

*Architetture e Protocolli
per Reti Wireless*

Università di Genova
Facoltà di Ingegneria

3. Reti Radio-mobili Cellulari
3.1 Introduzione

Prof. Raffaele Bolla



Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Radio-mobili cellulari

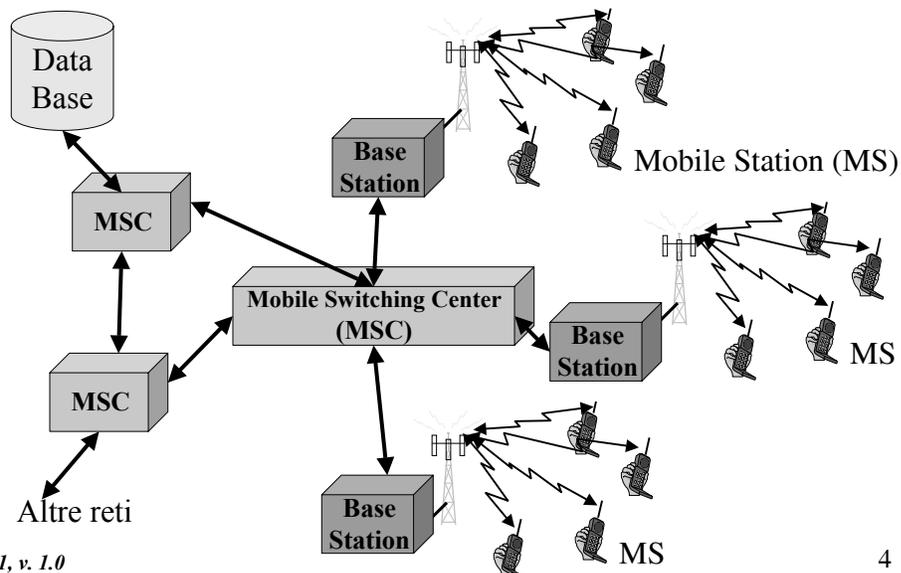
- Le reti radiomobili cellulari sono caratterizzate da tre aspetti fondamentali:
 - Sono reti che usano il mezzo radio per comunicare con i terminali d'utente (*wireless*)
 - » la rete vera e propria, ossia la rete di trasporto, è in genere realizzata in tecnologia cablata (*wired*);
 - » *wireless* è quindi la sola parte di accesso
 - I terminali sono mobili, ossia è supposto che possano muoversi sul territorio in modo
 - » non vincolato a priori;
 - » anche durante la fruizione del servizio;
 - » a velocità anche elevate (per esempio su veicoli).
 - Usano una "tassellatura" del territorio (suddivisione in celle) per risolvere il problema della scarsa disponibilità di banda nello spettro radio

Lezione 3.1, v. 1.0 2

Radio-mobili cellulari

- Ulteriori caratteristiche importanti sono
 - La struttura è basata su un punto fisso d'accesso (uno per cella) detto stazione base (**Base Station, BS**)
 - » Non sono possibili comunicazioni dirette fra nodi terminali.
 - » Tutte le comunicazioni transitano comunque da almeno una stazione base.
 - Nascono per fornire principalmente servizi di tipo telefonico
 - » quindi orientati al circuito;
 - » solo in secondo tempo cominciano ed essere "estese" per fornire anche servizi "a pacchetto".

Struttura della rete



Struttura cellulare

- Ha due obiettivi:
 - Permettere una efficace copertura del territorio;
 - Consentire il supporto di
 - » un elevato numero di utenti;
 - » servizi ad alta velocità.
- Tassellare il territorio consente di applicare tecniche di riutilizzo dei canali radio.
- Le celle teoriche hanno struttura esagonale, quelle reali ovviamente in generale no.
- La forma e la dimensione delle celle reali dipende
 - dalla potenza in antenna;
 - dal guadagno delle antenne;
 - dalla morfologia del territorio;
 - da altri vincoli (ritardi di propagazioni) imposti dalle tecnologie usate.

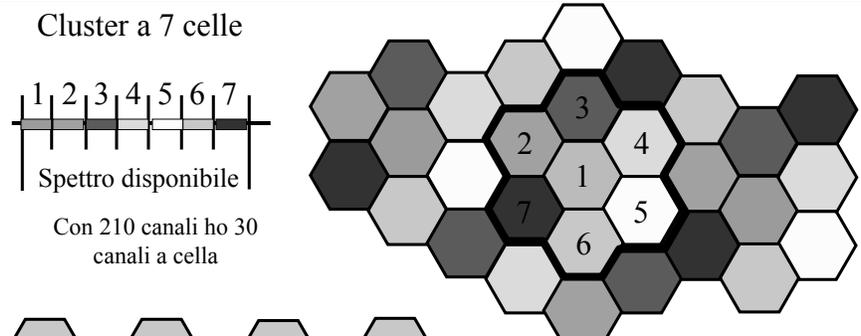
Cluster

- In generale, i canali (le aree dello spettro) non possono essere riutilizzati in celle adiacenti per problemi di interferenza
- Conseguentemente si individuano dei gruppi di celle contigue detti *cluster*, a cui vengono assegnate aree dello spettro differenti.
- Più il *cluster* è grande
 - Più le celle che utilizzano gli stessi canali sono distanti e quindi minore è l'interferenza
 - Più lo spettro viene frazionato e quindi meno sono i canali disponibili in ciascuna cella.

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Cluster

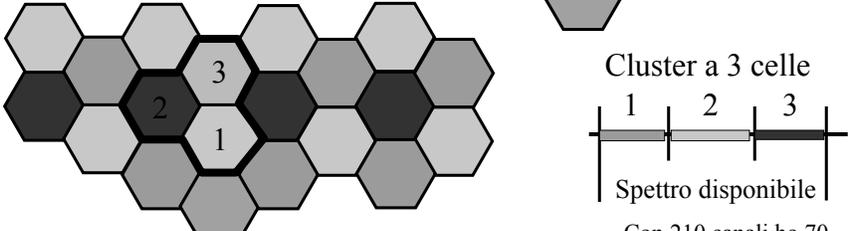
Cluster a 7 celle



Spettro disponibile

Con 210 canali ho 30 canali a cella

Cluster a 3 celle



Spettro disponibile

Con 210 canali ho 70 canali a cella

Lezione 3.1, v. 1.0 7

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Cluster

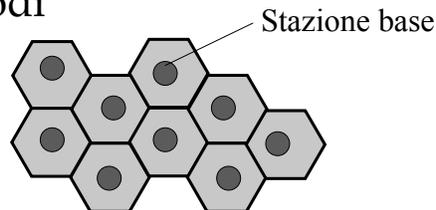
- La dimensione del *cluster* è quindi una misura dell'efficienza del sistema: più sono numerosi i *cluster* (cioè più celle li compongono) meno efficiente è il sistema.
- Si osservi che al diminuire dell'efficienza, per avere a disposizione le stesse risorse, si deve aumentare il numero delle celle e più celle significa più stazioni base e quindi maggiori costi.
- I diversi standard prevedono le seguenti dimensioni per i 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/UMTS): *cluster* di 1 cella (almeno in linea di principio)

Lezione 3.1, v. 1.0 8

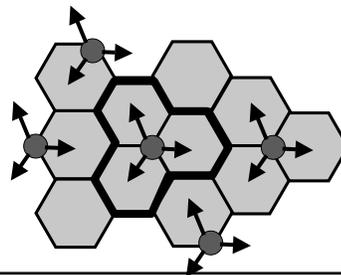
Copertura

- La copertura reale delle celle viene realizzata in due modi

- Omnidirezionale



- Settoriale



Efficacia della suddivisione cellulare

- Consideriamo una superficie da servire di 400.000 km² (corrispondente circa alla superficie dell'Italia comprese le acque territoriali), ed indichiamo con
 - R il raggio della cella,
 - A la sua area,
 - N il numero totale delle celle.
- Supponiamo di avere a disposizione
 - 490 canali (ogni canale corrisponde allo spazio in frequenza necessario ad una conversazione telefonica, si consideri che il GSM 900 funziona con 992 canali full-duplex)
 - *cluster* di 7 celle (quindi 70 canali per cella):

Efficacia della suddivisione cellulare

- Con un'unica cella potremmo avere al massimo **490** conversazioni contemporanee
- Con $R = 60$ Km avremmo per ogni cella (supponiamo celle uguali) $A = 60^2 \cdot \pi \approx 11.300 \text{ Km}^2$, quindi $N = 400.000/11.000 \approx 36$ quindi un totale di $36 \cdot 70 = \mathbf{2520}$ conversazioni contemporanee.
- Con $R = 10$ Km avremmo $A \approx 314 \text{ Km}^2$, $N = 400.000/314 \approx 1274$, e quindi $N = 1274 \cdot 70 = \mathbf{89.180}$ conversazioni contemporanee.
- Con $R = 1$ Km avremmo $A \approx 3,14 \text{ Km}^2$, $N = 400.000/3,14 \approx 127324$, e quindi $N = 127324 \cdot 70 = \mathbf{8.912.680}$ conversazioni contemporanee.

Densità dell'utenza

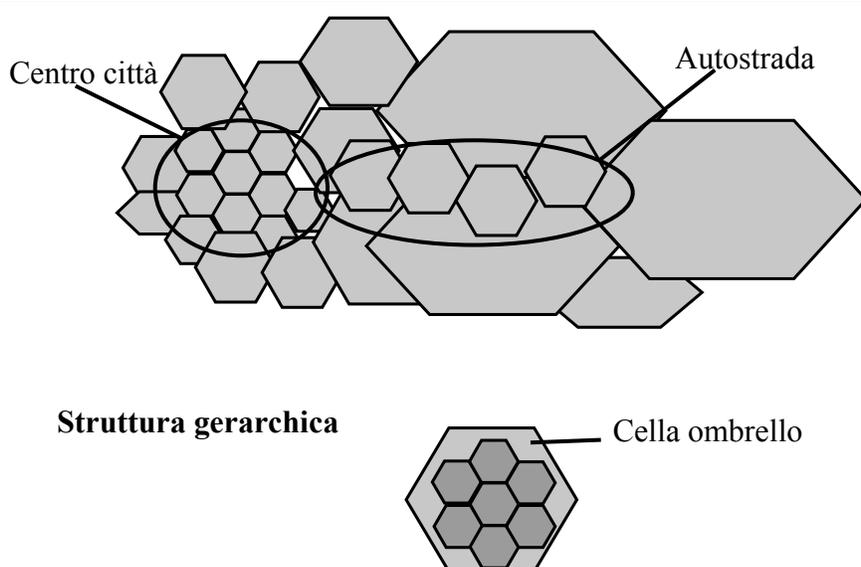
- L'efficacia della suddivisione cellulare dipende dalla distribuzione dell'utenza sul territorio.
- Se le celle hanno dimensione uguale, la massima efficienza si ha con una distribuzione spaziale degli utenti uniforme
- Siccome nella realtà tale distribuzione non è certamente uniforme su tutto il territorio, la dimensione delle celle viene adattata alla densità dell'utenza e alla struttura del territorio; anche il numero dei canali per cella può variare.



- Celle di dimensione differenziata non riescono però a supplire a variazioni dinamiche di densità (eventi periodici o straordinari)

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Dimensioni delle celle e gerarchia



Lezione 3.1, v. 1.0 13

Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Gestione della mobilità

- L'uso della struttura a celle richiede la presenza di una serie di funzionalità:
 - *Roaming*
 - *Location updating*
 - *Paging*
 - *Handover (Handoff)*

Lezione 3.1, v. 1.0 14

Roaming

- Indica la capacità di localizzazione dell'utente con terminale acceso (ma non in servizio) all'interno della rete.
- Nel caso di reti cellulari la localizzazione è realizzata organizzando le celle in gruppi detti *Localization Area (LA)*, in genere più grandi di un cluster.
- Ogni **LA** ha un identificativo specifico
- La posizione di ogni utente, in termini di **LA** in cui al momento si trova, viene memorizzata in un Database della rete ed in esso aggiornata in caso di movimento dell'utente stesso.

Roaming

- Questo termine assume anche altri significati.
- Per esempio, indica anche il supporto al transito dell'utente tra reti mobili differenti (possedute da operatori diversi).
- In sostanza può indicare il transito tra reti di due nazioni, o all'interno di una stessa nazione, tra reti di due differenti operatori.

Location Update

- E' il nome della procedura che sovrintende all'aggiornamento della posizione dell'utente.
- L'identificativo LA viene diffuso periodicamente all'interno delle celle appartenenti al LA stesso.
- Quindi il terminale riceve periodicamente l'identificativo del LA in cui si trova.
- Se tale identificativo differisce dall'ultimo che ha ricevuto vuol dire che ha cambiato LA.
- In quest'ultimo caso richiede un aggiornamento del database di localizzazione, ossia attiva una procedura di *localization update*.

Paging

- E' la procedura con la quale il sistema avvisa il terminale dell'arrivo di una chiamata ad esso diretta.
- Il messaggio di *paging* viene inviato in broadcast in tutte le celle del LA in cui l'utente risulta risiedere.

Handover (handoff)

- E' la procedura tramite la quale una chiamata attiva viene mantenuta tale durante lo spostamento dell'utente da una cella all'altra
- E' una operazione complessa perché richiede
 - Rendersi conto che si sta uscendo da una cella.
 - Individuare in quale cella si sta entrando.
 - Realizzare lo spostamento del canale.
 - Rilasciare le risorse nella cella abbandonata.
- Il tutto senza che l'utente si accorga di nulla, ossia senza interrompere in modo significativo il servizio.

Handover

- Si osservi che al decrescere della dimensione delle celle, cresce la frequenza ed il numero di operazioni di *handoff* (a pari caratteristiche di mobilità degli utenti)
- Inoltre utenti che si muovono veloci rendono più critiche e anche più frequenti le operazioni di *handoff*.
- Nelle strutture cellulari gerarchiche spesso si servono gli utenti che si muovono più velocemente tramite celle ad ombrello.

