



Corso di Reti Radiomobili I

Agenda

- ❑ Il canale radiomobile & Effetti della propagazione multipath
- ❑ Tecniche di accesso multiplo in sistemi radiomobili
- ❑ Tecniche di riuso delle frequenze in reti cellulari
- ❑ Tecniche di allocazione delle risorse in reti radiomobili
- ❑ Cenni sui Sistemi cellulari di I generazione (E-TACS, AMPS)
- ❑ Sistemi cellulari di II generazione (GSM, GPRS)
- ❑ Sistemi cellulari di III generazione (UMTS)



Libri di testo consigliati

- ❑ Comunicazioni Wireless 3G (Smith,Collins) – McGrawHill -Libro di riferimento-
- ❑ Tecnologie Wireless (Kuruppillai-Dontamsetti-Cosentino) McGrawHill -Parte sul GSM-
- ❑ UMTS Accesso radio ed architetture di Rete (Holma, Toskala)
- ❑ Dispense del docente e lucidi delle lezioni



Cenni storici - 1

- La propagazione nello spazio libero è usata da quasi 100 anni per le telecomunicazioni
- I primi (rudimentali) sistemi di telecomunicazione non diffusiva con mezzi mobili appaiono durante la seconda guerra mondiale
- I primi sistemi di telefonia mobile risalgono agli anni '60, ma sono costosi, poco pratici, con bassa qualità e bassa affidabilità



Cenni storici - 2

- Nei primi anni '80 vengono installate le prime reti cellulari nel senso "moderno" del termine (1983 Chicago, 1980/2 prototipazione in Giappone)
 - reti "specializzate" (es. private di una organizzazione)
 - piuttosto costose
 - bassa capacità e versatilità
- Nella seconda metà degli anni '80 vengono installate le reti analogiche "avanzate" (AMPS, NMT, TACS) con immediato ed enorme successo commerciale



Cenni storici - 3

- **AMPS:** *Advanced Mobile Phone Service*
 - è uno standard U.S.A. (EIA-553); lavora nella banda intorno agli 800 MHz
 - **diffusione:** Stati Uniti, Canada, Messico, Australia, Nuova Zelanda, Taiwan, Corea del sud, Singapore, Hong Kong, Thailandia, Brasile, Argentina, ...
- **TACS:** *Total Access Communications System*
 - è uno standard sviluppato nel Regno Unito; lavora nella banda intorno ai 900 MHz, di fatto è un adattamento dello standard AMPS
 - **diffusione:** U.K., Italia, Irlanda, Spagna, Austria, Penisola Arabica, ...



Cenni storici - 4

- **NMT:** *Northern Mobile Telephone System*

- è uno standard scandinavo, sviluppato indipendentemente da AMPS e TACS; lavora nelle bande intorno ai 450 e ai 900 MHz; ci sono notevoli differenze nel funzionamento tra le 2 bande
- **diffusione:** Scandinavia, BeNeLux, Austria, Francia, Ungheria, Spagna, Svizzera, ...



Cenni storici - 5

- Alla fine degli anni '80 è diventato chiaro che le reti cellulari esistenti non erano in grado di sopportare la domanda di traffico e qualità a meno di:
 - risolvere i problemi di bassa capacità a causa dell'indisponibilità dello spettro
 - migliorare in modo significativo la qualità del servizio e la gamma dei servizi disponibili
 - diminuire drasticamente i costi delle apparecchiature
 - risolvere i problemi di interoperabilità tra sistemi diversi



Cenni storici - 6

- I 4 problemi da risolvere hanno spinto verso soluzioni di tipo *concertato* (standard internazionali) con tecnologia *numerica* (GSM, D-AMPS, IS-95)



Cenni storici - 7

- Nel '92 e' stato introdotto GSM in Europa con un successo ed una diffusione enorme
- D-AMPS e IS-95 (CDMA) sono introdotte in USA nella meta' degli anni '90 con grande successo (meno del GSM)
- Fine anni '90 standardizzazione di reti con accesso a pacchetto
- ... domani ... UMTS



Una differenza fondamentale

RETE WIRELESS

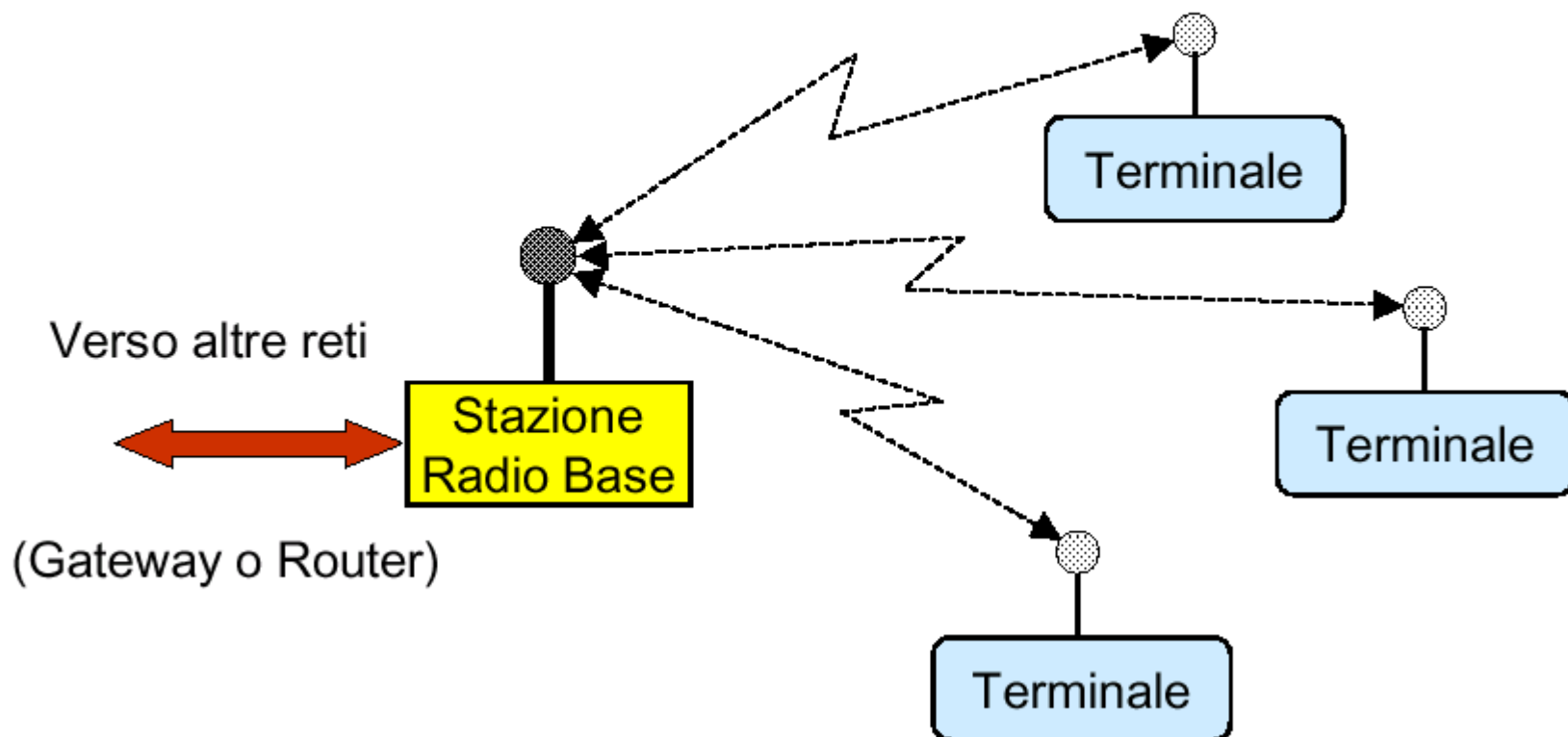
è una (sotto)rete in cui l'accesso da un terminale avviene attraverso un canale "senza filo"

RETE CELLULARE

è una rete la cui copertura geografica è ottenuta con una tassellatura di aree adiacenti e/o sovrapposte dette *celle*. L'utente (terminabile mobile) si può muovere attraverso la rete passando da una cella all'altra senza interrompere la comunicazione

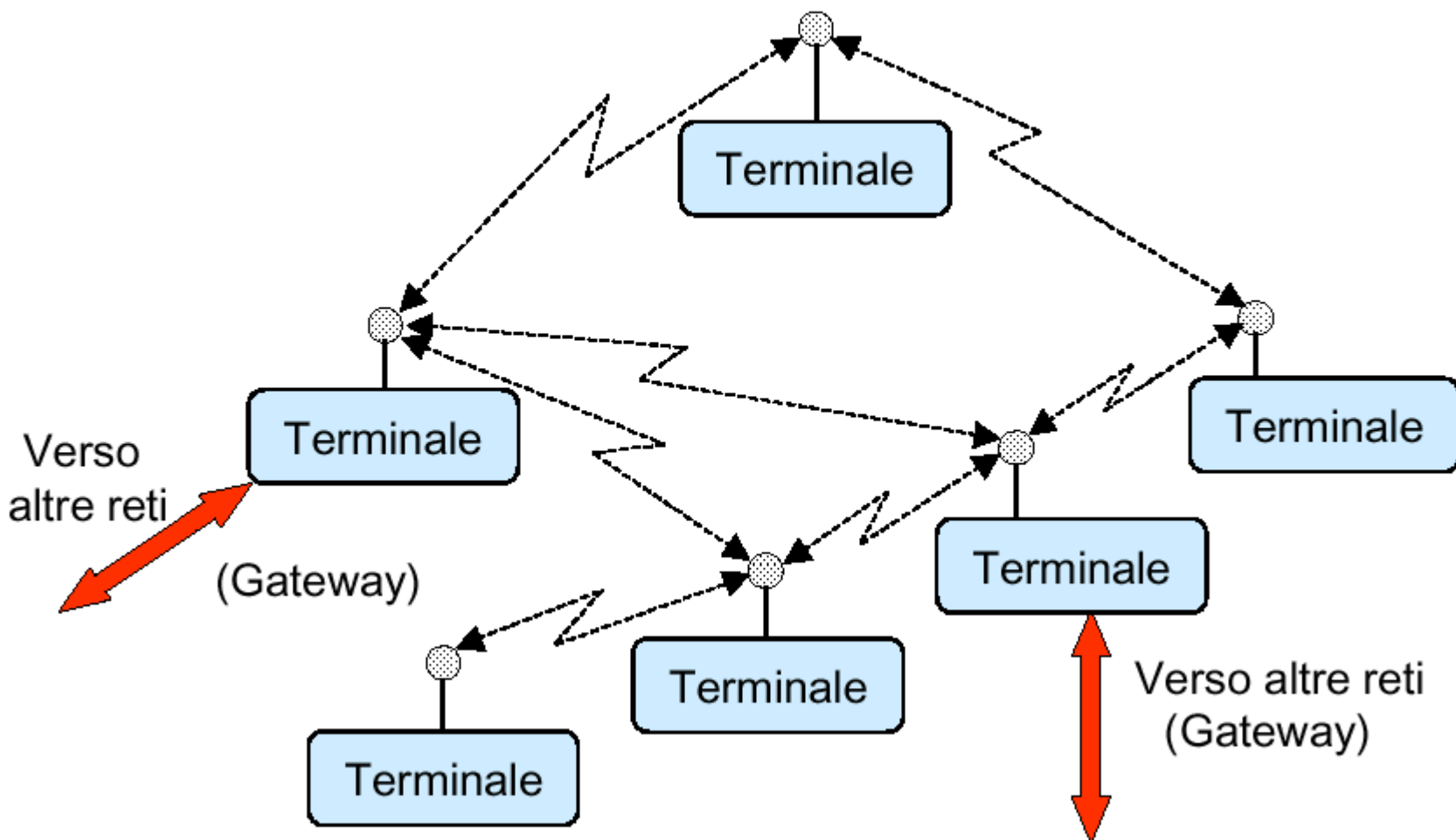


Rete Wireless con Punto di Accesso Fisso



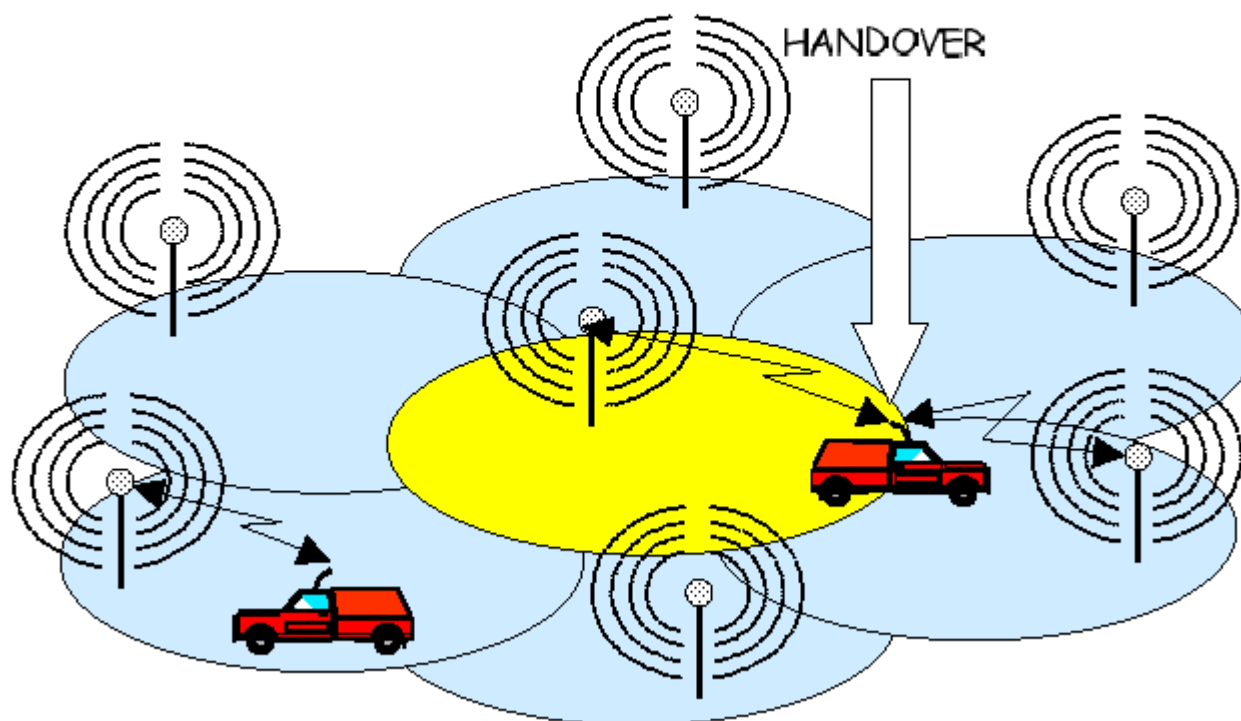


Rete Wireless Autoconfigurante





Rete Cellulare





Handover

- È la procedura che consente il trasferimento di una chiamata da una cella alla successiva, mentre il terminale mobile si sposta all'interno della rete
- Di fatto è l'elemento distintivo tra le reti cellulari ed ogni altro tipo di rete TLC
- È una operazione complessa che pone alla rete notevoli requisiti in termini **di architettura di rete, di protocolli e di segnalazione** per la gestione delle procedure connesse agli handover

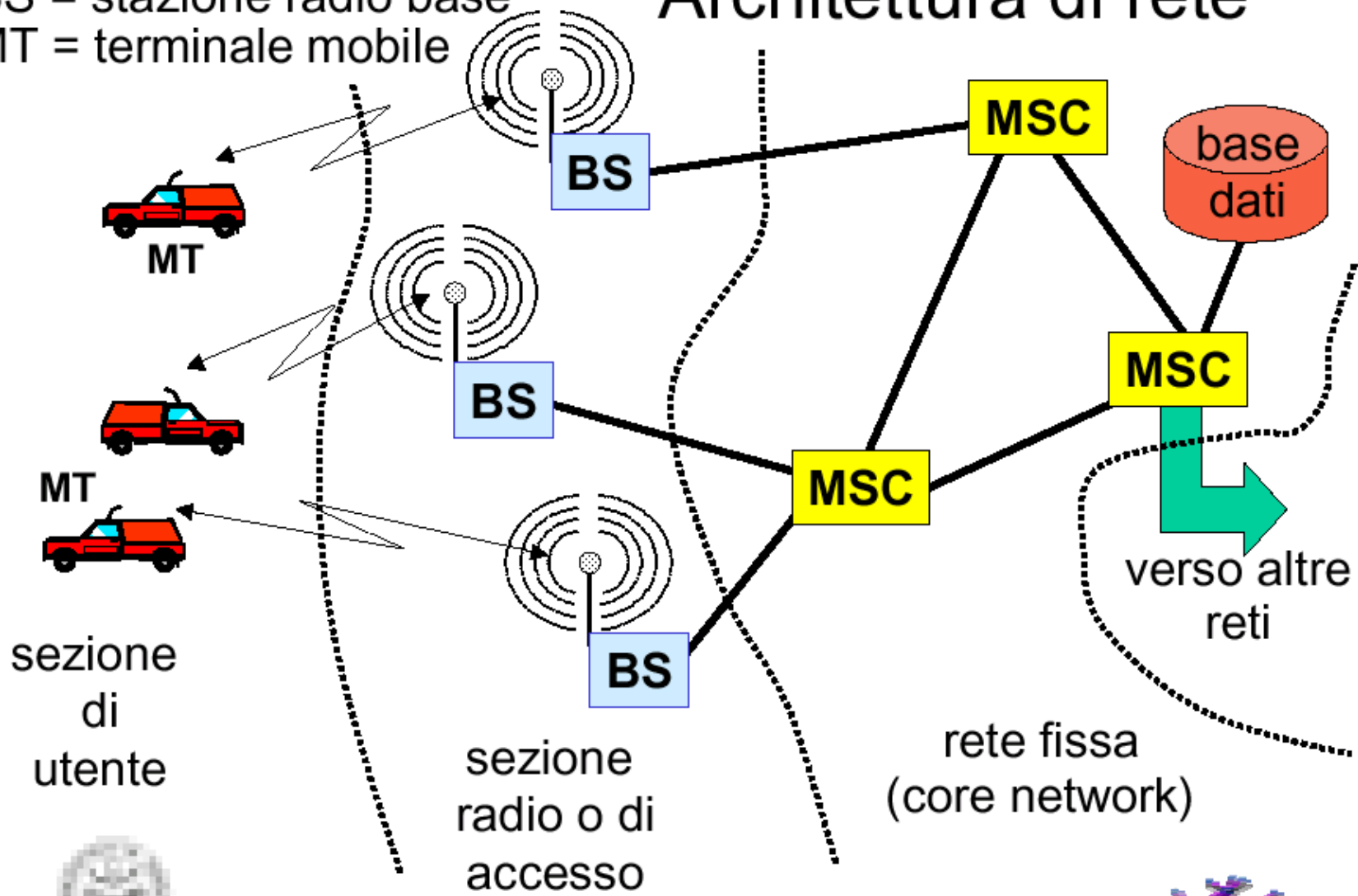


Funzioni chiave per la mobilità

- **Registrazione:**
 - collegamento del terminale alla rete
 - identificazione, autenticazione
- **Localizzazione:**
 - posizione e reperimento del terminale
 - paging
- **Handover:**
 - [(ri)localizzazione] + [(ri)registrazione] + trasferimento della chiamata in corso

MSC = commutatore
BS = stazione radio base
MT = terminale mobile

Architettura di rete



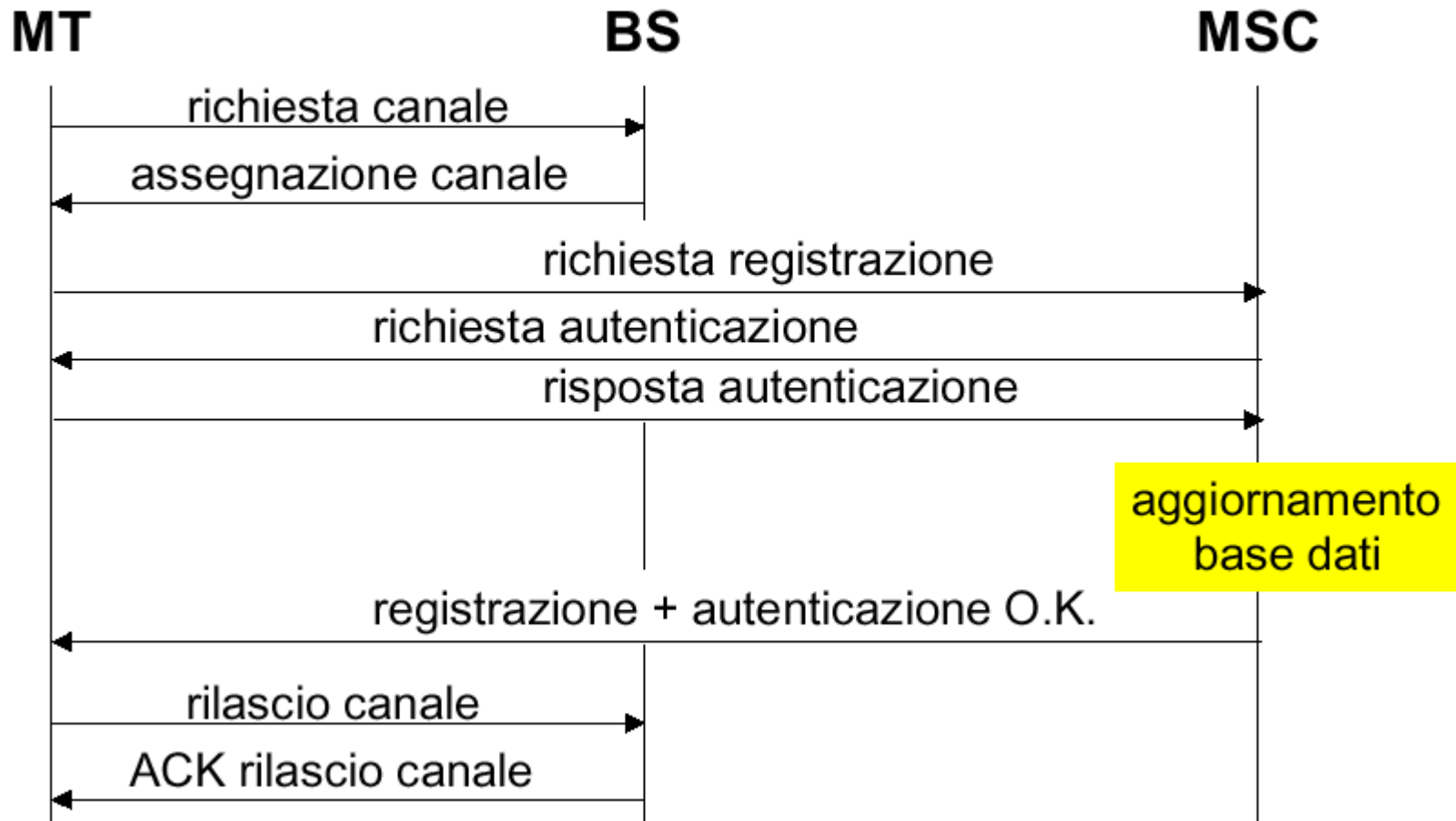


Registrazione

- Procedura da eseguire:
 - all'accensione del terminale
 - tutte le volte che si desidera accedere ad un nuovo servizio (es. fare una nuova chiamata) con fini di autenticazione
 - serve ad associare MT alla rete
 - coinvolge **l'intera rete**



Registrazione



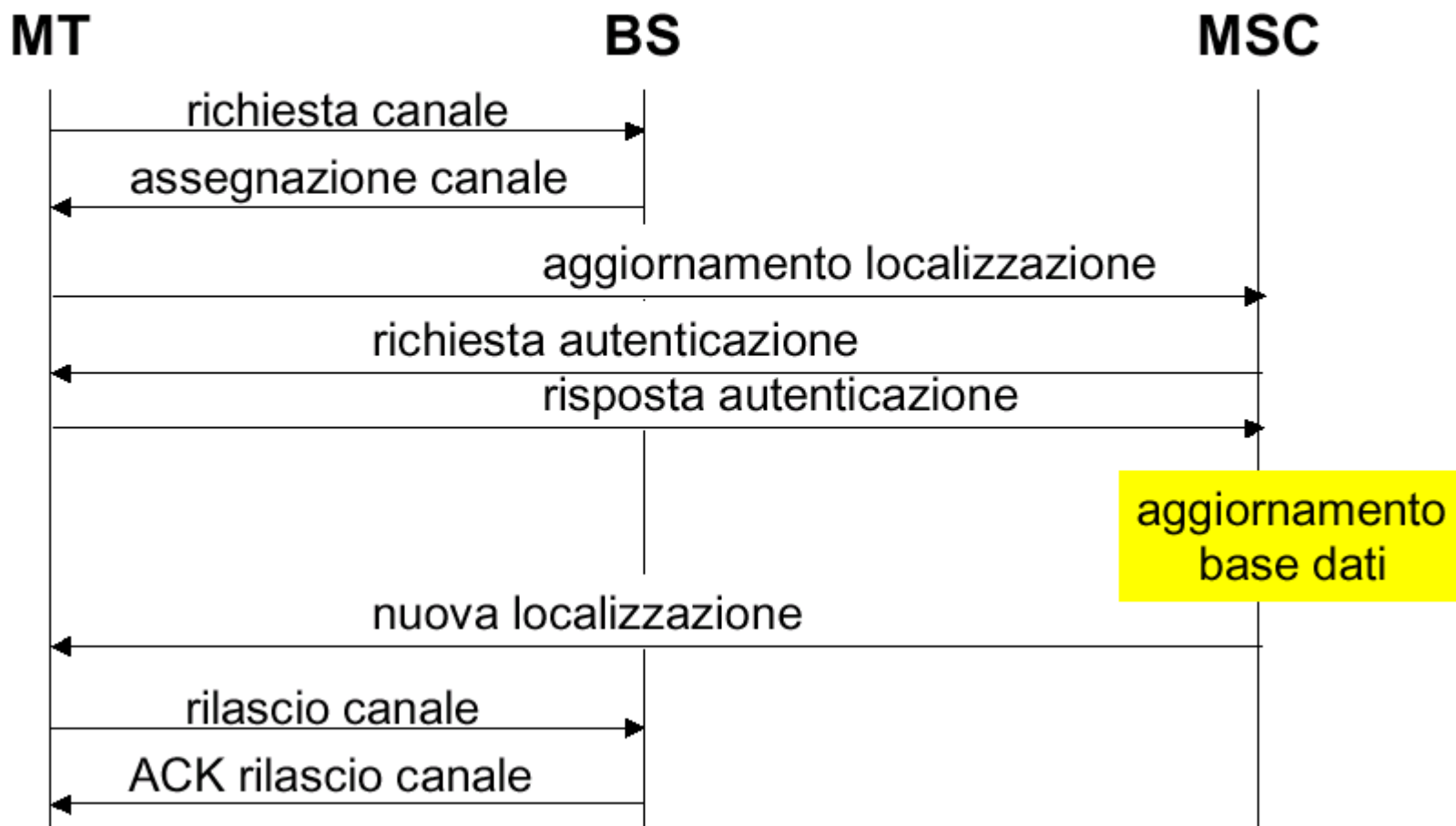


Localizzazione

- Procedura da eseguire:
 - all'accensione del terminale
 - tutte le volte che si cambia zona di localizzazione o Location Area (LA), in generale un gruppo di celle correlate tra loro
 - serve ad associare un terminale ad una specifica zona della rete
 - coinvolge **l'intera rete**



Localizzazione





Paging

- Procedura di localizzazione "fine"
- Viene eseguita in caso di chiamata **verso** MT per stabilire esattamente in quale cella MT si trovi
- Viene trasmesso in broadcast su tutte le celle un messaggio con l'id. di MT
- Se $LA=1$ cella non e' necessario



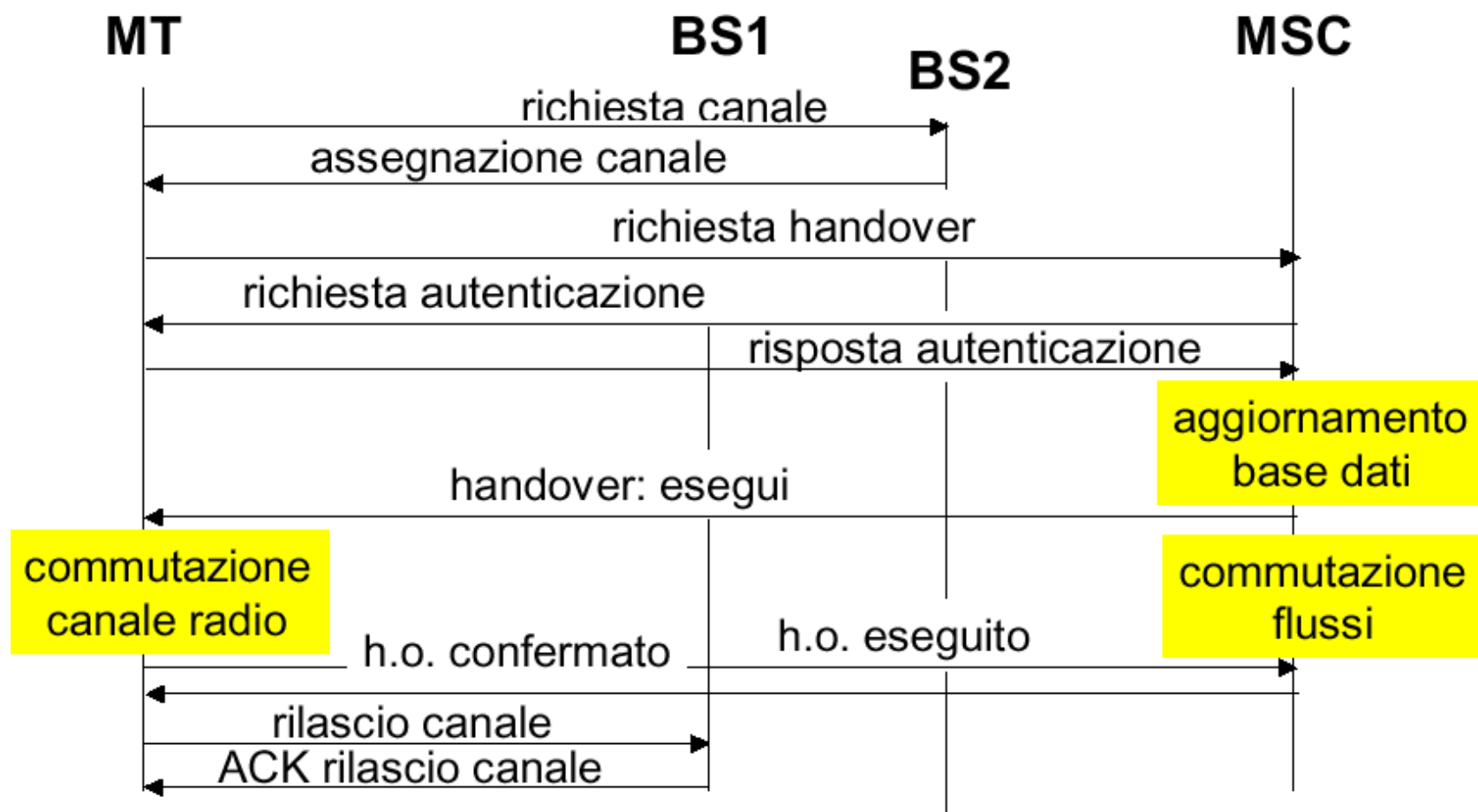
Handover

- E' la procedura piu' complessa, perche' la chiamata non deve cadere
- Esistono molti modi e procedure per fare un handover in funzione di chi lo inizia, come vengono gestiti i canali in transitorio, etc.
- Vediamo un esempio ...

BS1 origine

BS2 destinazione

Soft Forward Handover





Classificazione handover

- Soft \leftrightarrow Hard
 - indica se durante l'handover sono attivi entrambi i canali radio (soft) o solamente uno per volta (hard)
- Forward \leftrightarrow Backward
 - indica se la segnalazione avviene tramite la BS di origine (backward) oppure la BS destinazione (forward)



Classificazione handover

- MT \leftrightarrow BS initiated
 - indica se il primo messaggio di segnalazione per l'inizio di h.o. viene inviato dal terminale utente come richiesta (MT initiated) oppure da BS come comando (BS initiated)
- inoltre bisogna anche stabilire chi e come effettua le misure necessarie per stabilire il momento opportuno per effettuare un handover

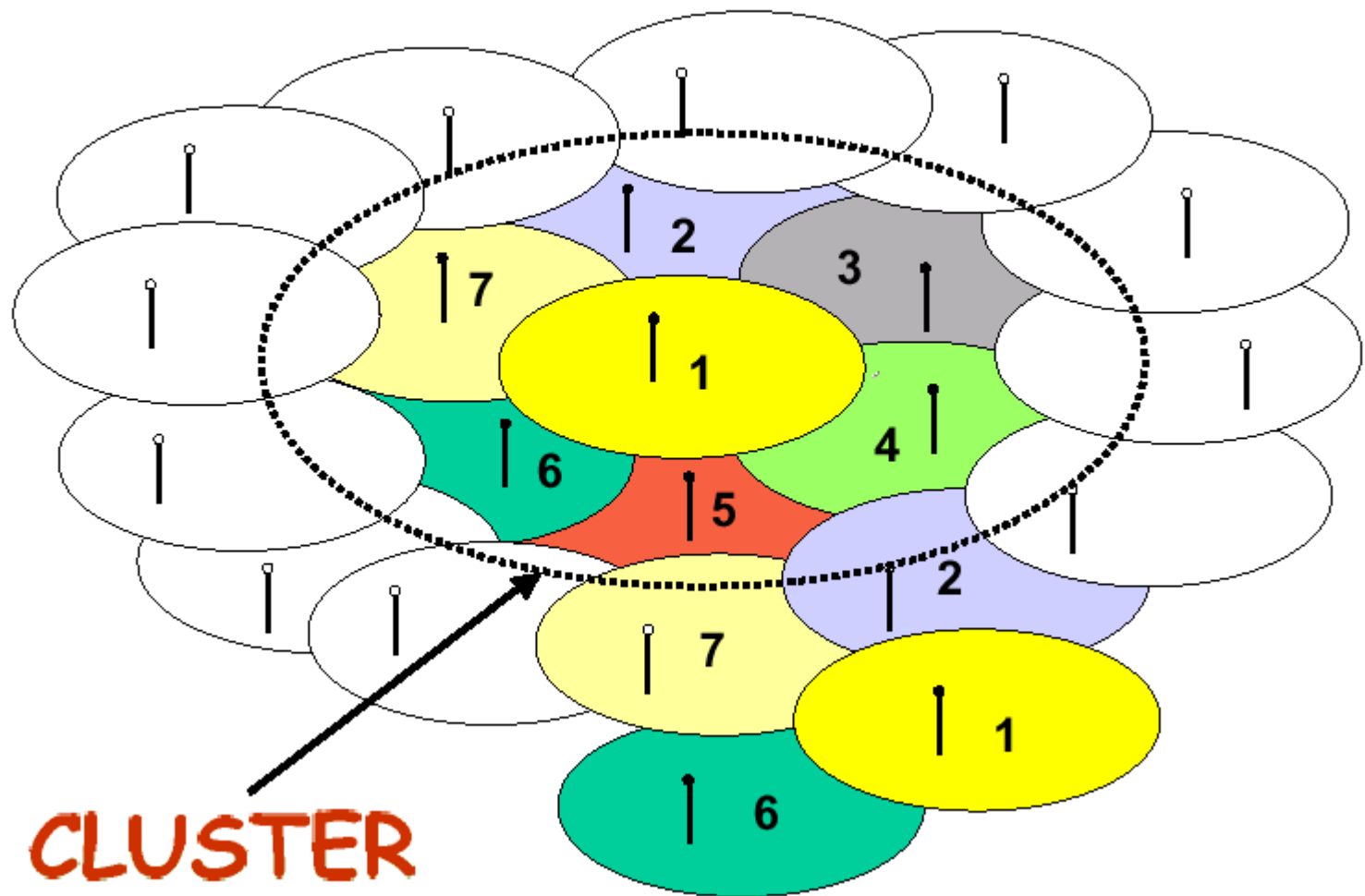


Efficienza delle Reti Cellulari

- Viene misurata essenzialmente in base al ri-uso dei canali radio disponibili in celle adiacenti: la "banda" è una risorsa molto preziosa (sul canale radio) e va usata al meglio
- Se si potessero usare tutti i canali in ciascuna cella si avrebbe efficienza 1
- Le celle vengono organizzate in "cluster" di N celle: all'interno di un cluster, ciascuna cella utilizza un sottoinsieme unico di canali
- La dimensione del cluster è una misura dell'efficienza del sistema: più sono grossi i cluster meno efficiente è il sistema



Copertura cellulare con cluster di 7 celle





Dimensione del cluster

- Sistemi analogici con accesso FDMA (AMPS, TACS, NMT):
 - cluster di 19 o 21 celle
- Sistemi numerici con accesso di tipo TDMA o misto FDMA/TDMA (GSM, D-AMPS, JCD):
 - cluster di 7 o 9 celle
- Sistemi numerici con accesso CDMA (IS-95):
 - cluster di una cella (almeno in linea di principio)

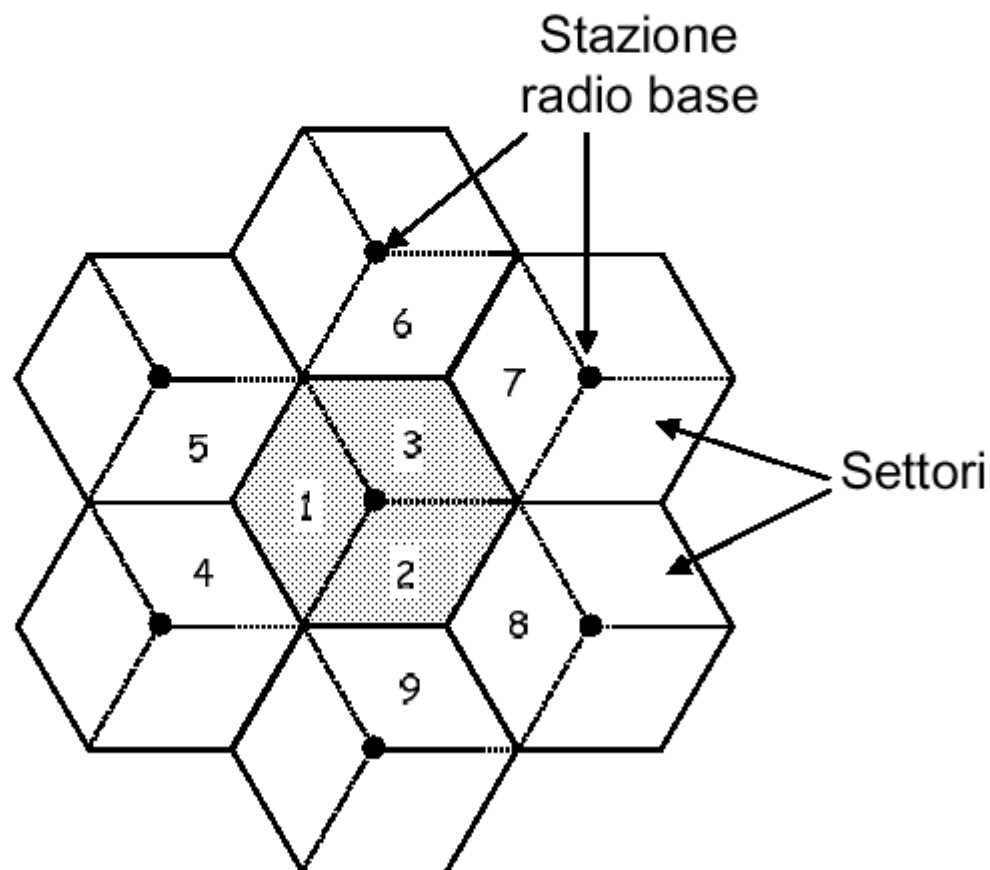


Tecniche di Copertura Cellulare

- Le celle non sono necessariamente cerchi (o esagoni) regolari delle stesse dimensioni
- L'effettiva dimensione della cella è determinata dalla potenza degli apparati, dai ritardi di propagazione e dalla densità di traffico
- È possibile usare antenne direzionali per avere celle di forma e dimensione particolare
- Celle di dimensione (e forma) diversa
- Celle "stratificate" (celle a ombrello)
- Sono allo studio tecniche per ottenere celle "puntiformi" che "inseguono" il terminale mobile



Copertura cellulare con cluster di 9 celle e antenne settoriali a 120°

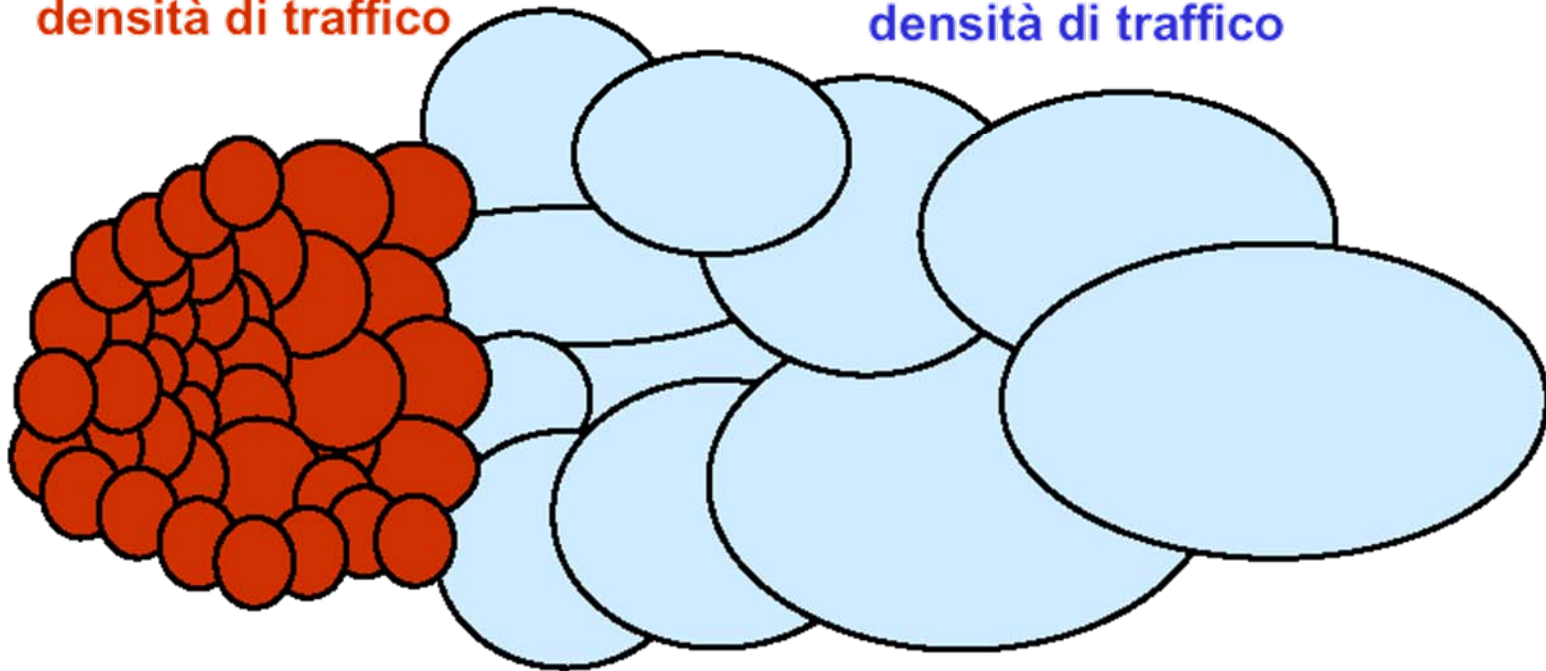




Copertura cellulare con celle di dimensione diversa per aree a diversa intensità di traffico

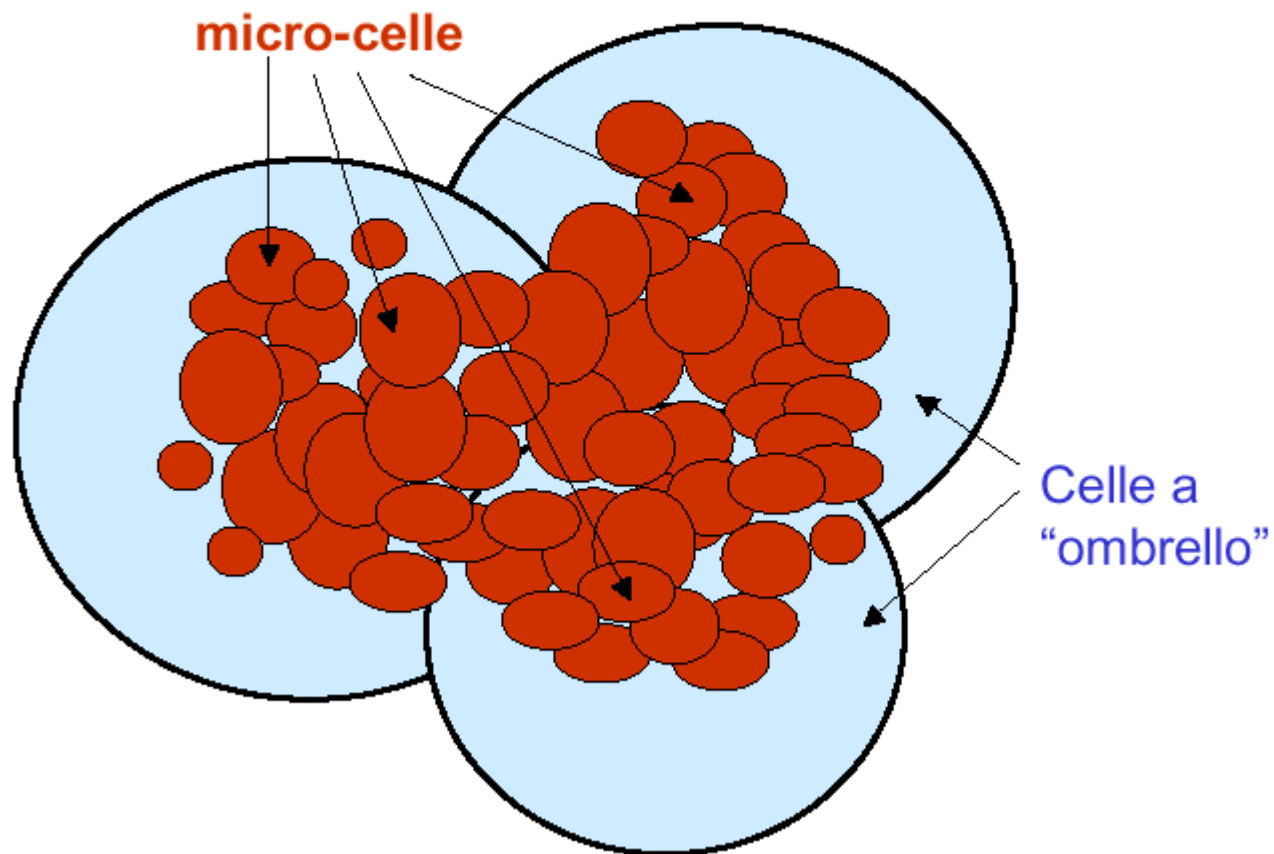
**Zona ad alta
densità di traffico**

**Zona a bassa
densità di traffico**

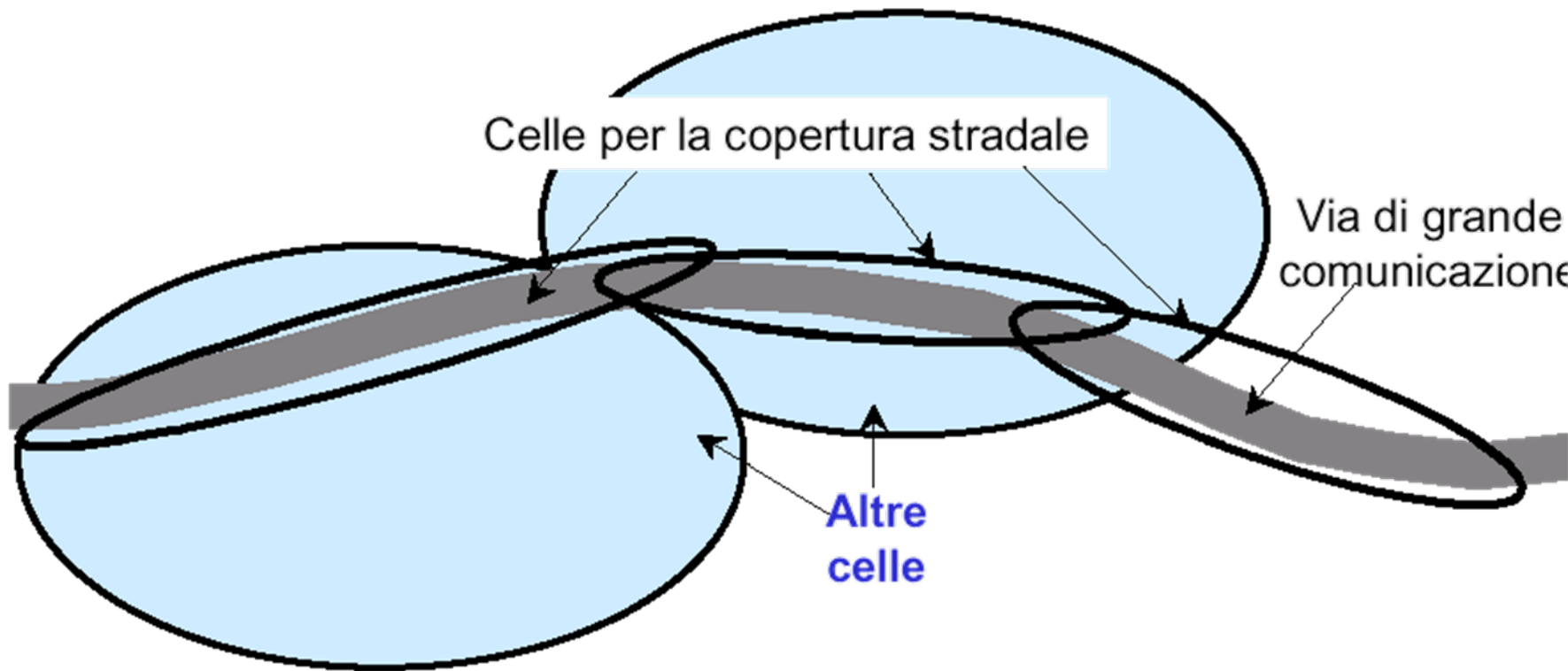




Copertura cellulare stratificata



Copertura cellulare di tipo autostradale





Pianificazione della copertura

- Allocazione fissa dei canali (FCA)
 - essenzialmente basata sul concetto di cluster o su sue evoluzioni per avere cluster di dimensioni variabili e celle cui vengono allocate un diverso numero di risorse
- Allocazione dinamica dei canali (DCA)
 - le risorse vengono assegnate alle celle "on-demand"
- Schemi ibridi (HCS)
 - ...



Reti commerciali di prima generazione

- Trasmissione analogica, solo servizio di telefonia
- Tecnica di accesso FDMA
- Copertura del territorio con celle di grandi dimensioni
- Bassa qualità del servizio offerto
- Bassa efficienza nel riuso delle frequenze, e bassa capacità complessiva della rete
- Reti in esercizio (in fase di dismissione): AMPS, TACS, NMT



Reti commerciali di seconda generazione

- Trasmissione numerica
- Tecnica di accesso FDMA/TDMA oppure CDMA
- Celle di dimensioni più contenute (raggio delle celle da alcune centinaia di metri ad alcune decine di km)
- Bassa velocità di cifra
- Efficienza complessiva abbastanza buona, riuso delle frequenze da buono ad accettabile
- Reti in esercizio: D-AMPS (o ADC), GSM, DCS1800, DECT1900, JDC



Reti di seconda generazione “estese”

- Sono una prima fase commerciale - Es. *GSM2/2+*
- Sfruttano la stessa architettura e la stessa tecnologia delle attuali reti di seconda generazione
- Servizi a velocità di più elevata o ad accesso a pacchetto (Es. *GPRS*), ma **soprattutto** mirano ad accrescere la capacità complessiva della rete



Reti di seconda generazione “estese”

- L'architettura è di tipo tipo “multirete”, cioè la rete è formata da diverse sottoreti specializzate (es. DECT e DCS in ambiente urbano, GSM in ambiente rurale, etc.)
- È previsto l'uso di terminali “multistandard” in grado di collegarsi alla rete più opportuna in funzione del servizio richiesto
- Non sempre è possibile mantenere la comunicazione se è necessario cambiare sottorete (es. DCS->GSM **SI**, GSM->DECT **NO**)



Reti di terza generazione

- Trasmissione numerica, servizi "multimediali", elevata velocità di cifra, accesso a pacchetto
- Tecnica di accesso CDMA, **W-CDMA** o A-TDMA (Advanced-TDMA, una evoluzione della tecnica FDMA/TDMA del GSM)
- Copertura cellulare "stratificata", con celle di piccole dimensioni per avere elevata capacità e celle a ombrello sovrapposte per consentire elevata mobilità
- Uso della diversità spaziale (comunicazione contemporanea con più stazioni fisse) per maggiore qualità/affidabilità