

Reti cellulari GSM

Reti Avanzate, a.a. 2012/2013

Un. of Rome "La Sapienza"

Chiara Petrioli[†]

[†] *Department of Computer Science – University of Rome "Sapienza" – Italy*



3.5 – Procedure

Reti Radiomobili



Procedure

si veda



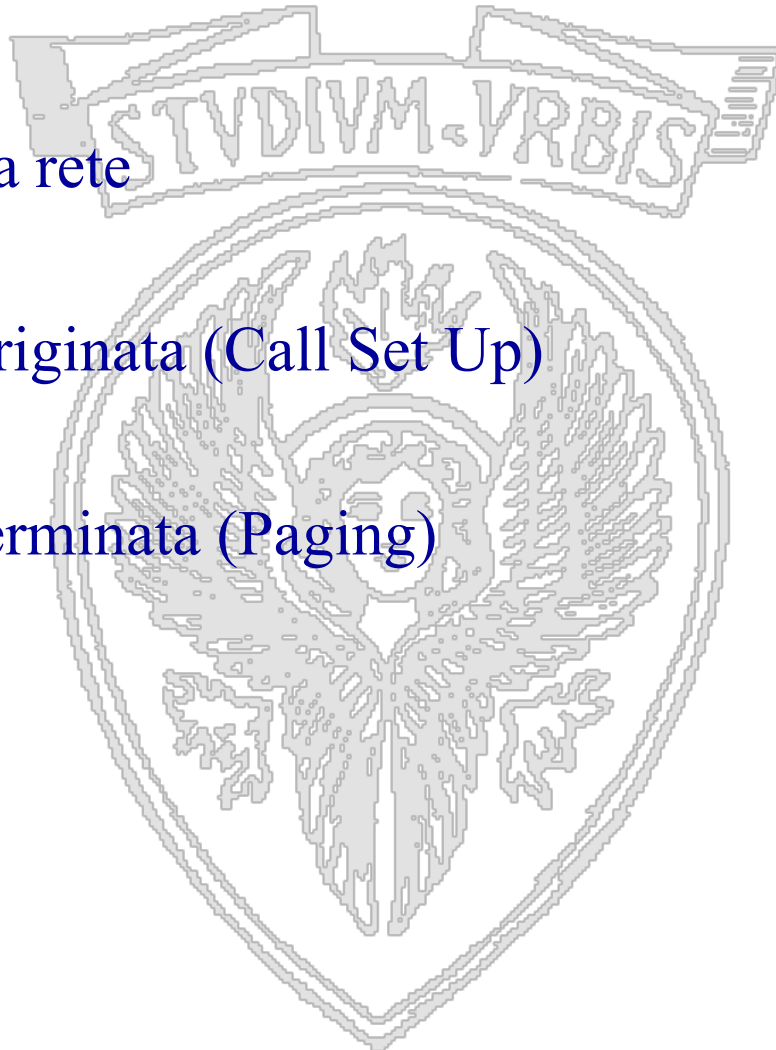
O. Bertazioli, L. Favalli, *GSM-GPRS*, Hoepli
Informatica 2002

Capitolo 11





- Accesso alla rete
- Mobilità
- Chiamata originata (Call Set Up)
- Handover
- Chiamata terminata (Paging)





SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Registrazione e Location Update



- Procedure seguenti l'accensione:
 - Selezione di Cella (Cell Selection): la MS sceglie la BTS su cui attestarsi
 - Registrazione (avviene sempre con una procedura di Location Update): la MS informa l'MSC di competenza della sua presenza in quella Location Area



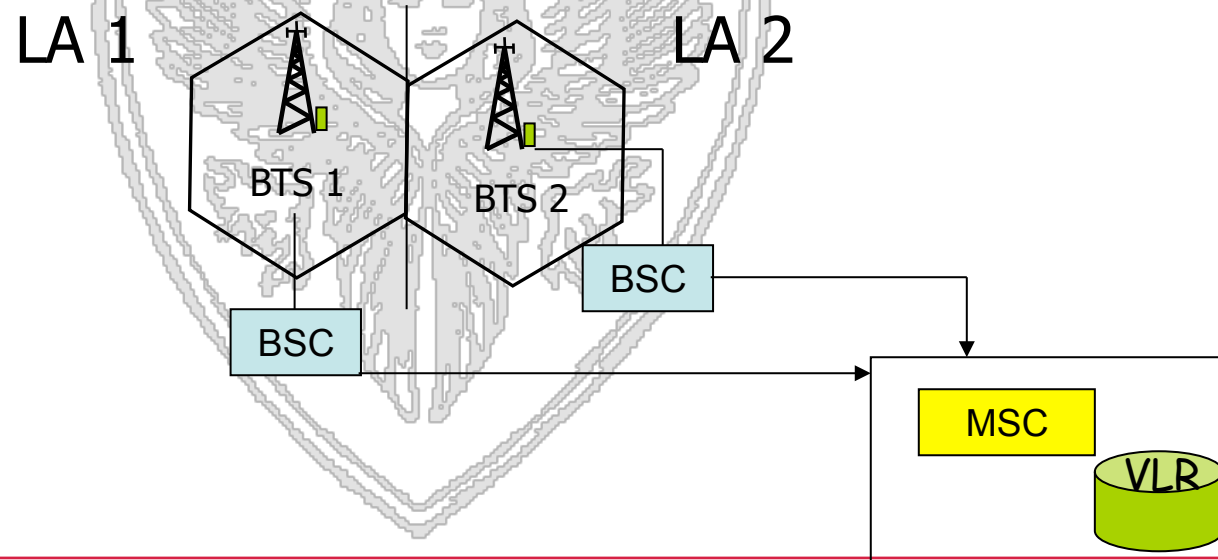
- MS scandisce le portanti radio che “sente”
 - le portanti scandite sono le c0
 - sono quelle dove viene trasmesso il BCCH
 - tali portanti sono a potenza costante, maggiore della potenza usata per trasmettere le altre frequenze (se necessario si usano i dummy burst per gli slot vuoti) e a queste portanti non viene applicato il frequency hopping
- MS si aggancia alla portante radio che riceve più forte
- Attraverso il canale FCCH la MS si allinea alla frequenza trasmessa dalla BTS
- Attraverso il canale SCH la MS si sincronizza con la BTS e ne riceve l’ID (BSIC – Base Station Identity Code)
- A questi punto la MS può leggere il BCCH che contiene
 - ✓ LAC (Location Area Code)
 - ✓ CGI (Cell Global Identity)
 - ✓ MCC (Mobile Country Code)
 - ✓ MNC (Mobile Network Code)



- Due casi:
 - LAI ricevuto coincide con quello memorizzato nella SIM (Cellulare spento e riaccesso nella stessa LA). Chiamata ad una procedura di *IMSI attach* con cui la MS attiva il proprio IMSI memorizzato nel VLR corrente (significa che l'utente era precedentemente registrato presso il VLR, quando di era disconnesso era stato settato un flag detached riconoscendo che l'utente non era piu' collegato—non viene effettuato paging verso utenti detached).
 - Nessun LAI memorizzato o LAI ricevuto diverso da quello memorizzato (Cellulare spento e riaccesso in una LA diversa). Chiamata alla procedura di *Location Update*

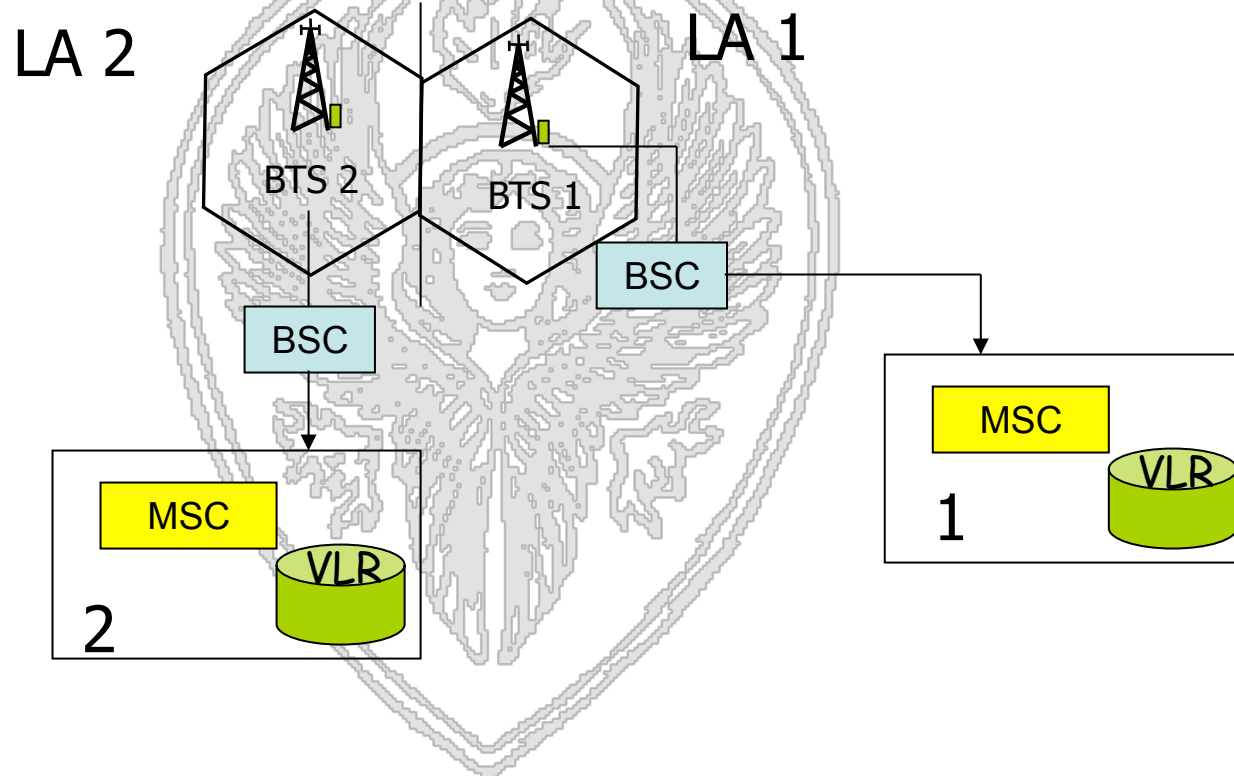


- Quando?
 - all'accensione della MS (se necessario);
 - registrazione periodica (e.g. 30 min, se non arriva location update periodica il VLR segna l'utente come detached—*implicit detach*);
 - cambio di Location Area a seguito di spostamenti della MS (per roaming);
- Due casi di Location Update:
 - Spostamento tra diverse LA ma facenti capo allo stesso MSC/VLR (caso più semplice)



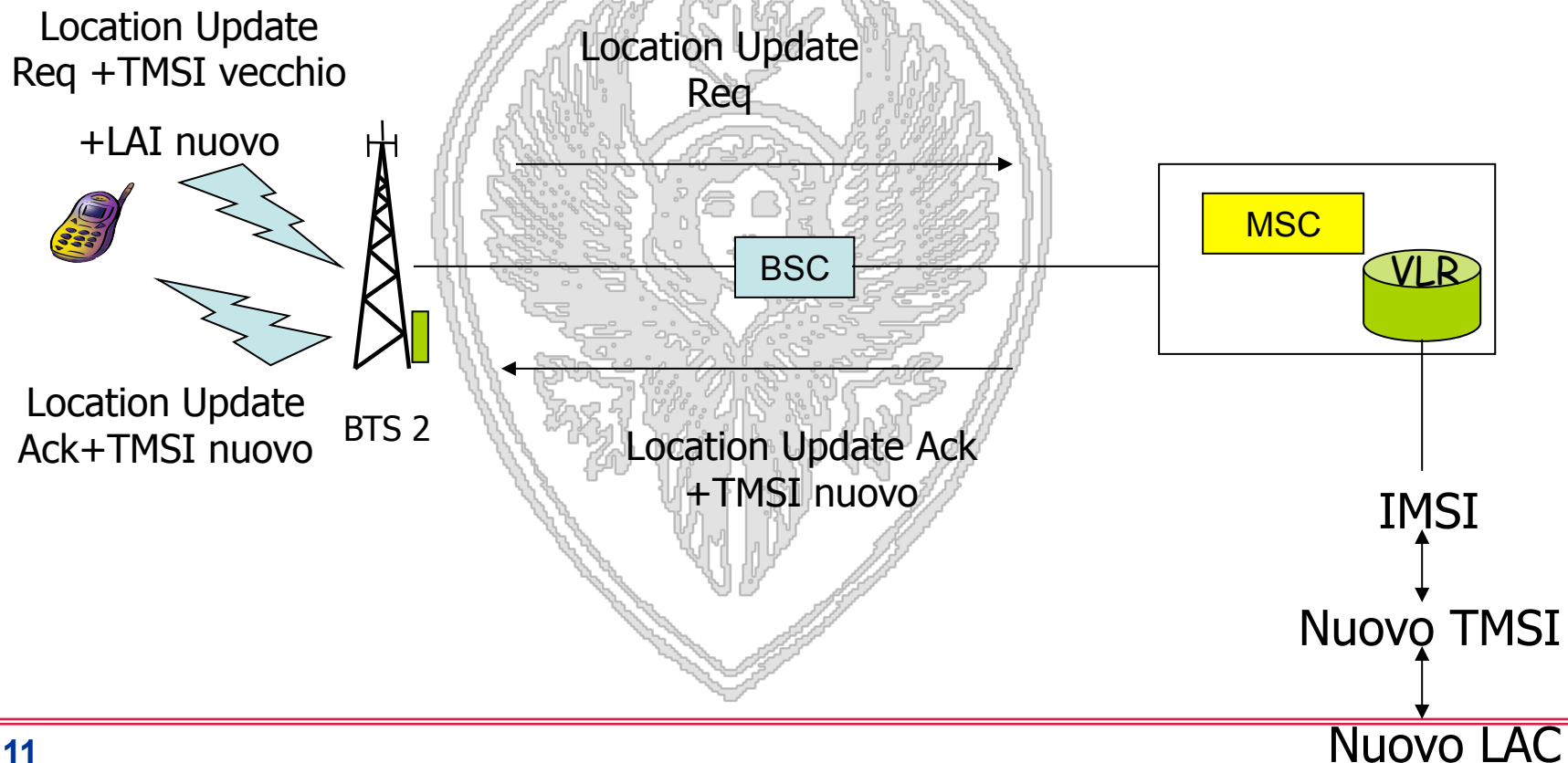


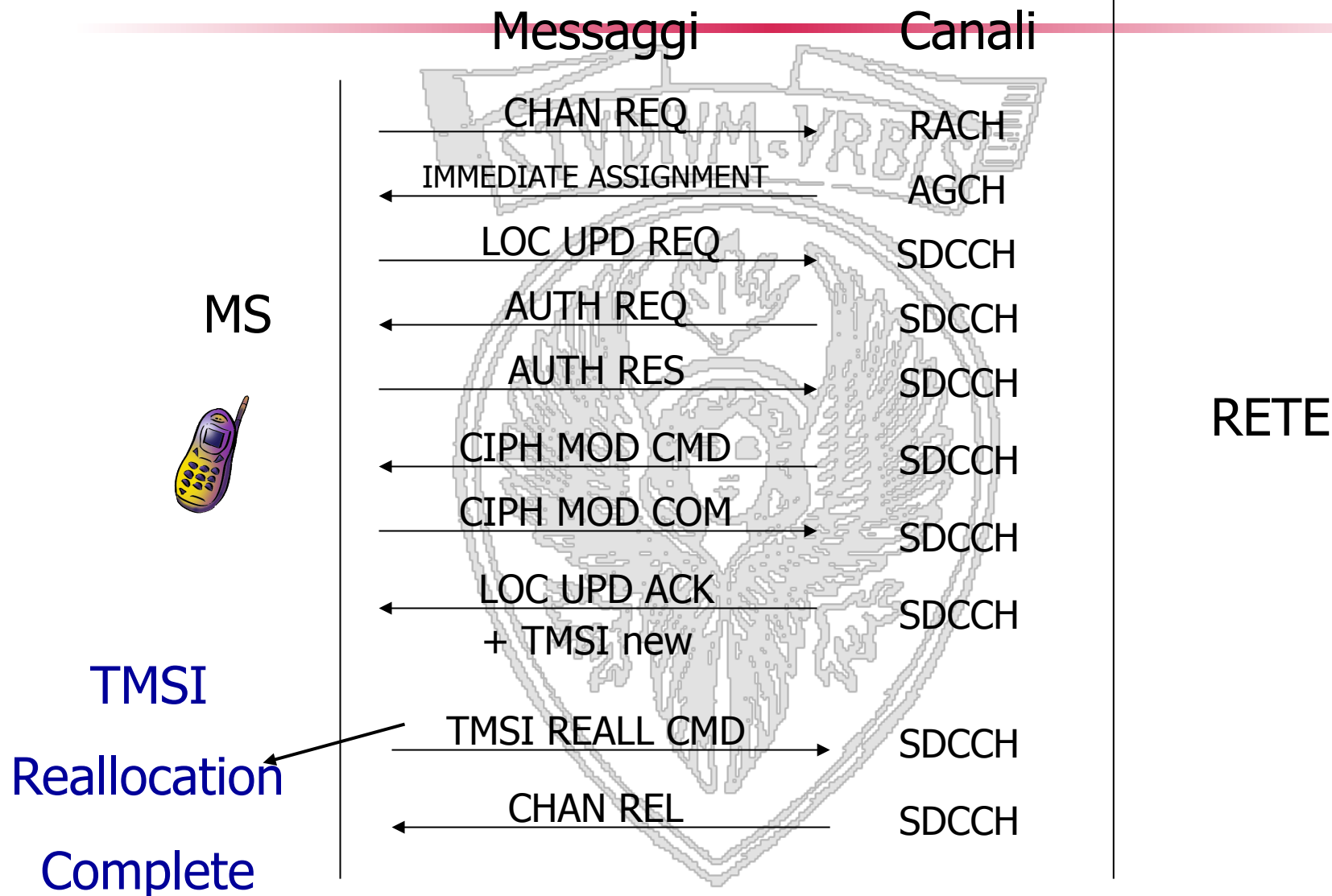
- Roaming tra diverse LA facenti capo a diversi MSC/VLR

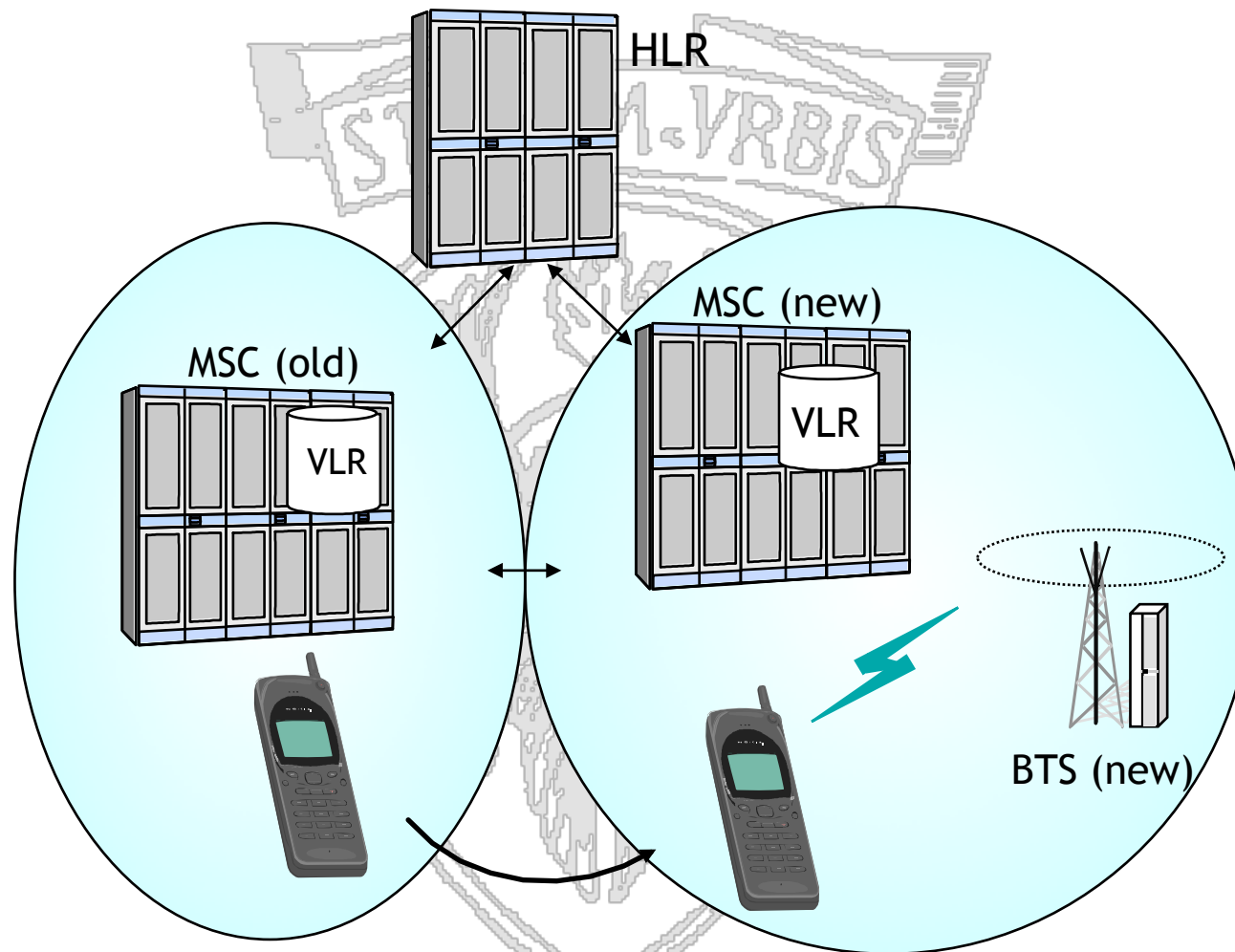




Nel System Information Message diffuso sul canale BCCH e' contenuta la location area identifier (LAI), agganciata la nuova cella quindi l'MS si rende conto della necessita' di un location update.

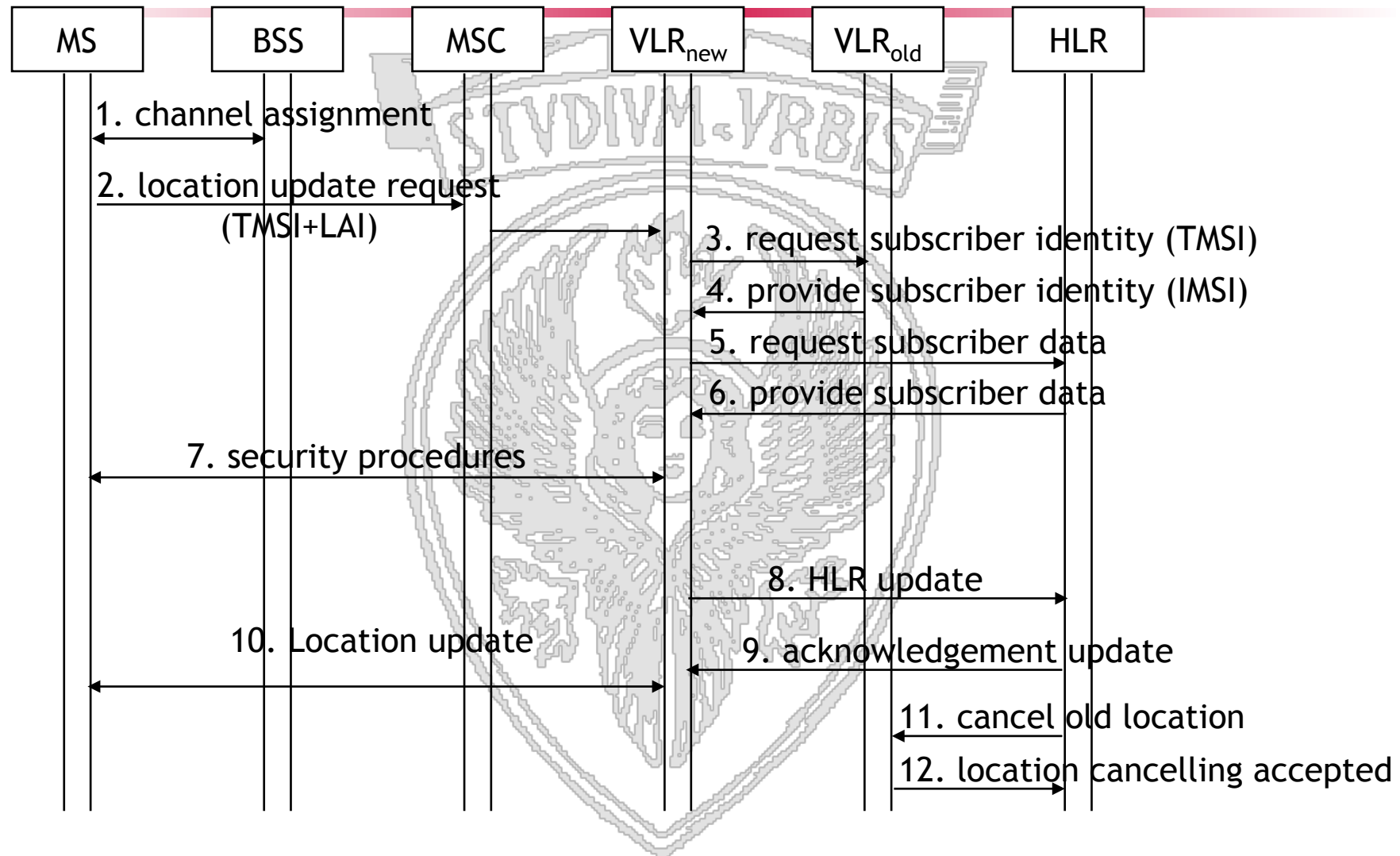








Location Update inter MSC





SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

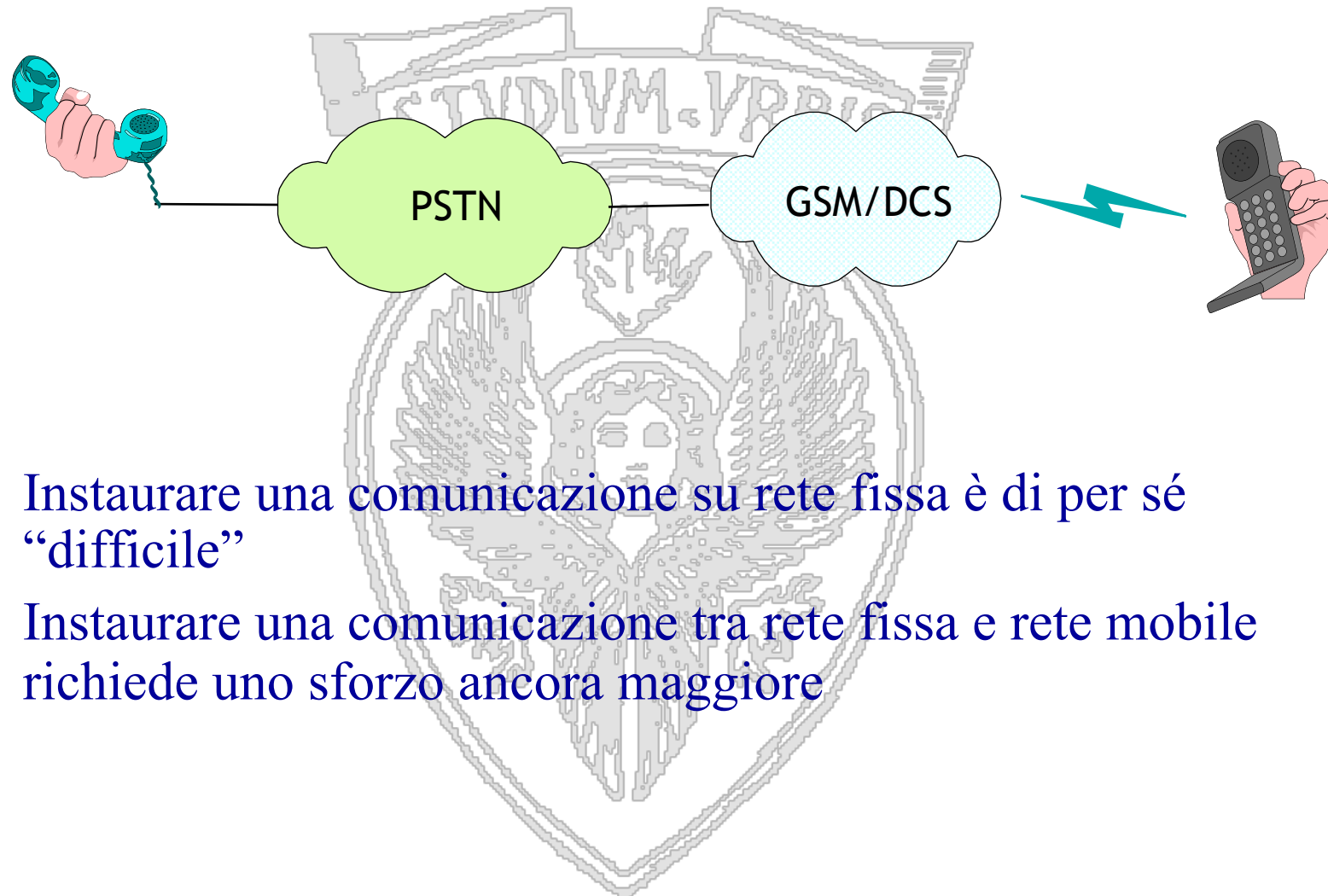


Call Set Up





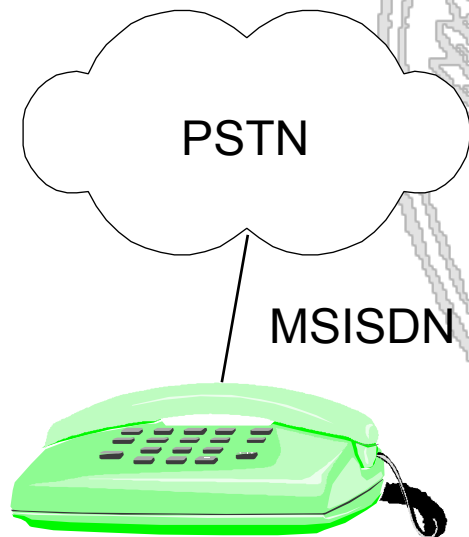
Chiamata originata da rete fissa PSTN



- Instaurare una comunicazione su rete fissa è di per sé “difficile”
- Instaurare una comunicazione tra rete fissa e rete mobile richiede uno sforzo ancora maggiore



A L'utente PSTN/ISDN compone il Mobile Subscriber International ISDN Number (MSISDN) del chiamato



MSISDN: +39 347 6527268

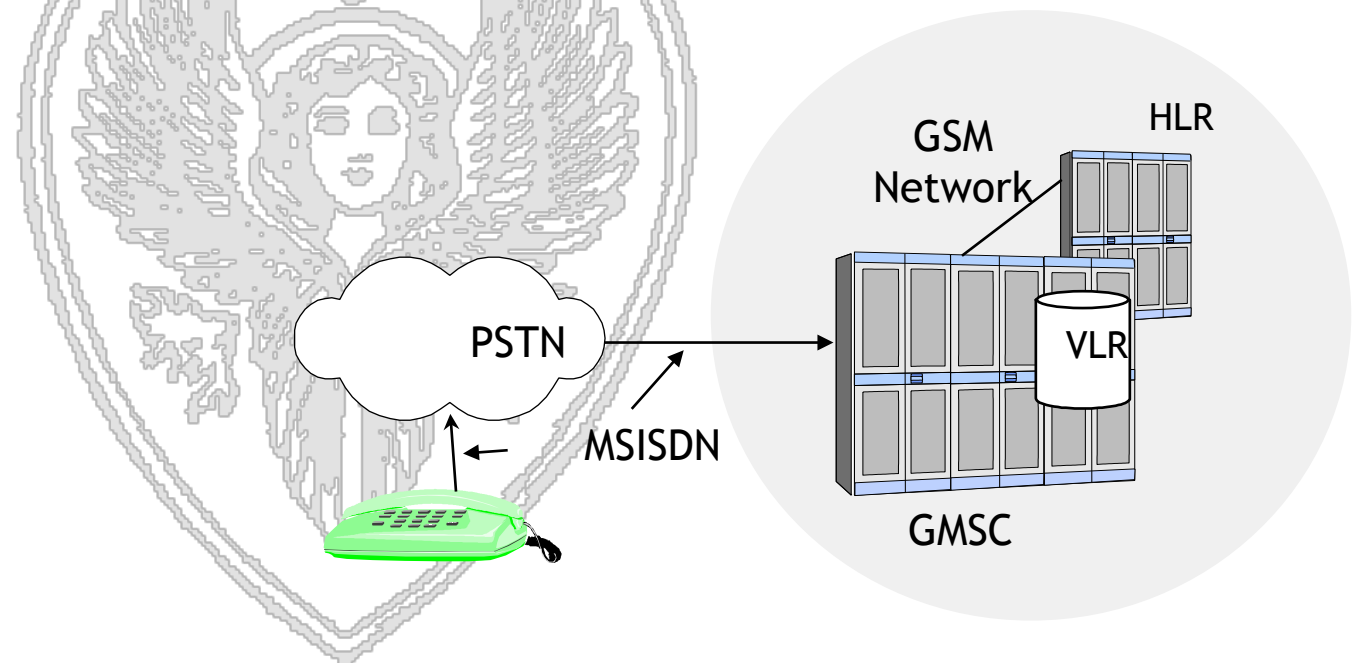
39 = Country Code (Italy)

347 = National Destination code

6527268 = Subscriber Number

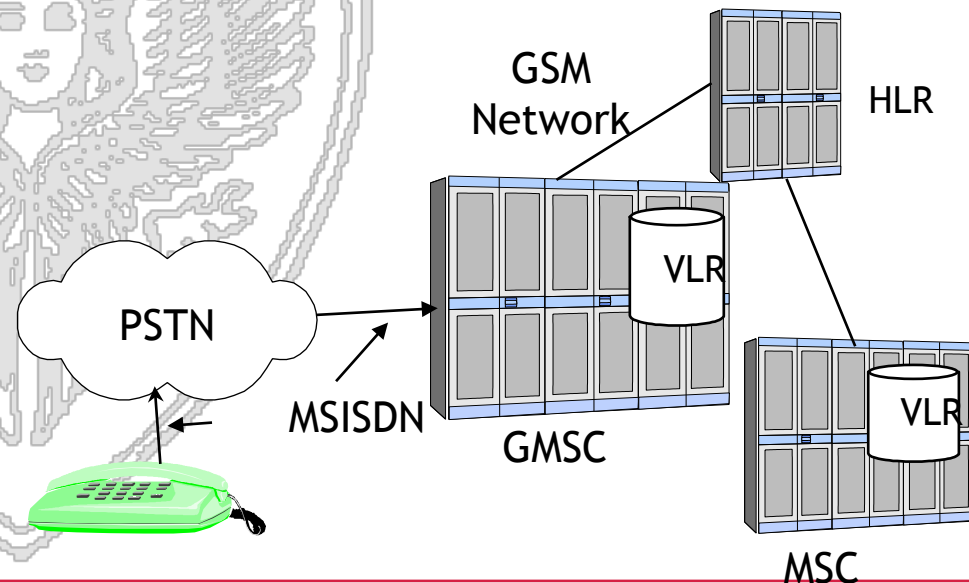


- B La rete PSTN/ISDN analizza il numero e contatta il GMSC della PLMN del chiamato grazie al National Destination Code (NDC)
- C GMSC riceve attraverso SS7 un messaggio con l'MSISDN composto



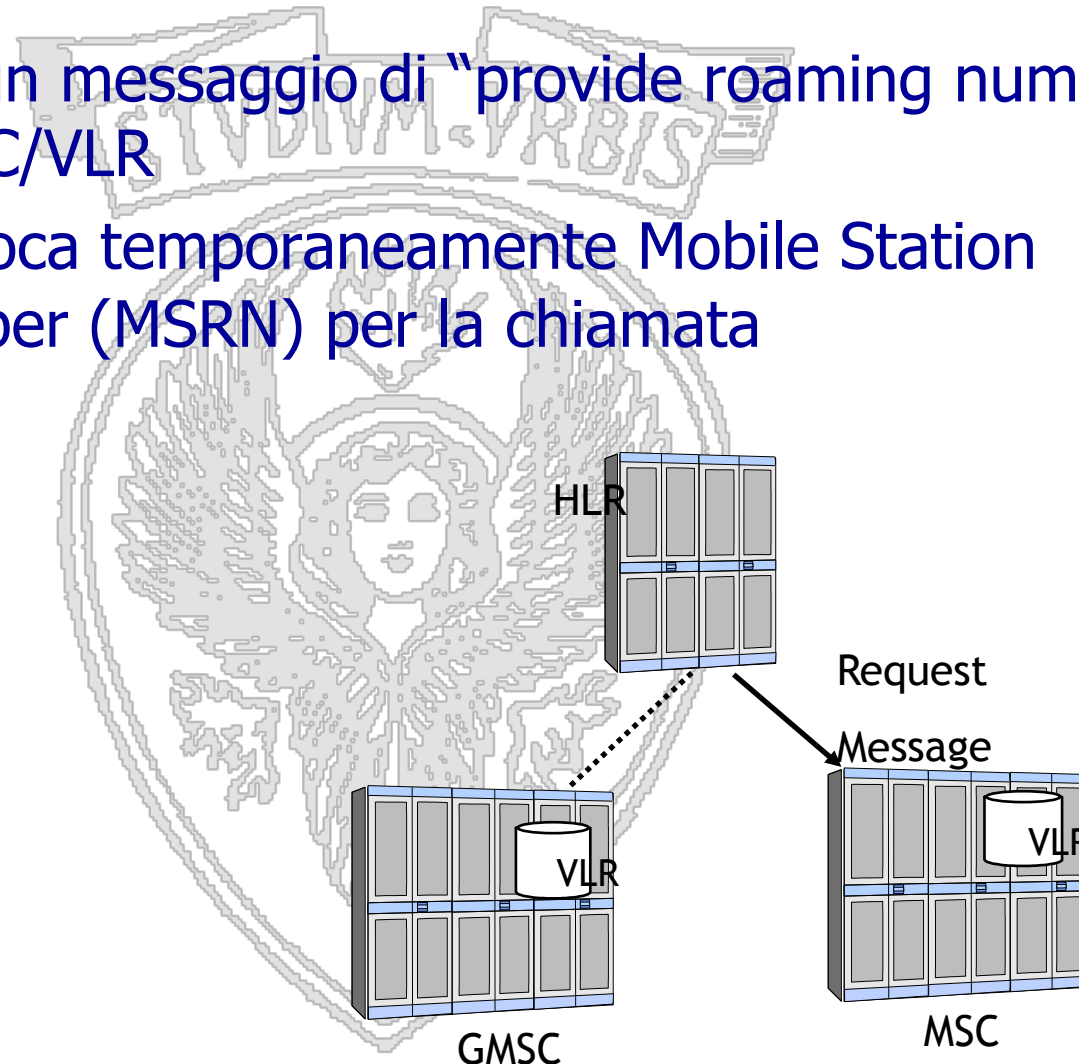


- D Il GMSC risale all'indirizzo dell'HLR dove sono memorizzati i dati del chiamato
– (il GMSC non conosce la posizione della MS!!)
- E Il GMSC manda all'HLR un messaggio di “send routing information”
- F L'HLR analizza il messaggio e identifica l'indirizzo del VLR dove la MS chiamata è attualmente registrata



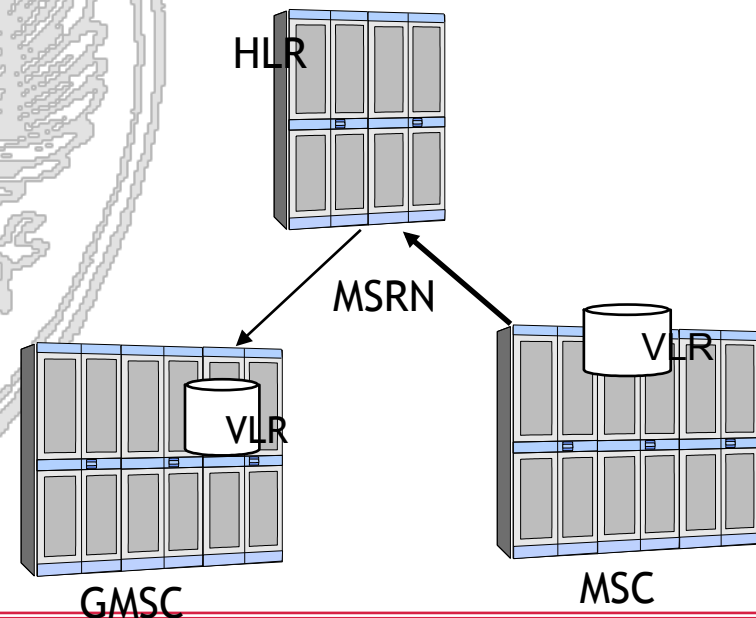


- G L'HLR manda un messaggio di "provide roaming number" alla coppia MSC/VLR
- H L' MSC/VLR alloca temporaneamente Mobile Station Roaming Number (MSRN) per la chiamata





- I L' MSC inoltra l'MSRN all'HLR
- J Il GMSC analizza l'MSRN instrada la chiamata verso l'MSC/VLR che presiede la LA dove si trova la MS





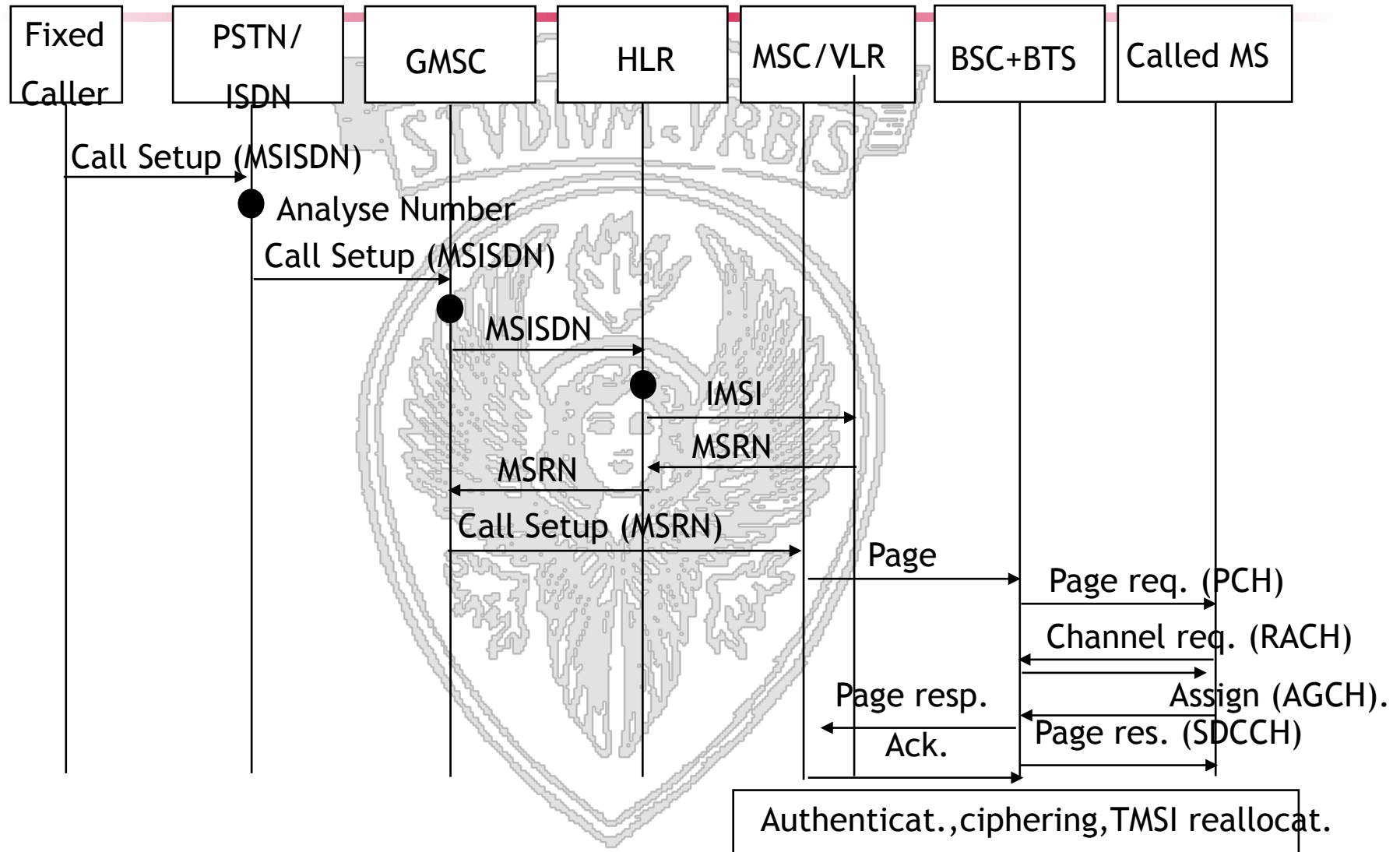
- K L' MSC/VLR attiva la procedura di paging
 - identifica la LA dove si trova il mobile, grazie all'IMSI
 - ordina al BSC di iniziare il paging. Per tutte le BSC della location area.
- L BSC ordina alle BTS di diffondere su canale di paging (PCH) il messaggio di paging indirizzato alla MS (this message contains the TMSI assigned to the MS)
- M La MS risponde al messaggio di paging iniziando una procedura di accesso sul Random Access CHannel (RACH) per richiedere uno Stand alone Dedicated Control CHannel (SDCCH)



- N L'MSC/VLR attiva le procedure di autenticazione e cifratura
- P La rete assegna un canale di traffico (TCH) per la comunicazione
- Q MSC/VLR avverte il chiamante che il telefono chiamato sta squillando
- R Il chiamato è avvertito che il chiamante ha risposto
- S La connessione è stabilita

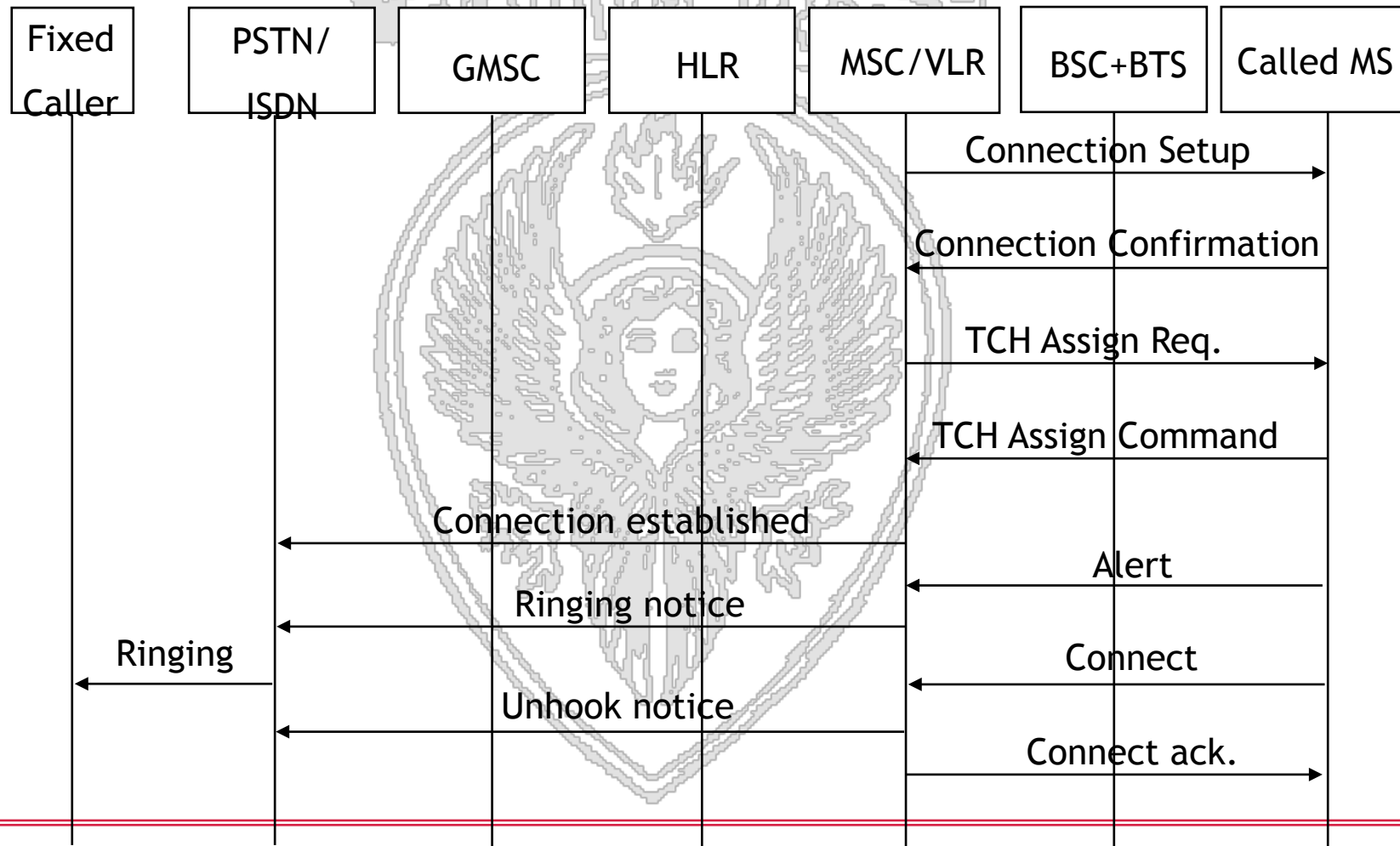


Summary of the Call Set-up Steps (1)





Summary of the Call Set-up Steps (2)

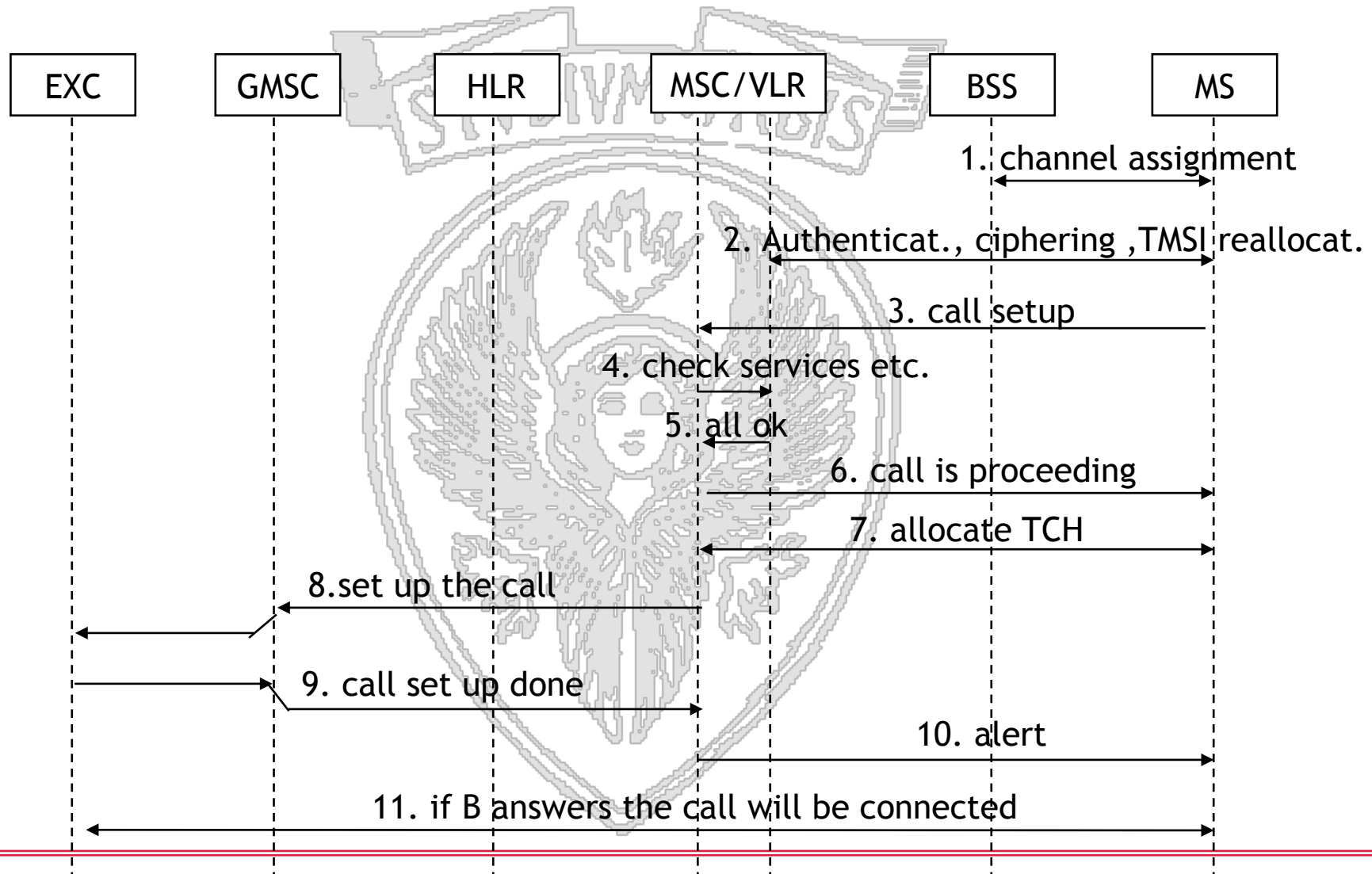




- MS compone il numero
- L'MSC servente analizza i dati del chiamante e:
 - autorizza o impedisce la chiamata
 - attiva la procedura di instradamento
- Se il chiamante appartiene alla stessa rete GSM, viene iniziata una procedura di “send routing info” per ottenere l'MSRN
 - la procedura è simile a quella per chiamate originate da PSTN
- Se il chiamato non appartiene alla stessa rete del chiamante, la chiamata viene inoltrata al GMSC.

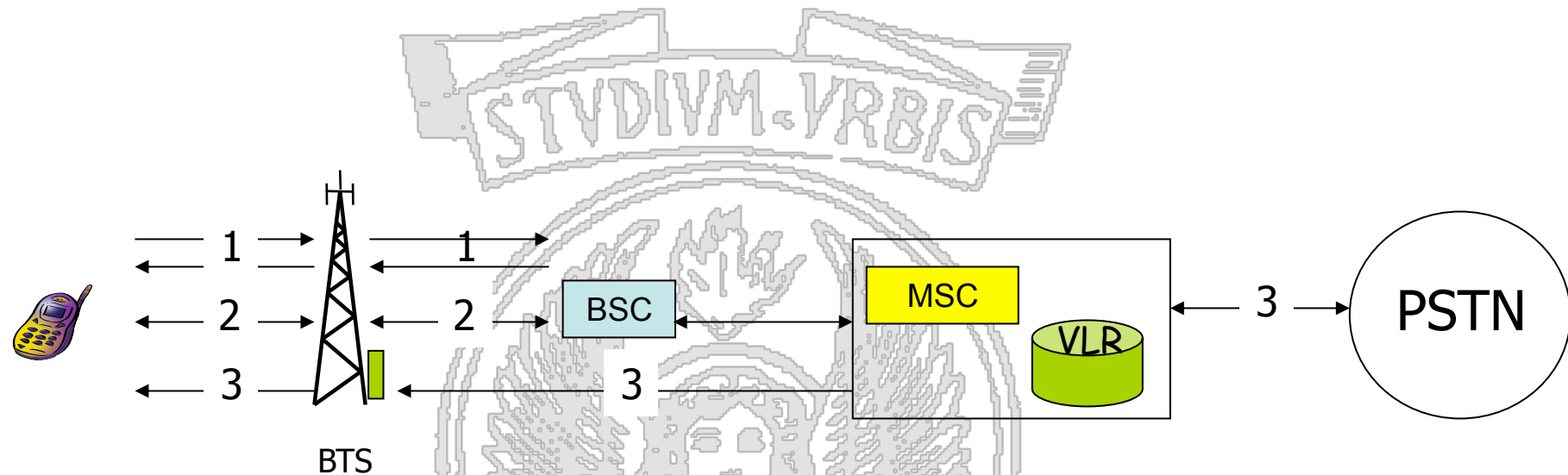


Summary of the Call Set-up Steps

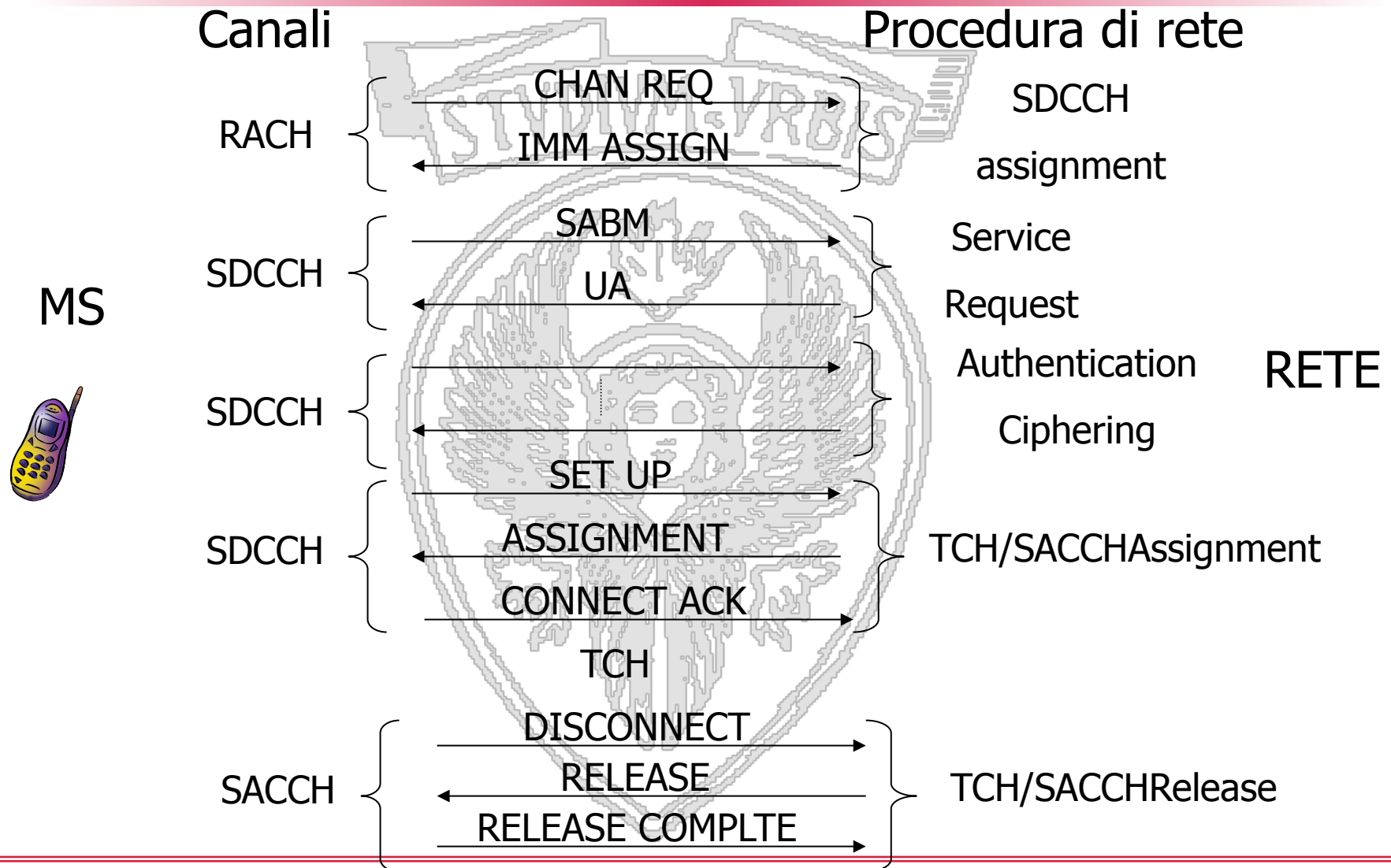




Chiamata originata (1)



- 1-Accesso e allocazione di risorse per la segnalazione
- 2 -Autenticazione e cifratura,scambio dell'identificativo del chiamato e allocazione del canale di traffico
- 3 -Instradamento della chiamata





SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

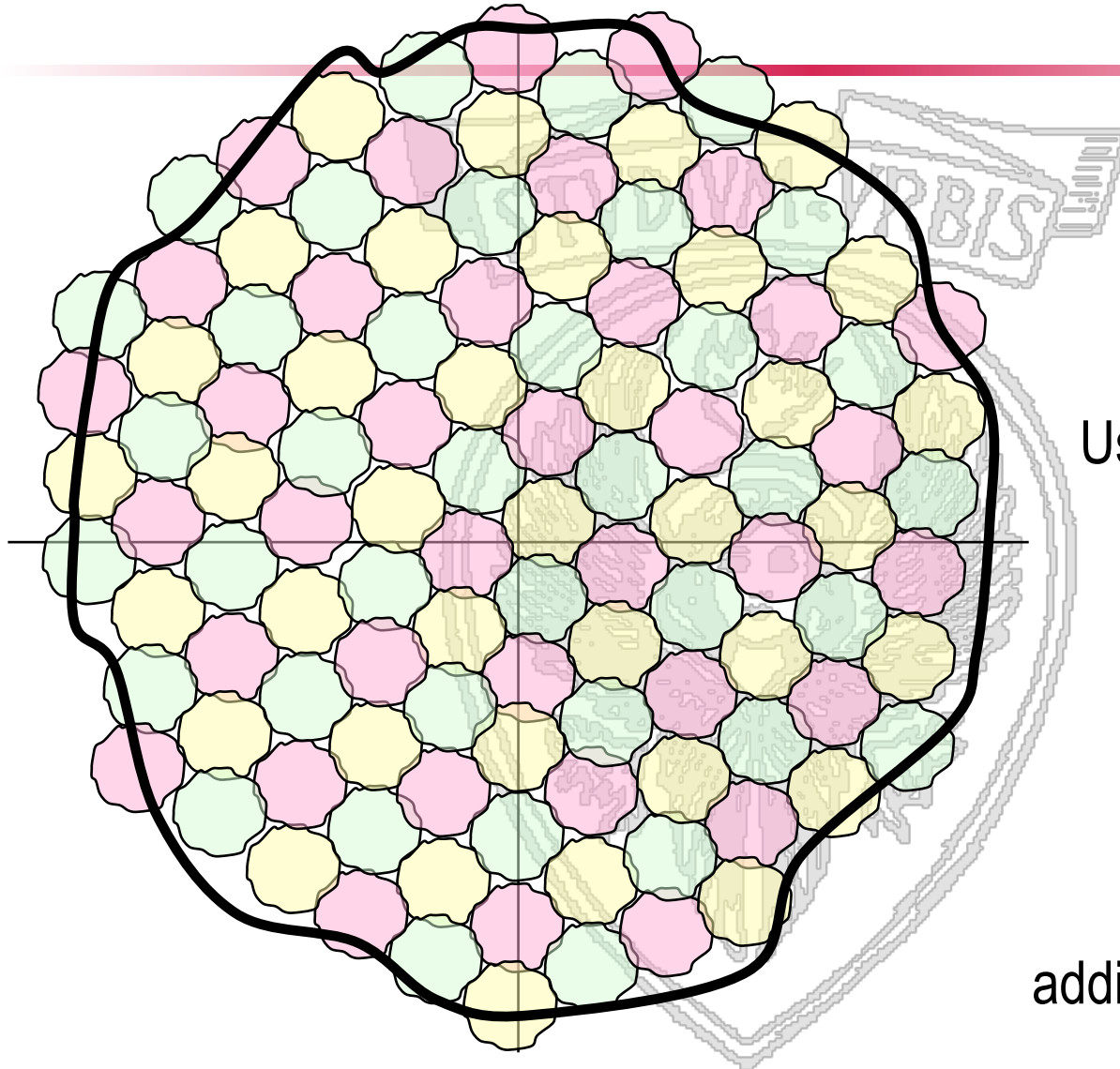


Gestione della mobilità





Cellular coverage (microcells)



many BS

Very low power!!

Unlimited capacity!!

Usage of same spectrum

(12 frequencies)

(4 freq/cell)

Disadvantage:

mobility management

additional infrastructure costs

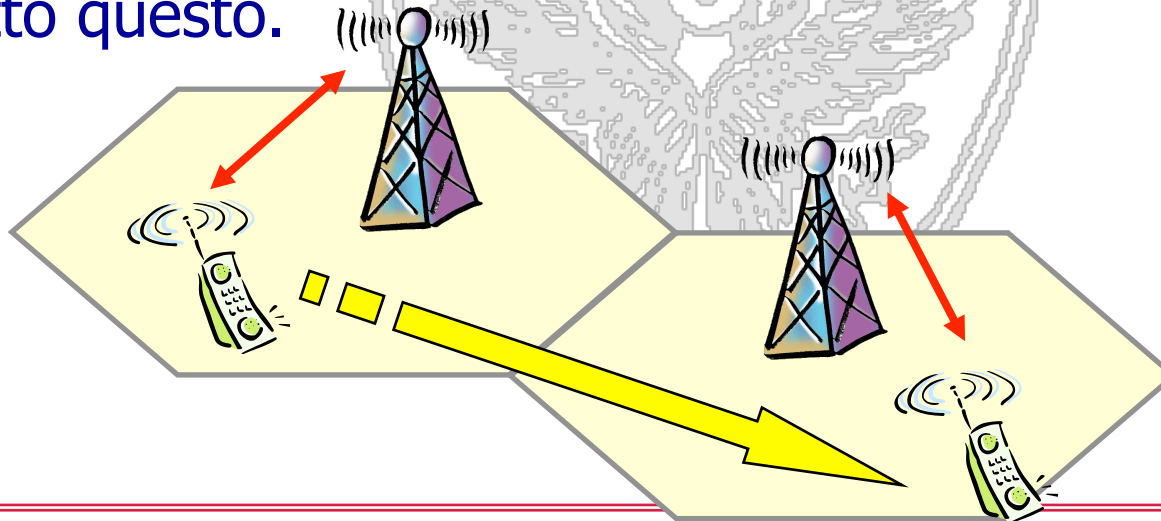


- Nelle reti cellulari gli utenti possono muoversi nell'area del sistema e quindi passare da una cella ad un'altra
- Questo ovviamente pone problemi di instradamento dell'informazione (o più semplicemente delle chiamate nel caso di servizio voce)
- Tutte le procedure che la rete mette in atto per consentire agli utenti mobili di essere raggiunti da una comunicazione e di mantenere la comunicazione attiva anche in presenza di cambiamento di cella vanno sotto il nome di gestione della mobilità





- Gli utenti di sistemi cellulari **MENTRE SI SPOSTANO** possono:
 - chiamare
 - essere chiamati
 - conversare
- E' necessaria una qualche "intelligenza" che supporti tutto questo.





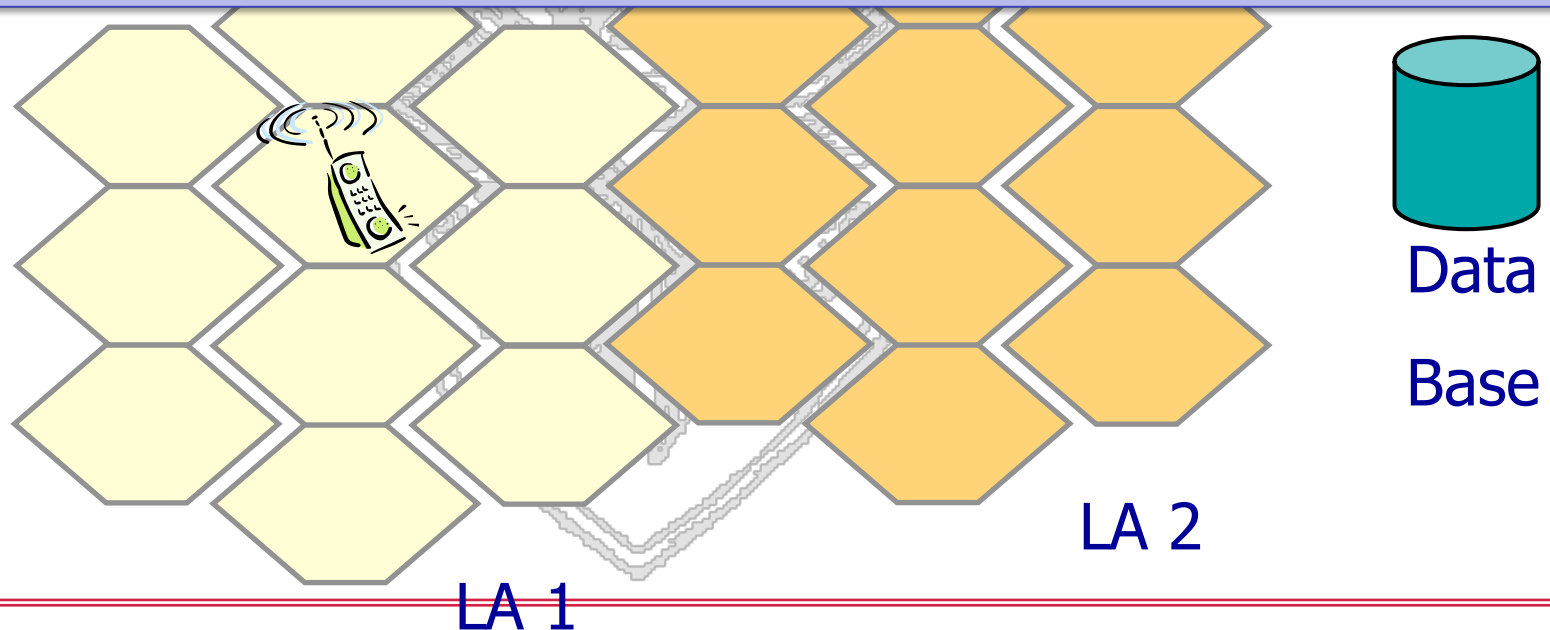
- Nel caso di servizio a circuito le procedure di gestione della mobilità si differenziano a seconda che l'utente che si sposta sia in stato IDLE (nessun circuito attivo) o in stato ACTIVE (in conversazione)
 - ACTIVE: c'è un circuito attivo che deve essere reinstradato dopo ogni cambio di cella (Handover);
 - IDLE: l'utente deve poter essere localizzato per indirizzargli una chiamata (Location Update, Cell Selection, Cell Reselection).



- Un terminale mobile in idle si “aggancia” ad una cella sulla base del segnale ricevuto dalla stazione base
- Su un opportuno canale di controllo comune la stazione radio base trasmette dell’informazione di sistema che, tra l’altro, specifica il suo identificativo
- Il terminale mobile scandisce le frequenze radio per decodificare il canale di controllo delle stazioni base della zona
- Il terminale seleziona la stazione base da cui riceve il segnale più potente
- Periodicamente si continuano a prendere misure (se la MS è in IDLE) sul segnale ricevuto dalle base station adiacenti; se si riceve meglio da una diversa base station si effettua una cell reselection

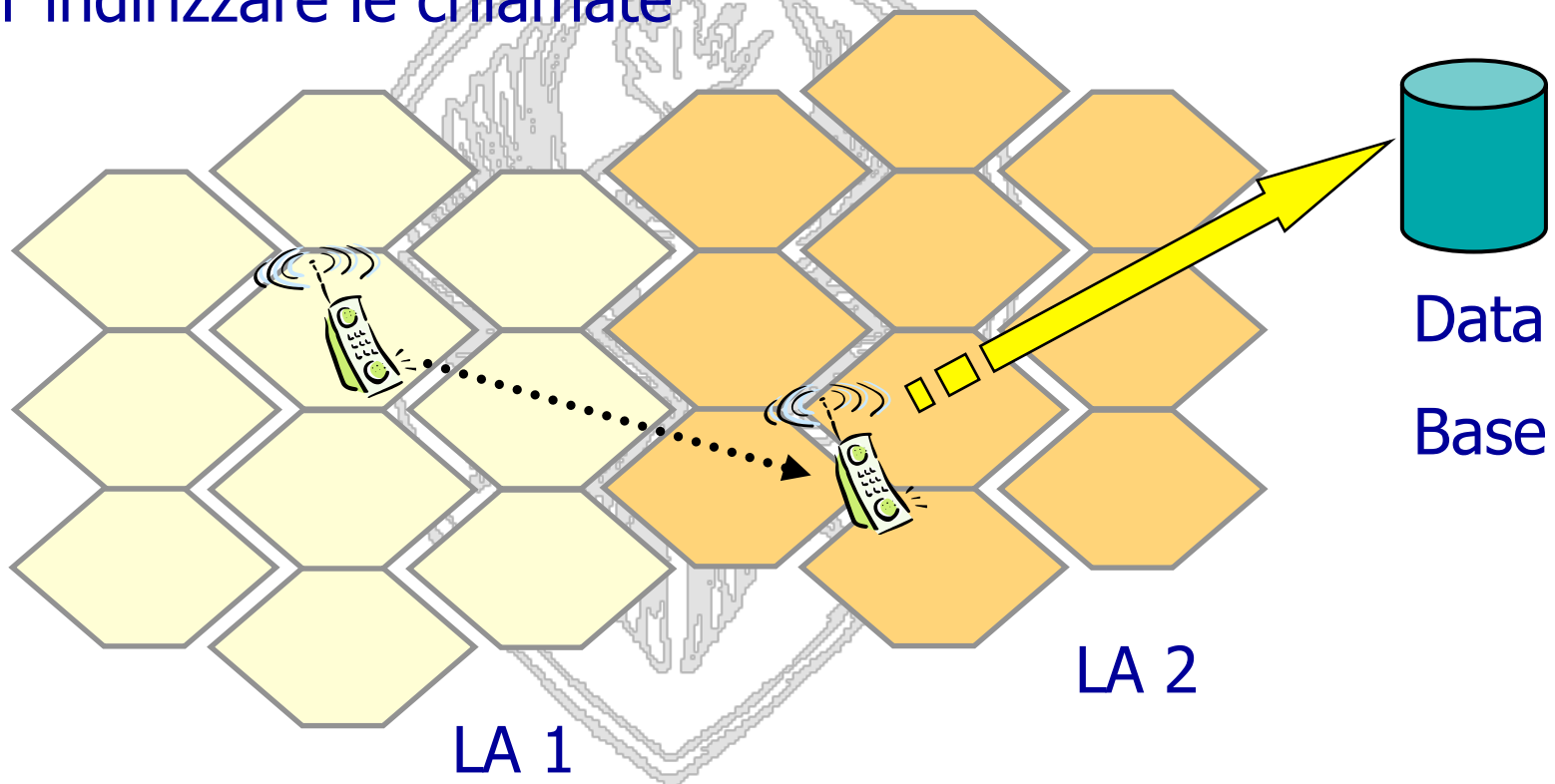


- Location Area: entità topologica gerarchicamente superiore alla cella (gruppo di più celle)
- Un utente IDLE è localizzato dal sistema su base Location Area (e non su base cella)
- L'ultima location area di ogni utente è memorizzata in opportuni database della rete



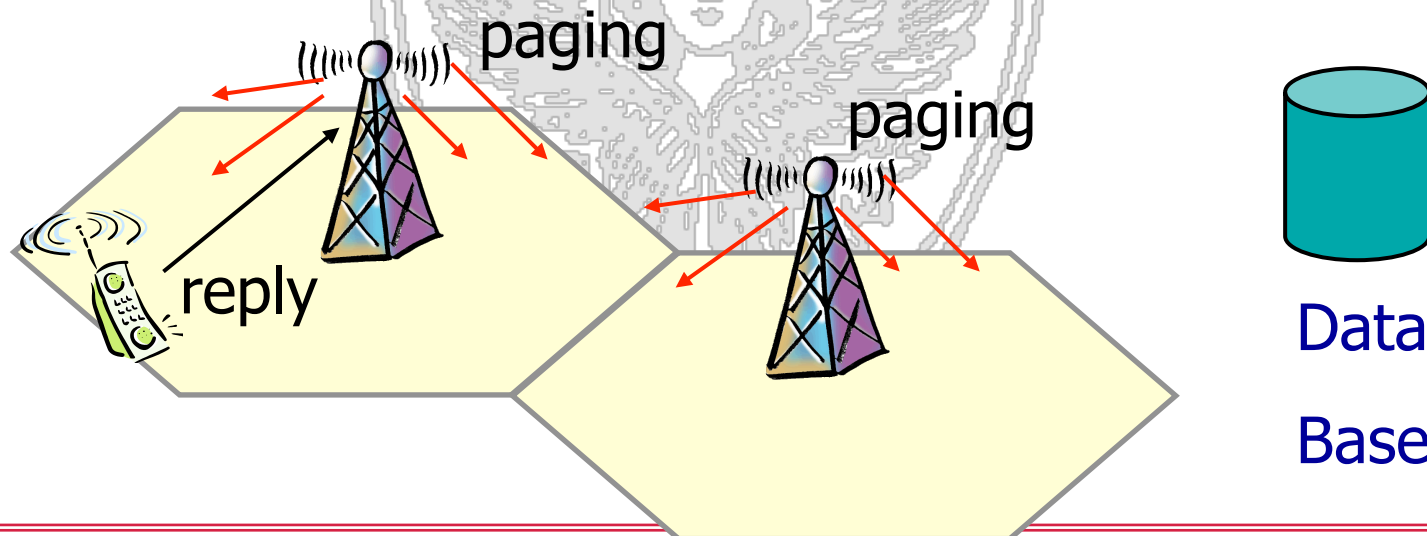


- Se un utente in stato IDLE passa da una LA ad un'altra scatena una procedura di Location Update
- L'informazione sulla LA in cui si trova un utente serve per indirizzare le chiamate





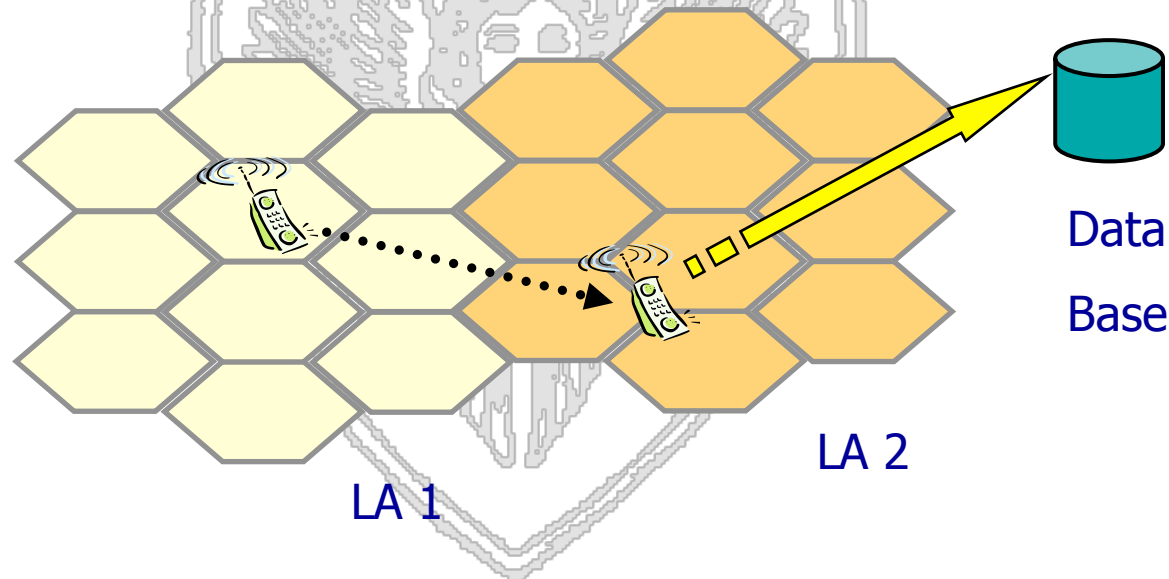
- All'arrivo di una chiamata per l'utente mobile viene consultato il registro
- Una volta nota la LA viene iniziata una procedura di paging
- Ogni stazione base della LA invia un messaggio di controllo in broadcast con l'identificativo dell'utente cercato
- Alla risposta del terminale mobile la rete conosce la cella e instrada la chiamata





- QUESITO:

- Quanto grandi conviene fare le Location Area?
 - ✓ piccole
 - ✓ grandi
- Cosa spinge in un verso, cosa nell'altro?



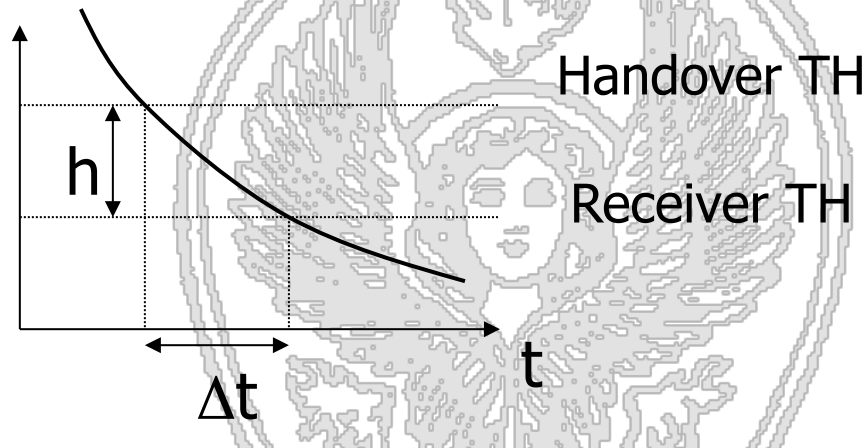


- Procedura con cui un terminale mobile in conversazione cambia la stazione base su cui è attestato
- Nel network-controlled handoff e mobile assisted handoff (NCHO e MAHO) la procedura è sempre iniziata lato rete, sulla base di misurazioni (potenza del segnale ricevuto, qualità, ecc.) effettuate sia lato rete che lato utente
- Si richiedono procedure di Handover efficienti e veloci
- Vedremo nel caso del GSM come le procedure di handover vengono gestite dal punto di vista della segnalazione di rete e del routing del circuito



Quando scatenare un Handover?

- La scelta delle soglie di attivazione della procedura di handover è fattore critico



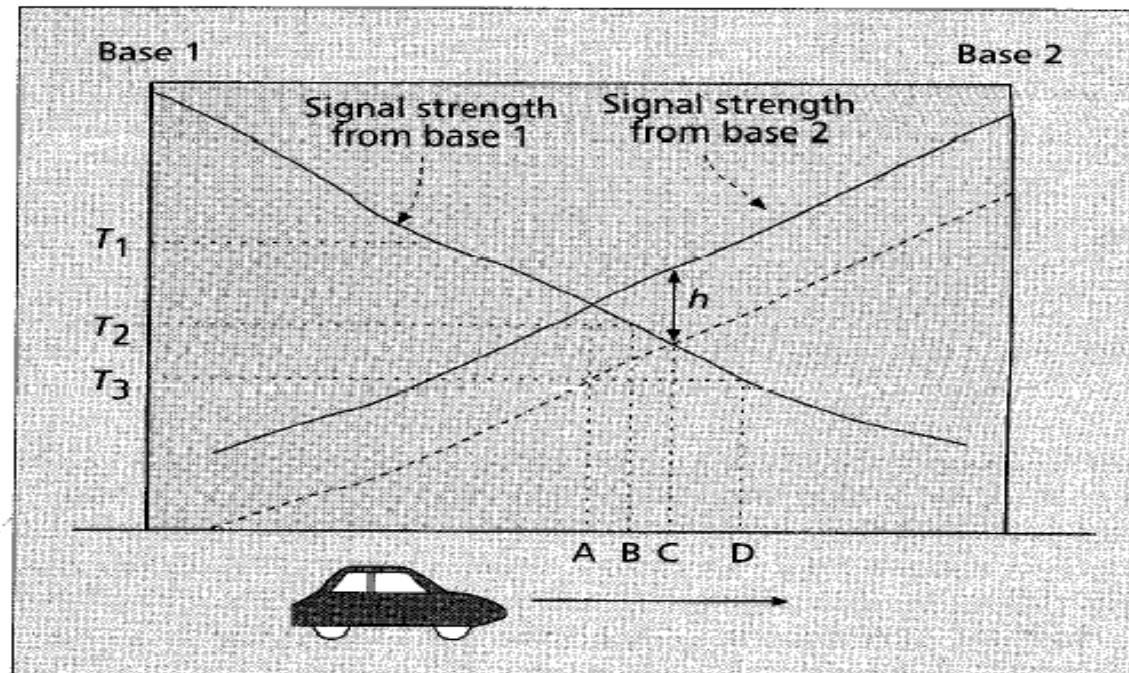
- Se h è troppo piccolo Δt è troppo piccolo e si rischia di perdere la connessione
- Se h è grande aumenta il numero di richieste di handover e quindi il traffico di segnalazione in rete



Quando scatenare un Handover?

- Esistono diversi metodi
 - 1 - metodo del segnale più forte*
 - ✓ l'handover avviene nel punto A

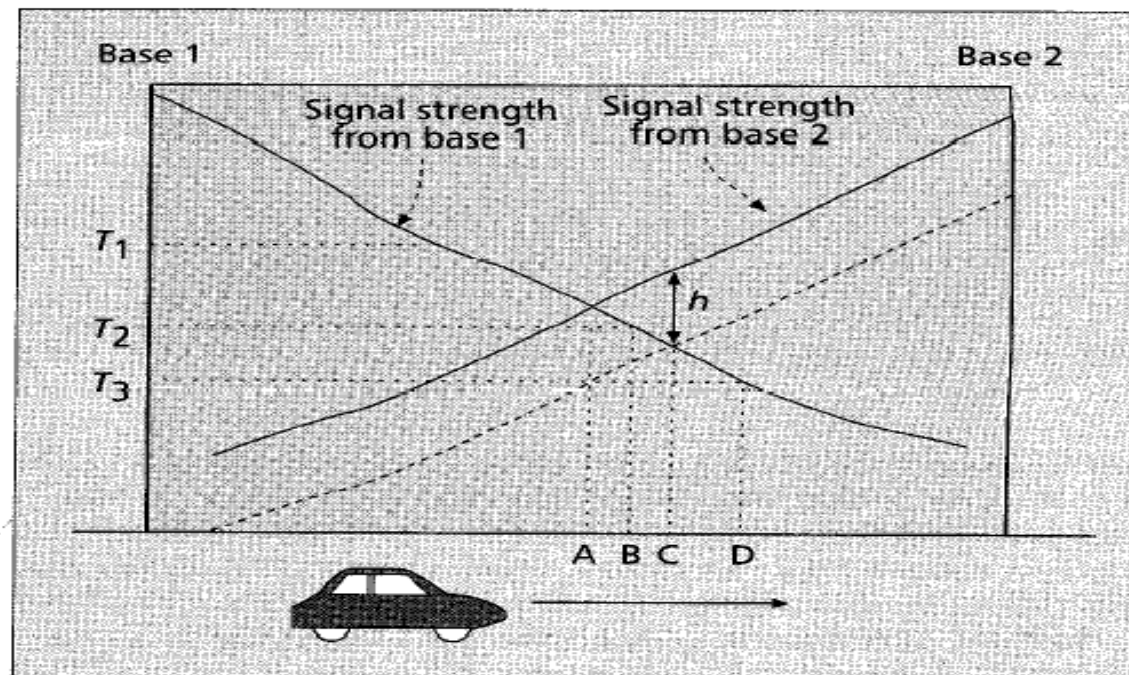
A causa delle fluttuazioni del segnale sono possibili molti rimbalzi (effetto ping-pong)





Quando scatenare un Handover?

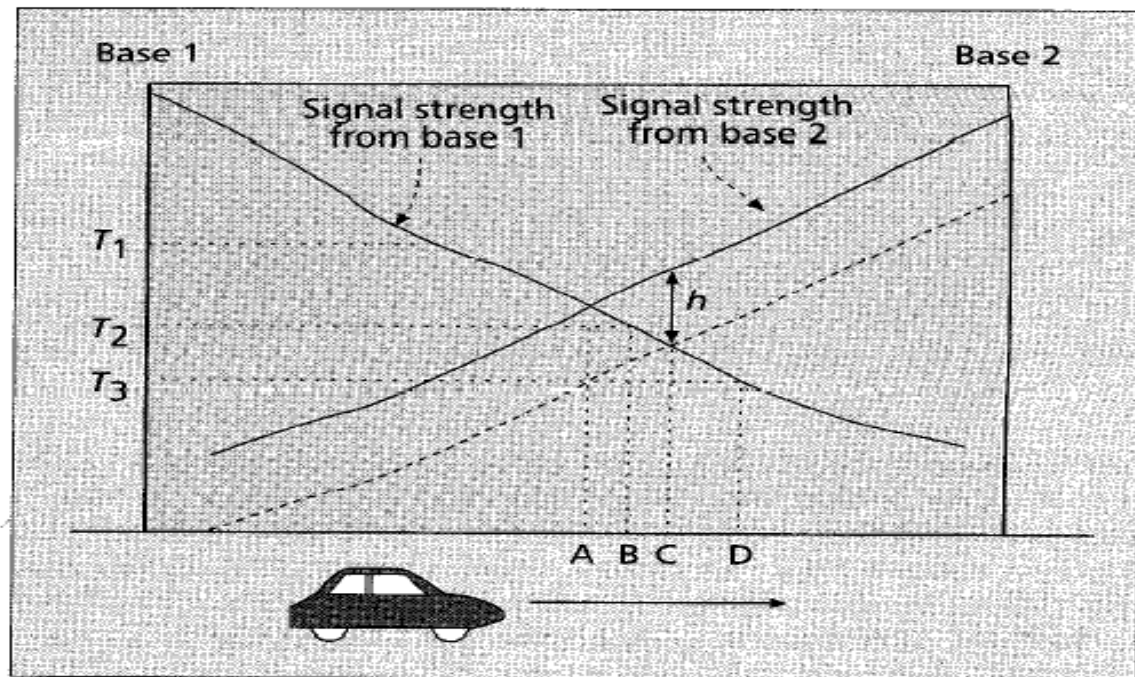
- Esistono diversi metodi
 - 2 - metodo del segnale più forte con soglia*
 - ✓ se il segnale dalla precedente BS è inferiore a una soglia (as. es. T_2) e la potenza di un'altra BS è più forte; l'handover avviene nel punto B





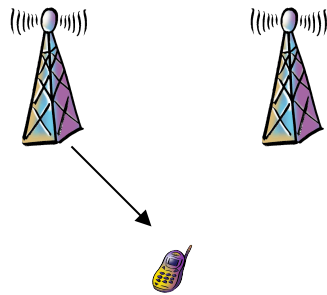
- Esistono diversi metodi **Quando scatenare un Handover?**
 - 3 - metodo del segnale più forte con isteresi*
 - ✓ se la potenza dell'altra BS è più forte di un valore $\geq h$;
l'handover avviene nel punto C

Metodo del segnale più forte con soglia e isteresi: si richiede anche che la potenza con cui si riceve dalla attuale BS sia sotto una certa soglia



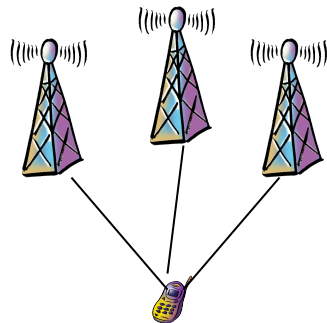


- Hard Handover (GSM-2G)



Presuppone l'abbattimento
e l'instaurazione di un
nuovo link radio

- Soft Handover (UMTS-3G)



Sfruttando la
macrodiversità l'utente è
contemporaneamente
collegato con più stazioni
base



- Quando avviene un handover viene rilasciato il canale nella vecchia cella e viene richiesto un canale nella nuova; il canale nella nuova può non essere disponibile
- Definiamo la probabilità di rifiuto di handover (P_{drop}) come la probabilità che una richiesta di handover non possa essere soddisfatta e la probabilità di blocco (P_{block}) come la probabilità di rifiutare una nuova chiamata
- Nei sistemi che trattano le richieste di handover come le nuove richieste entranti (call setup) $P_{drop} = P_{block}$
- In realtà è meglio bloccare una chiamata entrante che perderne una attiva
- Si può tentare di trattare meglio le richieste di handover



- Tecnica dei canali di guardia (Guard Channels)
 - Un certo numero di canali viene riservato per le richieste di handover
 - P_{drop} diventa più bassa ma la capacità del sistema risulta inferiore
 - E' critico il dimensionamento del sistema che necessita stime accurate sull'andamento temporale del traffico (quanti canali riservo alle richieste di handover?)



- Altre possibilità
 - Queuing priority scheme
 - ✓ Handoff area: area all'interno della quale l'MS può ascoltare entrambe le stazioni base. Se non sono disponibili canali nella nuova BS si continua ad essere interconnessi alla vecchia BS; la richiesta di handover viene bufferizzata alla nuova BS e servita non appena si libera un canale.
 - Subrating scheme
 - ✓ Se non ci sono canali disponibili presso la nuova Base Station un canale precedentemente allocato per una chiamata viene 'diviso in due canali a metà data rate', permettendo ad entrambe le chiamate di andare avanti.



Handover - Procedure GSM

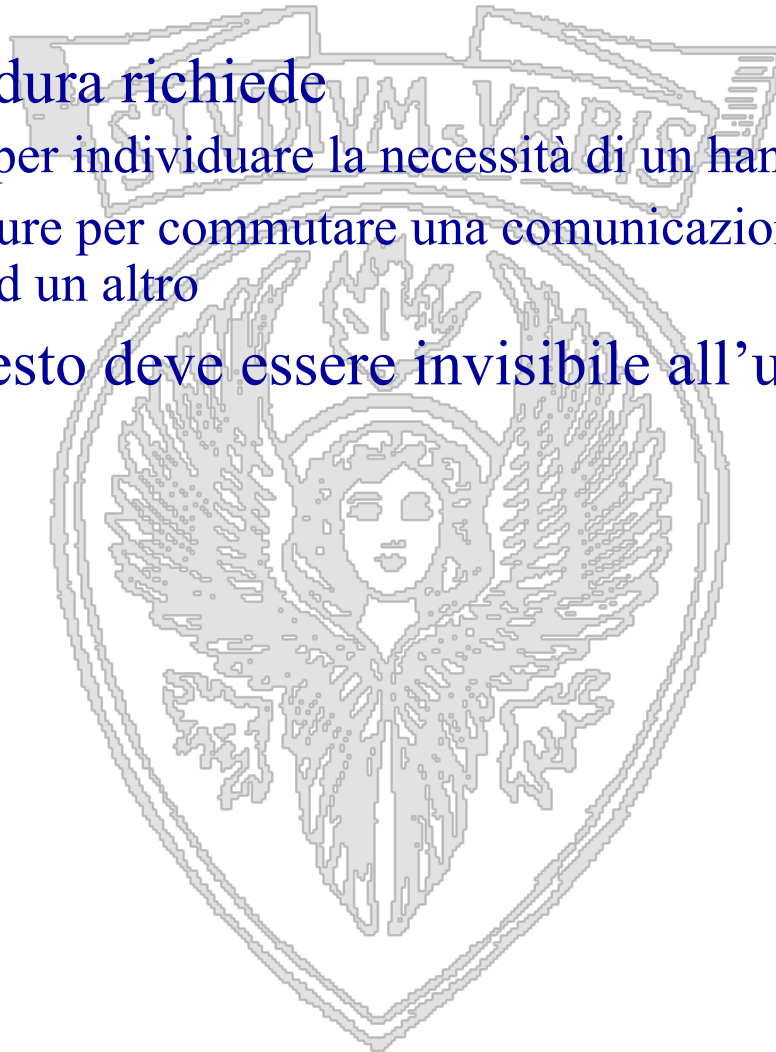




- In GSM la procedura di handover è decisa dalla rete, tuttavia la decisione viene presa essenzialmente in base a misure effettuate da MS
- Quando MS si connette ad una cella, il relativo BSC gli comunica un elenco di “canali alternativi” (BCCH di 6 celle adiacenti), su cui effettuare misure di potenza RF;
- Il risultato di queste misure viene trasmesso al BSC su canale SACCH ogni 480 msec
- Il BSC analizza le misurazioni dal mobile, le integra con le misure effettuate dalle BTS ed eventualmente decide l'handover



- La procedura richiede
 - criteri per individuare la necessità di un handover
 - procedure per commutare una comunicazione da un canale radio ad un altro
- Tutto questo deve essere invisibile all'utente





Parametri di attivazione Misure lato MS

- Intensità del segnale ricevuto sulle portanti BCCH delle celle adiacenti (RXLEVNCCELLn)
- Intensità di segnale ricevuto sul canale di traffico TCH attivo (RXLEV)
- Qualità del canale di traffico attivo TCH (RXQUAL)



Parametri di attivazione- Misure lato BTS

- Intensità segnale ricevuto dalla MS sul canale di traffico (RXLEV)
- Qualità del canale di traffico dalla MS (RXQUAL)
- Distanza dalla MS, utilizzando la tecnica di Timing Advance



- Qualità trasmissiva inadeguata (RXLEV e/o RXQUAL scendono sotto una certa soglia)
- Distanza MS/BTS sale sopra un limite massimo (informazione disponibile alla BS in base al timing advance)
- Motivi di traffico (cella troppo “carica”)
- Esigenze di controllo e manutenzione



4 tipi di Handover

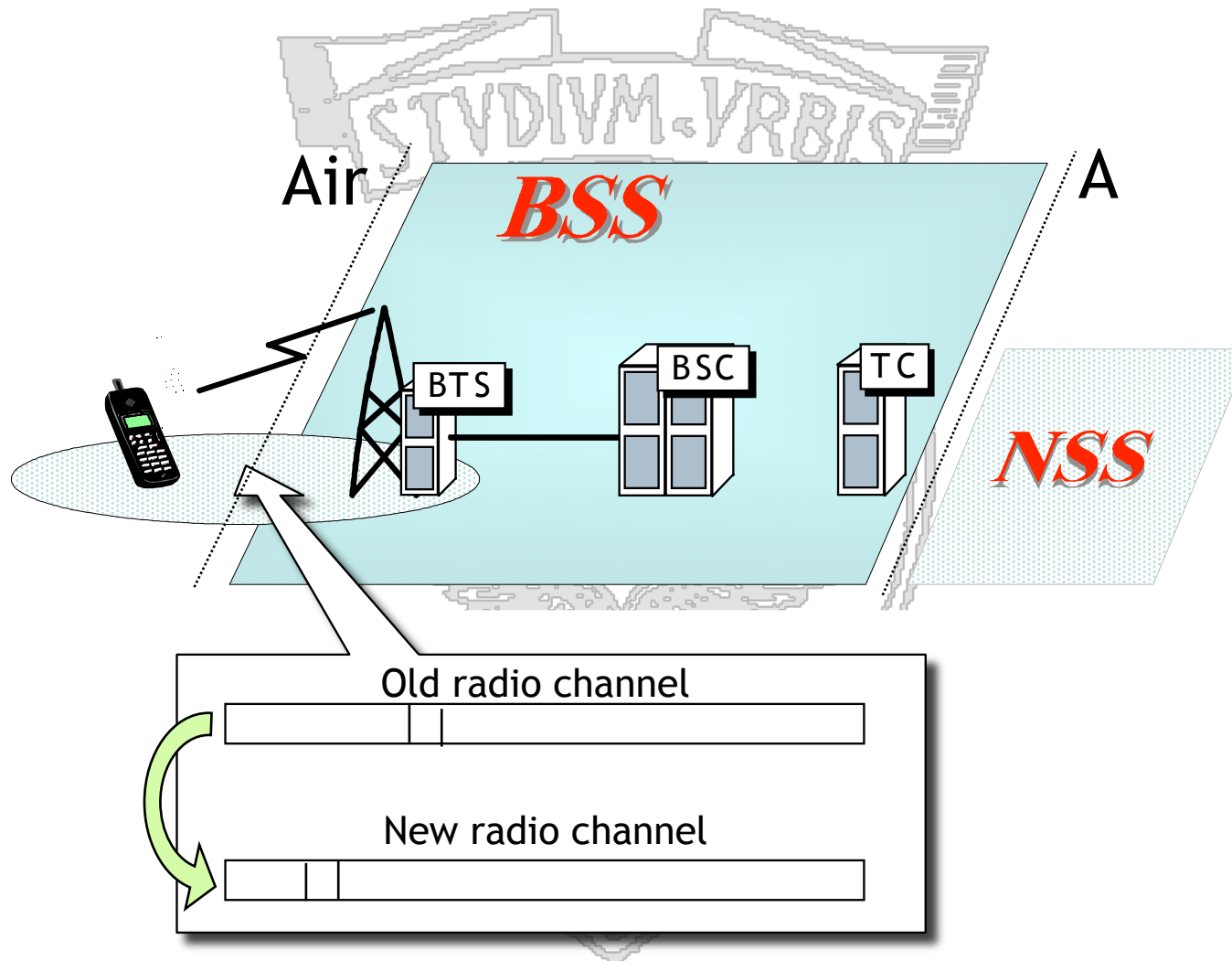
- Intra Cell - Intra BSC
- Inter Cell - Intra BSC
- Inter Cell - Inter BSC
- Inter MSC

Gli handover devono essere effettuati in tempi molto

Brevi (tempi tipici ≤ 100 ms)



Intra Cell – Intra BSC Handover

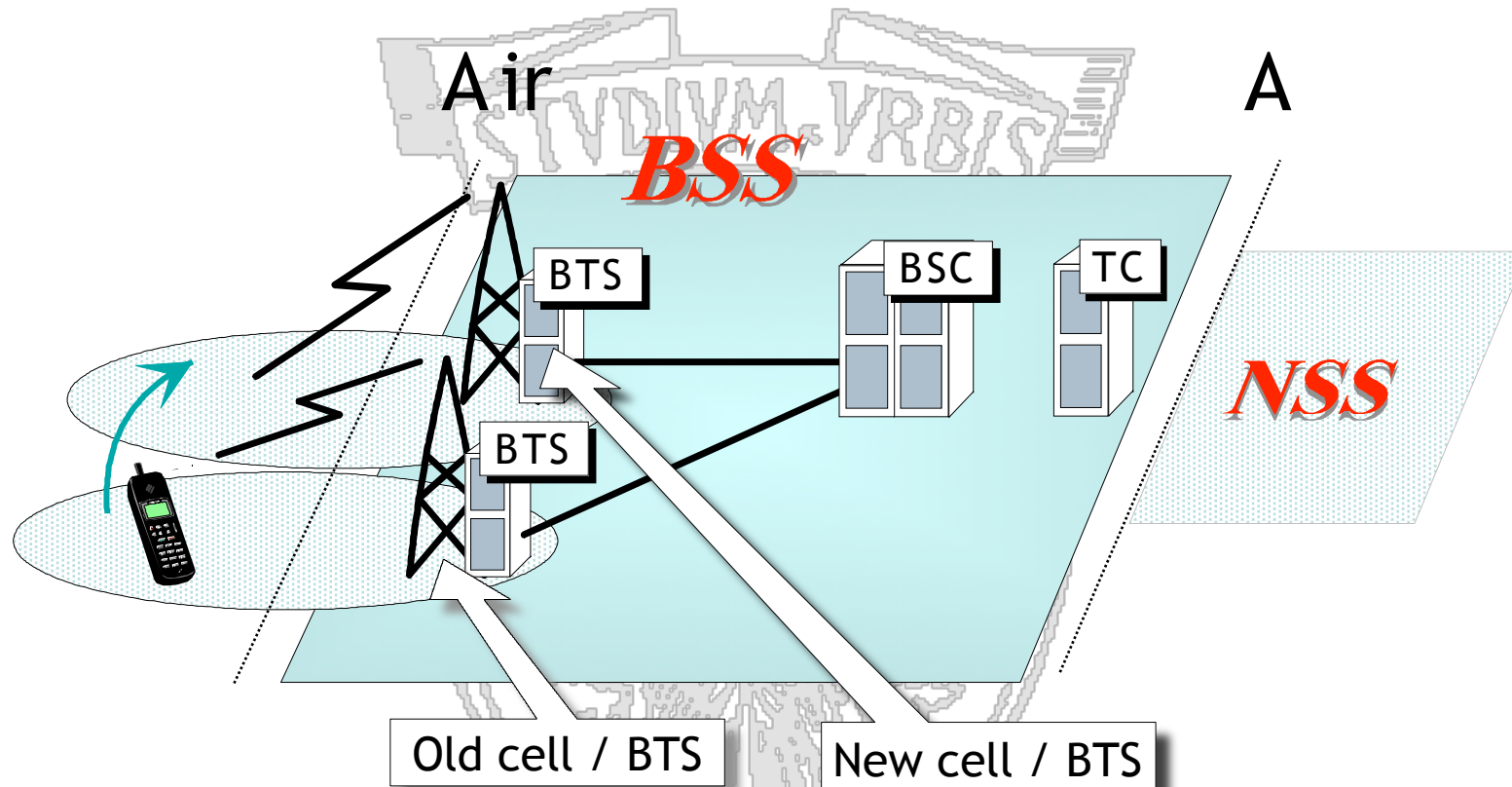




- Handover più semplice, deciso autonomamente dal BSC
- Cambiamento del canale di traffico (TCH) e in genere anche della frequenza all'interno di una BTS
- Causato da:
 - qualità insufficiente del canale TCH MENTRE il livello di ricezione e' buono
 - nessun altra BTS può garantire una qualità migliore



Inter Cell – Intra BSC Handover



L' MS si sposta in una nuova cella controllata dallo stesso BSC



La procedura di handover è completamente controllata dal BSC

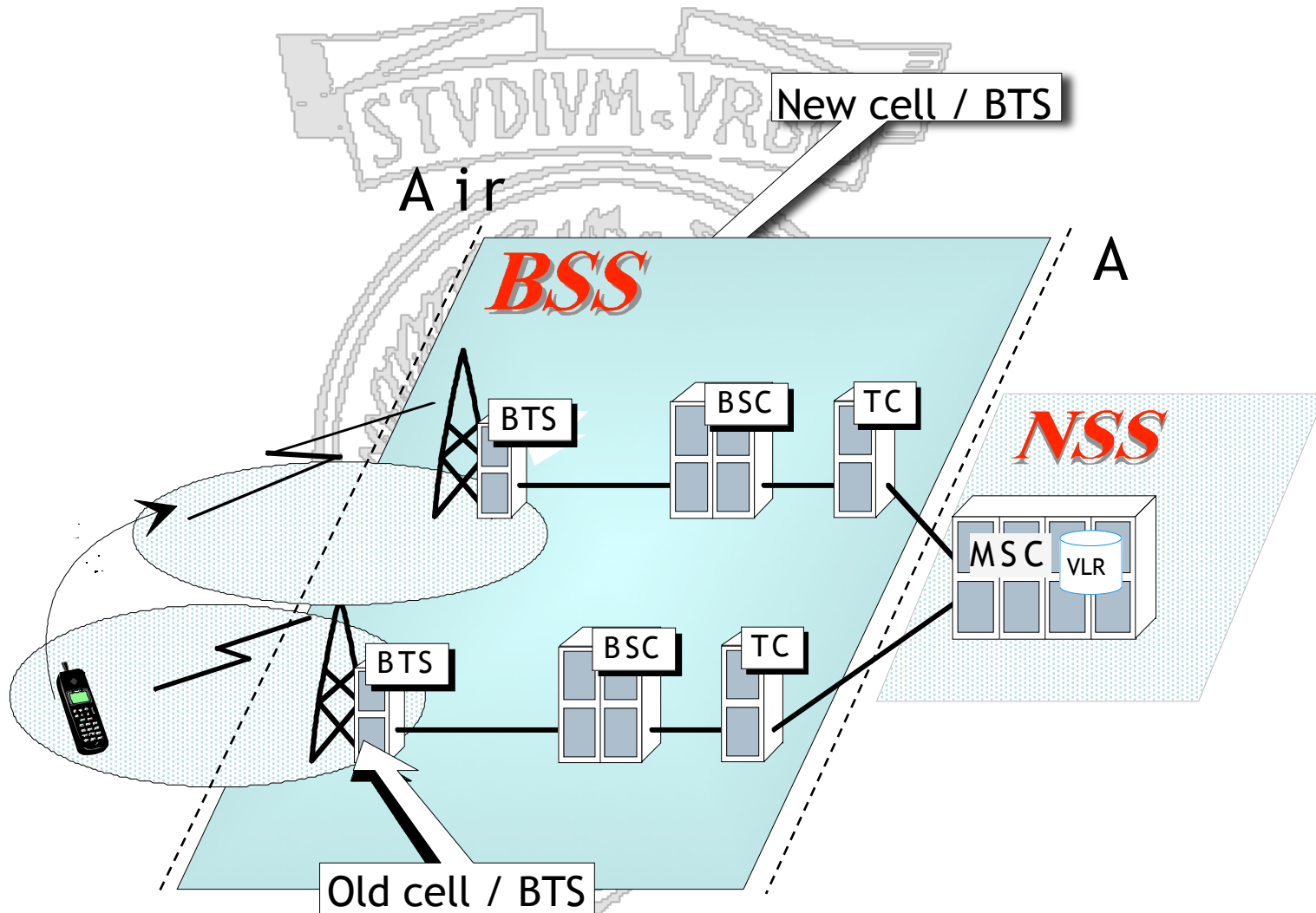
- il BSC identifica la migliore BTS e il migliore TCH per la MS, grazie alle informazioni che sono state raccolte
- il BSC instaura una connessione verso la nuova BTS e riserva il nuovo canale TCH
- il BSC ordina all'MS di sintonizzarsi sul nuovo canale e la vecchia portante radio viene rilasciata (segnalazione su canale logico FACCH)
- l'MS inizia ad inviare traffico sul nuovo canale
- la vecchia connessione è rilasciata
- il BSC informa l'MSC/VLR dell'avvenuto handover



- Dopo l'handover la MS deve acquisire informazioni sulle nuove celle adiacenti attraverso lo Slow Associated Control CHannel (SACCH)
- Se l'handover ha determinato un cambiamento di LA la MS deve richiedere una procedura di Location Update



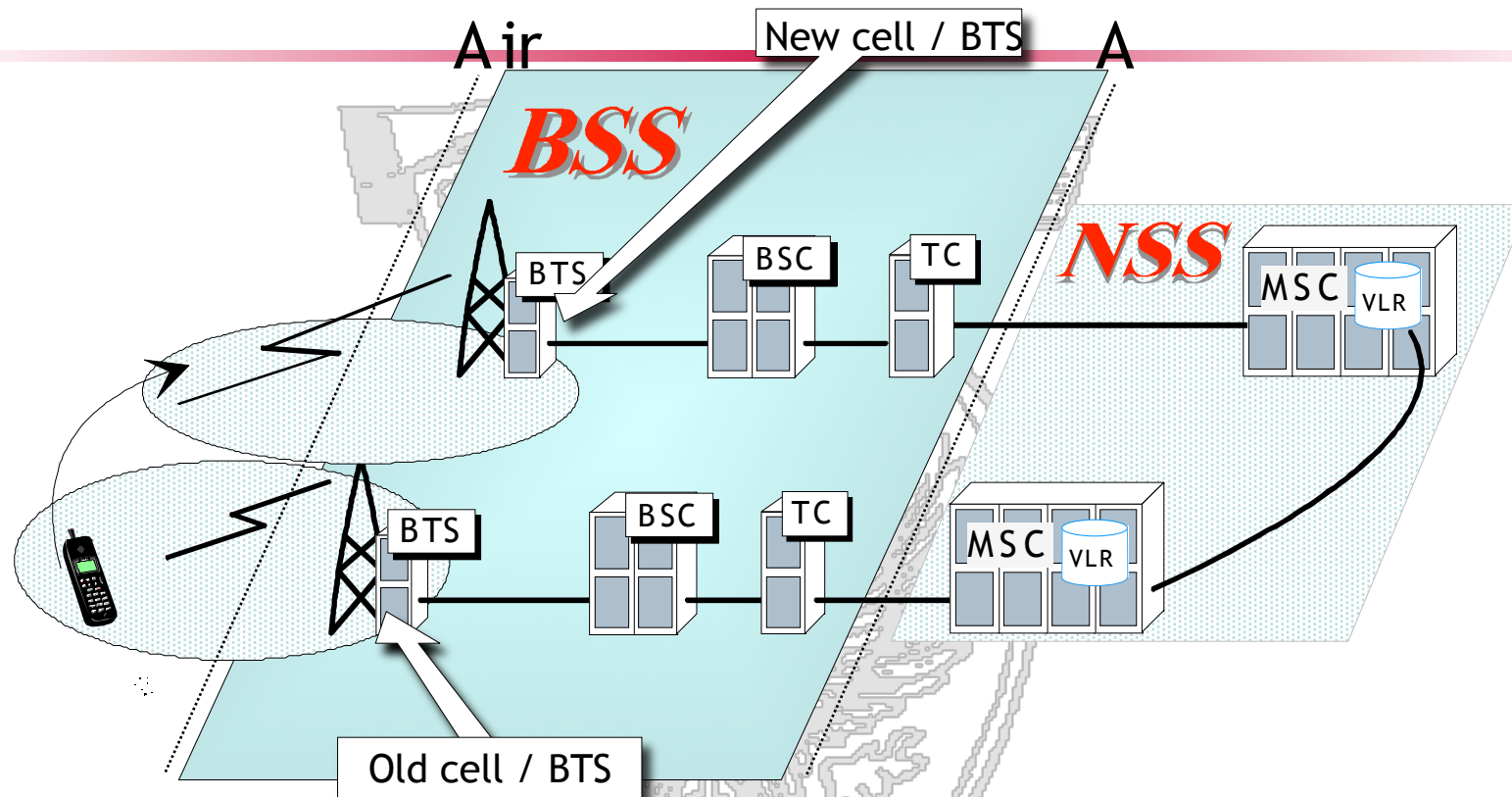
Inter Cell – Inter BSC Handover





La procedura di handover è iniziata dal BSC

- il BSC identifica la migliore BTS e il migliore TCH per la MS
- il BSC corrente invia un messaggio all' MSC/VLR perché la nuova BTS è controllata da un altro BSC
- l'MSC instaura una connessione verso il nuovo BSC
- il nuovo BSC riserva un canale radio per la MS e la vecchia portante viene rilasciata
- il nuovo BSC ordina alla MS di sintonizzarsi sul nuovo canale radio (TCH)
- L' MS inizia ad inviare traffico sul nuovo canale radio, dopo che l'MSC ha commutato la connessione verso il nuovo BSC
- la vecchia connessione è rilasciata



Handover più complesso perché coinvolge differenti MSC/VLR

- La chiamata è instradata dall' MSC iniziale (Anchor) all' MSC finale



La procedura è iniziata dal BSC

- il BSC corrente decide l'handover verso una BTS controllata da un altro MSC/VLR
- il BSC corrente invia un comando di handover request all'MSC/VLR iniziale
- l'MSC/VLR iniziale invia una richiesta all' MSC/VLR finale
- l'MSC/VLR finale alloca un HandOver Number (HON) e lo trasmette all'MSC/VLR iniziale



- L'MSC/VLR finale instaura una connessione verso il nuovo BSC
- il nuovo BSC riserva un canale di traffico per la MS
- L'MSC/VLR initial invia sul FACCH tramite i vecchi BSC e BTS un comando di handover alla MS
- la MS si sintonizza sul nuovo canale
- la MS inizia ad inviare traffico sul nuovo canale
- la vecchia connessione viene rilasciata



- Stesso formato di MSRN e MSISDN
- $HON = CC + NDC + SN$
 - CC = Country Code
 - NDC = National Destination Code
 - SN = Subscriber Number
- SN points to a database
 - in case of MSISDN located in the HLR
 - in case of HON and MSRN located in VLR
- HON contiene informazioni sufficienti per permettere al GMSC di instradare la chiamata verso l'MSC destinazione



- Allo spegnimento la MS invia alla rete un ultimo messaggio di *IMSI detached*
- Il messaggio arriva all'MSC/VLR che marca come detached l'utente
- fino ad una successiva riattivazione non verra' piu' effettuato paging verso l'utente ma in caso di chiamate si segnalera' automaticamente al chiamante che l'utente non e' raggiungibile