

Mobilità dei dispositivi

Quando un dispositivo mobile si sposta tra diverse reti, ci sono due modi principali per gestire il routing dei pacchetti:

1. **Lasciamo i routers se ne occupino:** I router **pubblicizzano le informazioni** (nome, IP, numero di cella) del nodo mobile attraverso lo scambio di **routing table**, questo metodo **non è scalabile** per miliardi di dispositivi mobili. **Non attuabile.**
2. **Lasciare che ci pensi l'end system:**
 - **Routing indiretto:** Il dispositivo UE mantiene il suo Home IP anche all'interno della Visited, i pacchetti passano per la Home network.
 - **Routing diretto:** Il dispositivo UE ottiene un Foreign IP e i pacchetti vanno direttamente alla Visited network.

Home / Visited network in 4G/5G

- **Home network:** È la rete del proprio operatore, a cui il dispositivo è originariamente registrato, l'**HSS** della Home Network conserva informazioni sull'**identità dell'utente** (IMSI, credenziali) e i **servizi disponibili e la sua posizione**.
- **Visited network:** qualsiasi altra rete a cui ti connetti. Ci sono accordi per dare accesso a mobile che non hanno un piano con quella rete ovvero il roaming.

HSS serve per verificare che un utente possa effettivamente usare quella rete, quando un UE entra in una **Visited network** allora si utilizza un piano tariffario diverso ovvero il piano **roaming**.

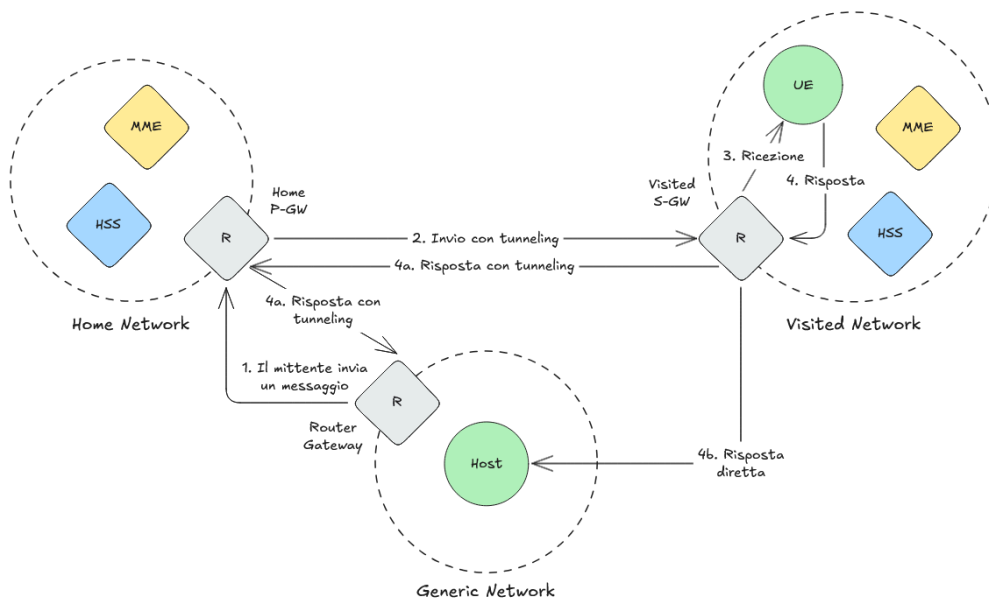
Registrazione di un mobile

La **registrazione di un dispositivo mobile in roaming** permette alla **Home Network** di conoscere la sua posizione attuale. Quando il dispositivo si connette a una **Visited Network**, si registra presso il **Mobility Manager** della rete ospitante. Quest'ultimo aggiorna la nuova posizione dell'UE nell'**HSS (Home Subscriber Server)** della **Home Network**.

Mobilità con routing indiretto

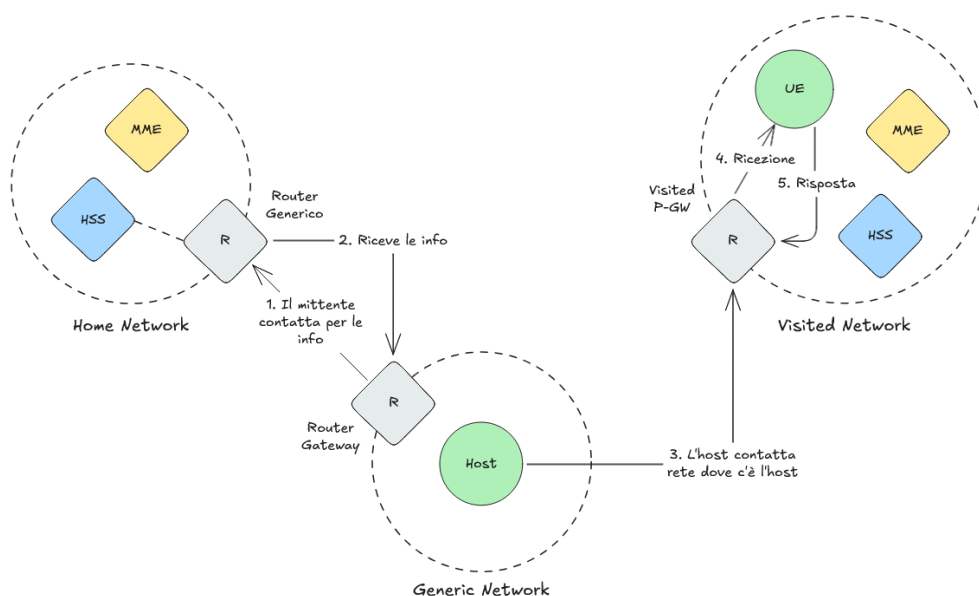
1. Il **mittente** contatta il P-GW della **Home Network**.
2. Il **P-GW** riceve il pacchetto e lo **inoltra (tunneling)** al **S-GW** della **Visited Network**.
3. Il **S-GW** lo inoltra al **dispositivo mobile**.
4. Il **S-GW** invia la risposta al mittente, passando per la **Home Network** o **direttamente**.

Questo schema introduce un problema chiamato "**Triangle Routing**", che rende il percorso **inefficiente** quando il mittente e il dispositivo mobile si trovano nella stessa rete visitata. Tuttavia, per il mittente il processo è **trasparente**, perché continua a usare l'Home Address del destinatario.



Mobilità con routing diretto

1. Il mittente contatta l'**HSS della Home Network** perchè non sa dove si trova il UE.
2. L'HSS comunica in quale **Visited Network** si trova l'UE (con **MSS**), fornendo l'indirizzo IP attuale.
3. Il sender invia i pacchetti **direttamente P-GW della Visited**, senza passare per la Home Network.
4. Il **P-GW della Visited** riceve il pacchetto e lo inoltra direttamente all'UE.



Più efficiente rispetto al Routing Indiretto (evita il "Triangle Routing"). Riduce la latenza, poiché i pacchetti non devono passare dalla Home Network. Non è trasparente per il mittente: deve conoscere e aggiornare l'indirizzo del dispositivo mobile.

Compiti della mobilità

- **Base station:** il UE passa il suo **IMSI**, si identifica come abbiamo appena visto tramite i due approcci, o comunque un metodo ibrido di essi, e da lì in avanti riceve il suo IP per navigare.

- **Configurazione Control-Plane:** l'MME usa l'IMSI dell'UE per contattare l'HSS della Home Network, registrarlo e aggiornare la sua posizione (se è in roaming).
- **Configurazione Data-Plane:** l'MME configura i tunnel GTP per l'instradamento dei dati tra l'UE e la rete. Si crea un tunnel tra il P-GW della Home Network e il dispositivo mobile, prima di inoltrare i dati verso Internet.
- **Mobile handover:** Quando l'UE cambia cella o Visited Network, l'MME gestisce il trasferimento della sessione per garantire la continuità del servizio.

Configurazione Control-Plane LTE

1. Il mobile comunica con l'MME locale tramite collegamento con la BS.
2. L'MME usa il IMSI del mobile per contattare il suo Home HSS, recupera le dovute informazioni per la connessione e la Home network viene avvertita che è in roaming.
3. La BS e il mobile si accordano su parametri per il canale Data-Plane.

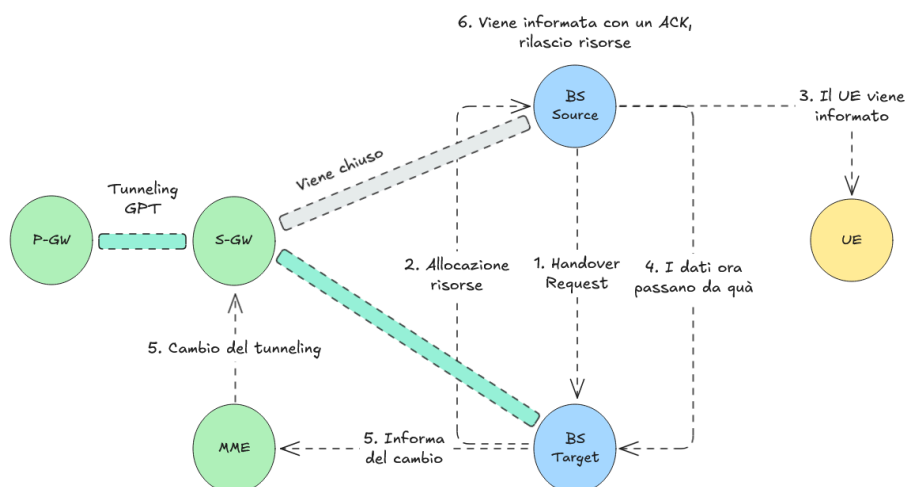
Configurazione Data-Plane LTE

1. **Tunnel tra BS e S-GW:** Quando il UE cambia BS (handover), il tunnel GTP tra BS e S-GW cambia, viene aggiornato solo l'endpoint della del tunnel per la BS.
2. **Tunnel tra S-GW e Home P-GW:** Questo tunnel è usato per il **Routing Indiretto**.

Il tunnel avviene tramite GTP, il datagramma del mobile per un servizio viene incapsulato in un pacchetto GTP a sua volta incapsulato in un pacchetto UDP, per essere incapsulato in IP.

Mobile handover

1. La BS corrente manda un **handover request** alla BS target, ovvero dove sta passando il UE.
2. La BS target alloca spazio radio per il UE e risponde con un **ACK**.
3. La **BS corrente informa il UE della nuova BS**, dal punto di vista del UE il passaggio è completo.
4. La **BS corrente non invia più i datagrammi** direttamente al UE ma **li passa alla BS target** che li invia al UE.
5. La **BS target informa il MME** del passaggio e quindi si **cambia il tunneling con il S-GW**.
6. La **BS target informa con un ACK** che l'**handover è stato completato** e la BS iniziale rilascia le risorse allocate per la UE.



Mobile IP

L'architettura di Mobile IP si basa su un **routing indiretto**, in cui il traffico dati passa sempre attraverso la **Home Network** utilizzando tunnel. Per gestire la mobilità, definisce due ruoli principali: il **Home Agent**, che svolge funzioni simili all'**HSS e al P-GW** del 4G, e il **Foreign Agent**, che ricorda i compiti dell'**MME e dell'S-GW** in LTE. Inoltre, Mobile IP utilizza protocolli specifici per la scoperta degli agenti nella **Visited Network** e per registrare la posizione dell'utente nella **Home Network**, sfruttando estensioni di ICMP. La mobilità può degradare le prestazioni, soprattutto per il traffico sensibile ai ritardi.