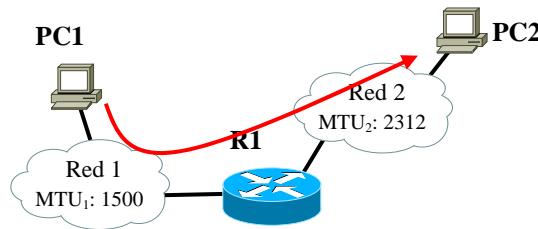


Problema 1.

a.



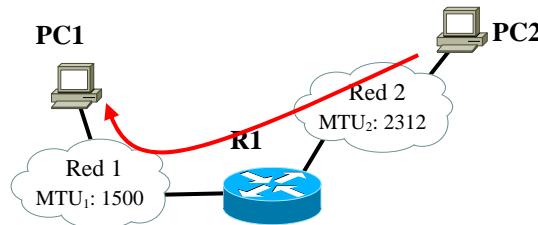
R1 recibe el datagrama de 1500 bytes de PC1 y lo reenvía por la red 2 hacia PC2. Siendo el datagrama de 1500 bytes más pequeño que la MTU₂ de la red 2, R1 no necesita fragmentar y por lo tanto lo reenvía así como es.

Fragmento	Flag DF	Flag MF	Offset	Total length
1	0	0	0	1500

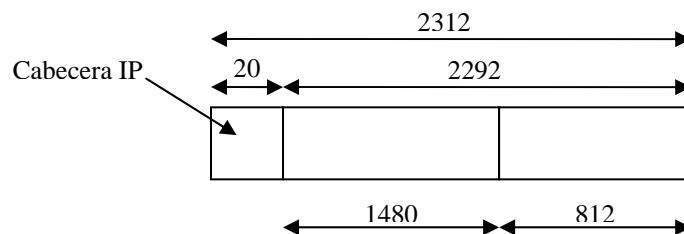
b.

Visto que R1 no necesita fragmentar, el valor del flag DF no importa. El resultado es el mismo que el punto a.

c.



R1 recibe el datagrama de 2312 bytes de PC2 y lo reenvía por la red 1 hacia PC1. Siendo el datagrama de 2312 bytes más grande que la MTU₁ de la red 1, R1 debe fragmentar. Siendo el flag DF desactivado, R1 puede fragmentar.



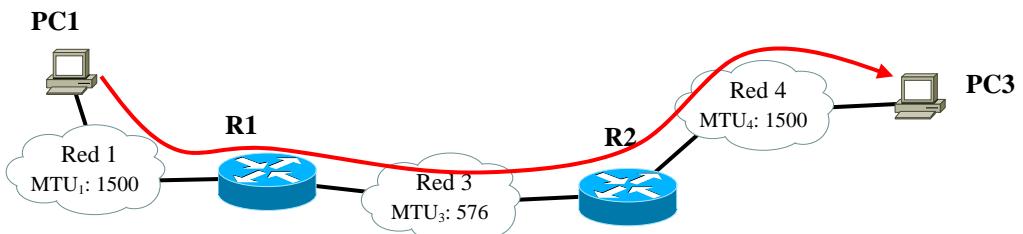
Del datagrama original, R1 quita la cabecera IP y fragmenta lo que queda. Cada fragmento debe ser múltiplo de 8. Por lo tanto se coge la longitud máxima de un fragmento que es 1480 bytes (los restantes 20 bytes de los 1500 bytes sirven para la cabecera IP) y se ve si es múltiplo de 8.

$1480 / 8 = 185 \rightarrow$ número entero por lo tanto es múltiplo de 8.

Fragmento	Flag DF	Flag MF	Offset	Total length
1	0	1	0	1500
2	0	0	1480	832

Si el flag DF estuviese activo, R1 no podría fragmentar y por lo tanto descartaría el datagrama y enviaría un ICMP tipo 3 código 4 a PC2.

d.

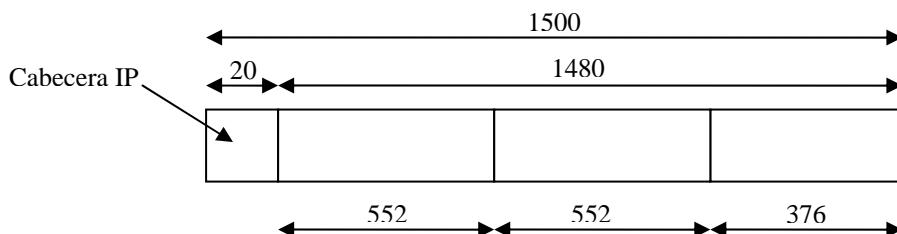


R1 recibe el datagrama de 1500 bytes de PC1 y lo reenvía por la red 3 hacia R2. Siendo el datagrama de 1500 bytes más grande que la MTU₃ de la red 3, R1 debe fragmentar. Siendo el flag DF desactivo, R1 puede fragmentar.

Del datagrama original, R1 quita la cabecera IP y fragmenta lo que queda. Cada fragmento debe ser múltiplo de 8. Por lo tanto se coge la longitud máxima de un fragmento que es 556 bytes (los restantes 20 bytes de los 576 bytes sirven para la cabecera IP) y se ve si es múltiplo de 8.

$$556 / 8 = 69.5 \rightarrow \text{número no entero.}$$

Se coge el múltiplo entero más grande menor de 556 bytes. Eso es coger la parte entera de la división anterior y multiplicarla por 8 $\rightarrow 69 * 8 = 552$

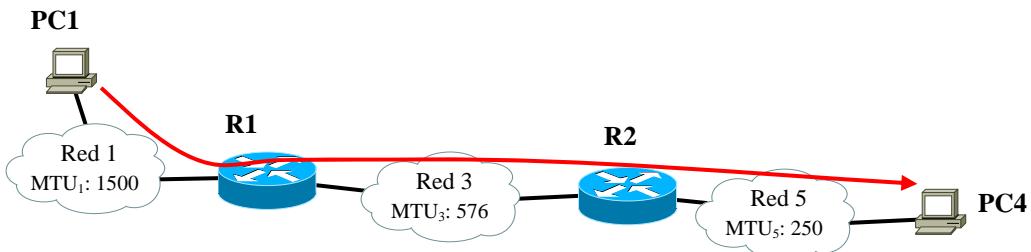


Fragmentos de R1 a R2

Fragmento	Flag DF	Flag MF	Offset	Total length
1	0	1	0	572
2	0	1	552	572
3	0	0	1104	396

Estos fragmentos llegan a R2. Siendo la MTU₄ más grande que los fragmentos, R2 no necesita fragmentar. Además R2 no junta los fragmentos, esta tarea la hace siempre el destino (siempre excepto cuando la conexión entre los dos routers es un túnel). Los mismos fragmentos por lo tanto llegan a PC3.

e.



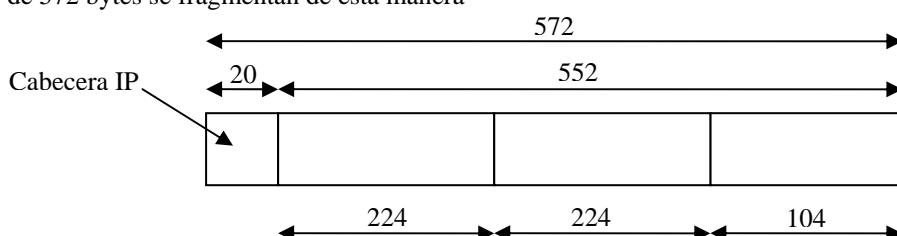
Hasta R2 llegan los mismos fragmentos del punto d. Pero ahora la MTU₅ de la red 5 es más pequeña que cada uno de los fragmentos. Por lo tanto R2 fragmenta otra vez los fragmentos.

Cada fragmento debe ser al máximo de 230 bytes (los restantes 20 bytes de los 250 bytes sirven para la cabecera IP) y se ve si es múltiplo de 8.

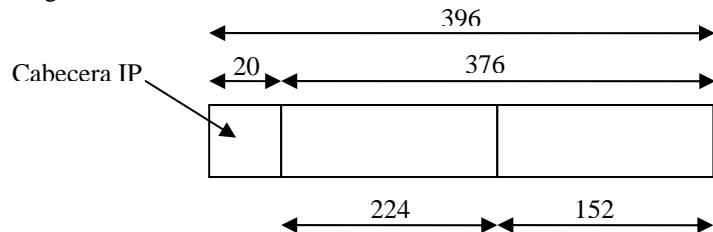
$$230 / 8 = 28.75 \rightarrow \text{no es múltiplo.}$$

$$28 * 8 = 224.$$

Los dos fragmentos de 572 bytes se fragmentan de esta manera



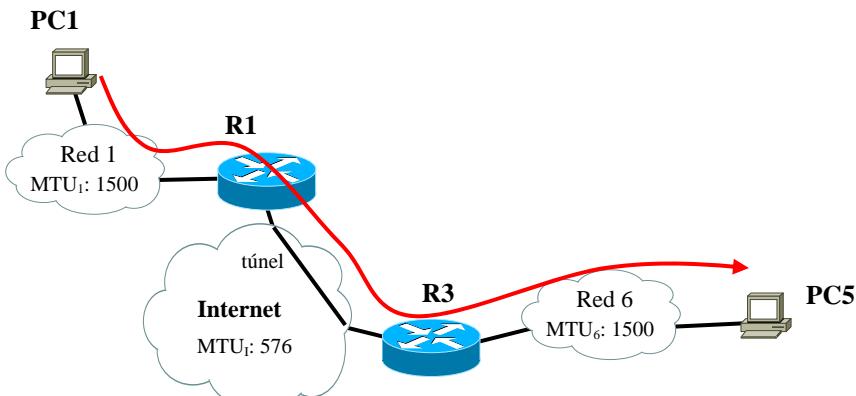
El fragmento de 396 bytes se fragmenta de esta manera



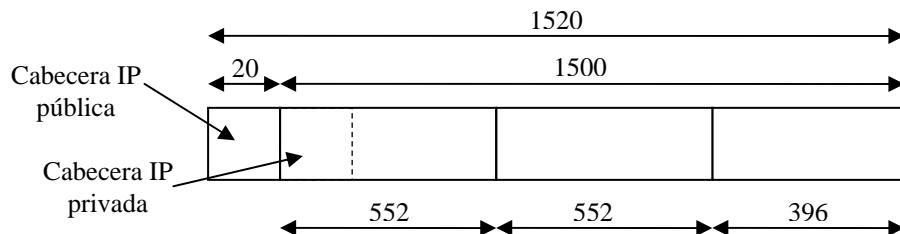
Fragmentos de R2 a PC4. Solo el ultimo fragmento lleva el flag MF desactivado.

Fragmento	Flag DF	Flag MF	Offset	Total length
1	0	1	0	244
2	0	1	224	244
3	0	1	448	124
4	0	1	552	244
5	0	1	776	244
6	0	1	1000	124
7	0	1	1104	244
8	0	0	1328	172

f.



R1 hace tunneling con IP within IP, por lo tanto se añade una nueva cabecera pública al datagrama que envía PC1 que será entonces de 1520 bytes. Siendo la MTU₁ del túnel en Internet menor que la longitud de este datagrama, R1 debe fragmentar.

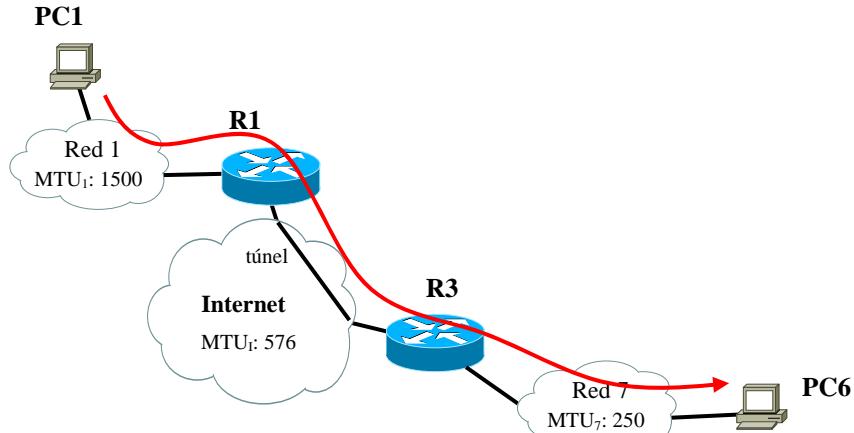


Fragmentos de R1 a R3

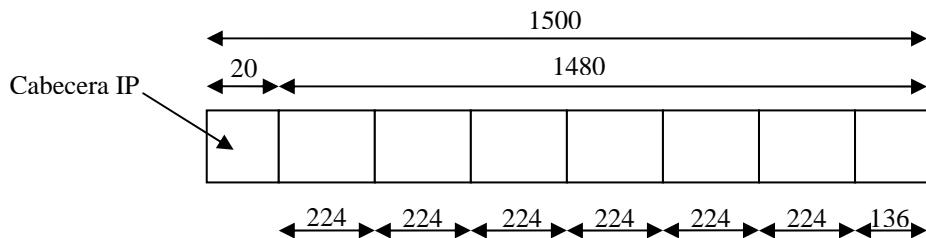
Fragmento	Flag DF	Flag MF	Offset	Total length
1	0	1	0	572
2	0	1	552	572
3	0	0	1104	416

Estos fragmentos llegan a R3. R3 junta los fragmentos al final del túnel y reconstruye el datagrama original. A este le quita la cabecera pública y se queda con el datagrama de 1500 bytes enviado por PC1. Este datagrama cabe en la MTU₄₆ de la red 6 y por lo tanto R3 no necesita fragmentar. PC5 recibe el datagrama original de PC1.

g.



R3 recibe los fragmentos que le envía R1 así como explicado en el punto f. Reconstruye el datagrama de 1500 bytes quitándole la cabecera pública. Ahora pero este datagrama es mas grande que la MTU₇ de la red 7 así que R3 necesita fragmentar.



Fragmentos de R3 a PC6

Fragmento	Flag DF	Flag MF	Offset	Total length
1	0	1	0	244
2	0	1	224	244
3	0	1	448	244
4	0	1	672	244
5	0	1	896	244
6	0	1	1120	244
7	0	0	1344	156

PC6 recibe los fragmentos y los junta para reconstruir el datagrama original de PC1.