

# Capítulo 6

## redes inalámbricas y móviles

*Basado en material asociado al texto*  
*Computer Networking: A Top Down Approach Featuring the*  
*Internet,*  
Jim Kurose, Keith Ross

# Capítulo 6: Contenidos

## 6.1 Introducción

### Wireless

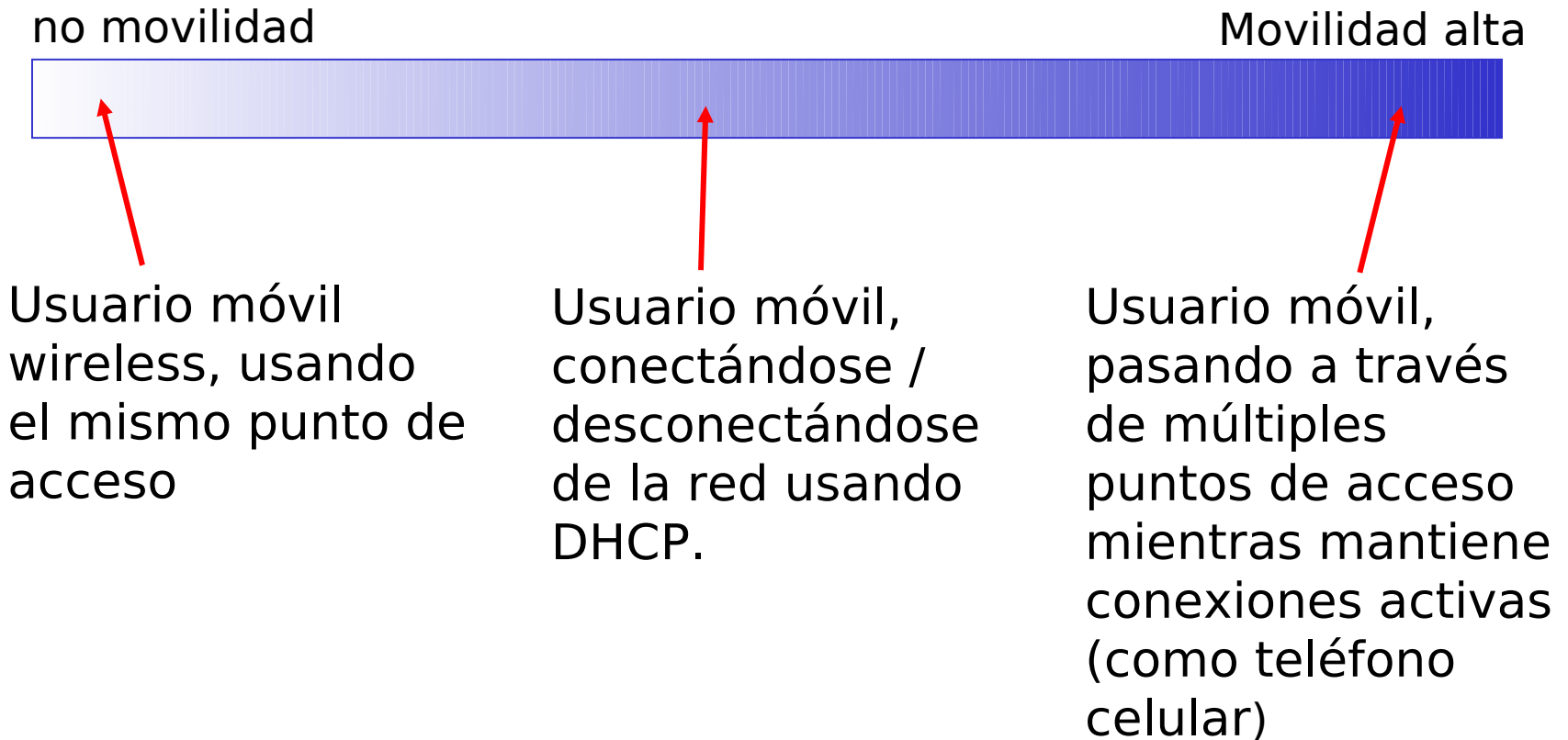
- 6.2 Enlaces Wireless, características
  - CDMA
- 6.3 IEEE 802.11 wireless LANs (“wi-fi”)
- 6.4 Acceso a Internet vía celular
  - arquitectura
  - estándares (e.g., GSM)

## Movilidad

- 6.5 Principios: direccionamiento y ruteo de usuarios móviles
- 6.6 IP móvil
- 6.7 Manejo de movilidad en redes celulares
- 6.8 Movilidad y protocolos de capas superiores
- 6.9 Resumen

# ¿Qué es movilidad?

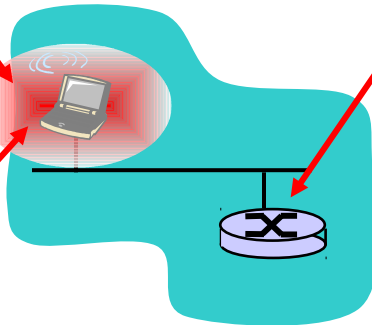
- Espectro de movilidad, desde la perspectiva de la *red* :



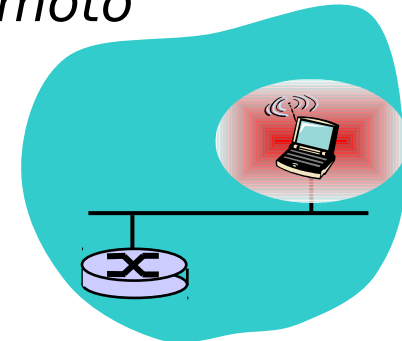
# Movilidad: Vocabulario

**home network:** “hogar” permanente del móvil (e.g., 128.119.40/24)

**home agent:** entidad que hará funciones de movilidad en nombre del móvil, cuando el móvil esté remoto



wide area network



**Permanent address:** dir. En red “hogar” (home), siempre puede ser usada para ubicar el móvil e.g., 128.119.40.186

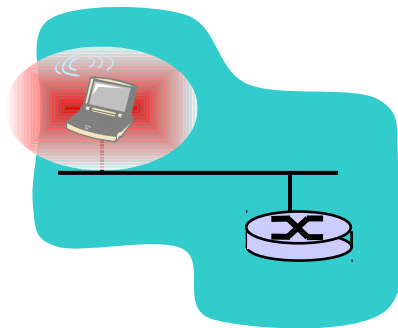
corresponsal

# Movilidad: más vocabulario

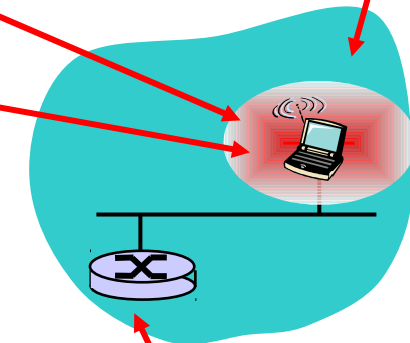
**Permanent address:**  
permanece constante (e.g.,  
128.119.40.186)

**visited network:** red en la  
que reside  
transitoriamente el móvil  
(e.g., 79.129.13/24)

**Care-of-address:**  
dirección en red  
visitada.  
(e.g., 79,129.13.2)

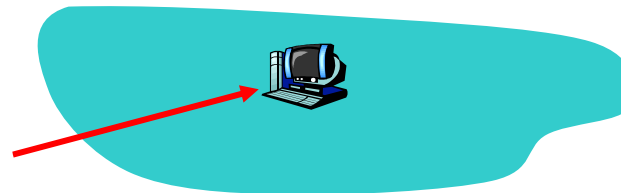


wide area  
network



**foreign agent:**  
entidad en red  
visitada que hace  
funciones de  
movilidad en nombre  
del móvil.

**llamador:** quiere  
comunicarse con  
móvil



# ¿Cómo contactamos a un amigo móvil? :

Consideremos que amiga cambia dirección frecuentemente, ¿cómo la encontramos?

- ¿Buscar todas las guías telefónicas?
- ¿Llamar a sus padres?
- ¿Esperar que ella nos diga dónde está?



# Movilidad: estrategias

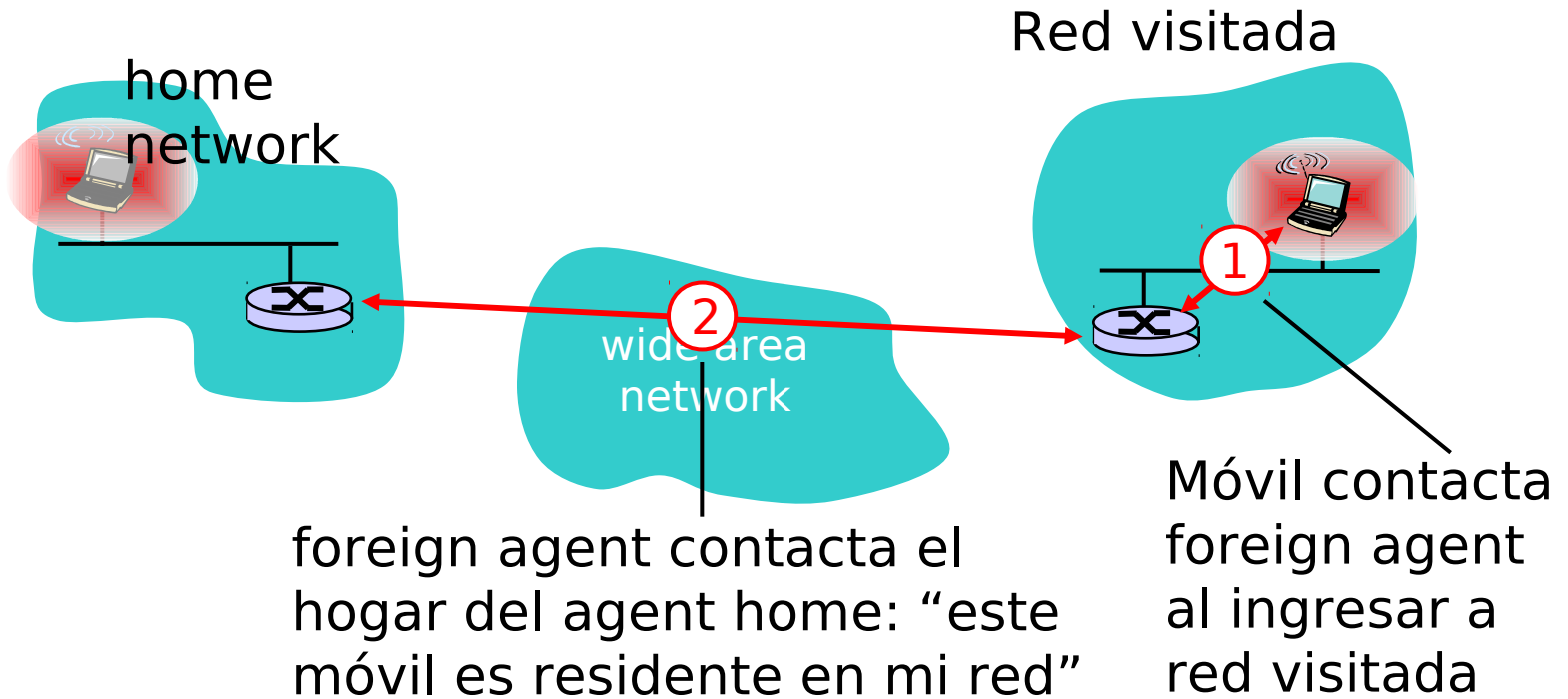
- *Que el ruteo maneje esto:* routers avisan direcciones permanentes de nodos móviles vía intercambio usual de tablas de ruteo.
  - Tablas de ruteo indican dónde está cada móvil
  - No hay cambios a los sistemas extremos
- *Permitir que los sistemas extremos manejen esto:*
  - *Ruteo indirecto:* comunicación desde llamador a móvil va a través de home agent, luego es re- enviada al móvil remoto
  - *Ruteo directo:* llamador recibe Care-of-address del móvil, envía datos directamente al móvil

# Movilidad: estrategias

- ▣ *Que el ruteo maneje esto:* routers avisan direcciones permanentes de nodos móviles vía intercambio usuario no escala de ruteo.
  - ▣ Tablas de ruta a millones de dónde está cada móvil
  - ▣ No hay cambios móviles sistemas extremos
- ▣ *Permitir que los sistemas extremos manejen esto:*
  - ▣ *Ruteo indirecto:* comunicación desde llamador a móvil va a través de home agent, luego es re-enviada al móvil remoto
  - ▣ *Ruteo directo:* llamador recibe Care-of-address del móvil, envía datos directamente al móvil



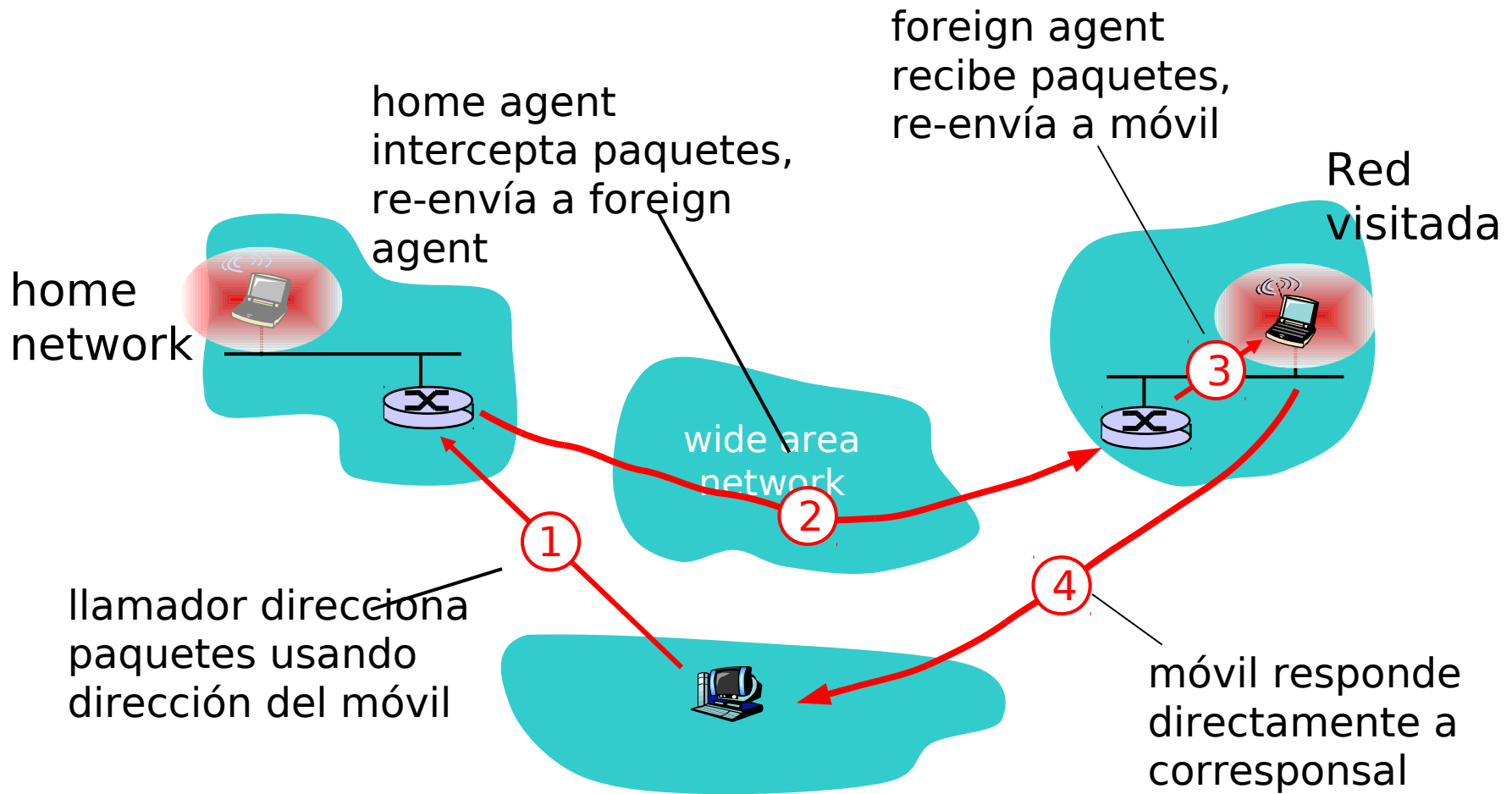
# Movilidad: registro



Resultado final:

- Foreign agent sabe sobre el móvil
- Home agent sabe localización del móvil

# Movilidad vía Ruteo Indirecto



# Movilidad vía Ruteo Indirecto

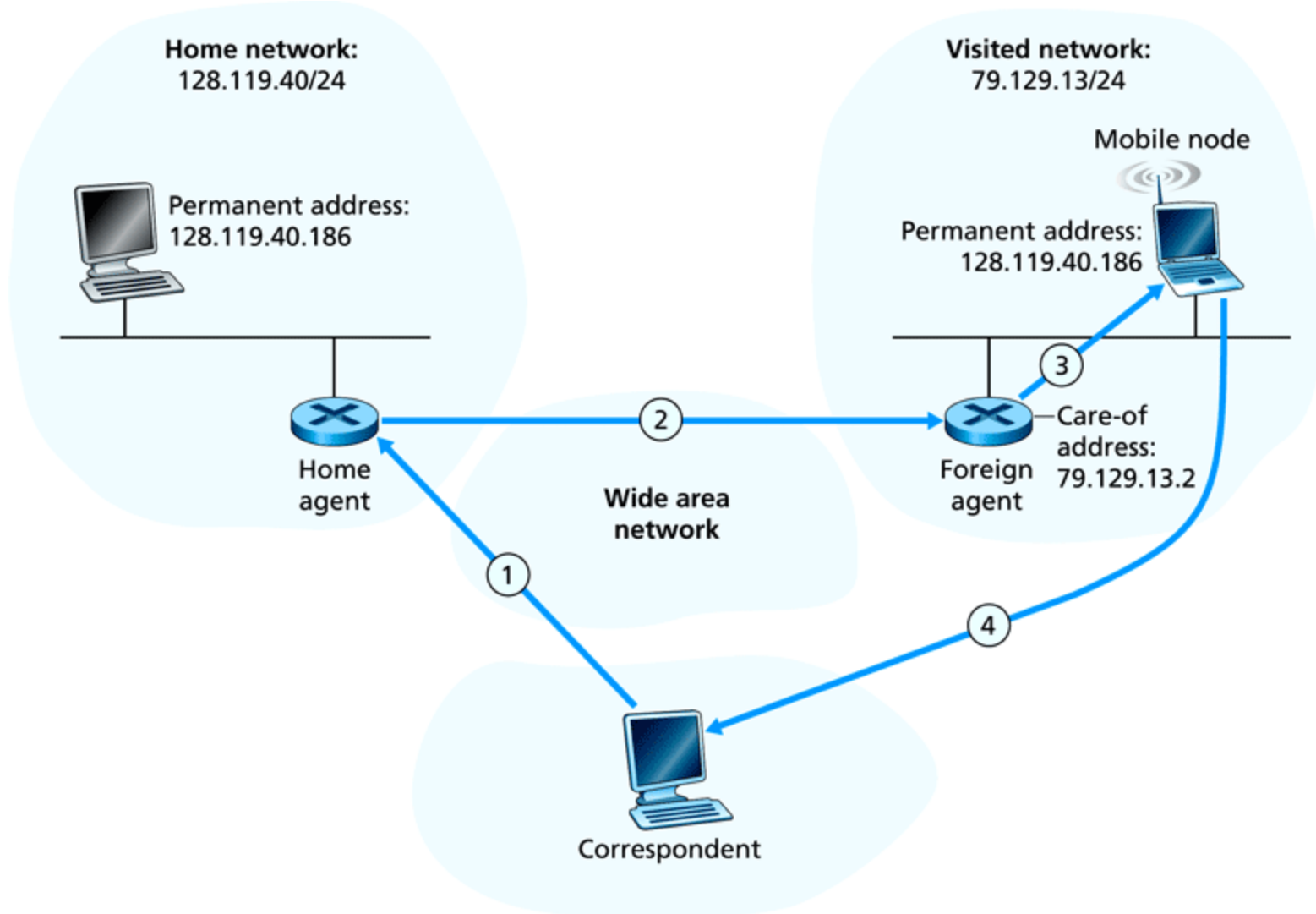
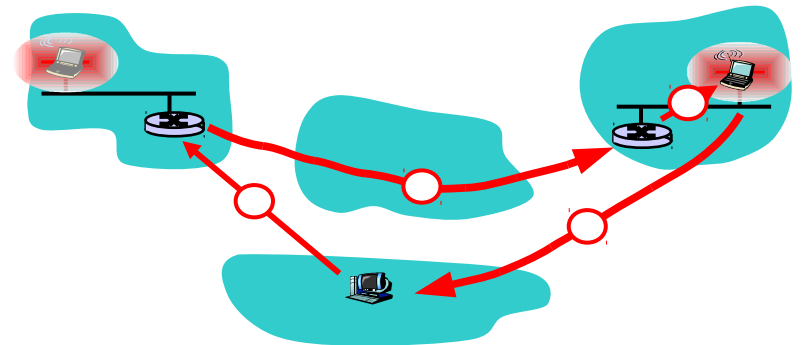


Figure 6.22 ♦ Indirect forwarding to a mobile node

# Ruteo Indirecto: comentarios

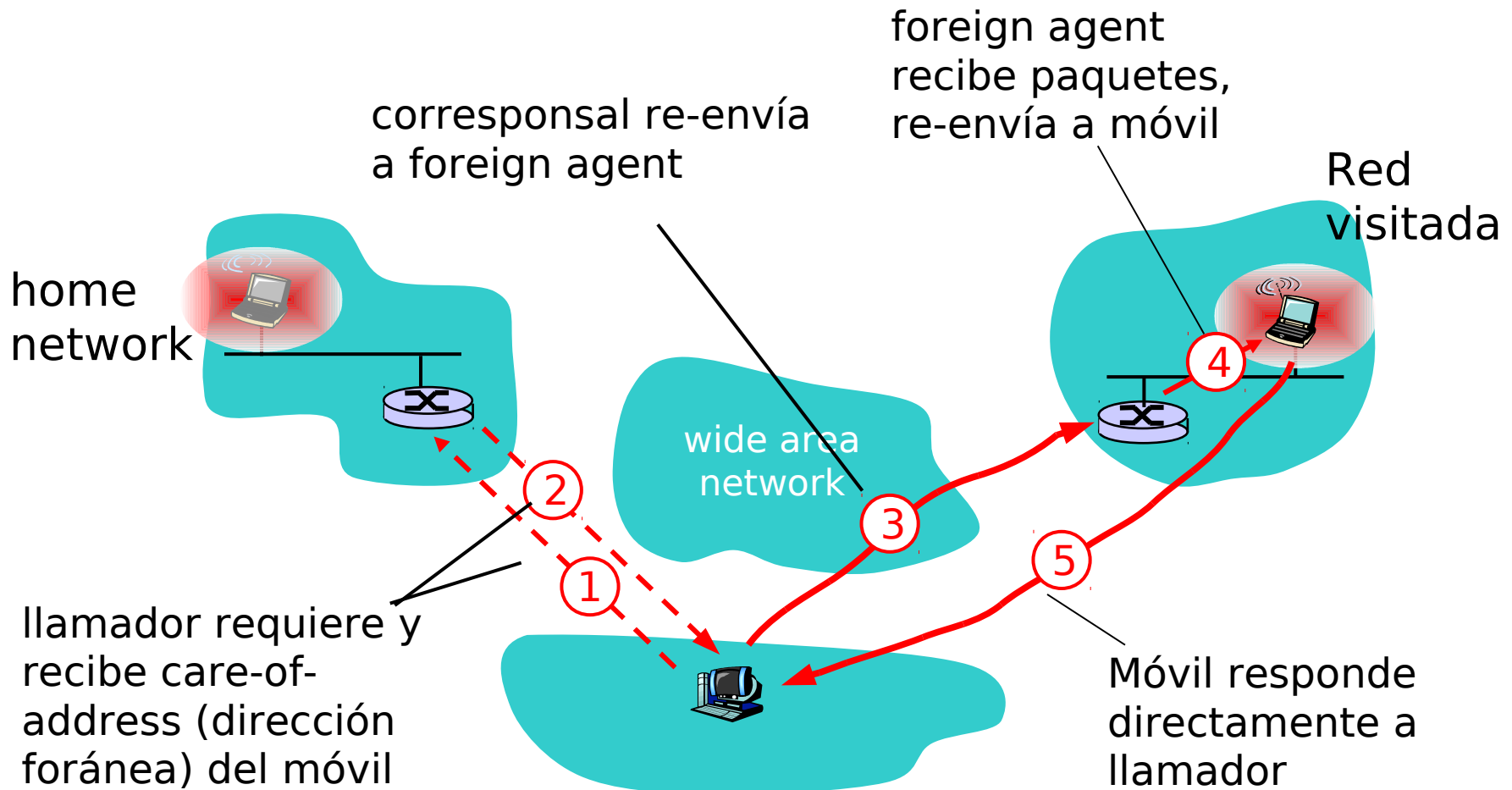
- Móvil usa dos direcciones:
  - **Dirección permanente:** usada por llamador (dado que localización del móvil es *transparente* para llamador)
  - **care-of-address:** usada por home agent para re-enviar datagramas al móvil
- Funciones del foreign agent pueden ser hechas por el mismo móvil ¿cuáles son algunas consideraciones?
- **Ruteo triangular:** llamador-home-red-móvil
  - Ineficiente cuando Llamador y móvil están en misma red



# Ruteo Indirecto: movimiento entre redes

- Supongamos usuario móvil se mueve a otra red
  - Se registra con nuevo foreign agent
  - foreign agent nuevo se registra con home agent
  - home agent actualiza care-of-address del móvil
  - Datagramas continúan su re-envío a móvil (pero con care-of-address nueva)
- movilidad, cambio transparente de redes: *conexiones en progreso pueden ser mantenidas! Se pueden perder datagramas, pero la capa superior puede superar esto.*

# Movilidad vía Ruteo Directo



# Movilidad vía Ruteo Directo

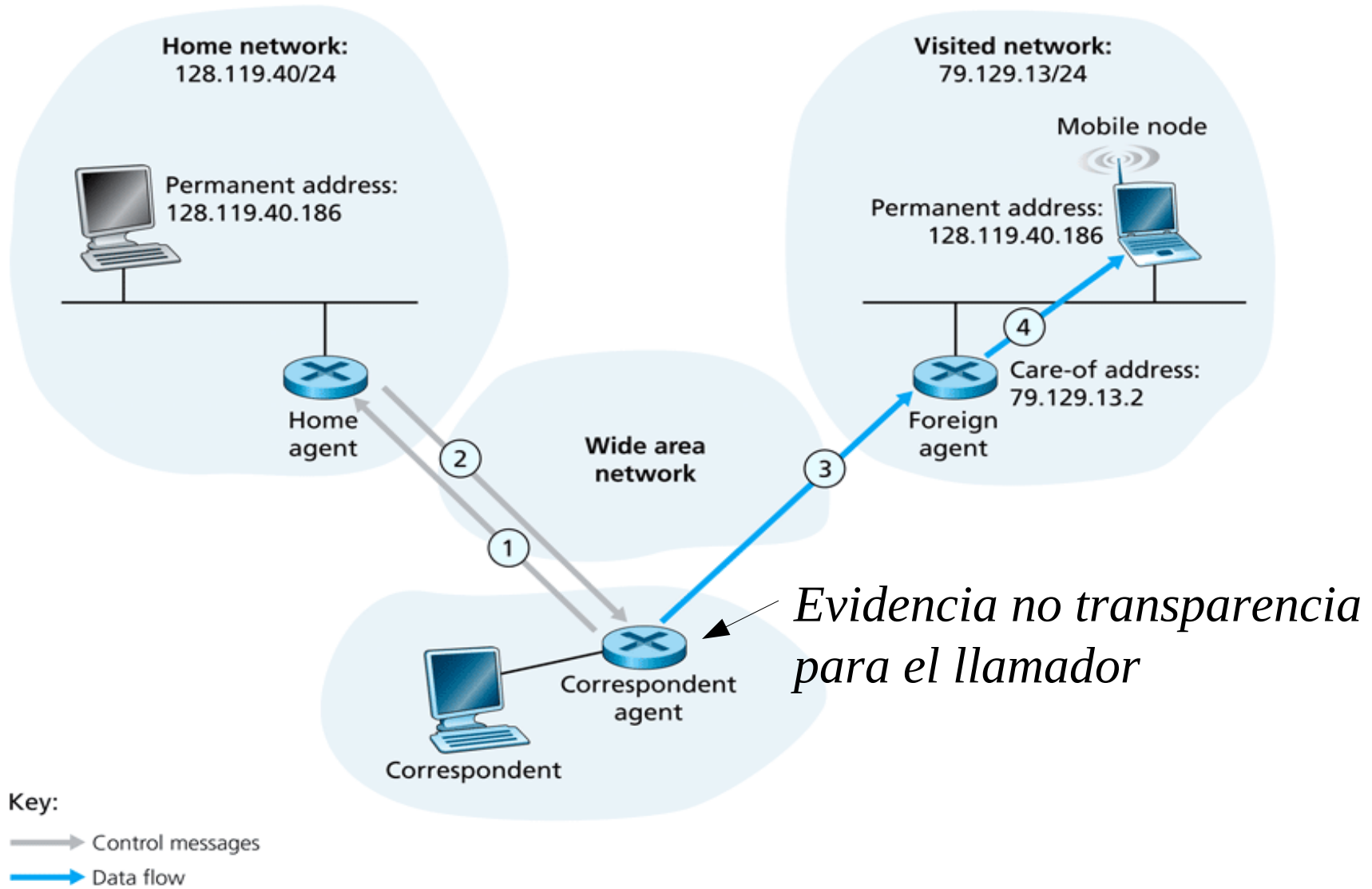
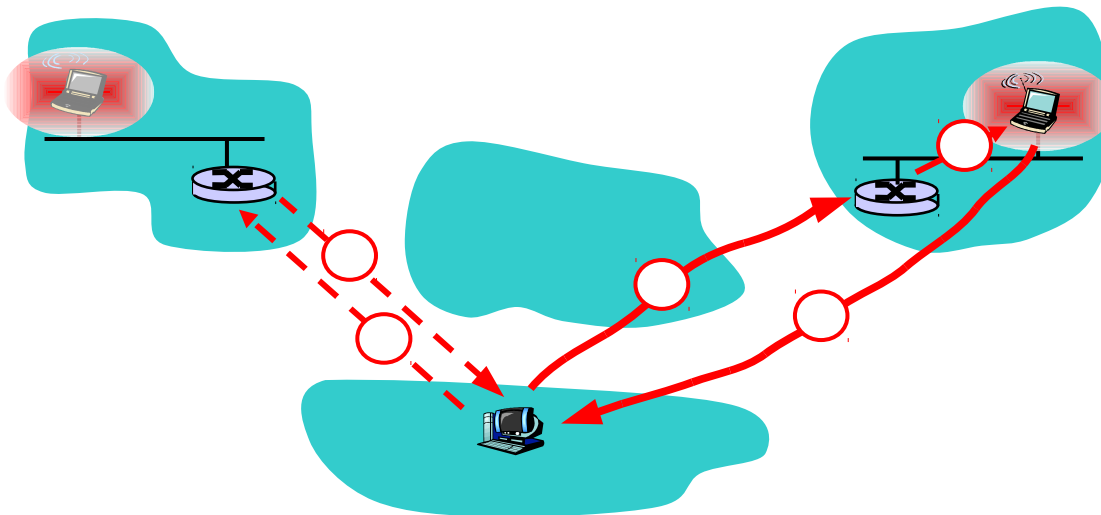


Figure 6.24 ♦ Direct routing to a mobile user

# Movilidad vía Ruteo Directo: comentarios

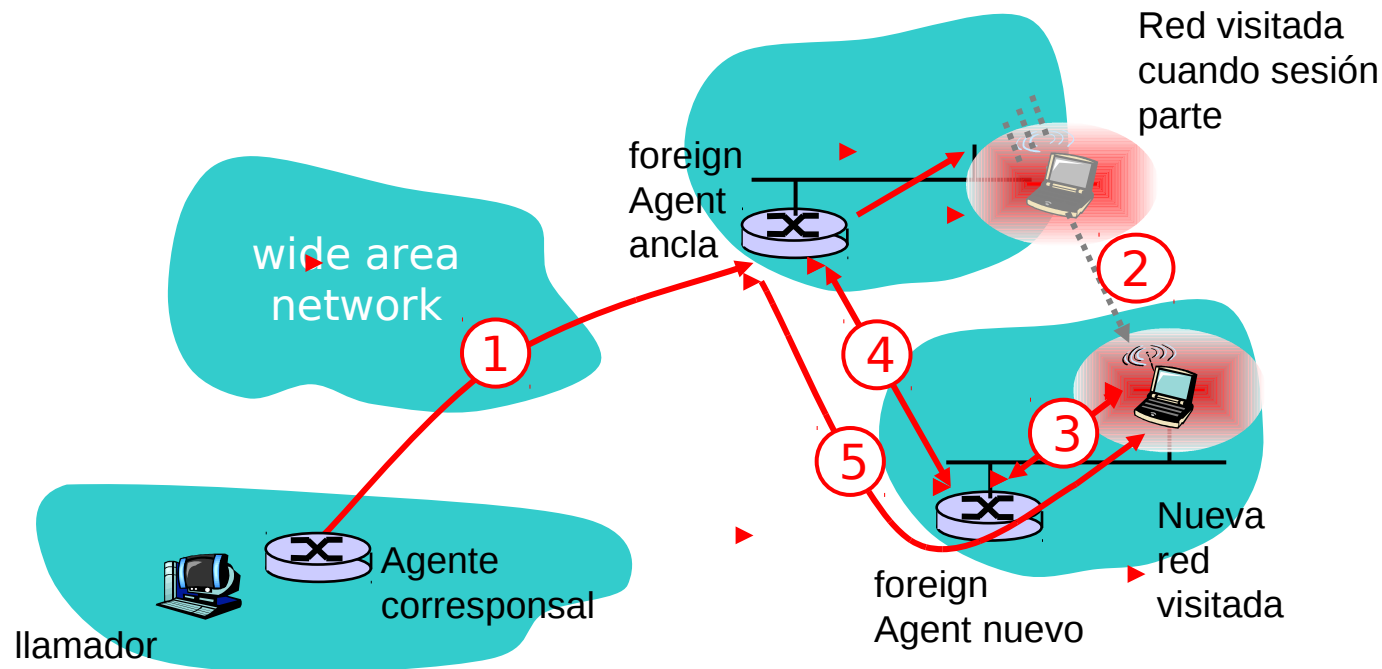
- Supera el problema de ruteo triangular
- **No transparente para llamador:** llamador debe obtener care-of-address desde home agent
  - ¿Qué pasa si móvil cambia la red visitada?



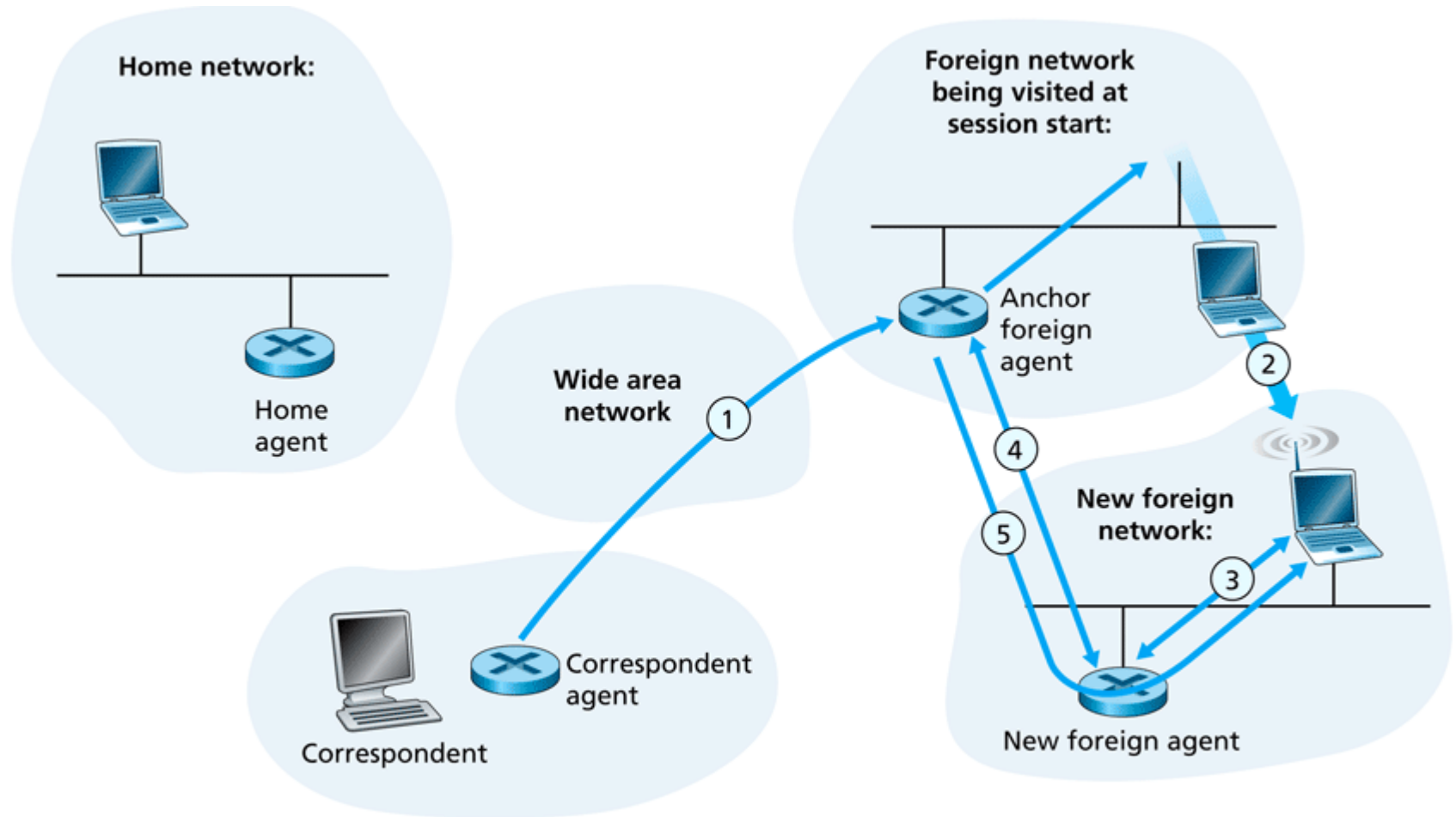


# Acomodos en movilidad con ruteo directo

- anclar foreign agent: FA en la primera red visitada
- Datos siempre ruteados a primer FA ancla
- Cuando móvil se mueve: FA nuevo se las arregla para tener datos re-enviados desde FA previo (cadena)



# Acomodos en movilidad con ruteo directo

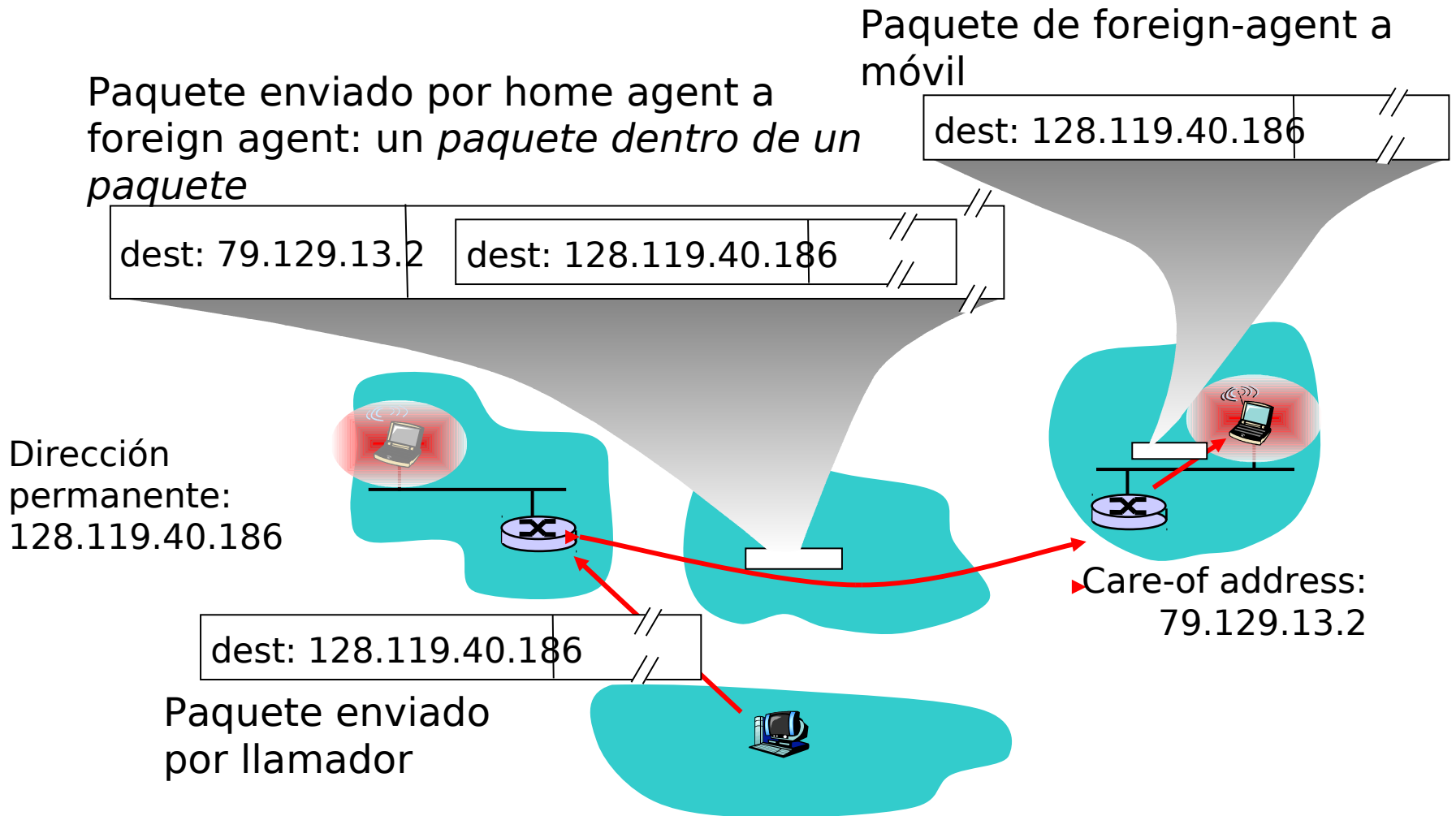


**Figure 6.25** ♦ Mobile transfer between networks with direct routing

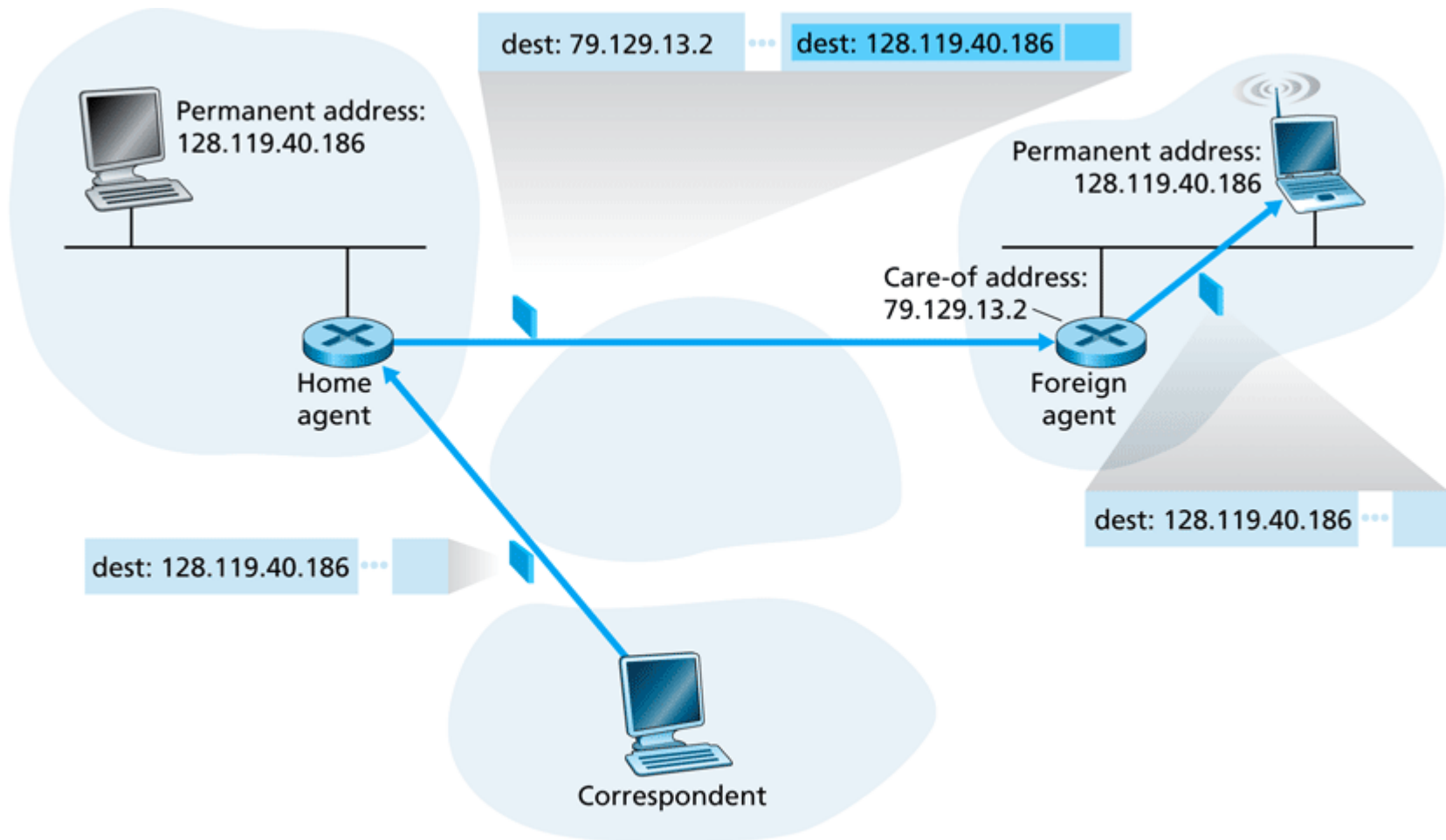
# IP Móvil

- RFC 3220
- Tiene varias características ya vistas:
  - home agents, foreign agents, registro del foreign-agent, care-of-addresses, encapsulación (paquete dentro de un paquete)
- Tres componentes a estandarizar:
  - Descubrimiento de agentes (agents)
  - Registro con el home agent
  - Ruteo indirecto de datagramas

# IP Móvil: ruteo indirecto



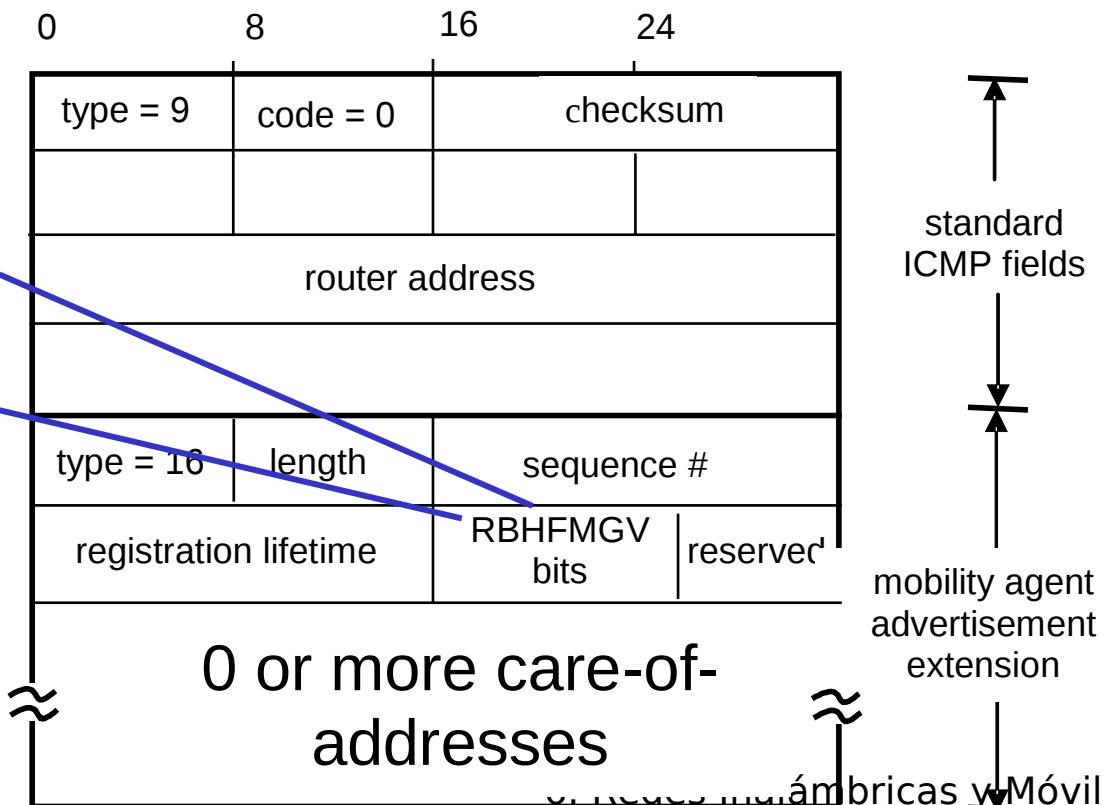
# Movilidad vía Ruteo Indirecto



**Figure 6.23** ♦ Encapsulation and decapsulation

# IP Móvil: descubrimiento de agente: dos formas

- ▣ **Difusión de agente:** agentes foreign/home avisan su servicio difundiendo mensajes ICMP (typefield = 9)
- ▣ **Asociación a agente:** Móvil envía broadcast con mensaje de asociación a agente.



H,F bits: home and/or foreign agent

R bit: registration required

# Ejemplo de Registro

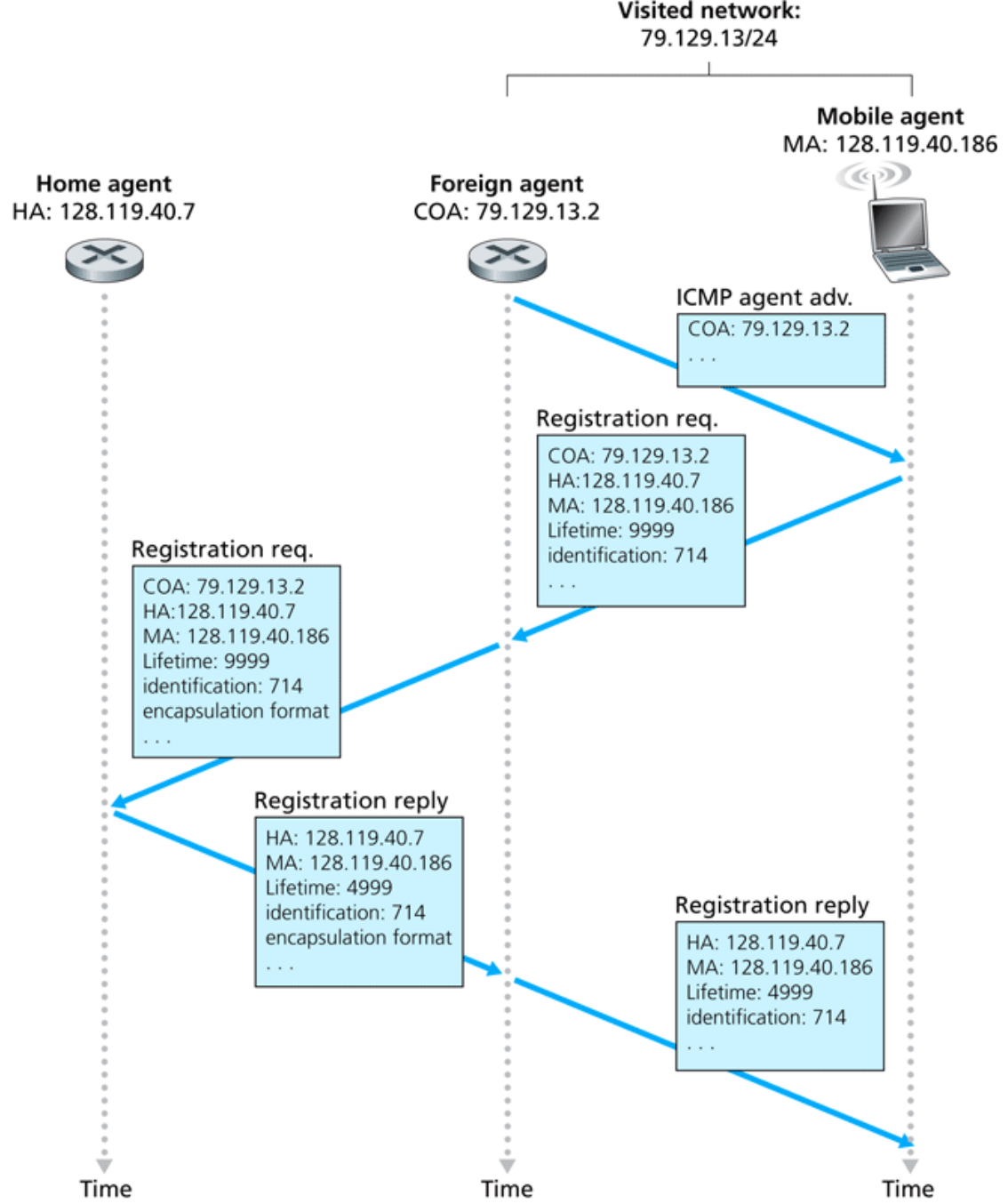


Figure 6.27 ♦ Agent advertisement and mobile IP registration

# Capítulo 6: Contenidos

## 6.1 Introducción

### Wireless

- ▣ 6.2 Enlaces Wireless, características
  - ▣ CDMA
- ▣ 6.3 IEEE 802.11 wireless LANs (“wi-fi”)
- ▣ 6.4 Acceso a Internet vía celular
  - ▣ arquitectura
  - ▣ estándares (e.g., GSM)

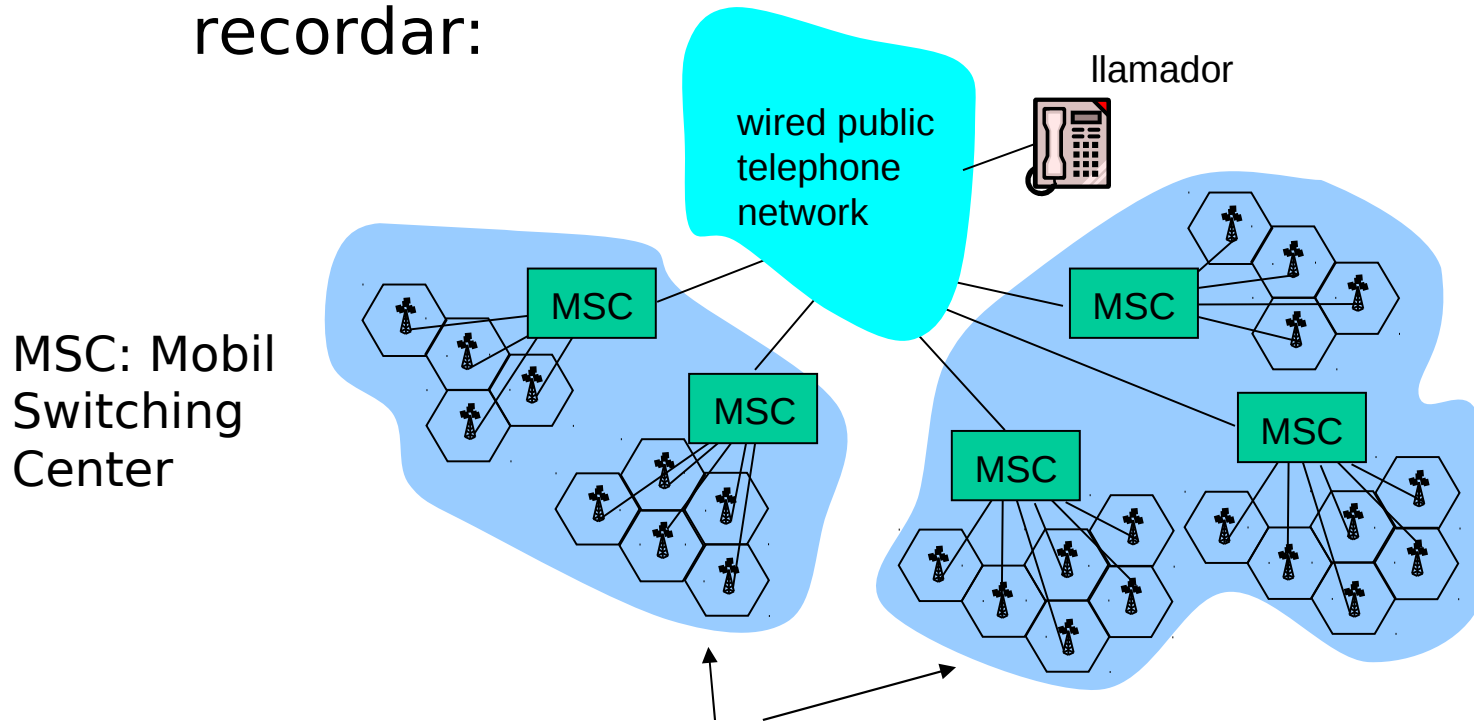
### Movilidad

- ▣ 6.5 Principios: direccionamiento y ruteo de usuarios móviles
- ▣ 6.6 IP móvil
- ▣ 6.7 Manejo de movilidad en redes celulares
- ▣ 6.8 Movilidad y protocolos de capas superiores
- ▣ 6.9 Resumen



# Componentes de arquitectura de redes celulares

recordar:



MSC: Mobil  
Switching  
Center

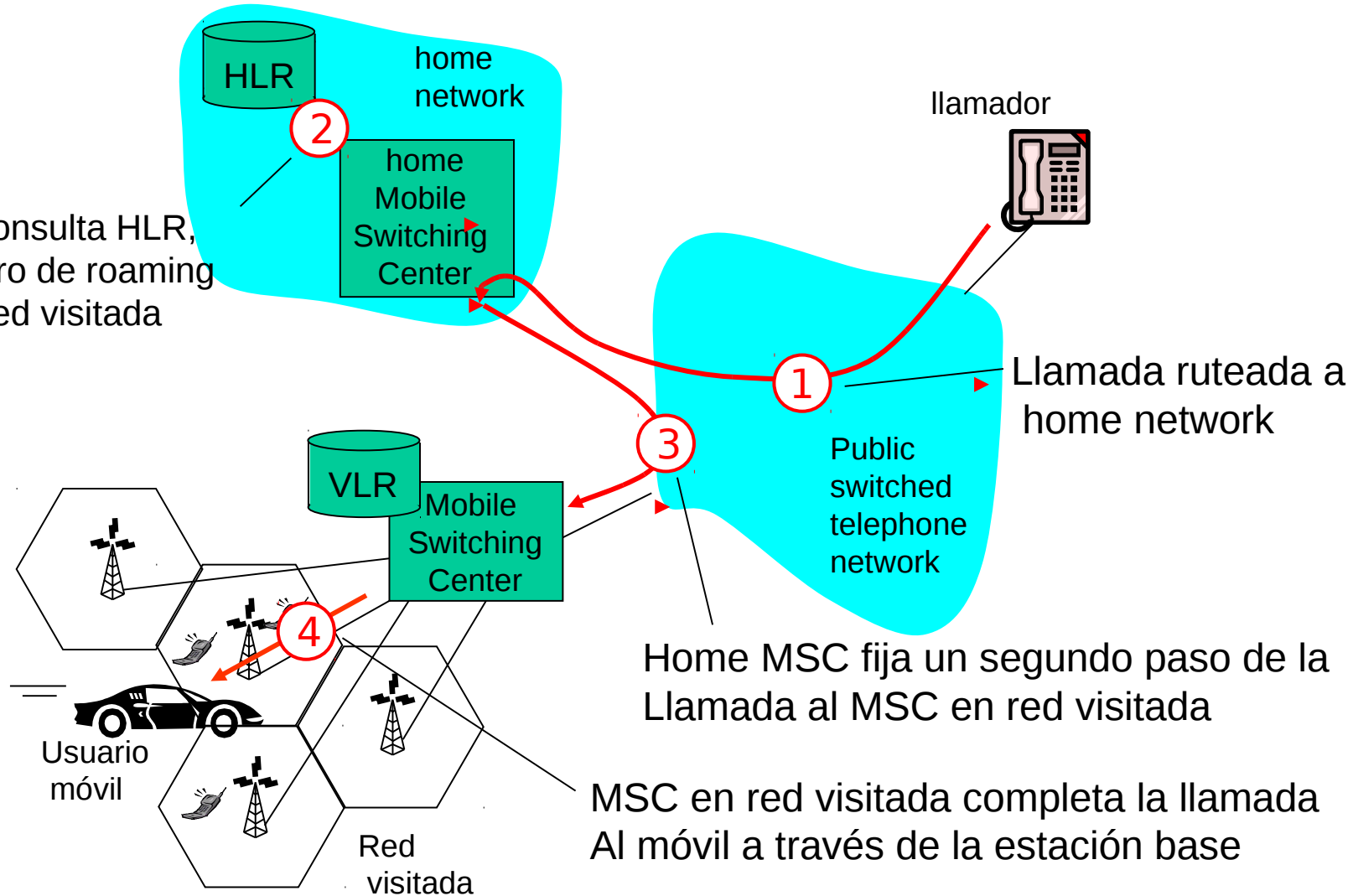
Redes celulares diferentes,  
Operadas por diferentes proveedores

Notar arquitectura simplificada  
sin Base Station Controller

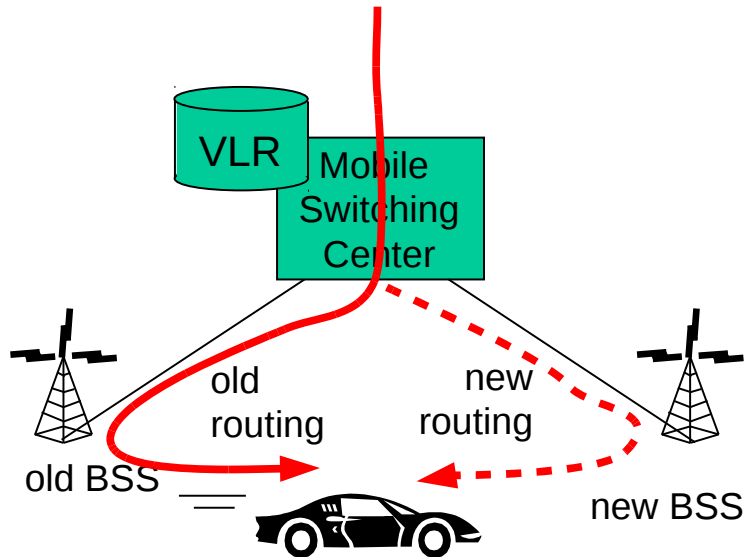
# Manejo de movilidad en redes celulares

- *home network*: red del proveedor de servicio que subscribimos (e.g., Entel, telefónica, claro)
  - *home location register (HLR)*: base de datos en home network contiene # celular permanente, información del perfil (servicios, preferencias, pagos), información sobre ubicación actual (puede ser en otra red)
- *visited network*: red en la cual el móvil reside actualmente
  - *visitor location register (VLR)*: base de datos con entradas por cada usuario actualmente en la red
  - Podría ser home network

# GSM: ruteo indirecto al móvil

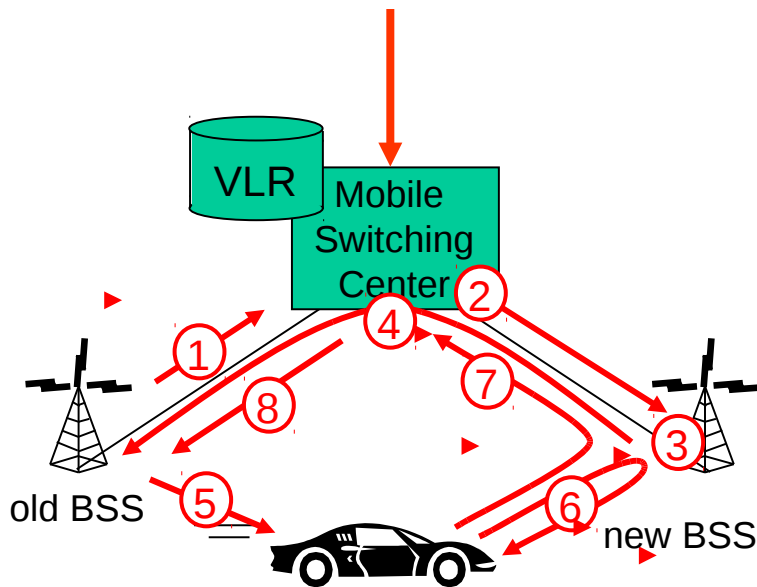


# GSM: Handoff con MSC común



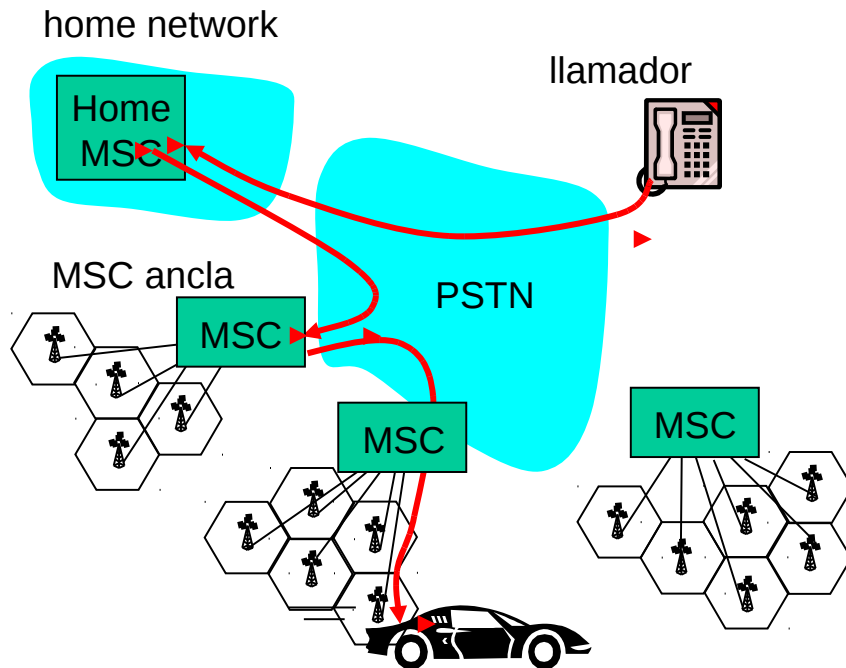
- Objetivo del handoff: rutear llamada vía nueva estación base (sin interrupción)
- Razones para handoff:
  - Señal más fuerte a/desde BSS (basic service set o celda) nueva (conectividad continua, menor consumo baterías)
  - Balance de carga: liberar canal en BSS actual
  - GSM no indica por qué hacer handoff (política), sólo el cómo (mecanismo)
- handoff es iniciado por BSS antigua

# GSM: handoff con MSC común



- 1. BSS antiguo informa MSC del handoff inminente, proveyendo lista de 1+ BSSs nuevas
- 2. MSC reserva rutas (reserva recursos) en nuevo BSS
- 3. BSS nueva reserva canal de radio para el móvil
- 4. BSS nueva señala a su MSC y BSS antigua: estamos listo
- 5. BSS antigua dice al móvil: realizar handoff a nueva BSS
- 6. Móvil y nueva BSS intercambian mensajes para activar canal nuevo
- 7. Móvil señala vía nuevo BSS a MSC: handoff completado. MSC re-rutea la llamada
- 8. MSC pide a antigua BSS liberar recursos

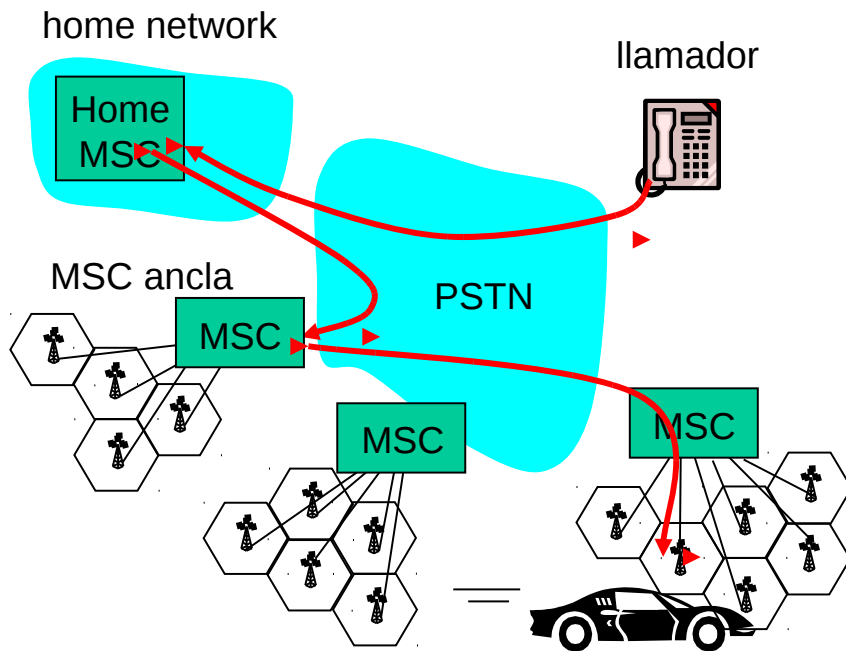
# GSM: handoff entre MSCs



(a) Antes de handoff

- **MSC ancla:** es el primer MSC visitado durante llamada
  - Llamada permanece ruteada a través de MSC ancla
- nuevos MSCs se suman al final de la cadena de MSC según móvil se mueve a nuevos MSC
- IS-41 permite opción de minimización de los pasos de la ruta para acortar cadena multi-MSC

# GSM: handoff entre MSCs



(b) Después de handoff

- **MSC ancla:** primer MSC visitado durante llamada
  - Llamada permanece ruteada a través de MSC ancla
- nuevos MSCs se suman al final de la cadena de MSC según móvil se mueve a nuevos MSC
- IS-41 permite opción de minimización de los pasos de la ruta para acortar cadena multi-MSC (situación mostrada)

# Movilidad: GSM versus IP móvil

Elemento GSM	Comentario sobre elemento GSM	Elemento IP móvil
Home system	Red a la cual el número permanente el usuario pertenece	Home network
Gateway Mobile Switching Center, o "home MSC". Home Location Register (HLR)	Home MSC: punto de contacto para obtener dirección ruteable del usuario móvil. HLR: base de dato en sistema "home" que contiene número permanente, perfil, ubicación actual del usuario móvil, información de suscripción	Home agent
Visited System	Red distinta al sistema home donde el usuario móvil está actualmente	Visited network
Visited Mobile services Switching Center. Visitor Location Record (VLR)	Visited MSC: responsable por establecer llamadas a/desde nodos móviles en celdas asociadas con MSC. VLR: entrada temporal en base de datos en sistema visitado, contiene información de suscripción por cada usuario móvil visita	Foreign agent
Mobile Station Roaming Number (MSRN), or "roaming number"	Dirección ruteable para el segmento de llamada entre home MSC y MSC visitada, transparente para el móvil y llamador.	Care-of-address



# Wireless, movilidad: impacto en protocolos de capas superiores

- lógicamente, impacto *debería* ser mínimo ...
  - Modelo de servicio “mejor esfuerzo” permanece sin cambios
  - TCP y UDP pueden correr (y corren) sobre wireless, móvil
- ... pero hay efectos en desempeño:
  - Pérdida/retardo de paquetes debido a errores (paquetes descartados, retardo debido a retransmisiones de capa enlace), y handoff
  - TCP interpreta pérdidas como congestión, decrece ventana de congestión innecesariamente
  - Mayor problema de retardo en tráfico de tiempo real
  - Ancho de banda limitado de enlaces inalámbricos

# Capítulo 6 Resumen

## Wireless

- Enlaces wireless:
  - capacidad, distancia
  - Interferencia, decaimiento
  - CDMA
- IEEE 802.11 (“wi-fi”)
  - CSMA/CA refleja características del canal wireless
- Acceso celular
  - arquitectura
  - estándares (e.g., GSM, CDMA-2000, UMTS)

## Movilidad

- principios: direccionamiento, ruteo a usuarios móviles
  - Redes home y visitada
  - Ruteo indirecto y directo
  - care-of-addresses
- **Casos de Estudio**
  - IP móvil
  - Movilidad en GSM
- Impacto sobre protocolos de capas superiores