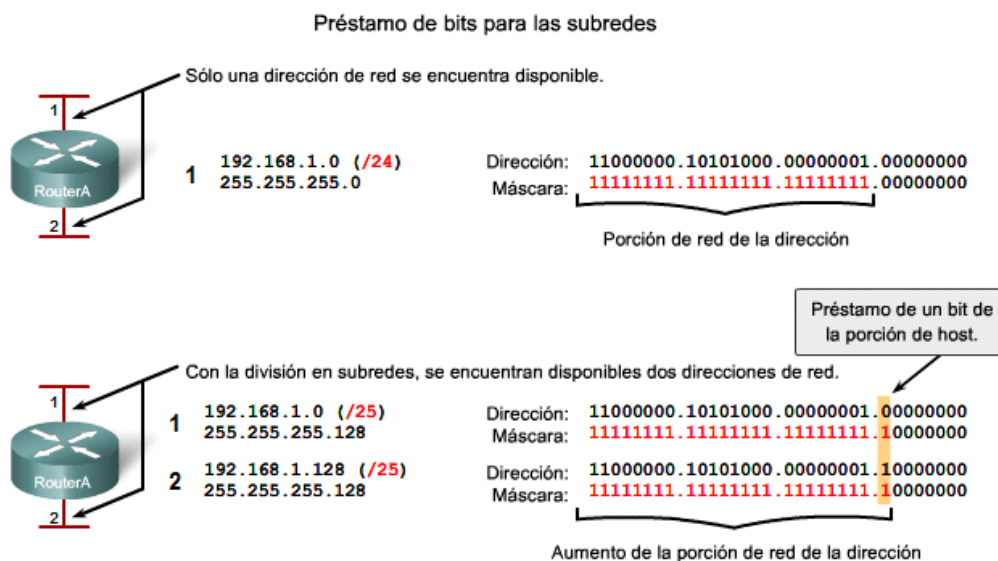
Calculo del número de hosts

Se usa la expresión $2^m - 2$, donde m representa la cantidad de bits disponibles para los hosts en cada subred. En este ejemplo $m=7$.

Los valores del último octeto son:

00000000 : 0

10000000 : 128



7.1.1.3 Principios de división

Por cada bit prestado que se tome de la porción de host, se duplica la cantidad de redes configurables.

Por cada bit prestado que tome de la porción de host, se reduce en la mitad la cantidad de host configurable en cada una de las subredes.

A continuación se tiene el esquema de direccionamiento correspondiente al ejemplo anterior.

Esquema de direccionamiento: Ejemplo de 2 redes

Subred	Dirección de red	Rango de host	Dirección de broadcast
0	192.168.1.0/25	192.168.1.1 - 192.168.1.126	192.168.1.127
1	192.168.1.128/25	192.168.1.129 - 192.168.1.254	192.168.1.255

7.1.1.4 Principios de división en subredes

Ejemplo con tres subredes: se tiene la misma dirección original 192.168.1.0 /24, la máscara tiene el valor de 255.255.255.0.

Se toman prestados dos bits de la porción de host. La máscara tiene el valor de 255.255.255.192

Cálculo de la cantidad de subredes: hasta $2^2 = 4$ subredes.

Cálculo de la cantidad de hosts en cada subred: hasta $2^6 - 2 = 62$ hosts.

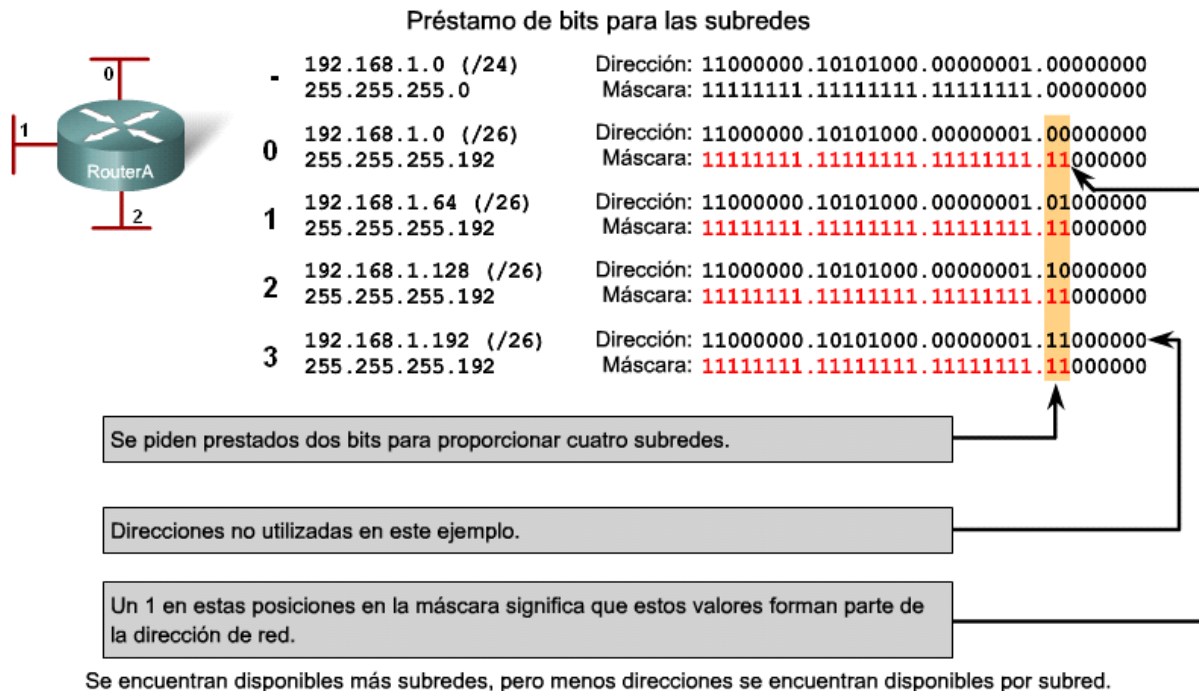
Direcciones de red de cada una de las subredes: en el último octeto.

Subred 0: 0 ; 00000000.

Subred 1: 1 ; 01000000.

Subred 2: 2 ; 10000000.

Subred 3: 3 ; 11000000.



Esquema de direccionamiento: Ejemplo de 4 redes

Subred	Dirección de red	Rango de host	Dirección de broadcast
0	192.168.1.0/26	192.168.1.1 - 192.168.1.62	192.168.1.63
1	192.168.1.64/26	192.168.1.65 - 192.168.1.126	192.168.1.127
2	192.168.1.128/26	192.168.1.129 - 192.168.1.190	192.168.1.191
3	192.168.1.192/26	192.168.1.193 - 192.168.1.254	192.168.1.255

7.1.1.5 Principios de división en subredes

Ejemplo con seis subredes: una red compuesta por cinco LAN y una WAN.

La dirección principal asignadas 192.168.1.0 / 24, máscara 255.255.255.0.

Calculo de las subredes: para seis subredes, se deben usar tres bits, esto permite hasta ocho subredes. La máscara tiene el valor de 255.255.255.224.

Calculo de la cantidad hosts en cada subred: se dispone de cinco bits, esto permite hasta 30 hosts en cada subred.

Se realizan los cálculos en el último octeto.

Para la subred 0: 00000000.

Para la subred 1: 00100000.

Para la subred 2: 01000000.

Para la subred 3: 01100000.

Para la subred 4: 10000000.

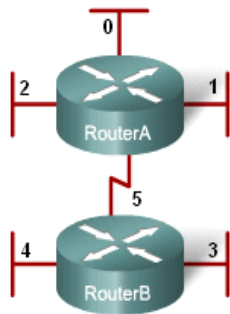
Para la subred 5: 10100000.

Para la subred 6: 11000000.

Préstamo de bits para las subredes

Comience con esta dirección	-	192.168.1.0 (/24)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.00000000
		255.255.255.0	Máscara:	11111111.11111111.11111111.00000000
Forme 8 subredes	0	192.168.1.0 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.00000000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000
	1	192.168.1.32 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.00100000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000
	2	192.168.1.64 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.01000000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000
	3	192.168.1.96 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.01100000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000
	4	192.168.1.128 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.10000000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000
	5	192.168.1.160 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.10100000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000
	6	192.168.1.192 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.11000000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000
	7	192.168.1.224 (/27)	Dirección:	11000000.10101000.00000001.11100000
		255.255.255.224	Máscara:	11111111.11111111.11111111.11100000

Se piden prestados tres bits para proporcionar ocho subredes.



7.1.1.6 Principios de división en subredes

Esquema de direccionamiento.

Esquema de direccionamiento: Ejemplo de 6 redes

Subred	Dirección de red	Rango de host	Dirección de broadcast
0	192.168.1.0/27	192.168.1.1 – 192.168.1.30	192.168.1.31
1	192.168.1.32/27	192.168.1.33 – 192.168.1.62	192.168.1.63
2	192.168.1.64/27	192.168.1.65 – 192.168.1.94	192.168.1.95
3	192.168.1.96/27	192.168.1.97 – 192.168.1.126	192.168.1.127
4	192.168.1.128/27	192.168.1.129 – 192.168.1.158	192.168.1.159
5	192.168.1.160/27	192.168.1.161 – 192.168.1.190	192.168.1.191
6	192.168.1.192/27	192.168.1.193 – 192.168.1.222	192.168.1.223
7	192.168.1.224/27	192.168.1.225 – 192.168.1.254	192.168.1.255

7.1.1.7 Enrutamiento hacia las subredes.

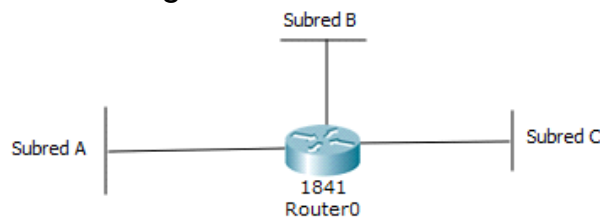
El enrutador contiene una tabla de enrutamiento hacia cada una de las subredes con la cual tiene conexión directa. Alguno de los campos de la tabla de enrutamiento contiene la siguiente información relacionada con las subredes conectadas directamente: dirección IP de la subred de destino, máscara de subred de destino, puerto de entrada y salida de la subred de destino.

El enrutador establece la ruta directa del tráfico terminal hacia cualquiera de los puertos.

El tráfico terminal finaliza en una de las subredes contiguas, si la subred de destino se encuentra a un solo salto de la red de origen de la información.

No se requiere la elaboración de ninguna tabla de enrutamiento para el tráfico iniciado en una subred y el cual finaliza en otra subred del mismo enrutador.

El enrutador reconoce y enruta directamente el tráfico terminal de un salto hacia la correspondiente subred contigua.



7.1.1.8 Enrutamiento hacia las subredes

Para el enrutamiento estático, es necesario la elaboración de una tabla de enrutamiento si la subred de destino se encuentra a una distancia mayor que un salto con relación a la subred de origen.

La tabla del enrutador define el enrutamiento hacia una subred de destino con su correspondiente máscara de subred de destino.

En el caso del tráfico en la subred A, entrante al enrutador Router0, con destino a la subred C, es necesario completar la tabla de enrutamiento en el cual se especifica la dirección IP del siguiente salto, ubicada en la subred B, en el enrutador Router1.

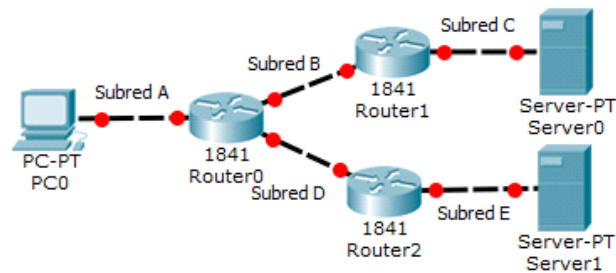


Tabla estática en el enrutador Router0.

GLOBAL	
Settings	
Algorithm Settings	
ROUTING	
Static	
RIP	
SWITCHING	
VLAN Database	
INTERFACE	
FastEthernet0/0	
FastEthernet0/1	
Ethernet0/0/0	

Static Routes

Network: Dirección IP de la subred de destino

Mask: Máscara de la subred de destino

Next Hop: Dirección IP de la interfaz contigua del enrutador vecino

Add

Network Address

Remove

7.1.2.1 División en subredes. División en redes del tamaño adecuado

Cada red en una interred esta limita a incluir una cantidad limitada de hosts.

Algunas redes como cada enlace WAN requiere solamente dos direcciones IP. Otras redes requieren una cantidad considerable de hosts. El diseño de una red debe considerar estos casos y la ampliación de la red.

Determinación de la cantidad total de equipos configurables en una empresa

En la inter-red corporativa deben ser incluidos todos los hosts, impresoras, servidores, enlaces WAN y equipos de acceso a la red en la empresa.

Determinación de la cantidad y el tamaño de las subredes

Se debe conocer la cantidad y el tamaño de cada una de las subredes con los grupos comunes de hosts.

Se divide la red en subredes para superar los problemas de ubicación, tamaño y control.

A continuación se diseña el plan de direccionamiento de toda la red fundamentada en:

- Agrupación basada en la ubicación geográfica común.
- Agrupación de hosts utilizados para propósitos específicos.
- Agrupación basada en la propiedad.

Cada enlace WAN es una subred que enlaza diferentes ubicaciones geográficas.

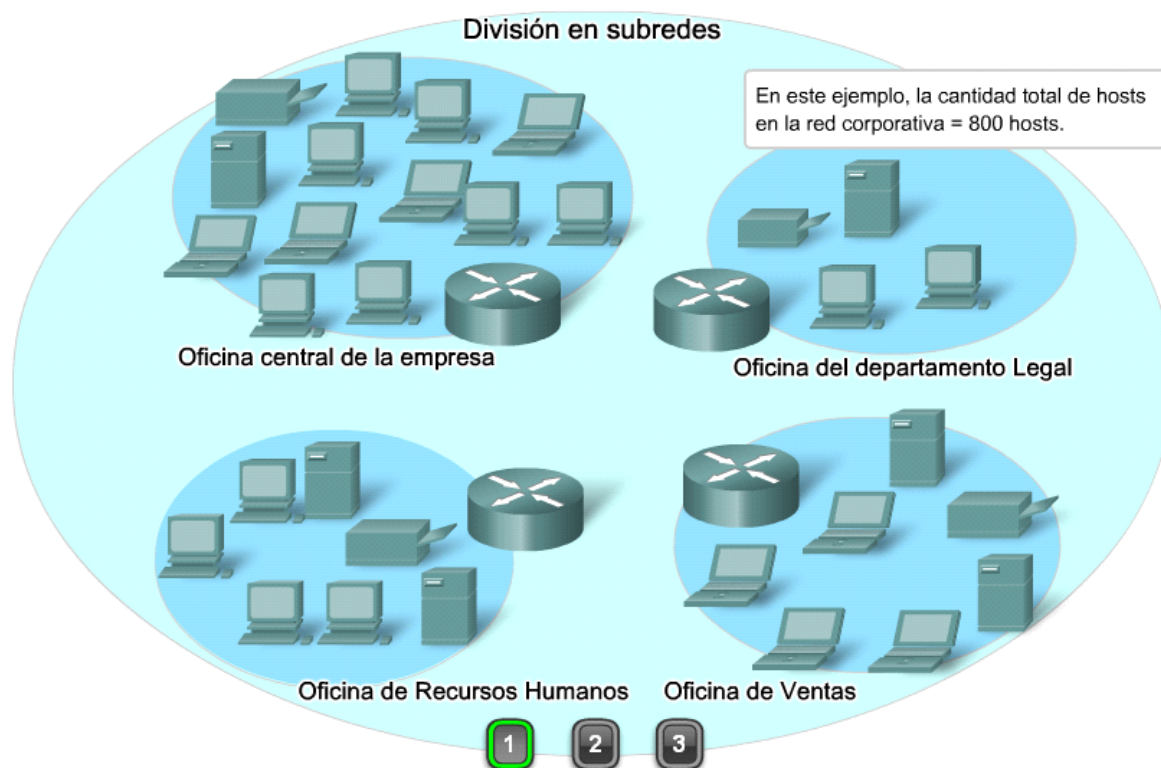
En algunos casos es necesario la creación de diferentes subredes en las localizaciones de alta densidad de usuarios debido a

- Usuarios que tienen un clase de tráfico común.
- Requerimientos de seguridad de acceso a una subred perteneciente a una determinada dependencia.
- Subredes para un grupo de servidores.

Elija un bloque de direcciones que permita alojar a la cantidad total de hosts.

Determine la cantidad de subredes y la cantidad de direcciones requeridas en cada red.

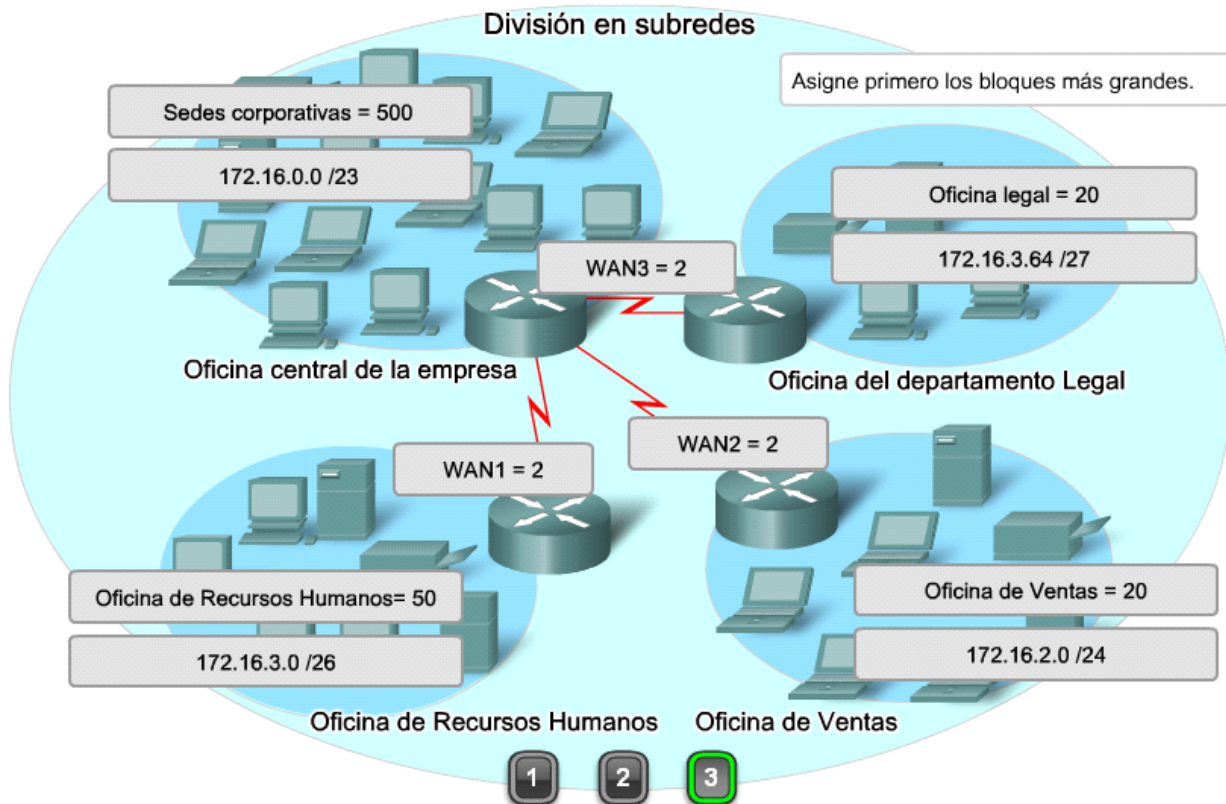
Ejemplo: la cantidad total de hosts es 800 incluyendo los servidores y los enlaces WAN. La dirección seleccionada 172.16.0.0 / 22 permite hasta 1024 direcciones. Se tienen 1022 direcciones para los hosts.



7.1.2.2 División en subredes. División en redes del tamaño adecuado

La asignación de direcciones se comienza por las redes que requieren mayor cantidad de usuarios. Luego en orden decreciente hasta llegar a los enlaces WAN.

El plan de asignación debe prever el crecimiento de cada una de las redes con hosts. Debe ser evitado la superposición de direcciones.



7.1.2.3 División en subredes con el números de hosts adecuado

La dirección principal asignada es 172.16.0.0 /22.

Se toman bits de la porción de host para la ampliación de la porción de red y creación de las subredes. Las subredes deben ser clasificadas en orden decreciente con relación al número de hosts. Por cada bit que se presta de la porción de host, se duplica el número de subredes y el número de host se reduce en la mitad en cada red.

Es necesario la implementación de una tabla que contenga el número máximo de direcciones configurables relacionada con la dirección IP principal asignada y el número de hosts en cada una de las subredes existentes.

Los números de hosts correspondientes a la dirección principal IP y a las direcciones IP de las subredes deben ser ubicadas en diferentes columnas. Es necesario la especificación del prefijo de red o máscara de subred en cada una de las columnas que contengan los rangos de las direcciones IP.

En la primera columna se ubica la dirección principal IP, en la cual se especifica el prefijo de red. En las restantes columnas alineadas con la primera se ubican las direcciones IP de cada una de las subredes, la cual contiene el rango de direcciones IP que ocupa y el prefijo de red asignado.

Se debe evitar la duplicación de direcciones en cada una de las subredes.

7.1.2.4 División en subredes. División en redes del tamaño adecuado

IP asignada	Of. Central	Rec. Hum.	Of. Legal	Of. Ventas	WAN1	WAN2	WAN3	Disponibles
/22	/23; 500 hosts	/26;50 hosts	/27;20 hosts	/27;20 hosts	/30; 2 dir.	/30; 2 dir.	/30; 2 dir.	
172.16.0.0	172.16.0.0							
.	.							
.	172.16.1.255							
.		172.16.2.0						
.		.						
.		172.16.2.63						
.			172.16.2.64					
.			.					
.			172.16.2.95					
.				172.16.2.96				
.				.				
.				172.16.2.127				
.					172.16.2.128			
.					.			
.					172.16.2.131			
.						172.16.2.132		
.						.		
.						172.16.2.135		
.							172.16.2.136	
.							.	
.							172.16.2.139	
.								172.16.2.140
.								.
172.16.3.255								172.16.3.255

7.1.3.1 División en subredes: división de una subred

La subdivisión de una subred o el uso de una máscara de longitud variable permite VLSM permite maximizar la eficiencia del direccionamiento de una red.

Algunas subredes conectadas a una LAN tienen numerosos hosts y algunas subredes conectadas a una WAN tienen solamente dos direcciones.

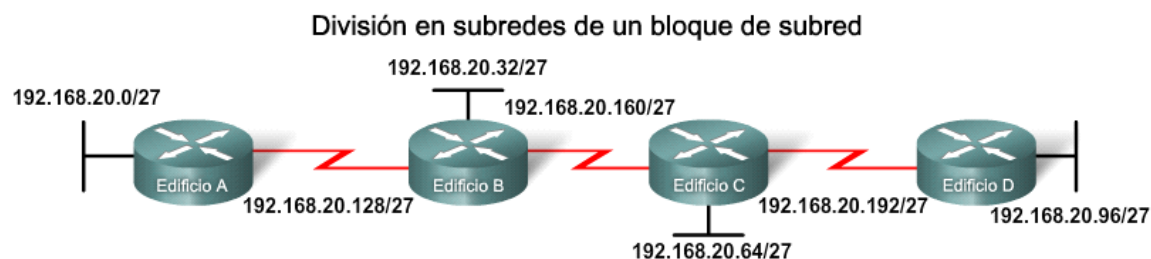
En el direccionamiento con clase existe desperdicio de direcciones IP las cuales no pueden ser asignadas en otras redes.

La dirección IP original asignada a un subcriptor es 192.168.20.0/24

Con la dirección 192.168.20.0 /27 es posible la implementación de ocho subredes como indica la tabla.

Estos bits son bits que se toman prestados al cambiar la máscara de subred correspondiente por números "1" para indicar que estos bits ahora se usan como bits de red. Entonces, el último octeto de la máscara se representa en binario con 11100000, que es 224. La nueva máscara 255.255.255.224 se representa mediante la notación /27 para representar un total de 27 bits para la máscara.

En binario, esta máscara de subred se representa como: 11111111.11111111.11111111.11100000



Número de subred	Dirección de subred
Subred 0	192.168.20.0/27
Subred 1	192.168.20.32/27
Subred 2	192.168.20.64/27
Subred 3	192.168.20.96/27
Subred 4	192.168.20.128/27
Subred 5	192.168.20.160/27
Subred 6	192.168.20.192/27
Subred 7	192.168.20.224/27

7.1.3.2 División en subredes: subdivisión de una subred

En cada subred con direccionamiento con clase se tendrían 32 direcciones.

Existe pérdida de direcciones en las redes WAN, la cuales ocupan solamente dos direcciones cada una.

Es posible el uso de una mascara de longitud variable VLSM la cual permite subdividir una subred.

Dirección: 192.168.20.192

En binario: 11000000.10101000.00010100.11000000

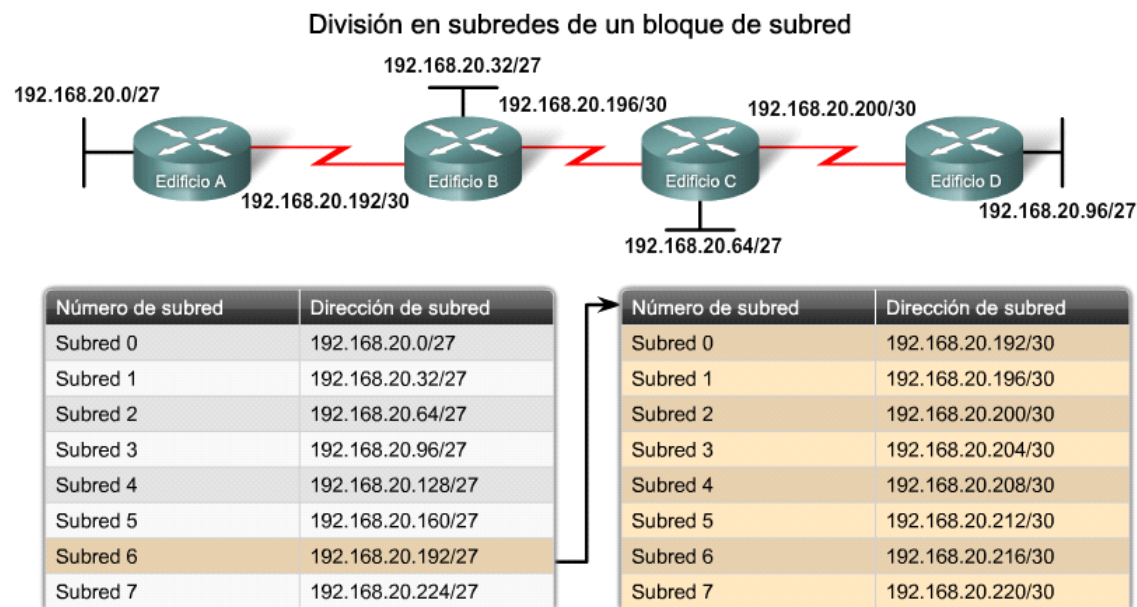
Máscara: 255.255.255.252

30 bits en binario: 11111111.11111111.11111111.11111100

Luego de tomar prestado tres de los bits de host para usar como bits de red, quedan cinco bits de host.

Estos cinco bits permitirán más de 30 hosts por subred.

A pesar de que se ha cumplido la tarea de dividir la red en una cantidad adecuada de redes, esto se hizo mediante la pérdida significativa de direcciones no utilizadas. Por ejemplo: sólo se necesitan dos direcciones en cada subred para los enlaces WAN. Hay 28 direcciones no utilizadas en cada una de las tres subredes WAN que han sido bloqueadas en estos bloques de direcciones. Además, de esta forma se limita el crecimiento futuro al reducir el número total de subredes disponibles. Este uso ineficiente de direcciones es característico del direccionamiento con clase.



7.1.3.3 División en subredes: subdivisión de una subred

Estaciones con requerimientos diferentes con relación a la cantidad de hosts.

AtlantaHQ 58 direcciones hosts

PerthHQ 26 direcciones host

SydneyHQ 10 direcciones host

CorpusHQ 10 direcciones host

Enlaces WAN 2 direcciones host (cada uno)

Dirección IP asignada: 192.168.15.0 /24

Por lo tanto, con el bloque de direcciones 192.168.15.0 /24 se comenzará a diseñar un esquema de direccionamiento que cumpla los requisitos y guarde posibles direcciones.

Al crear un esquema de direccionamiento adecuado, siempre se comienza con la mayor demanda. En este caso, AtlantaHQ, con 58 usuarios, tiene la mayor demanda. A partir de 192.168.15.0, se precisarán 6 bits de host para incluir la demanda de 58 hosts; esto deja 2 bits adicionales para la porción de red. El prefijo para esta red sería /26 y la máscara de subred, 255.255.255.192.

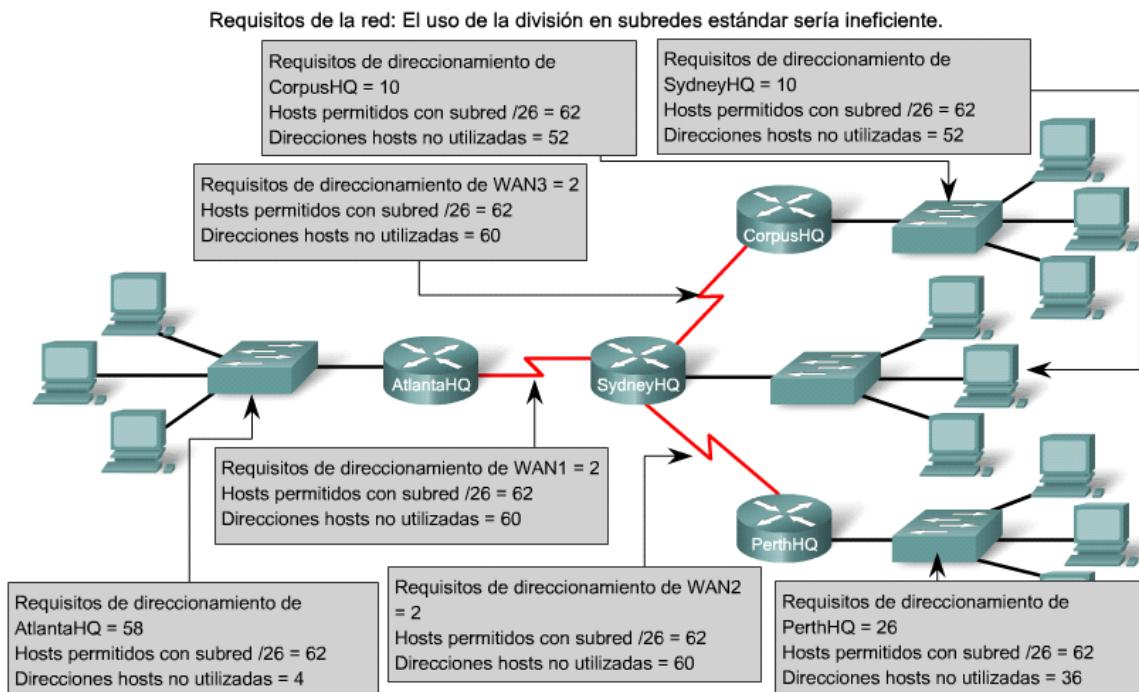
Comencemos por dividir en subredes el bloque original de direcciones 192.168.15.0 /24. Al usar la fórmula de hosts utilizables = $2^n - 2$, se calcula que 6 bits de host permiten 62 hosts en la subred. Los 62 hosts proporcionarían los 58 hosts requeridos del router de la compañía AtlantaHQ.

Dirección: 192.168.15.0

En binario: 11000000.10101000.00001111.00000000

Máscara: 255.255.255.192

26 bits en binario: 11111111.11111111.11111111.11000000



7.1.3.4 División en subredes: subdivisión de una subred

Comencemos por dividir en subredes el bloque original de direcciones 192.168.15.0 /24. Al usar la fórmula de hosts utilizables = $2^n - 2$, se calcula que 6 bits de host permiten 62 hosts en la subred. Los 62 hosts proporcionarían los 58 hosts requeridos del router de la compañía AtlantaHQ.

Dirección: 192.168.15.0

En binario: 11000000.10101000.00001111.00000000

Máscara: 255.255.255.192

26 bits en binario: 11111111.11111111.11111111.11000000

Requisitos de la red: El uso de la división en subredes estándar sería ineficiente.

	Requisitos actuales	Total de direcciones desperdiciadas
AtlantaHQ	58 direcciones host	4 direcciones
PerthHQ	26 direcciones host	36 direcciones
SydneyHQ	10 direcciones host	52 direcciones
CorpusHQ	10 direcciones host	52 direcciones
Enlaces WAN	2 direcciones host (cada uno)	60 direcciones

7.1.3.5 División en subredes: subdivisión de una red

Las redes son clasificadas conforme a la cantidad de host requeridas en orden descendente. Se empieza por las redes de mayor demanda.

Asignación de la LAN a AtlantaHQ

Se prestan dos bits de la porción de host.

Se requiere el uso de seis bits para la configuración de los 58 hosts.

Se usa el prefijo de red /26; máscara 255.255.255.192.

Subred 0: 192.168.15.0 / 26, rango de direcciones desde el 1 hasta el 62.

Subred 1: 192.168.15.64 / 26 rango de direcciones desde el 65 hasta el 126.

Subred 2: 192.168.15.128 / 26 rango de direcciones desde el 129 hasta el 189.

Subred 3: 192.168.15.192 / 26 rango de direcciones desde el 192 hasta el 254.

Se tendrían cuatro bloques de direcciones para cuatro subredes, no sería suficiente para cada una de las conexiones.

Asignación de la LAN a PerthHQ

Se presta un bit adicional de la porción de host.

Se requiere la implementación de 26 hosts. Se debe usar la siguiente dirección disponible.

Para 26 hosts se requiere el uso de cinco bits. Se usa el prefijo /27; máscara 255.255.255.224

Se usa la dirección 192.168.15.64 / 27. El rango de direcciones para los hosts está comprendido desde el 65 hasta el 94.

Direcciones que requieren un nombre	Dirección de subred	Rango de dirección	Dirección de broadcast	Red/prefijo
AtlantaHQ - 58	192.168.15.0	.1 - .62	.63	192.168.15.0 /26
PerthHQ - 26	192.168.15.64	.65 - .94	.95	192.168.15.64 /27
SydneyHQ - 10	192.168.15.96	.97 - .110	.111	192.168.15.96 /28
CorpusHQ - 10				
WAN1 - 2				
WAN2 - 2				
WAN3 - 2				

Utilice la próxima dirección disponible .96 para calcular una subred para el requisito de SydneyHQ de 10 hosts.

Asignación de las LAN a SydneyHQ y CorpusHQ

Se presta un bit adicional de la porción de host.

Cada una de estas redes requiere diez hosts configurables.

Se requiere el uso del prefijo /28, máscara 222.255.255.240

A partir de la dirección 192.168.15.96 se usan las siguientes direcciones
Subred 0: 192.168.15.96 / 28 rango de direcciones desde 97 hasta 110.
Subred 1: 192.168.15.112 / 28 rango de direcciones desde 113 hasta 126.

Asignación a las WAN

Cada una de las WAN usa solamente dos direcciones.

Se usa el prefijo /30; máscara 255.255.255.252

Se usan los valores consecutivos. Las direcciones disponibles son:

Subred 0: 192.168.15.128 / 30 rango de direcciones desde 129 hasta 130.

Subred 1: 192.168.15.132 / 30 rango de direcciones desde 133 hasta 134.

Subred 2: 192.168.15.136 / 30 rango de direcciones desde 137 hasta 138.

7.1.3.6 División en subredes: subdivisión de una subred

Asignación de las LAN a SydneyHQ y CorpusHQ

Se presta un bit adicional de la porción de host.

Cada una de estas redes requiere diez hosts configurables.

Se requiere el uso del prefijo /28, máscara 222.255.255.240

A partir de la dirección 192.168.15.96 se usan las siguientes direcciones

Subred 0: 192.168.15.96 / 28 rango de direcciones desde 97 hasta 110.

Subred 1: 192.168.15.112 / 28 rango de direcciones desde 113 hasta 126.

Asignación a las WAN

Cada una de las WAN usa solamente dos direcciones.

Se usa el prefijo /30; máscara 255.255.255.252

Se usan los valores consecutivos. Las direcciones disponibles son:

Subred 0: 192.168.15.128 / 30 rango de direcciones desde 129 hasta 130.

Subred 1: 192.168.15.132 / 30 rango de direcciones desde 133 hasta 134.

Subred 2: 192.168.15.136 / 30 rango de direcciones desde 137 hasta 138.

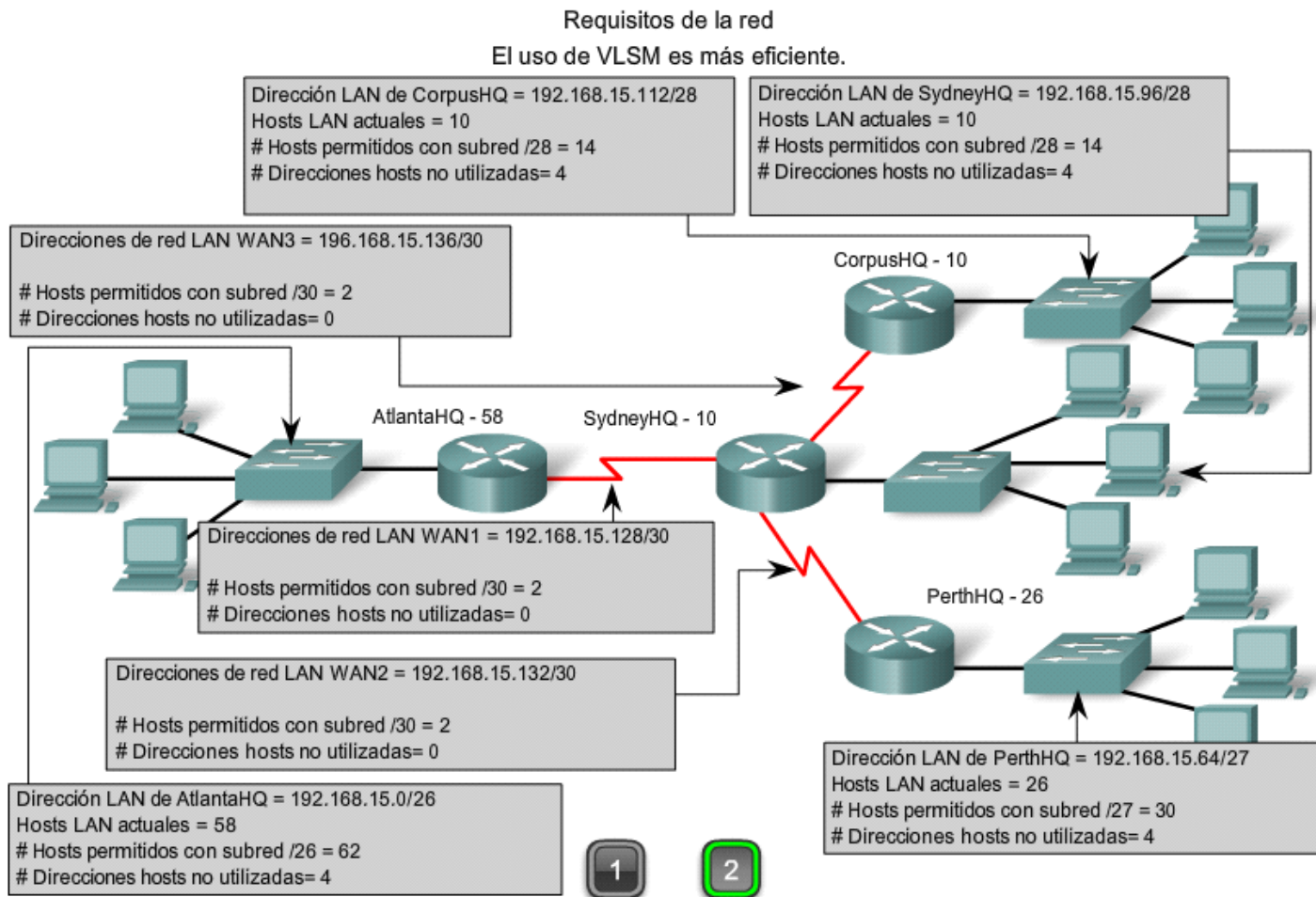
Requisitos de la red

El uso de VLSM es más eficiente.

Direcciones que requieren un nombre	Dirección de subred	Rango de dirección	Dirección de broadcast	Red/prefijo
AtlantaHQ - 58	192.168.15.0	.1-.62	.63	192.168.15.0/26
PerthHQ - 26	192.168.15.64	.65-.94	.95	192.168.15.64/27
SydneyHQ - 10	192.168.15.96	.97-.110	.111	192.168.15.96/28
CorpusHQ - 10	192.168.15.112	.113-.126	.127	192.168.15.112/28
WAN1 - 2	192.168.15.128	.129-.130	.131	192.168.15.128/30
WAN2 - 2	192.168.15.132	.133-.134	.135	192.168.15.132/30
WAN3 - 2	192.168.15.136	.137-.138	.139	192.168.15.136/30

7.1.3.7 División en subredes: subdivisión de una subred

Resultado de la división con VLSM.



7.1.4 Determinación de la dirección de red

Dada la dirección de IP host y la máscara de subred, ingrese la dirección de red en binario y en decimal.

Dirección host	10	197	98	64
Máscara de subred	255	255	252	0
Dirección host en binario	00001010	11000101	01100010	01000000
Máscara de subred en binario	11111111	11111111	11111100	00000000
Dirección de red en binario				
Dirección de red en decimal				

Solución.

Dirección host	10	197	98	64
Máscara de subred	255	255	252	0
Dirección host en binario	00001010	11000101	01100010	01000000
Máscara de subred en binario	11111111	11111111	11111100	00000000
Dirección de red en binario	00001010	11000101	01100000	00000000
Dirección de red en decimal	10	197	96	0

7.1.5 Cálculo de la cantidad de hosts.

Dada la dirección de red y la máscara de subred, calcule la cantidad de host posibles.

Dirección de red	10	0	0	0
Máscara de subred	255	255	240	0
Dirección de red en binario	00001010	00000000	00000000	00000000
Máscara de subred en binario	11111111	11111111	11110000	00000000
Cantidad de hosts	<input type="text"/>			

Solución:

Dirección de red	10	0	0	0
Máscara de subred	255	255	240	0
Dirección de red en binario	00001010	00000000	00000000	00000000
Máscara de subred en binario	11111111	11111111	11110000	00000000
Cantidad de hosts	4094			

7.1.6 Determinación de direcciones válidas para hosts

Dada la dirección de red y la máscara de subred, calcule el rango de direcciones para los hosts, la dirección de difusión (broadcast) y la siguiente dirección de red consecutiva.

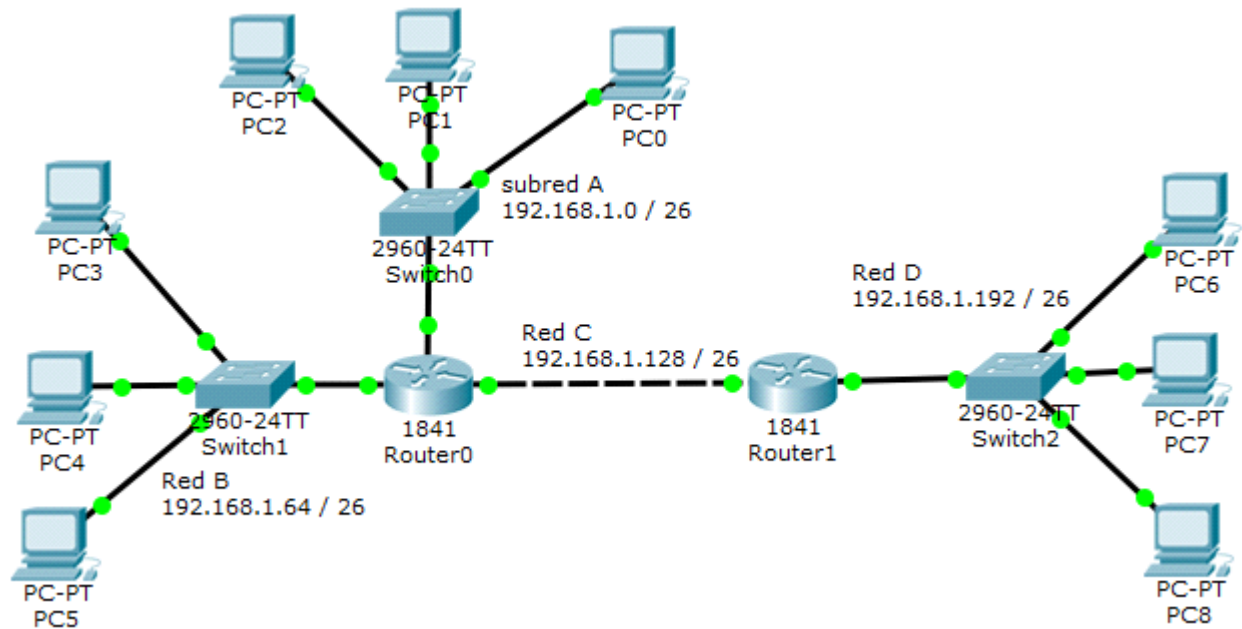
Dirección de red en formato decimal	10	47	208	0
Máscara de subred en formato decimal	255	255	254	0
Dirección de red en formato binario	00001010	00101111	11010000	00000000
Máscara de subred en formato binario	11111111	11111111	11111110	00000000
Primer dirección IP de host utilizable en formato decimal	1er octeto	2do octeto	3er octeto	4to octeto
Última dirección IP de host utilizable en formato decimal	1er octeto	2do octeto	3er octeto	4to octeto
Dirección de broadcast en formato decimal	1er octeto	2do octeto	3er octeto	4to octeto
Siguiente dirección de red en formato decimal	1er octeto	2do octeto	3er octeto	4to octeto

Solución:

Dirección de red en formato decimal	10	47	208	0
Máscara de subred en formato decimal	255	255	254	0
Dirección de red en formato binario	00001010	00101111	11010000	00000000
Máscara de subred en formato binario	11111111	11111111	11111110	00000000
Primer dirección IP de host utilizable en formato decimal	10	47	208	1
Última dirección IP de host utilizable en formato decimal	10	47	209	254
Dirección de broadcast en formato decimal	10	47	209	255
Siguiente dirección de red en formato decimal	10	47	210	0

7.1.7 Tráfico de broadcast en una subred

Es posible el tráfico de broadcast en una subred.
Broadcast limitado: difusión dentro de una subred.
Broadcast dirigido: difusión hacia otra subred.
Es posible la difusión a la dirección de red.



7.2.1.1 ICMPv4 - Mensajes de control y error

IPv4 no es un protocolo confiable, sin embargo proporciona el envío de mensajes de error al originador en caso que el paquete no pueda avanzar en cualquier punto de la red hacia su destino. Estos mensajes de servicios pertenecen al protocolo ICMP, Protocolo de Internet de Control de Mensajes, el cual funciona en la capa red de red.

Un mensaje del protocolo ICMP puede ser originado como una

- Solicitud para verificar el funcionamiento de una red o de una conexión entre hosts a través de múltiples redes.
- Respuesta de un host o un equipo intermedio de comunicación el cual reporta una posible condición adversa de funcionamiento o dificultad para que el paquete sea entregado al host de destino.

Los tipos de mensajes de ICMP y los motivos de envío de este son varios, algunos de ellos son:

- Host no alcanzable.
- Red no alcanzable.
- Puerto de destino no configurado.
- Puerto de destino restringido
- Tiempo superado.
- Re-direccionamiento de la ruta.
- Disminución de velocidad en origen.

7.2.1.2 ICMPv4 - Ubicación del mensaje ICMP

Es un protocolo de la Capa de Red.
Un paquete IP consta de una cabecera compuesta por 20 octetos.
El mensaje ICMP se propaga a través de la red en la porción de datos del paquete.

Cabecera IP	20 octetos
Datos	Variable

Bits 0 - 7	Bits 8 - 15	Bits 16 - 23	Bits 24 - 31
Versión IHL	Tipo de servicio	Longitud cabecera + datos	
Identificación		Banderas y desplazamiento	
Tiempo de vida	Protocolo	Checksum	
Dirección IP de origen			
Dirección IP de destino			
Opciones			
Datos			

Cabecera ICMP y datos ICMP

7.2.1.3 ICMPv4 - Formato de un mensaje

El campo tipo es un número entero que define la clase de mensaje. Ejemplo: mensaje de solicitud o petición 8, mensaje de respuesta 0.

El campo código es un número que establece una clasificación del campo tipo de mensaje o subtipo. Suministra una información adicional del Tipo de mensaje.

El campo de checksum es calculado de una manera similar al checksum de la cabecera IP. Este campo realiza una verificación y detección de bits erróneos en el mensaje ICMP completo.

El contenido del campo de datos es una función de los contenidos de los campos Tipo y Código. En los mensajes de solicitud y respuesta contiene el registro de los tiempos en el emisor, equipos intermedio de red y en el receptor.

Bits 0 - 7	Bits 8 -15	Bits 16 - 31
Tipo	Código	Checksum
Identificador		Número de secuencia
Datos		

7.2.1.4 ICMPv4 - Resumen

Los mensajes de reportes de errores o malfuncionamiento son enviados por los hosts o los enrutadores al dispositivo que originó el mensaje.

Las direcciones IP de los dispositivos de origen y destino permanecen inalterable en todo su recorrido a lo largo de la red.

No existe un reporte de error como respuesta de un reporte de error previamente recibido y relacionado con el mismo caso.

En reporte ICMP se procesa en la capa de red, no es una aplicación perteneciente las capas superiores.

Numerosos mensajes relacionados con la calidad de servicio son tomados de los mensajes ICMP.

7.2.1.5 ICMPv4 - Solicitud de eco

El campo tipo tiene el valor 8 y el campo código tiene el valor cero.

El campo dato opcional contiene los datos que deben ser retornados por el receptor.

Bits 0 - 7	Bits 8 - 15	Bits 16 - 31
Tipo: 8	Código: 0	Checksum
Identificador		Número de secuencia
Dato opcional		

7.2.1.6 ICMPv4 - Respuesta de eco

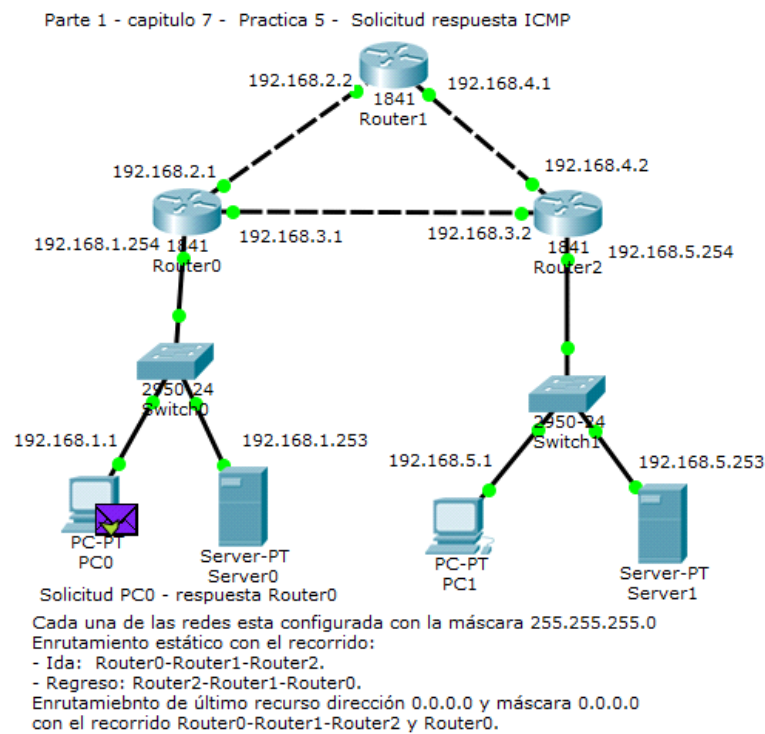
El campo tipo tiene el valor de 0, el campo código el valor de cero.

El campo de datos contiene la misma secuencia de datos que ha sido enviado por el emisor.

Bits 0 - 7	Bits 8 - 15	Bits 16 - 31
Tipo: 0	Código: 0	Checksum
Identificador		Número de secuencia
Dato opcional		

7.2.1.7 ICMP - Solicitud y respuesta.

Mensaje de solicitud enviado por PC0 192.168.1.1, respuesta emitida por Router0 192.168.1.254



PDU Information at Device: Router0

OSI Model Inbound PDU Details Outbound PDU Details

At Device: Router0
Source: PC0
Destination: Router0

In Layers	Out Layers
Layer7	Layer7
Layer6	Layer6
Layer5	Layer5
Layer4	Layer4
Layer 3: IP Header Src. IP: 192.168.1.1, Dest. IP: 192.168.1.254 ICMP Message Type: 8	Layer 3: IP Header Src. IP: 192.168.1.254, Dest. IP: 192.168.1.1 ICMP Message Type: 0
Layer 2: Ethernet II Header 000C.CF20.3028 >> 0007.ECDE.B401	Layer 2: Ethernet II Header 0007.ECDE.B401 >> 000C.CF20.3028
Layer 1: Port FastEthernet0/0	Layer 1: Port(s): FastEthernet0/0

1. FastEthernet0/0 receives the frame.

7.2.1.8 ICMP - Solicitud y respuesta

Mensaje de solicitud PC0 192.168.1.1 ; campos Tipo y Código

IP

0	4	8	16	19	31Bits
4	IHL	DSCP: 0x0	TL: 28		
ID: 0x6			0x0	0x0	
TTL: 255	PRO: 0x1		CHKSUM		
SRC IP: 192.168.1.1					
DST IP: 192.168.1.254					
OPT: 0x0				0x0	
DATA (VARIABLE LENGTH)					

ICMP

0	8	16	31Bits
TYPE: 0x8	CODE: 0x0	CHECKSUM	
ID: 0x7		SEQ NUMBER: 6	

Mensaje de respuesta Router0 192.168.1.254 ; campos Tipo y Código

IP

0	4	8	16	19	31Bits
4	IHL	DSCP: 0x0	TL: 28		
ID: 0x6			0x0	0x0	
TTL: 255	PRO: 0x1		CHKSUM		
SRC IP: 192.168.1.254					
DST IP: 192.168.1.1					
OPT: 0x0				0x0	
DATA (VARIABLE LENGTH)					

ICMP

0	8	16	31Bits
TYPE: 0x0		CODE: 0x0	CHECKSUM
ID: 0x7		SEQ NUMBER: 6	

7.2.2.1 Mensaje de Ping - prueba de la configuración local

Ping es un acrónimo de Packet Internet Groper, significa buscador o rastreador de paquetes.

El funcionamiento del paquete está fundamentado en sonar, el cual envía una señal sonora para la detección de obstáculos en el mar. La recepción de un eco indica la presencia de algún obstáculo en el camino.

Se puede calcular la distancia del obstáculo por el tiempo de retardo de la señal reflejada.

El comando se utiliza para la prueba de conectividad de algún dispositivo con dirección IP.

El mensaje de prueba se utiliza para la prueba de conectividad entre hosts.

Ping usa un protocolo de la capa tres denominado ICMP.

Ping usa un paquete de solicitud de eco.

En la medida que se recibe la respuesta, el mensaje de prueba indica el tiempo transcurrido desde el envío del paquete hasta la recepción de la respuesta.

El mensaje ping utiliza un valor límite de tiempo de espera de la respuesta.

Si no se recibe respuesta alguna hasta el límite del tiempo de espera, ping abandona el intento de comunicación y proporciona un mensaje que no se recibió una respuesta.

Después del envío de todas las solicitudes de respuesta, el mensaje ping proporciona un resumen de la comunicación entre los hosts. El resumen incluye la tasa de éxito o intentos de comunicación y el tiempo promedio de ida y regreso del paquete.

7.2.2.2 Sintaxis del mensaje ping

1. Ping (dirección ip)
2. Ping (dirección URL)

El número de mensajes de prueba enviado por defecto es cuatro.

La sintaxis ping (dirección ip) -n 2 envía dos mensajes de prueba.

7.2.2.3 Mensaje de Ping

Prueba local

Un caso de prueba es la verificación de la dirección interna IP en el host local.

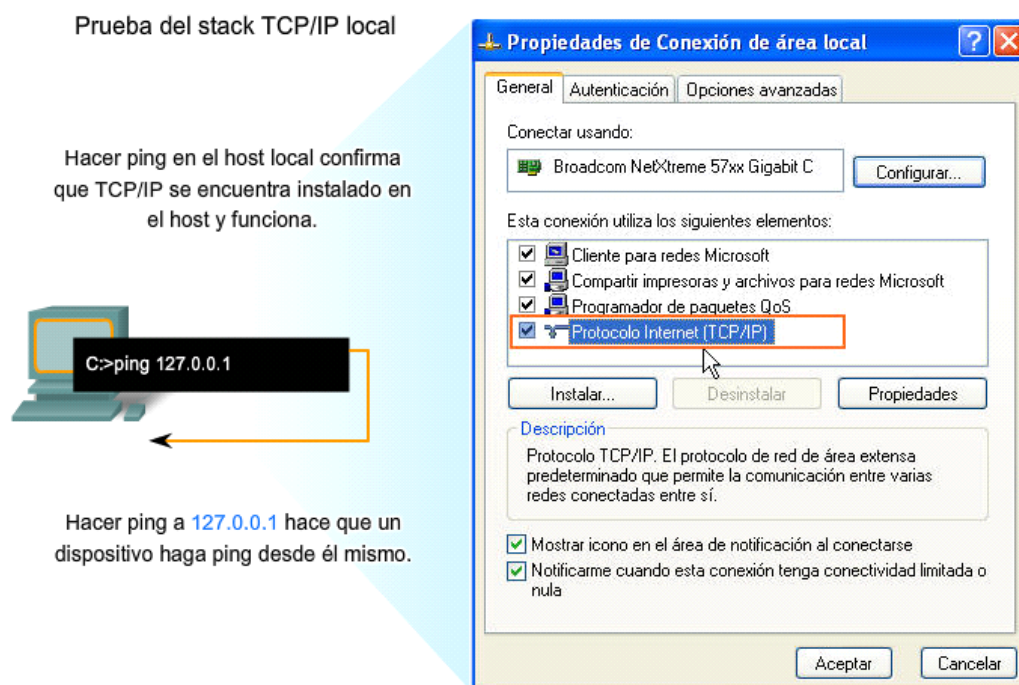
Se realiza la prueba a la dirección local IP 127.0.0.1

Una respuesta recibida indica que la dirección IP está correctamente instalada en el host.

Esta respuesta no indica que las direcciones de los enrutadores funciona correctamente.

La prueba se realiza en la capa de red. Se desconoce el estado de las capas inferiores.

Si se obtiene como respuesta un mensaje de error, esto significa que el software del TCP/IP no está instalado correctamente.



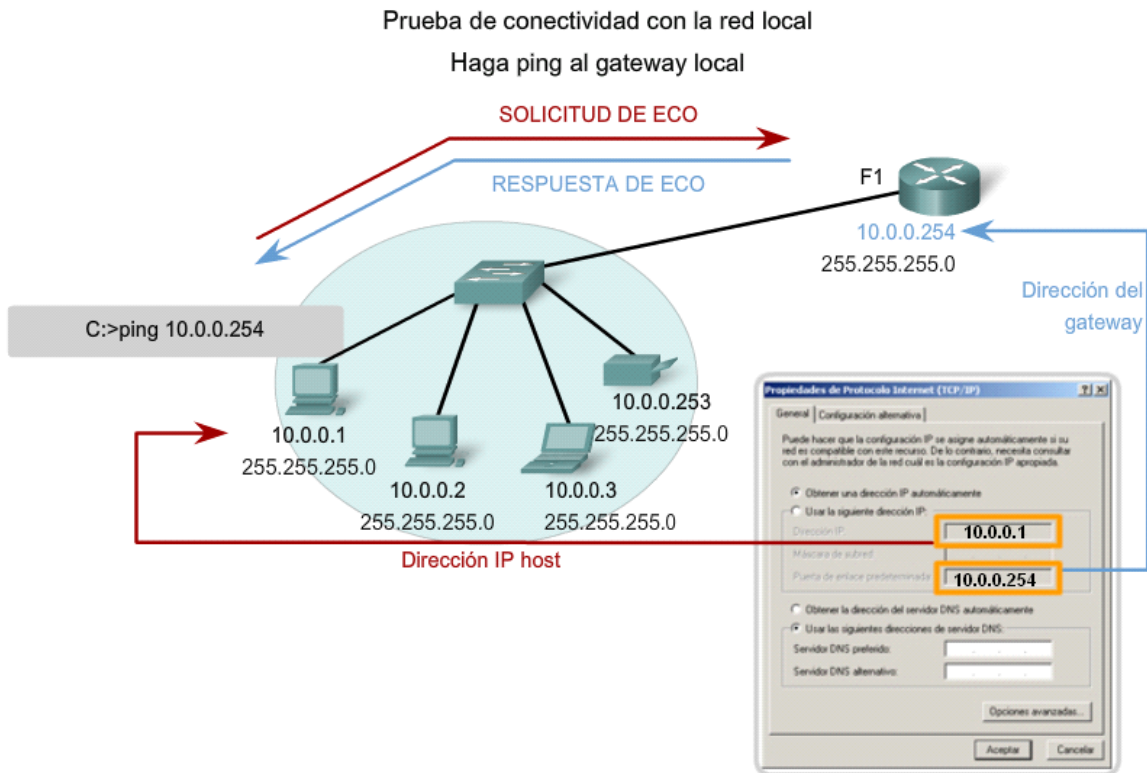
7.2.2.4 Ping de gateway - Prueba de conectividad de la red local

Verificación del funcionamiento de la red local desde el host originador hasta el gateway.

En una red, el gateway se encuentra en funcionamiento por más tiempo que otros hosts.

Gateway no responde: configuración incorrecta del host emisor ó del gateway. Se puede probar con otro host de la misma red local.

Puede presentarse un error en la configuración de la dirección del gateway. Restricciones de seguridad impiden que los mensajes ping sean procesados por el gateway.

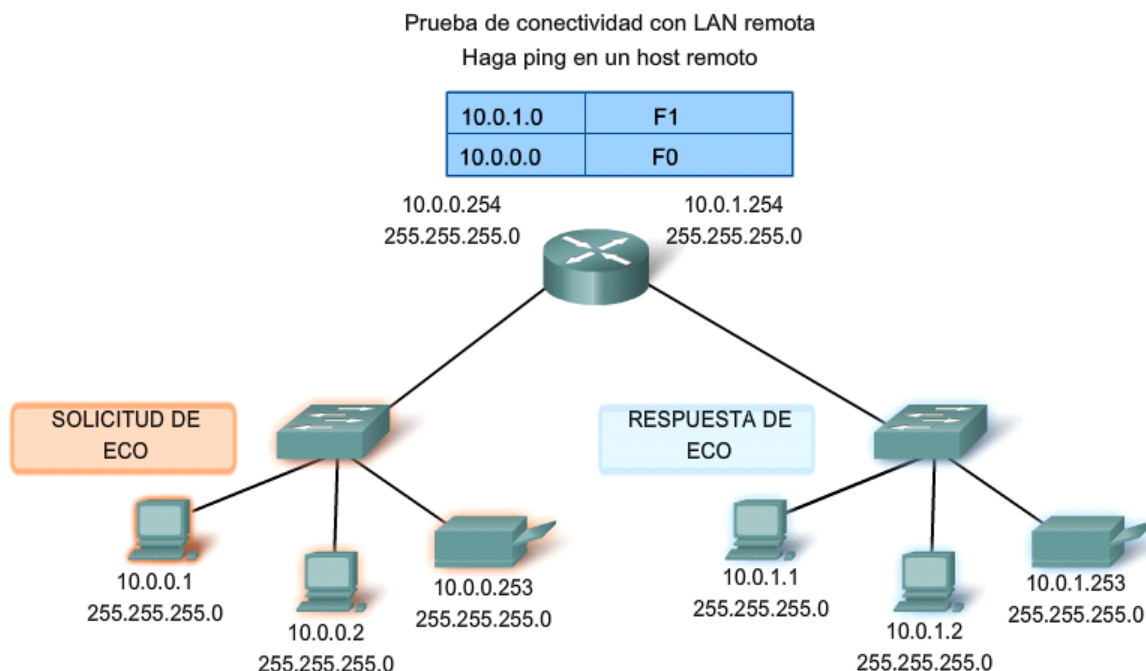


7.2.2.5 Ping de host remoto. Prueba de conectividad con una LAN remota

Pruebas de conectividad sobre otras redes. Un host local puede hacer ping a un host situado en otra red.

Se prueba la interfaz local, la puerta de enlace predeterminada o gateway, los enrutadores de otras redes y el host remoto.

Algunos administradores de redes no permiten el ingreso de mensajes ICMP procedentes de otras redes.



7.2.3.1 Traceroute (tracert). Prueba de la ruta

Es una utilidad que permite observar la ruta que recorre un paquete hacia el destino establecido. El rastreo genera una lista de los saltos alcanzados exitosamente.

Si los datos fallan en el recorrido se puede interpretar que existe fallas en alguna red o que el administrador de esa red remota no permite el paso de paquetes ICMP por dicha red.

Es posible el diagnóstico de la ruta conforme a los reporte exitosos y a las fallas que sean reportadas en el recorrido del paquete.

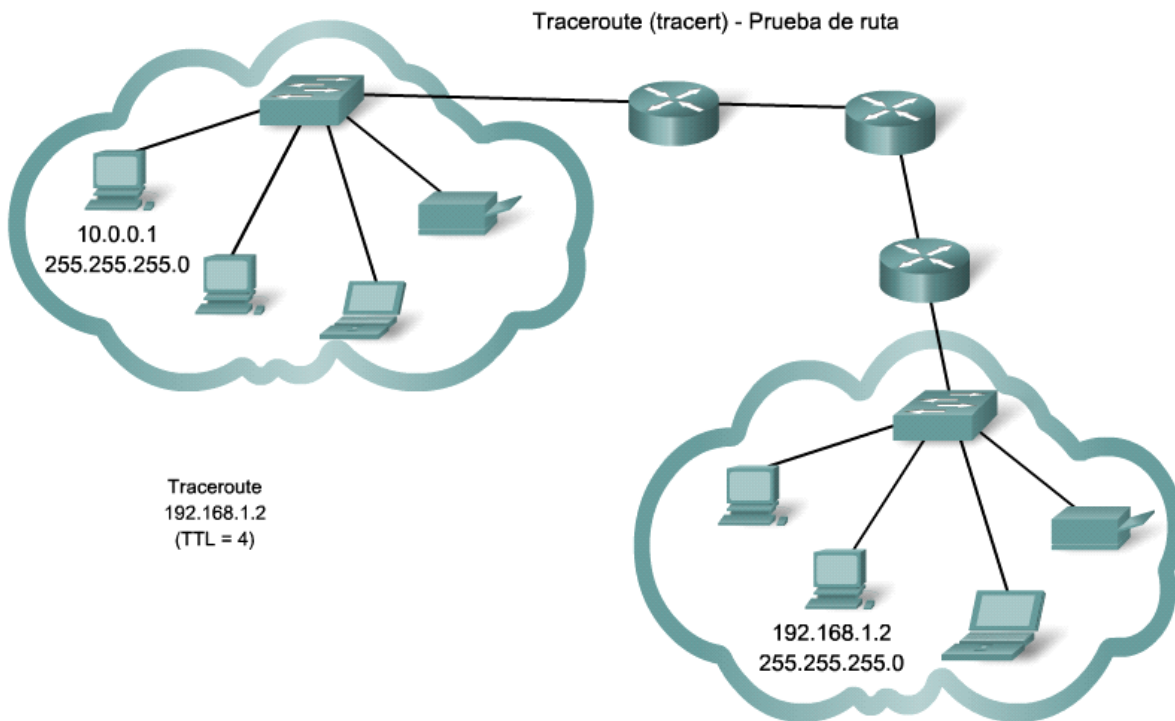
Tiempo de ida y vuelta RTT

El traceroute proporciona el tiempo de ida y vuelta de cada paquete que llega a un enrutador diferente correspondiente a cada salto.

Se usa un * para indicar la pérdida de un paquete.

Esta información permite determinar si existen tiempos de respuesta altos, con lo cual se puede presumir de posibles congestiones en una determinada red.

Algunos administradores de red no permiten el ingreso de mensajes del tipo ICMP en sus redes.



7.2.3.2 Traceroute (tracert). Prueba de la ruta

Tiempo de vida TTL

El mensaje de traceroute (tracert) hace uso del campo Tiempo de Vida de un paquete y del mensaje de tiempo superado de ICMP.

El encabezado TTL se usa para limitar la cantidad de saltos que puede recorrer un paquete. Cuando un paquete ingresa a un enrutador se le descuenta en una unidad el tiempo de vida TTL. Cuando el valor de TTL es igual a cero, el paquete se descarta.

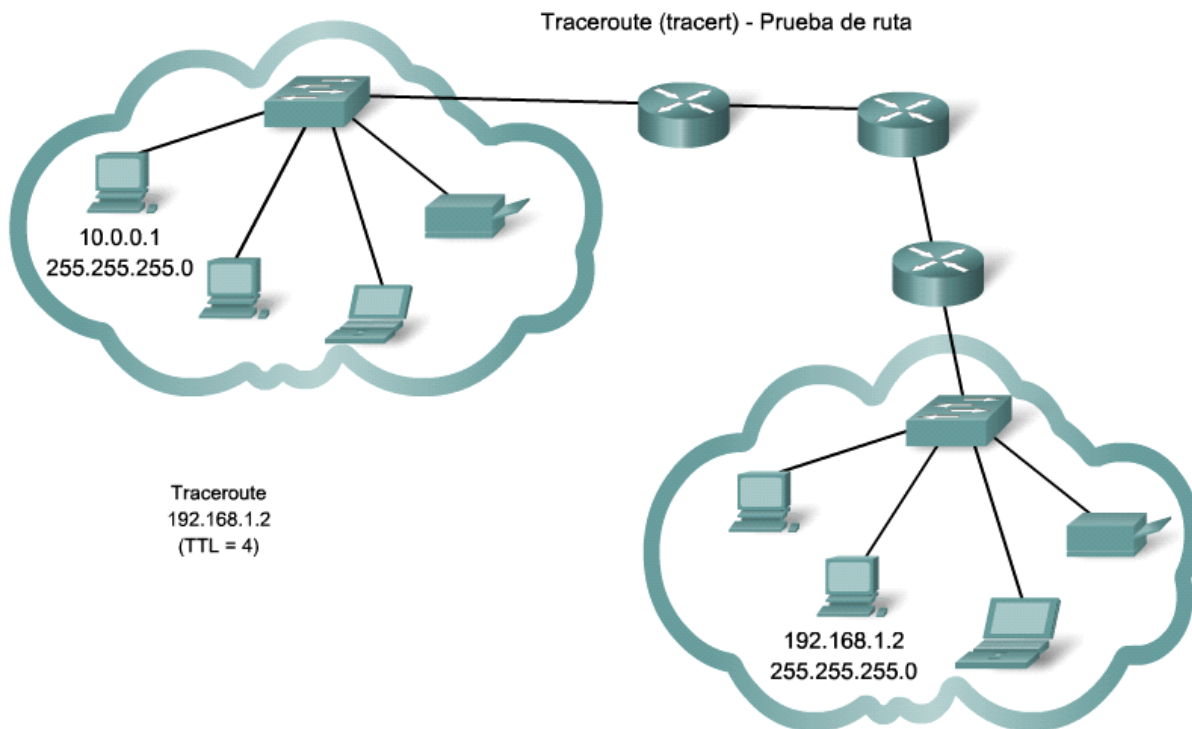
Además de descartar el paquete, el enrutador envía un paquete ICMP de tiempo superado al host de origen, en caso que no alcance el destino preestablecido en un tiempo pre-establecido.

El mensaje ICMP contiene la dirección IP del enrutador que envía este tipo de paquete.

Inicialmente traceroute tiene un campo con TTL=1 para conectarse con primer enrutador y recibir la respuesta. Cuando recibe la respuesta del primer enrutador tiene la dirección IP del primer salto.

Cuando recibe la primera respuesta incrementa el valor de TTL=2, 3, 4, para avanzar progresivamente hacia cada uno de los enrutadores hasta llegar a su destino o alcanzar un valor máximo permitido de TTL.

La respuesta final puede ser de host alcanzado exitosamente o puerto de destino final inalcanzable.



7.2.3.3 Comando Tracert

Comando tracert < IP de destino >, desde PC0 hasta server0.

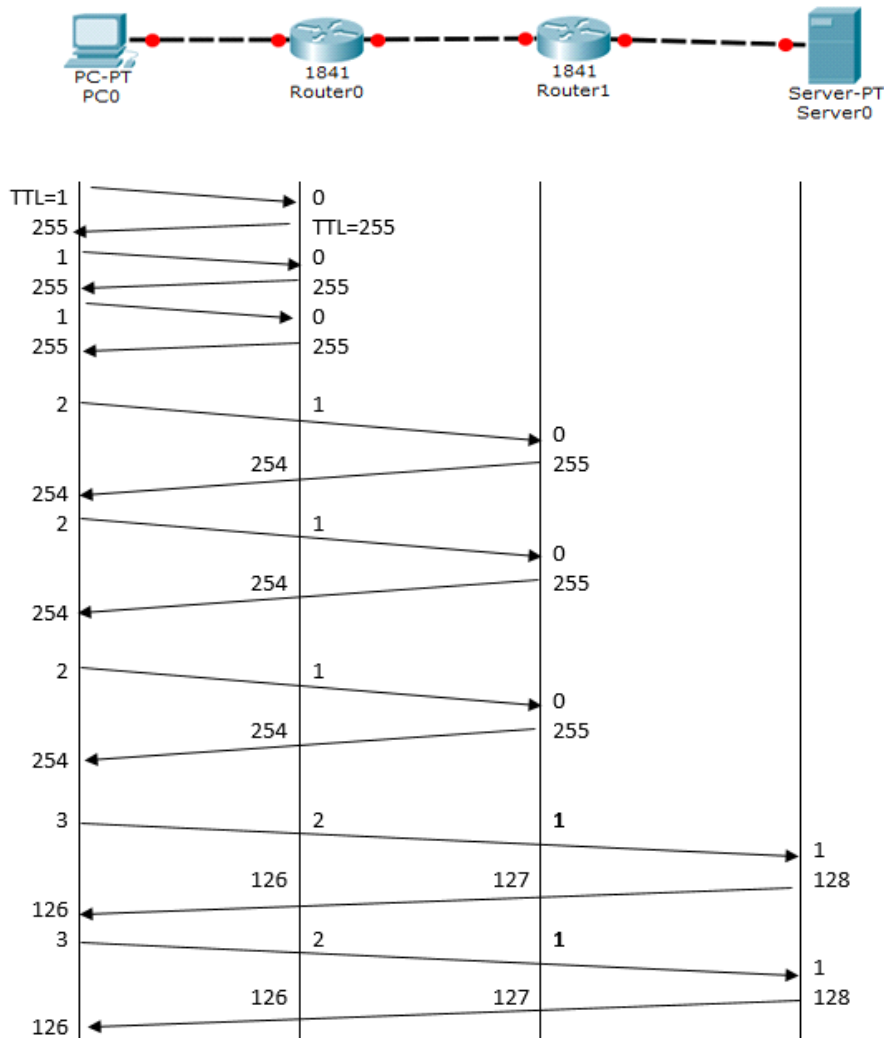
El tiempo de vida decrece en una unidad cuando el paquete pasa por un enrutador exitosamente.

Cuando el tiempo de vida TTL=0, el paquete ICMP se descarta.

El comando Tracert realiza tres pruebas del tipo ping en los enrutadores y dos pruebas de tipo ping en el host de destino.

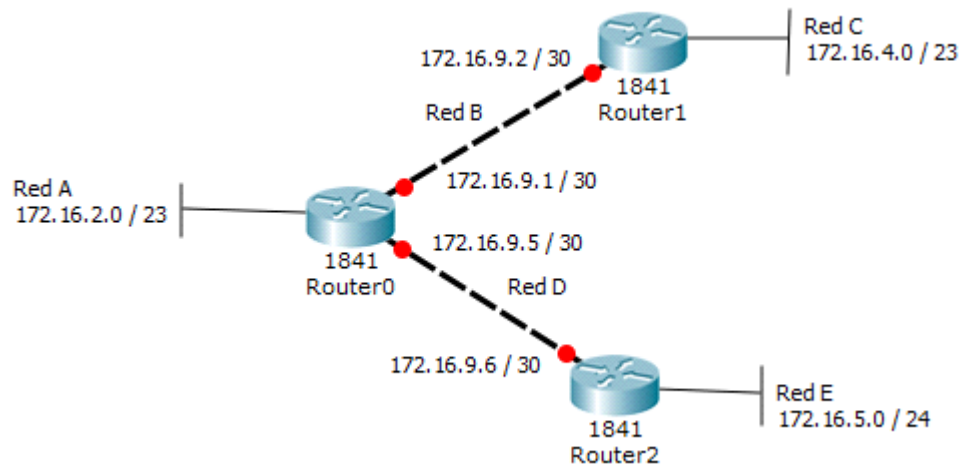
Los enrutadores colocan un TTL=256 inicialmente, para las respuestas

Algunos servidores colocan el valor de TTL=128 inicialmente para las respuestas



7.3.1 Error de direccionamiento

Determine si existe solapamiento entre las siguientes redes.
Ejemplo1.



7.3.2 Tabla de direccionamiento para el ejemplo anterior

Solución para el ejemplo1.

Para la determinación del solapamiento se debe establecer el rango de direcciones correspondiente a cada red.

	Dirección de red	Direcciones de los hosts o puertas de enlace predeterminadas (gateway)	Dirección de difusión
Red A	172.16.2.0 / 23	172.16.2.1 / 23,172.16.2.255 /23 , 172.16.3.0 /23,172.16.3.254/23	172.16.3.255 / 23
Red B	172.16.9.0 / 30	172.16.9.1 / 30 , 172.16.9.2 / 30	172.16.9.3 / 30
Red C	172.16.4.0 / 23	172.16.4.1 / 23, ...172.16.4.255 / 23, 172.16.5.0 / 23, ...172.16.5.254 /23	172.16.5.255 / 23
Red D	172.16.9.4 / 30	172.16.9.5 / 30, 172.16.9.6 / 30	172.16.9.7 / 30
Red E	172.16.5.0 / 24	172.16.5.1 / 24,172.16.5.254 /24	172.16.5.255 / 24

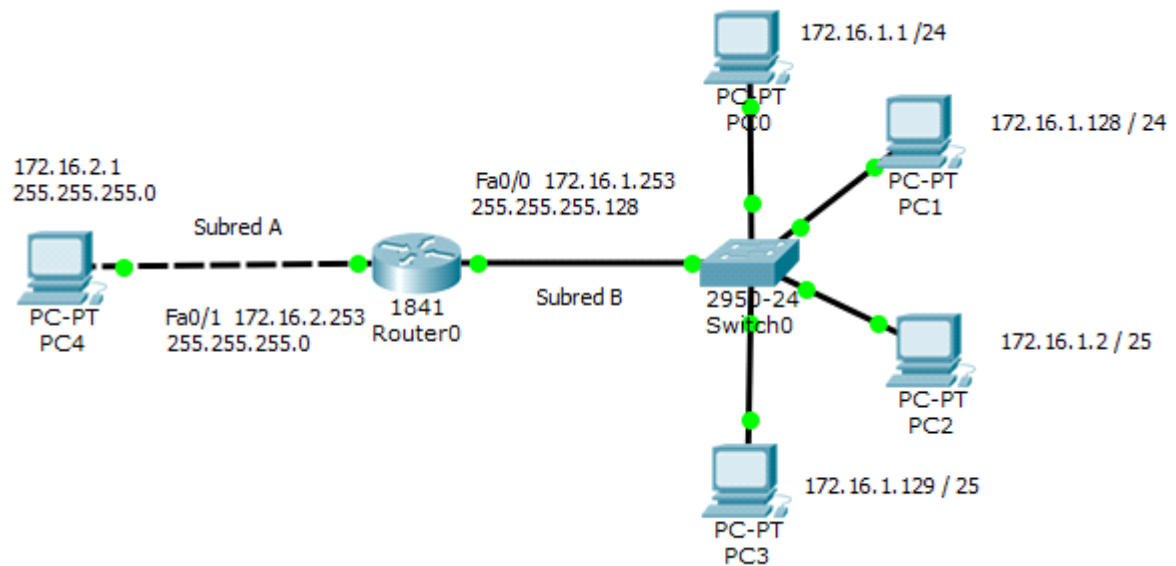
La red C contiene a la red E.

En la red C, las direcciones 172.16.4.255 / 23 y 172.16.5.0 / 23 le corresponden a los hosts de esa red.

7.3.3 Error de direccionamiento

Determine si existe alguna inconsistencia en la configuración de esta red.

Ejemplo2



Simulación demostrativa.

7.3.4 Tabla de direccionamiento de los hosts y del enrutador

Solución para el ejemplo 2.

La tabla de la subred A no presenta inconveniente alguno en la subred interna ni con la subred B.

Tabla de la subred B.

	Dirección de red	Rango de direcciones para los hosts y la puerta de enlace predeterminada	Dirección de difusión
PC0	172.16.1.0/24	172.16.1.1/24 172.16.1.127/24, 172.16.1.128/24, ...172.16.1.254/24	172.16.1.255/24
PC1	172.16.1.0/24	172.16.1.1/24 172.16.1.127/24, 172.16.1.128/24, ...172.16.1.254/24	172.16.1.255/24
PC2	172.16.1.0/25	172.16.1.1/25, 172.16.1.2/25172.16.1.126/25	172.16.1.127/25
PC3	172.16.1.128/25	172.16.1.129/25,172.16.1.254/25	172.16.1.255/25
Puerta de enlace Predeterminada, gateway	172.16.1.128/25	172.16.1.129/25, ...172.16.1.253/25, 172.16.1.254/25	172.16.1.255/25

7.4.1 Máscara comodín

Una máscara de comodín (wildcard) es un registro de 32 bits de longitud que, aplicado a una dirección IPv4, permite definir qué bits son relevantes para la ejecución de una determinada acción y cuáles no deben ser considerados.

En una máscara comodín (wildcard),

- los bits significativos se señalan con 0 en la máscara comodín (wildcard),
- los bits no-significativos se marcan con 1 en la máscara comodín (wildcard).

La máscara comodín (wildcard) es utilizada para la implementación de Listas de Control de Acceso ACLs.

Ejemplo:

Si deseamos filtrar direcciones IP utilizando ACLs y se requiere filtrar las direcciones IP comprendidas entre la 192.168.1.16 y la 192.168.1.31, encontramos que estas direcciones tienen en común los primeros 28 bits. Por lo tanto es necesario indicar en la ACL que se desean filtrar todas las direcciones IP que tengan esos primeros 28 bits en común.

Para eso se utiliza una máscara comodín (wildcard) acompañando la dirección IP. En nuestro ejemplo la combinación sería IP 192.168.1.16 con comodín (wildcard) 0.0.0.15

La máscara comodín (wildcard) en este caso tiene el valor de 0.0.0.15?

En una máscara comodín (wildcard) los bits en 0 (cero) indican cuáles son los bits de la dirección IP que son relevantes para la operación y los bits en 1 (uno) cuáles son indiferentes.

Expresada en binarios, la máscara 0.0.0.15 es 00000000.00000000.00000000.00001111

De esta forma, una máscara 0.0.0.15 indica que solamente se deben tener en cuenta los primeros 28 bits que están en 0 en la máscara comodín (wildcard), y al estar acompañando a la dirección 192.168.1.16, se indica cuál es el valor esperado en esos primeros 28 bits.

7.4.2 Máscara comodín

Uso de la máscara comodín (wildcard)

Los comodines (wildcards) han tenido múltiples usos en la configuración de dispositivos Cisco IOS, si bien en los últimos tiempos han comenzado a ser menos utilizadas.

Los usos más frecuentes son:

- Definición de direcciones IP de origen y destino en ACLs.
- Definición de redes incluidas en el procesamiento de OSPF.
- Definición de redes incluidas en el procesamiento de EIGRP.

En algunos casos se las ha presentado como la "inversa" de la máscara de subred. Propiamente no es así ya que la máscara comodín (wildcard) no necesariamente representa una red o subred, sino un simple conjunto de direcciones IP. Pero sí es cierto que si el objetivo es referir una subred completa, la máscara comodín (wildcard) aparece como el complemento exacto.

La máscara comodín (wildcard) para una dirección IP puede ser obtenida restando 255.255.255.255 - valor de la máscara de red o subred.

En la definición de la subred 172.16.16.16 / 28, cuya máscara de subred en decimales sería 255.255.255.240, la máscara comodín (wildcard) correspondiente es 0.0.0.15.

La suma de la máscara de subred + máscara comodín (wildcard) tiene el valor de 255.255.255.255

7.4.3 Ejemplos de listas de control de acceso

Máscara comodín	Versión binaria de la máscara comodín	Descripción
0.0.0.0	00000000.00000000.00000000.00000000	La dirección IP completa debe coincidir
0.0.0.255	00000000.00000000.00000000.11111111	Los primeros 24 bits deben coincidir
0.0.15.255	00000000.00000000.00001111.11111111	Los primeros 20 bits deben coincidir

Ejemplo: Un servidor acepta el tráfico procedente de la dirección IP 192.168.1.48, a la cual le aplica la máscara comodín 0.0.0.15. Determine el rango de direcciones IP que podrán conectarse al servidor.

7.4.5 Ejemplo

Qué valor de máscara comodín le permite a un servidor recibir el tráfico procedente únicamente de las direcciones IP

1. Desde 192.168.16.0 / 20 hasta la dirección 192.168.31.255 / 20 ?
2. Desde 192.168.16.0 / 20 hasta la dirección 192.168.19.255 / 20 ?