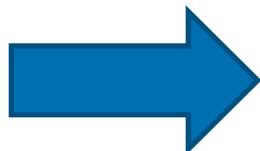


ITIS B. CASTELLI - Telecom Italia

VIII° Edizione - 2016

Terzo modulo: La Telefonia Mobile. Rete d'accesso e commutazione

Agenda:



Premesse : cosa significa comunicare

1^ Parte: accesso radio.

Scenari delle rete Radiomobili

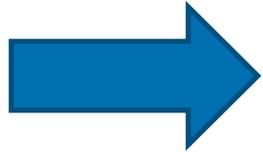
Cos'è una rete radiomobile cellulare?

Basic Concept : dal telefonino alla BTS

Evoluzione delle reti radiomobili in Italia

Reti GSM-UMTS-LTE: guardare oltre il telefonino

Agenda:



2^ Parte: Core Network

Architettura rete di Core Network

Elementi della rete di Core Network

Casi di traffico

Il servizio GPRS

Collegamenti tra le reti

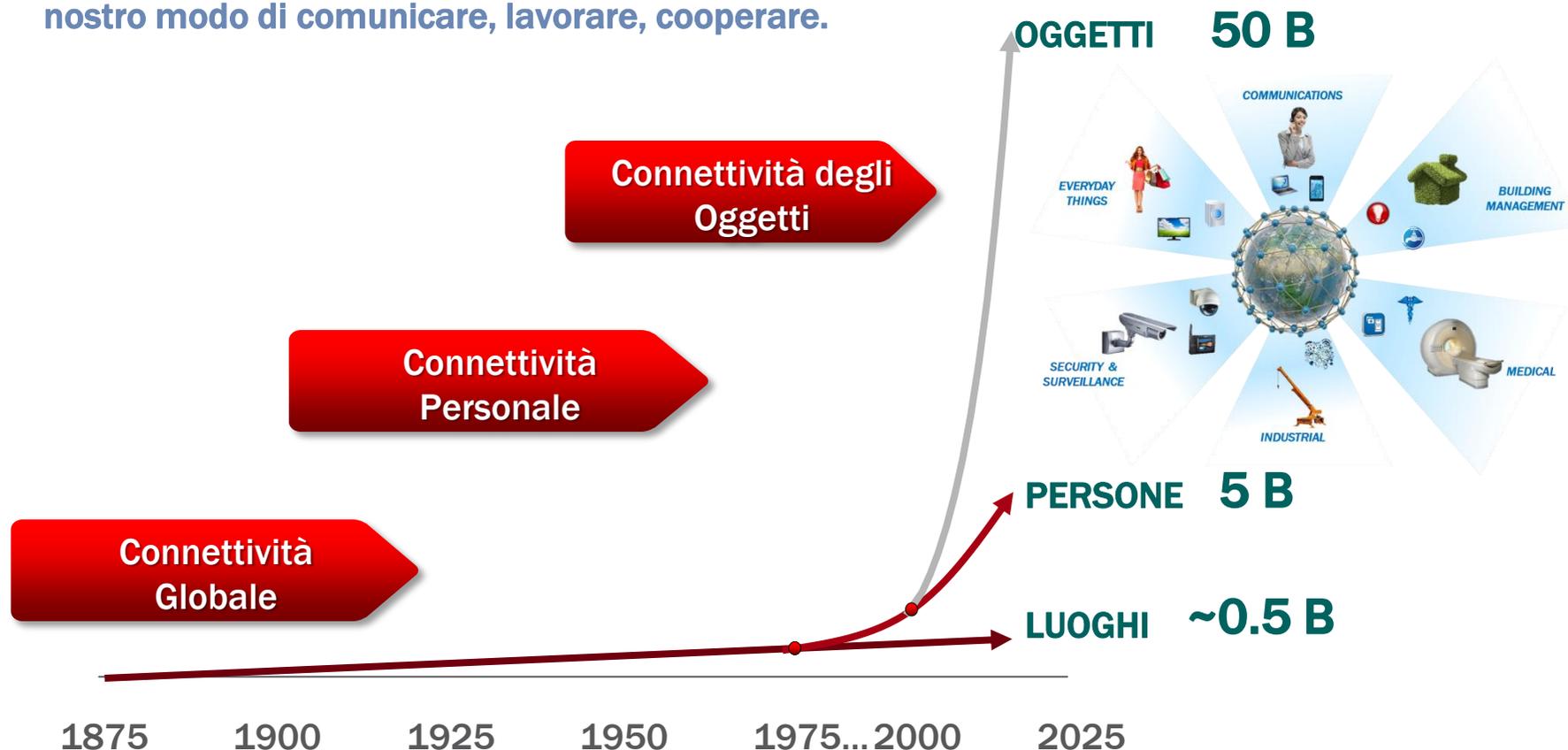
Cosa significa **COMUNICARE**



Internet of things

Grazie alla diffusione del **broadband in mobilità**:

- ▶ i **dispositivi mobili** stanno diventando, rapidamente, il **principale mezzo di accesso a internet**
- ▶ si stanno ponendo le basi di una rivoluzione tecnologica che **sta cambiando definitivamente il nostro modo di comunicare, lavorare, cooperare.**



Fenomeni Internet in mobilità



144 milioni di tweet al giorno (di cui 70% da Mobile)



1,01 miliardi di ricerche Google al giorno (di cui 45% da Mobile)



294 miliardi di mail al giorno (di cui 54% da Mobile)



4,7 miliardi di minuti al giorno su pagine Facebook (di cui 57% da Mobile)



Upload di **250 milioni** di immagini su profili Facebook (di cui 62% da Mobile)



9,8 milioni id immagini caricate su Flickr (di cui 64% da Mobile)



864 mila ore di video al giorno caricate su Youtube (di cui il 57% da Mobile)



533 milioni di minuti di conversazione al giorno su Skype (di cui il 27% da Mobile)

Cosa accadrà in Italia

L' **Italia conferma la sua passione per il mobile**: secondo le previsioni* il **traffico** sulle reti italiane **crescerà più rapidamente della media europea** entro il 2017



2012

95 Milioni i dispositivi connessi alla rete mobile

2017

421 Mb/Mese generato da ogni singolo utente

x 1.5 Il numero di **dispositivi mobili**

4,85 Terabyte/Mese generato da smartphone

x 9 Traffico su rete mobile

0,875 Terabyte/Mese generato da Tablet

x 20 Traffico mobile da Smartphone

x 40 Traffico mobile da tablet

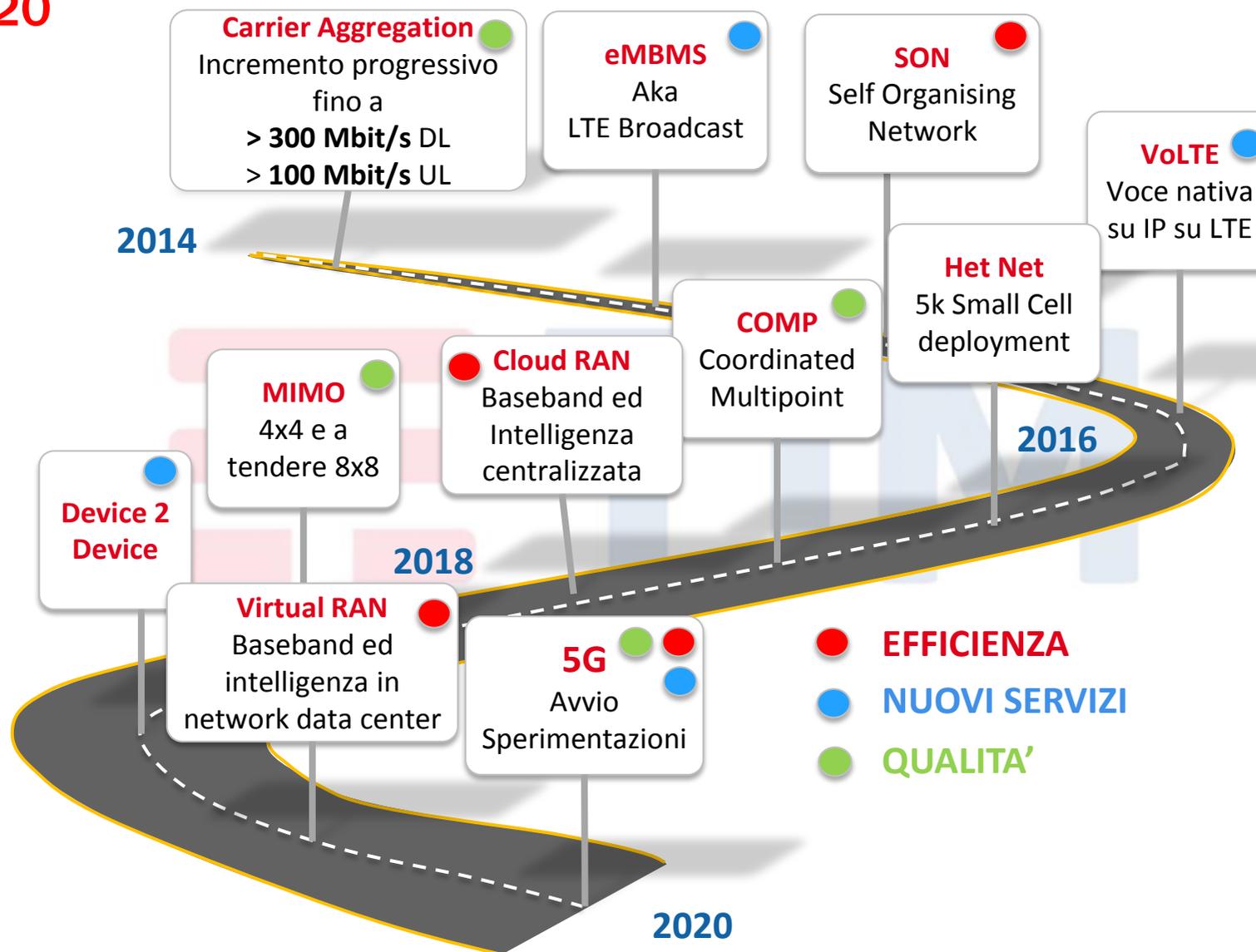
La Copertura Mobile TIM



Copertura Popolazione



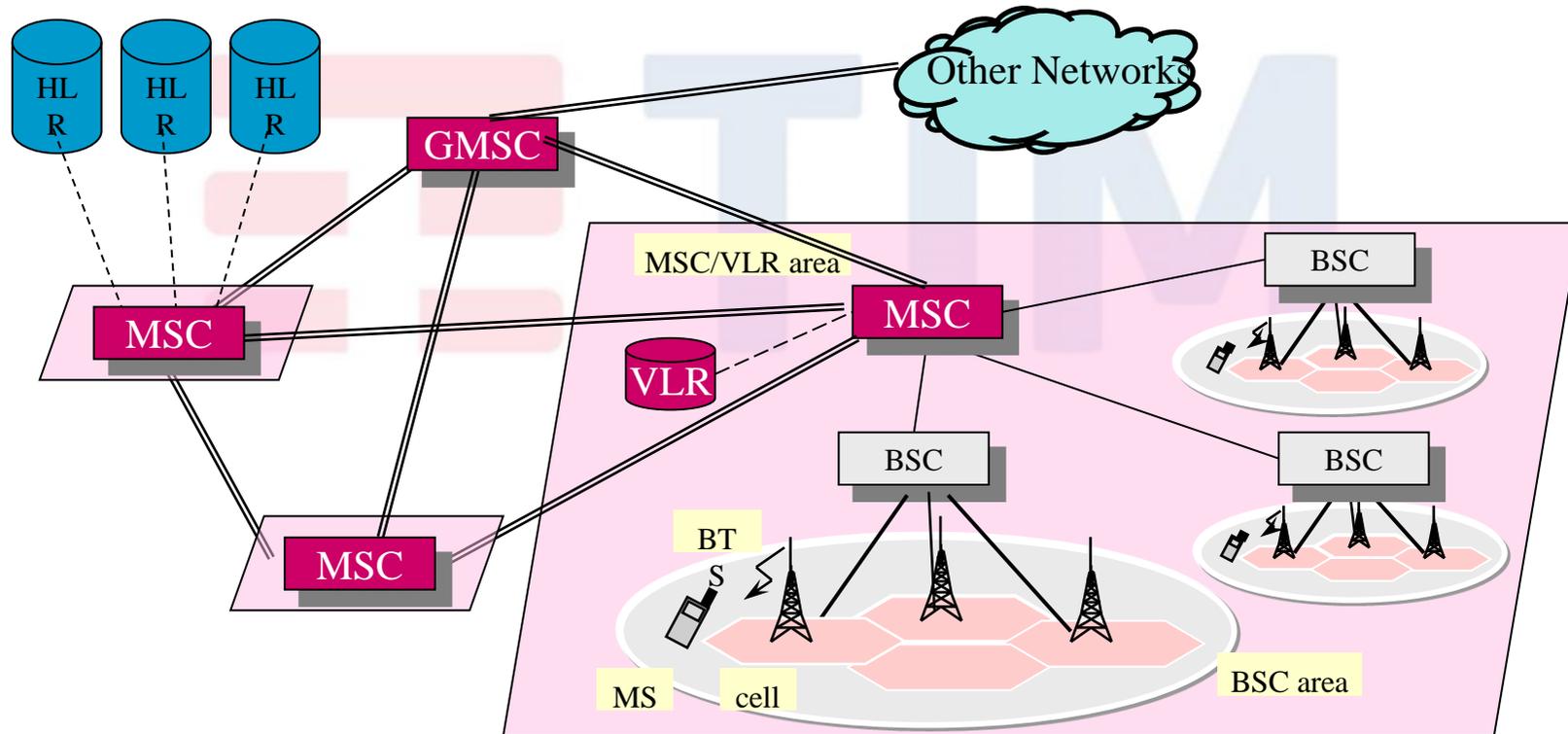
Anno 2020



Comunicare : la velocità non basta.....

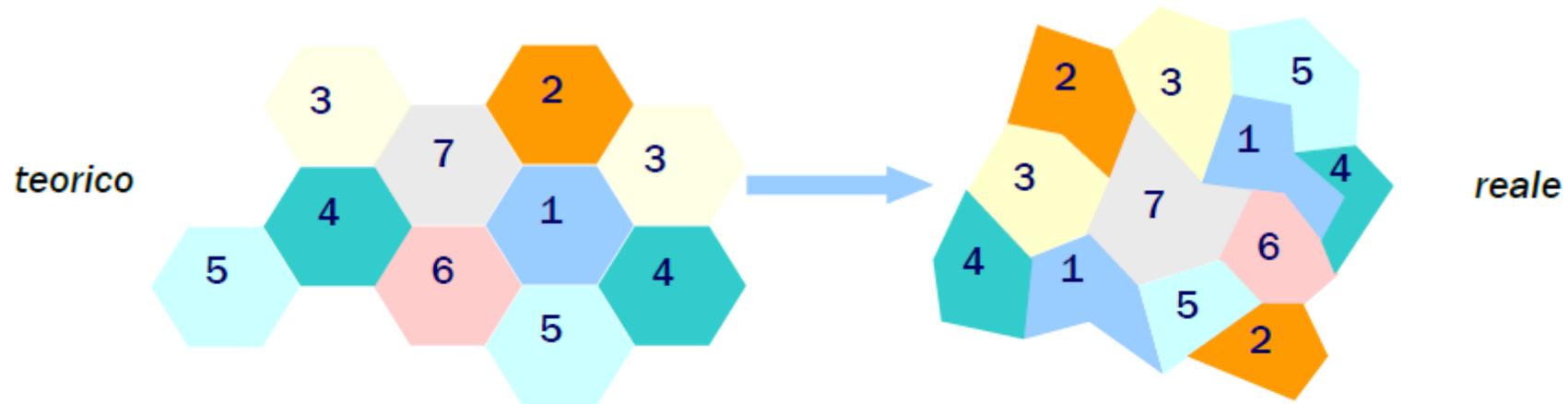
Cos'è una rete radiomobile cellulare?

In telecomunicazioni una rete radiomobile cellulare è una rete di telecomunicazioni **wireless** (senza fili) che consente la radiocomunicazione tra **terminali mobili** (telefonini) sparsi su un territorio coperto da più **celle radio**, ciascuna servita da apparati fissi di ricetrasmisione detti **stazioni radio base**.



Cos'è una rete radiomobile cellulare?

La copertura è effettuata attraverso numerosi ricetrasmittitori che illuminano zone contigue del territorio realizzando una **continuità di servizio**. L'area illuminata da un ricetrasmittitore è detta **cella**.



Caratteristiche di propagazione diverse per le celle



Forme e dimensioni delle celle sono differenti, più piccole dove il traffico/km² è maggiore

Distribuzione del traffico e dei clienti non uniforme



Ciascuna cella necessita di un numero di portanti differente

Cos'è una rete radiomobile cellulare?

In una rete possono essere distinte due parti: la parte di **Switching** (Core Network) e la parte di **accesso** (Access Network).

La parte di **Switching** ha il ruolo di trasferire l'informazione da un nodo di accesso ad un altro, utilizzando se necessario nodi di transito:

- Commutazione e instradamento delle chiamate
- Tariffazione
- Autenticazione e cifratura
- Controllo della chiamata
- Informazioni sul profilo d'utente

La parte di **accesso** permette di far accedere un utente alla rete :

- Permettere l'accesso multiplo di più utenti alla rete attraverso collegamento wireless

Cos'è una rete radiomobile cellulare?

La rete per la telefonia mobile è per certi aspetti uguale a quella per la telefonia fissa, in più va considerato il fatto che colui che vogliamo chiamare si sta **muovendo sul territorio**, quindi per stabilire un contatto la rete telefonica ha bisogno innanzi tutto di sapere dove si trova il chiamato.

Facciamo un esempio: siete a casa vostra e volete telefonare ad un vostro amico dal telefono fisso di casa. Sollevate la cornetta, componete il numero di casa dell'amico e attendete che questi risponda.

Mano a mano che componete il numero, la centrale telefonica alla quale siete collegati lo analizza e stabilisce a quale utente corrisponde e a quale centrale questo è collegato. Quindi fa squillare il telefono del chiamato.

La storia cambia parecchio se colui che chiamiamo è un utente radiomobile, perchè mentre un utente di rete fissa è collegato sempre alla **stessa centrale** (e lì lo troviamo se vogliamo connetterci per parlargli), l'utente radiomobile può essere in qualsiasi parte di questa terra.

Allora, come facciamo a trovarlo ?

Cos'è una rete radiomobile cellulare?

Prima di rispondere alla domanda, dobbiamo introdurre gli elementi, e le loro specificità, che costituiscono la rete radiomobile:

Telefonino : E' l'apparato che traduce i segnali d'utente (voce o dati) in segnali radioelettrici da inviare verso le antenne riceventi della BTS.

BTS : E' la stazione radio base. Si tratta di una sorta di radio rice-trasmittente che copre una determinata zona (detta anche cella) e consente la connessione alla rete di tutti i telefonini che stanno sotto la sua area di copertura.

BSC : E' l'apparato al quale sono connesse tutte le BTS di un'area. Per esempio tutte le BTS che coprono una città potrebbero essere collegate e quindi controllate dallo stesso BSC.

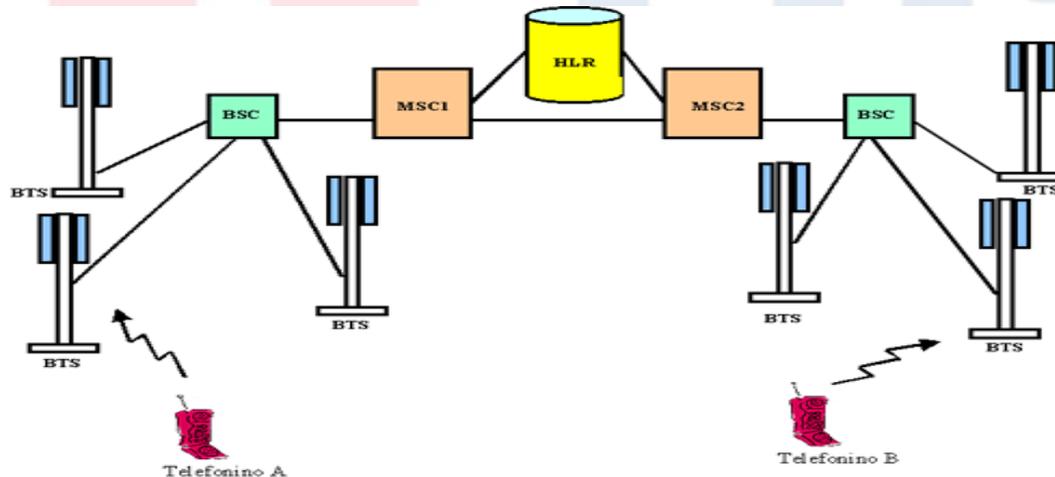
MSC : E' la centrale vera e propria, più o meno la stessa che viene utilizzata anche per la telefonia fissa (si veda l'esempio precedente).

HLR : Si tratta di un grande data base (un archivio) in cui vengono immagazzinati i dati di ogni utente. Quindi nell'HLR è riportato se l'utente ha il telefono acceso o spento, dove si trova in ogni momento, se le chiamate devono essere trasferite alla segreteria telefonica, se l'utente ha pagato la bolletta ecc.

Cos'è una rete radiomobile cellulare?

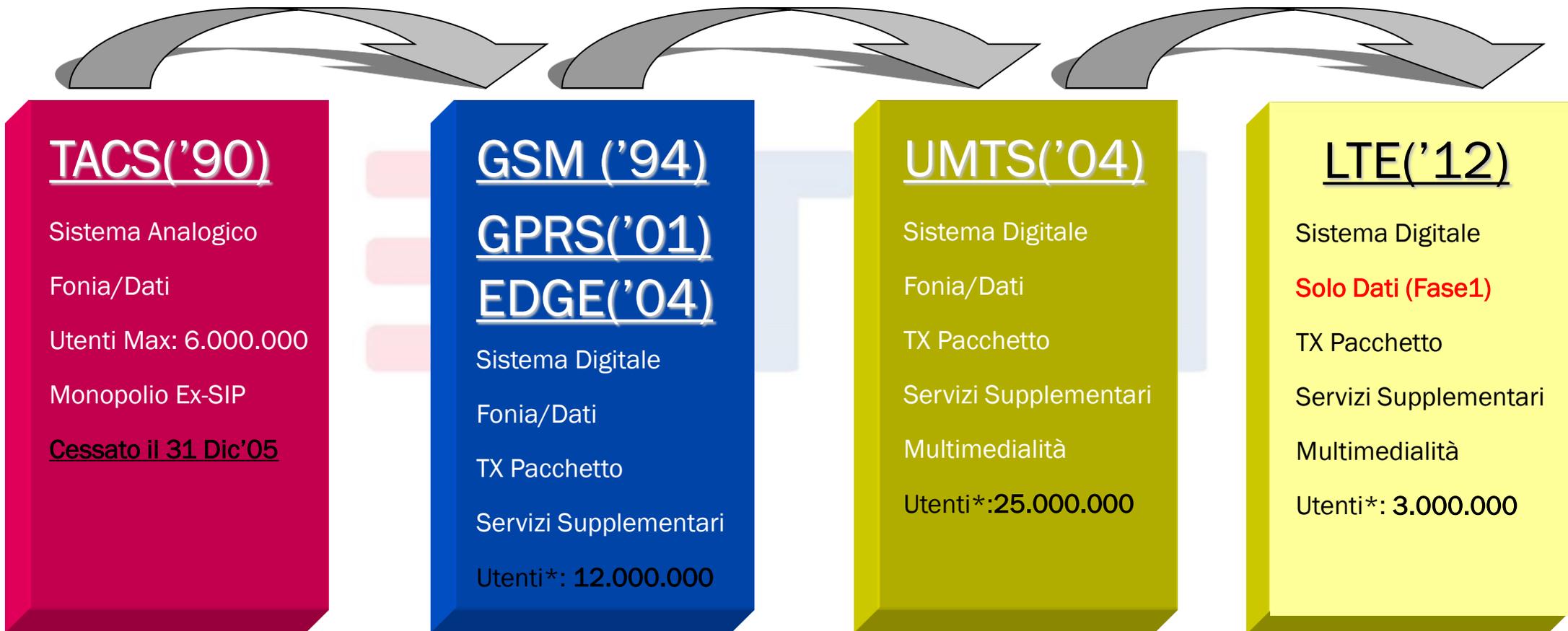
Se l'utente con il telefonino A volesse chiamare quello con il telefonino B, la sequenza che consente la connessione è la seguente:

- 1 A compone il numero di B sul proprio telefonino e lo invia.
- 2 Tramite il ponte radio gestito dalla BTS l'informazione arriva all'MSC1.
- 3 L'MSC1 non sa dove si trova l'utente che A vuole chiamare, quindi interpella l'HLR.
- 4 L'HLR risponde all'MSC1 che l'utente B si trova nell'area controllata dall'MSC2.
- 5 L'MSC1 si connette con l'MSC2 e dialoga, cioè comunica all'MSC2 che l'utente A vorrebbe parlare con l'utente B.
- 6 L'MSC2 verifica che effettivamente l'utente B si trova nella sua area e comunica al BSC2 di contattare l'utente B.
- 7 Il BSC2 contatta l'utente B attraverso la BTS opportuna.
- 8 All'utente B squilla il telefonino. Quando risponde la connessione tra A e B è stabilita e i due si possono parlare.



Evoluzione delle reti radiomobili in Italia

Le ultime generazioni (dal 1990 ad oggi)



* Dati al 31/12/14

Evoluzione delle reti radiomobili in Italia

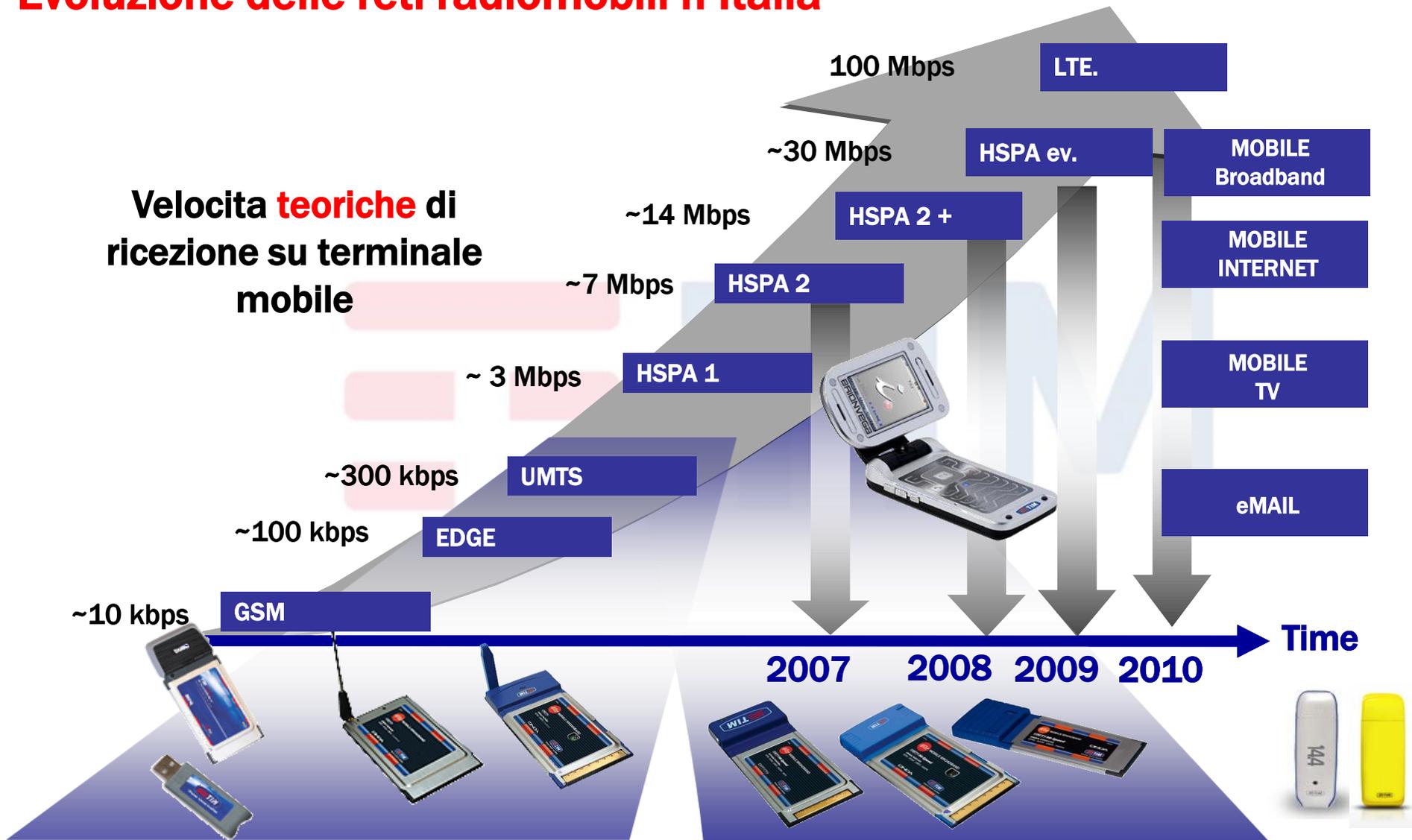
Esempi di reti radiomobili cellulari sono il TACS, il GSM, l'UMTS, l'LTE. Tappe intermedie e miglioramenti nei servizi di connettività sono stati il GPRS e l'EDGE per il GSM e l'HSPA per l'UMTS.

Le chiavi del successo di un sistema o rete cellulare risiedono principalmente nell' interfaccia radio tra il terminale mobile e la stazione radio base ovvero nel schema di multiplazione/accesso multiplo adottato (FDM/FDMA, TDM/TDMA, CDM/CDMA, OFDM) e al parallelo uso di schemi di modulazioni più performanti; tali scelte sono vincolanti sull'efficienza spettrale del sistema ovvero dunque sulla banda e sui canali disponibili all'utente e condiziona quindi sia il numero massimo di utenti servibili sia la velocità di trasmissione di ciascun utente.

In particolare il TACS è stato il primo sistema cellulare a trasmissione analogica e commutazione di circuito nella core network, il GSM il primo sistema cellulare a trasmissione digitale e commutazione di circuito, il GPRS il primo sistema cellulare digitale a commutazione di pacchetto. Tutte le moderne reti cellulari offrono servizi integrati di telefonia e trasporto dati multimediali ovvero connettività alla rete telefonica ed alla rete Internet.

L'ultima rete nata, LTE (Long Term Evolution), permetterà lo scambio di dati ad altissima velocità (100Mbits in Downlink e 30 in Uplink) con tempi di latenza molto contenuti (< 20 msec).

Evoluzione delle reti radiomobili n Italia



Dal telefonino alla BTS

Il telefonino: in commercio se ne trovano di ogni forma e colore. Possono funzionare su più reti radiomobili (una alla volta) e possiedono caratteristiche di trasmissione dati differenti tra di loro. Hanno sistemi operativi diversi (Android, Symbian, IOS, Bada ecc.).

CONNETTIVITA' E RETI

<u>GPRS</u>	Si (3+2/4+1 <u>slots</u> - class 12 - 48 <u>kbps</u>)
<u>EDGE</u>	Si (class 12)
<u>UMTS</u>	Si
<u>HSDPA</u>	
Mbps	21,1
<u>HSUPA</u>	
Mbps	5,76
<u>BLUETOOTH</u>	Si (versione 3.0 con A2DP)
<u>H</u>	
<u>WI-FI</u>	Si (802.11 a/b/g/n)

Radio Access Technology

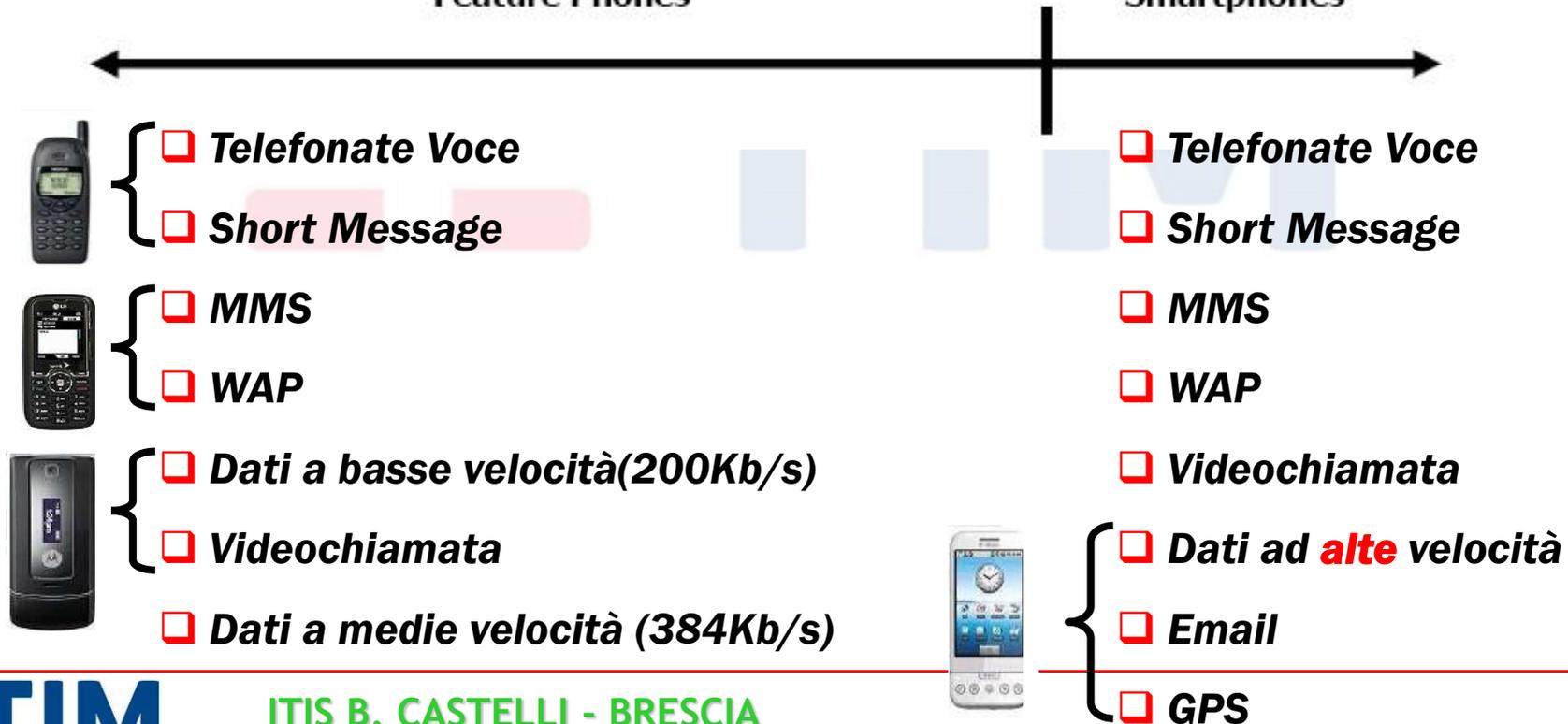
Single RAT	Solo un sistema (es. GSM)
Dual RAT	Due sistemi (es. GSM+UMTS)
Tri RAT	Tre sistemi (es. GSM+UMTS+LTE)

Dal telefonino alla BTS



Feature Phones

Smartphones



Dal telefonino alla BTS

mobile phone

Dispositivo predisposto ai servizi base di telefonia mobile, chiamata voce ed SMS dotato di Sistema Operativo 'semplice'.

smartphone

Telefono mobile 'smart' (intelligente) con un sistema operativo maggiormente evoluto rispetto ai 'mobile phone' ed aperto all'installazione di applicazioni aggiuntive da parte dell'utente.

tablet

Nome che identifica il dispositivo, simile ad una 'tavoletta', utilizzato per scrivere con una tastiera virtuale integrata nello schermo. Il tablet è un PC con possibilità di connessione alla rete fissa con modalità WiFi e/o di una SIM di operatore per la connessione alla rete mobile..

ebook

Libro in formato elettronico. E' un 'lettore di libri' costituito dal dispositivo e dal sw di lettura. Il dispositivo puo' essere connesso ad un PC, disporre di una connessione WiFi e/o di una SIM di operatore per la connessione alla rete mobile.

USB card

Dispositivo costituito da una chiavetta, con sw dedicato, e SIM di operatore mobile per la connessione di un PC alla rete mobile.

wireless router

Dispositivo che integra, oltre alla funzionalità dell'USB card, un accesso WiFi per la connessione verso reti domestiche e/o aziendali senza l'utilizzo di rete mobile.



Dal telefonino alla BTS

Le antenne: sono un trasduttore passivo che ha il compito di trasformare un campo elettromagnetico captato in un segnale elettrico, e viceversa.

Irradia il segnale nell'etere in base ad un definito diagramma di radiazione individuabile sui piano orizzontali e verticali. Nell'ambito radiomobile la scelta del tipo d'antenna definisce un area ben precisa di copertura radioelettrica.

Generalmente lavorano su una banda prefissata di frequenza, sia in TX che in RX, ma possono lavorare anche su due o tre bande di frequenze molto distanti tra loro (doppia o tripla banda).

Nella rete TIM ci sono ben 250 modelli diversi!

- ▶ **Resistenza al vento**
- ▶ **Peso**
- ▶ **Resistenza agli agenti atmosferici (acqua, vento, raggi UV)**
- ▶ **Ingombro**
- ▶ **Connettori**
- ▶ **Attacchi per i sostegni**
- ▶ **Costo**
- ▶ **Diagramma di radiazione**
- ▶ **Guadagno**
- ▶ **Direttività**
- ▶ **Efficienza di radiazione**
- ▶ **Ampiezza lobo principale a metà potenza**
- ▶ **Livello lobi laterali**
- ▶ **Impedenza d'ingresso**
- ▶ **Intermodulazione**
- ▶ **Polarizzazione**

Dal telefonino alla BTS



a: 2 antenne di ricezione + 1 antenna trasmissione, per settore.

b: 1 antenna di ricezione e trasmissione, per settore.

c: 1 antenna di ricezione e trasmissione, per settore. Accoppiamento verticale.

Dal telefonino alla BTS

Le antenne "particolari"



ROMA-CAFFE BERNINI

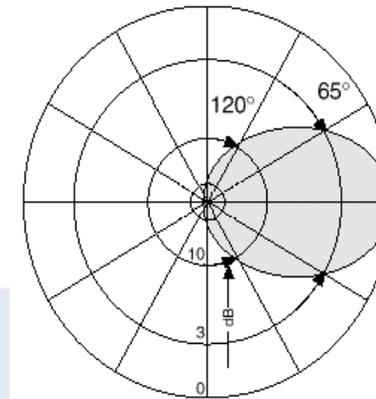


FOTO A RAGGI X- Posizione esatta dell'antenna e del micro base station

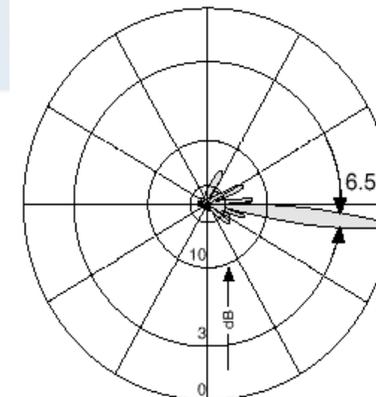
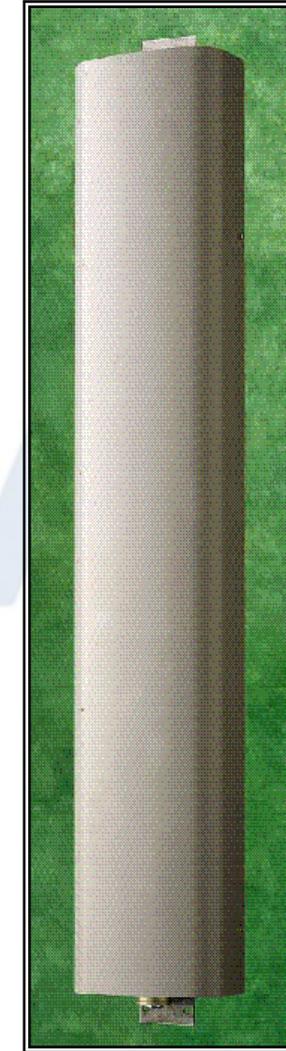
Dal telefonino alla BTS

Panel 900 65° 18.5dBi 6°T

Type No.	732 689
Input	7-16 female
Connector position	Rearside
Frequency range	870 – 960 MHz
VSWR	< 1.3
Gain	18.5 dBi
Impedance	50 Ω
Polarization	Vertical
Front-to-back-ratio	> 25 dB
Half-power beam width	H-plane: 65°/ E-plane: 6.5° 6° electr. downtilt
Max. power	500 Watt (at 50 °C ambient temperature)
Weight	12 kg
Wind load	Frontal: 460 N (at 150 km/h) Lateral: 300 N (at 150 km/h) Rearside: 1020 N (at 150 km/h)
Max. wind velocity	200 km/h
Packing size	2702 x 272 x 160 mm
Height/width/depth	2574 / 258 / 103 mm



Horizontal Pattern

Vertical Pattern
6° electr. downtilt

Dal telefonino alla BTS

La BTS: è l'elemento che gestisce la parte a radio frequenza della rete e comprende uno o più ricetrasmittitori (TRX), ciascuno associato con una portante radio. **Ogni rete radiomobile possiede un tipo di BTS differente.** Essa svolge i seguenti compiti:

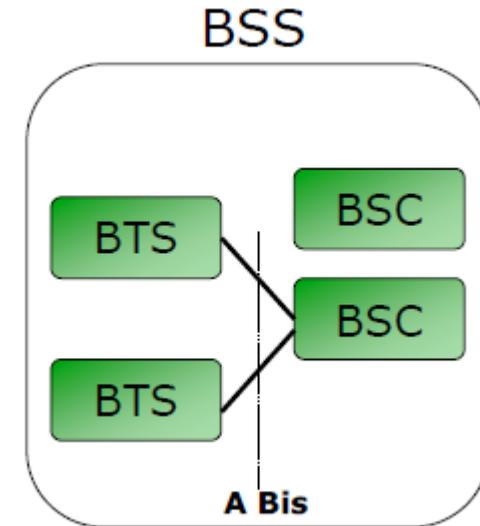
- ▶ **Trasmissione e ricezione a Radio Frequenza**
- ▶ **Modulazione/demodulazione**
- ▶ **Codifica/decodifica di canale**
- ▶ **Selezione ramo diversità e Criptazione sull'interfaccia radio**
- ▶ **Handover detection**
- ▶ **Misura delle prestazioni di tratta uplink**
- ▶ **Calcolo del Timing Advance (distanza dalla RBS)**

Dal telefonino alla BTS

La BSC :

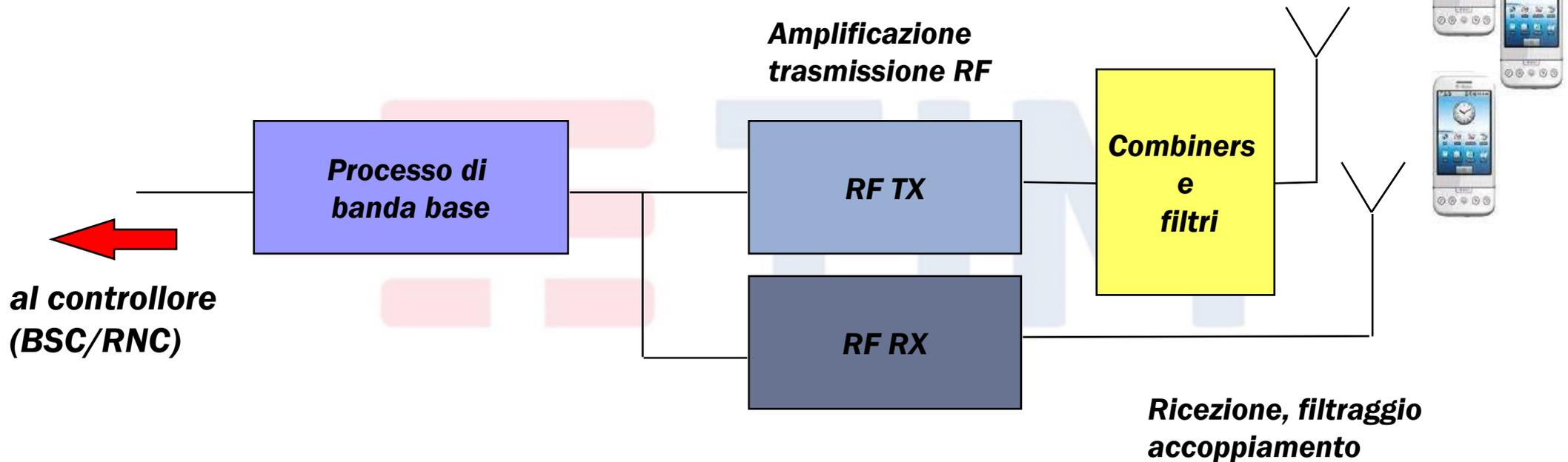
si occupa della gestione di una o piu' BTS . In particolare ha funzioni di:

- *allocazione e rilascio dei canali di comunicazione*
- *commutazione e processamento dei segnali*
- *controllo della qualita' e della potenza del collegamento*
- *gestione degli handover*
- *controllo del traffico di segnalazione e broadcast*
- *frequency hopping*



Dal telefonino alla BTS

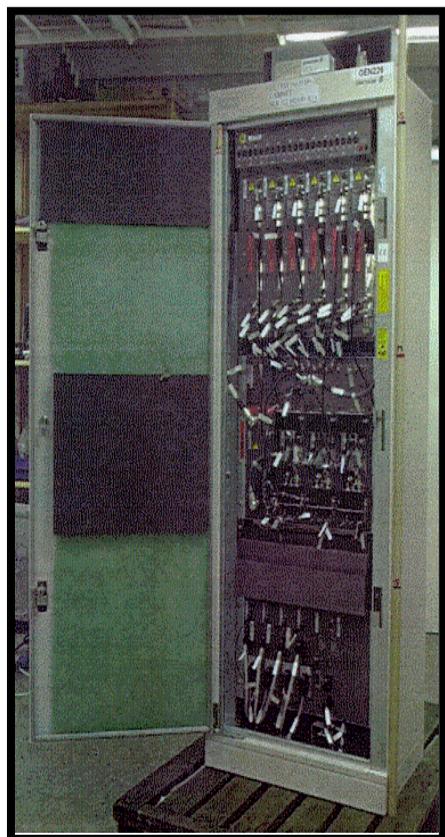
La BTS schematizzata:



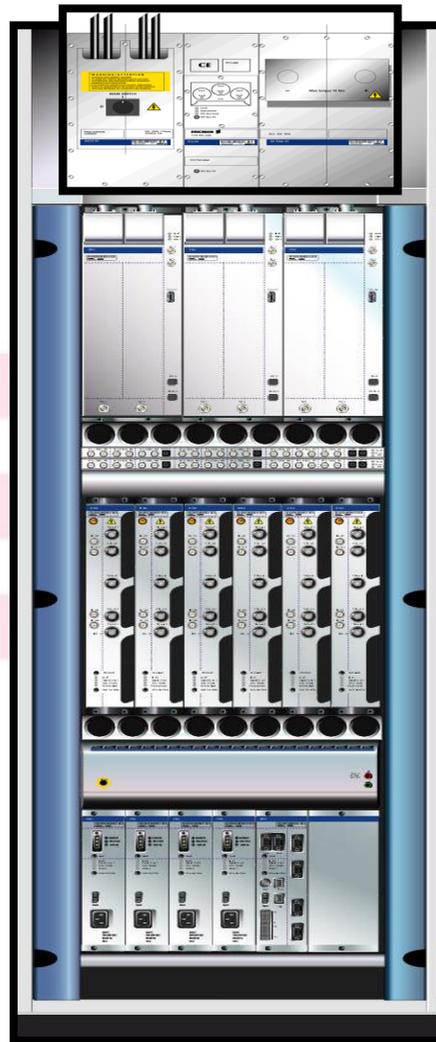


Dal telefonino alla BTS

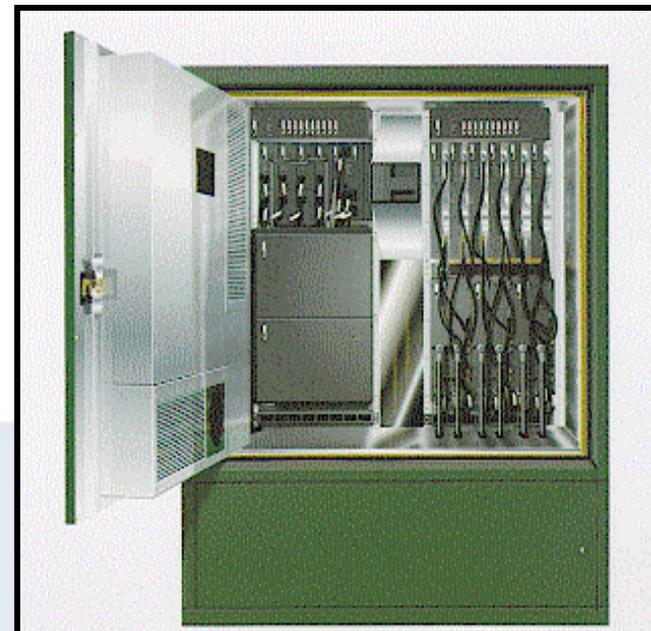
La BTS: esempi di apparati.



RBS2202



RBS2206



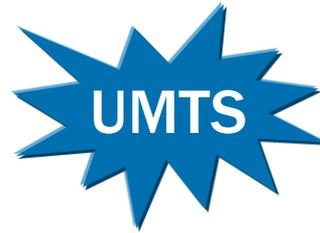
RBS2106



RBS2308-2309

Dal telefonino alla BTS

La BTS: esempi di apparati.



Interni

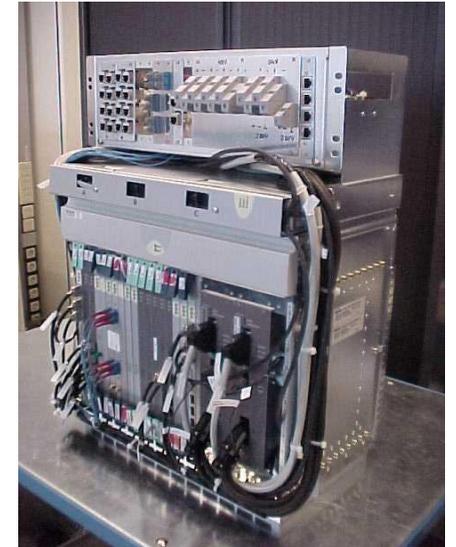


RBS3202



Esterni

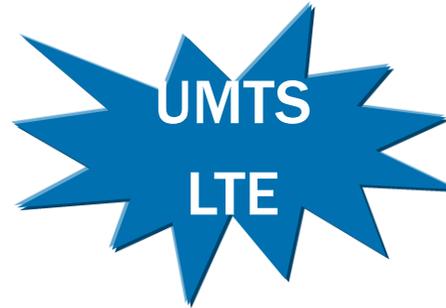
RBS3102



RBS3401

Dal telefonino alla BTS

La BTS: esempi di apparati.



Tecniche d'accesso radio: focus TACS, GSM, UMTS

LA TECNICA **FDMA** ASSEGNA SINGOLI CANALI A SINGOLI UTENTI PER UN PERIODO (LA DURATA DELLA CHIAMATA) IN CUI NESSUN ALTRO UTENTE PUÒ CONDIVIDERE LA STESSA BANDA DI FREQUENZA.

I SISTEMI **TDMA** DIVIDONO LO SPETTRO RADIO IN *TIME SLOTS* NEI QUALI UN SOLO UTENTE È ABILITATO A TRASMETTERE O RICEVERE. UN CANALE PUÒ ESSERE PENSATO COME UN TIME SLOT CHE SI RIPETE IN OGNI TRAMA, CONSISTENTE DI N TIME SLOT. TRASMISSIONE NON CONTINUA DELLE INFORMAZIONI.

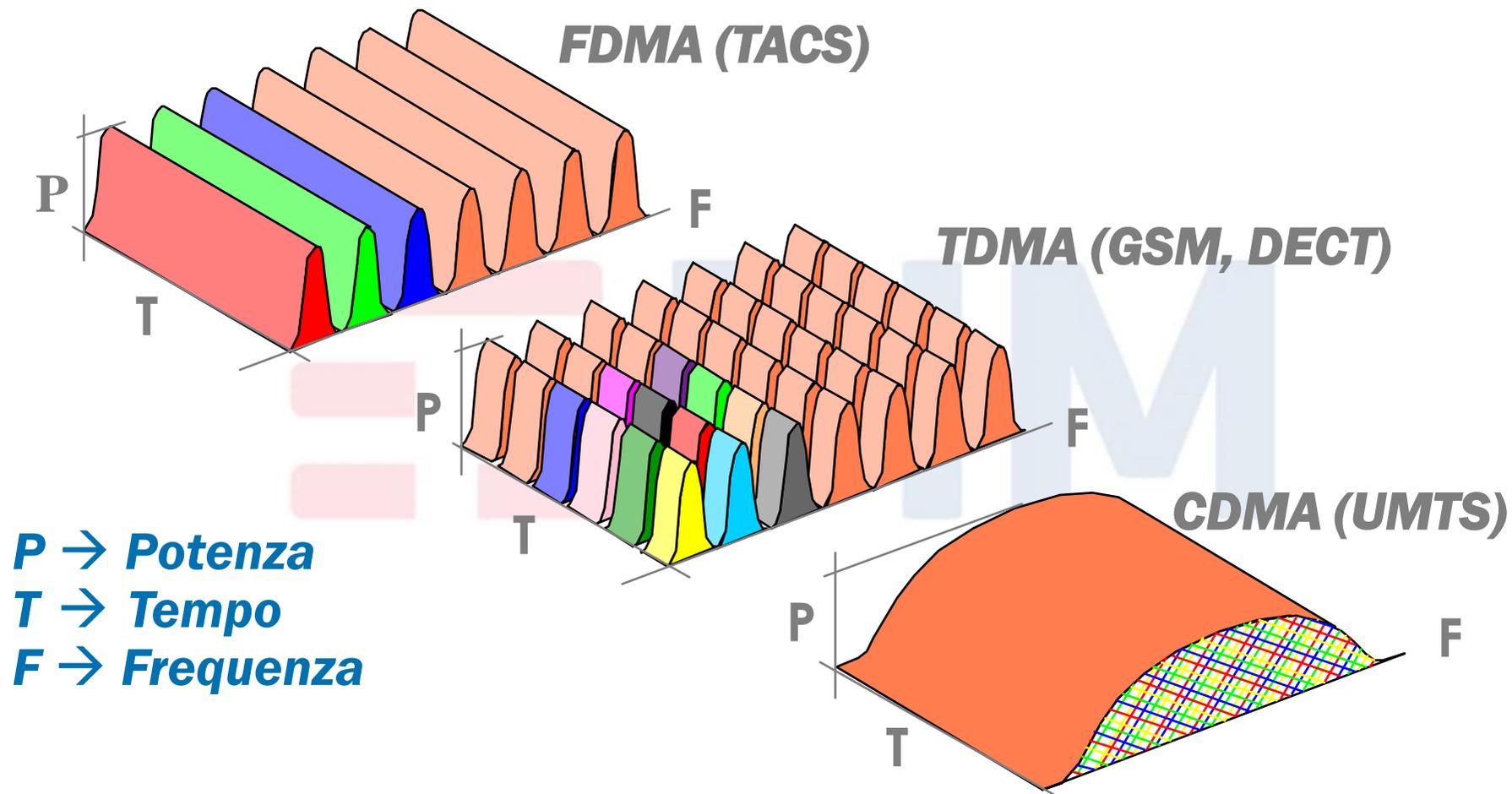
DS-CDMA (Direct Sequence-Code Division Multiple Access): TECNICA DI ACCESSO A DIVISIONE DI CODICE

I SEGNALI D'UTENTE SONO TRASMESSI NELLO STESSO ISTANTE DI TEMPO SULLA STESSA BANDA.

UN CODICE ASSEGNATO A CIASCUN UTENTE PERMETTE DI DISTINGUERE I SEGNALI IN RICEZIONE.

LA CAPACITÀ DEL SISTEMA È LIMITATA DALL'INTERFERENZA GENERATA DAGLI ALTRI UTENTI.

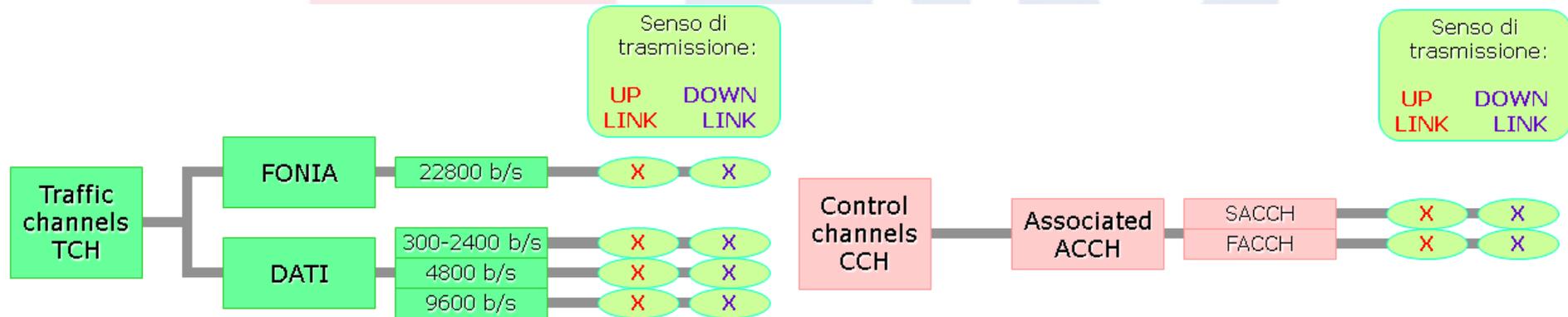
Tecniche d'accesso radio: focus TACS, GSM, UMTS



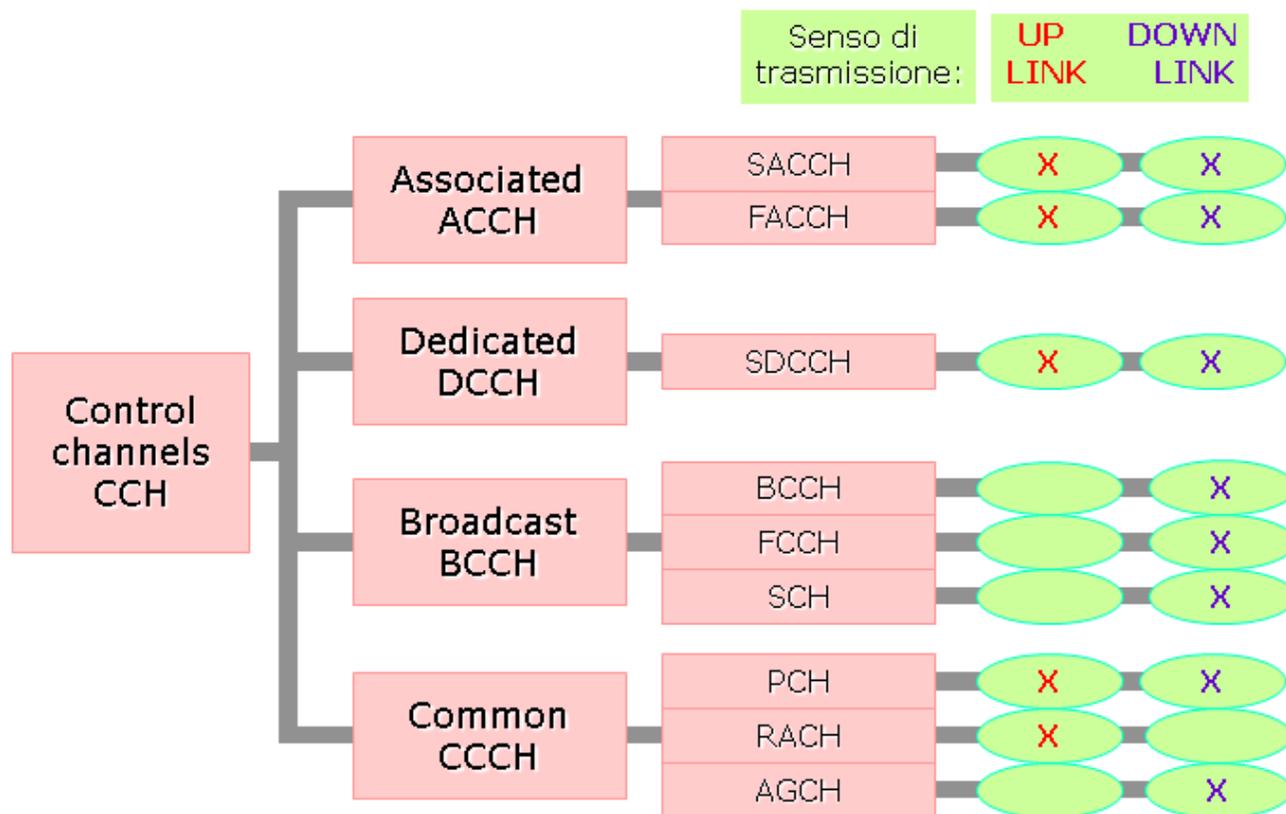
Canali fisici e logici nel GSM

Gli 8 canali della trama TDMA sono da intendersi come canali fisici, nel senso che ciascuno di essi viene gestito senza interferire con gli altri, ed e' associato ad uno specifico utente. Al canale fisico e' affidato anche lo scambio dei numerosi criteri di segnalazione che intercorrono nelle varie fasi della connessione tra la rete stessa e l'apparato mobile, e cio' avviene mediante un impiego differenziato della capacita' informativa del time-slot. In pratica quindi il time-slot viene utilizzato come veicolo per canali logici di differente significato e contenuto informativo, dinamicamente gestiti nell'ambito delle diverse fasi del collegamento. Essi vengono sostanzialmente suddivisi in due categorie:

I canali di traffico (TCH = Traffic Channel) impiegati per trasmettere sia fonia che dati. In figura sono solo indicati i canali full rate



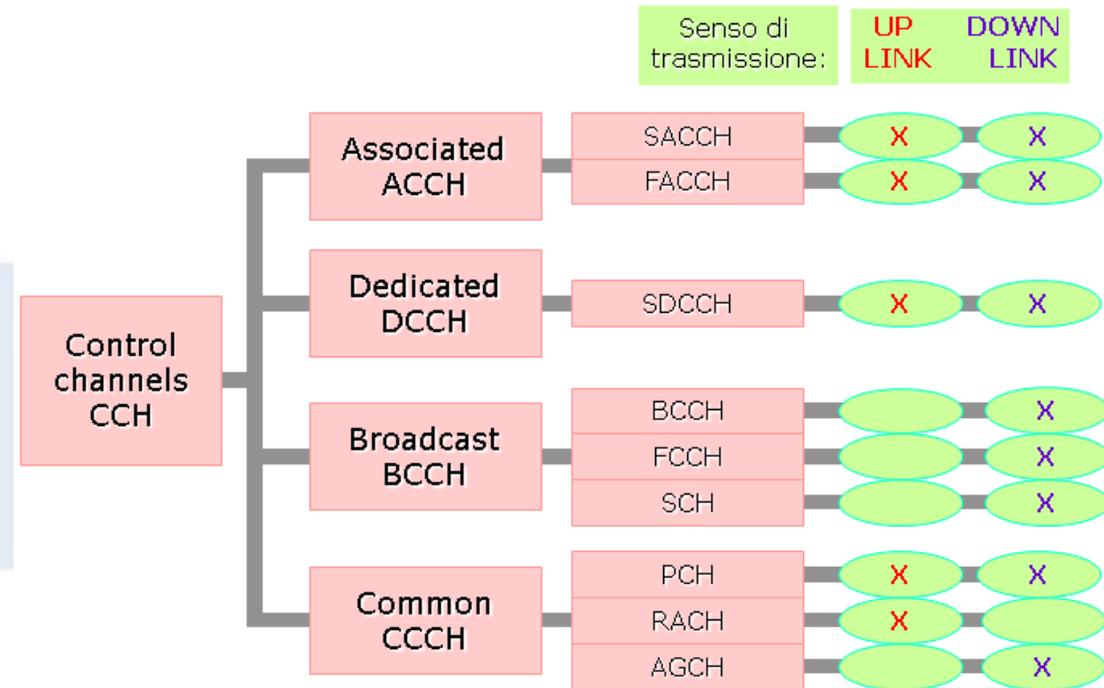
I canali di controllo (CCH = Control Channel), impiegati per le segnalazioni, i sincronismi e in generale per la gestione del sistema. Ogni canale di traffico e' associato in modo permanente ad un canale di controllo associato lento SACCH (Slow Associated Control Channel), utilizzato nel senso Uplink per la trasmissione delle misure necessarie per l'Handover, mentre nel senso Downlink trasmette i comandi per il controllo della potenza, per la gestione della trama e del collegamento. Per i messaggi urgenti relativi all'attivazione dell'Hand-over si utilizza un canale di controllo associato veloce FACCH.



Progetto Network Scuola - Impresa

- **SDCCH (Stand-alone Dedicated Control Channel):** usato per lo scambio delle informazioni prima di realizzare la connessione del traffico (es., per l'autenticazione) e per servizi particolari quali la messaggistica breve;
- **CBCH (Cell Broadcast Control Channel):** in una cella si puo' eliminare uno degli 8 SDCCH sostituendolo con un CBCH, usato per trasmettere messaggi (fino a 15 pagg. di 80 caratteri) a bassa velocita', originati dal Gestore della rete e diffusi nella cella in modalita' broadcast.
- **BCCH (Broadcast Control Channel):** usato per trasmettere le informazioni del sistema come l'identificazione di rete, di cella, descrizione del canale sico e del canale di controllo. Viene inoltre utilizzato dalla MS per valutare il livello ricevuto dalle celle adiacenti, per le procedure di Localizzazione e di Handover.

- **FCCH (Frequency Correction Channel):** detto canale a correzione di frequenza, viene periodicamente diuso dalla BS per consentire al terminale la sintonia ne di frequenza del mobile.
- **SCH (Synchronization Channel)** o canale di sincronizzazione invia l'informazione per la sincronizzazione della trama e l'identificazione della BS.
- **PCH (Paging CHannel):** canale di ricerca, utilizzato per chiamare una MS a lanciare il processo di chiamata.
- **RACH (Random Access CHannel):** canale di accesso casuale per l'eventuale richiesta, da parte di una MS, di dar luogo ad uno scambio di informazioni.
- **AGCH (Access Grant CHannel):** canale di concessione dell'accesso. Porta il messaggio inviato dalla rete in risposta alla ricezione di un RACH, ed indica alla MS quale risorsa gli e' stata assegnata per la connessione.



La rete GSM

GSM, acronimo di Global System for Mobile Communications, è lo standard 2G (2^a generazione) di telefonia mobile cellulare e attualmente il più diffuso del mondo: più di **3 miliardi di persone in 200 paesi** usano telefoni cellulari GSM attraverso l'omonima rete cellulare. L'introduzione del GSM ha rappresentato una vera e propria rivoluzione nell'ambito dei sistemi di telefonia cellulari.

Fondamentalmente i numerosi vantaggi rispetto ai precedenti sistemi cellulari sono stati:

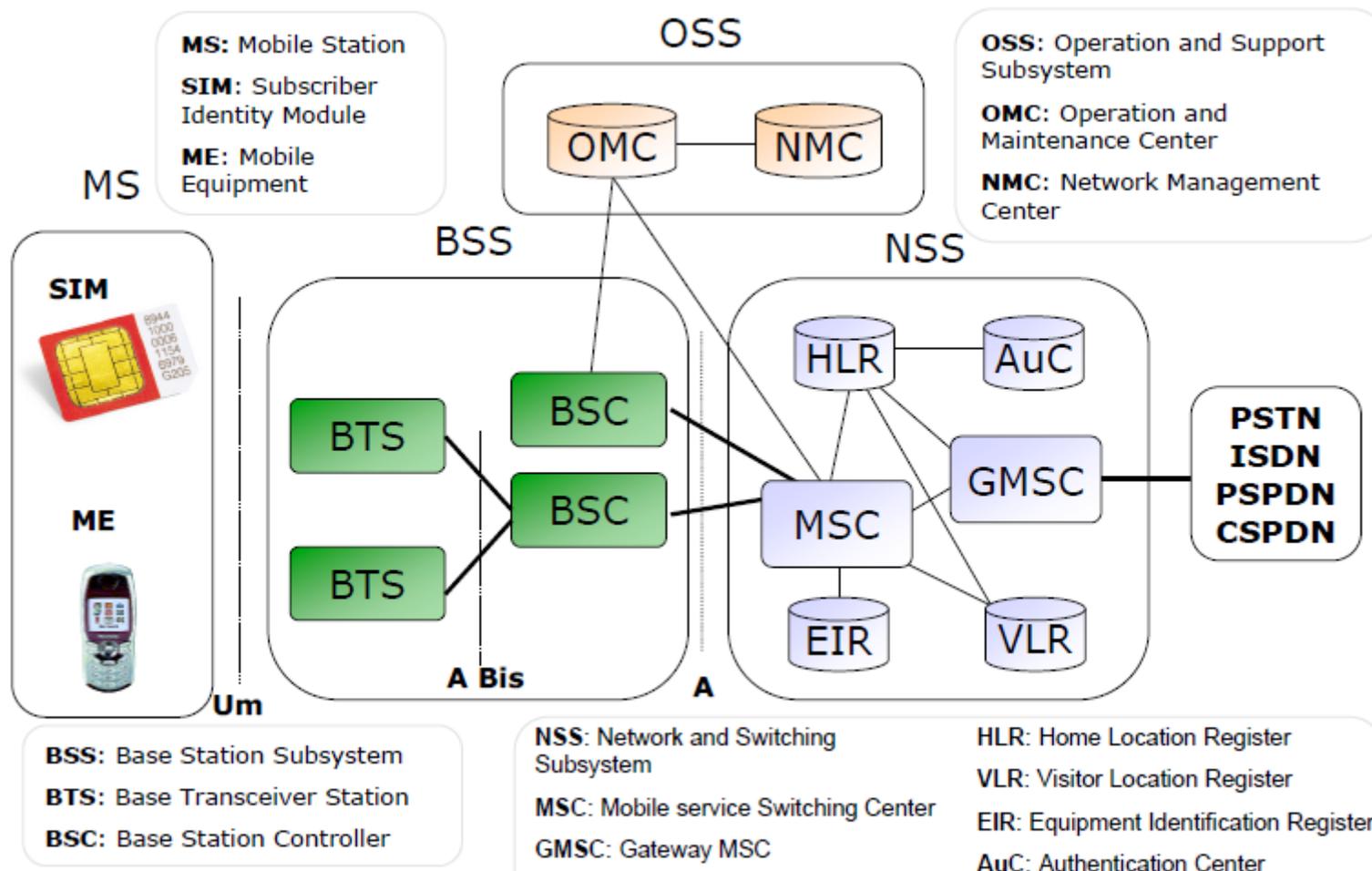
- interoperabilità tra reti diverse che fanno capo ad un unico standard internazionale;
- comunicazione di tipo **digitale**;

	Frequenze Uplink	Frequenze Downlink	N° portanti
Standard GSM (P-GSM)	890 - 915 MHz	935 - 960 MHz	124
Extended GSM (E-GSM)	880 - 915 MHz	925 - 960 MHz	174
DCS1800	1710 - 1785 MHz	1805 - 1880 MHz	374
PCS1900	1850 - 1910 MHz	1930 - 1990 MHz	299

L'introduzione di una trasmissione di tipo digitale a sua volta porta con sé tre grosse e importanti conseguenze:

- maggiore velocità di trasmissione grazie alle tecniche di compressione dati proprie della codifica di sorgente (codifica LPC);
- nuovi più ampi servizi (es. SMS) grazie all'aumento della velocità di trasmissione.
- funzioni di sicurezza in termini di cifratura della comunicazione.

La rete GSM



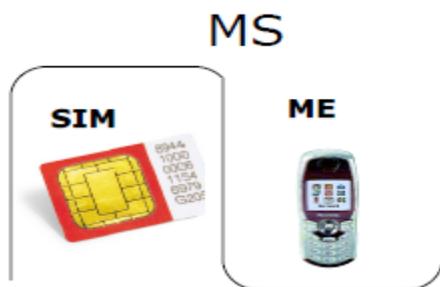
Mobile Station

La Mobile Station (MS) e' costituita dal Mobile Equipment (il terminale) e da una Smart Card detta Subscriber Identity Module (SIM). La SIM e' una smart card che contiene tutti i dati relativi all'utente e personalizza il terminale.

SIM card: La SIM card e' costituita da un processore e da circuiti di memoria e permette di gestire l'autenticazione del terminale, la sicurezza della trasmissione e le informazioni relative all'utente. In particolare la SIM card contiene il codice IMSI (International Mobile Subscriber Identity) e la chiave Ki che permettono di identificare univocamente l'abbonato.

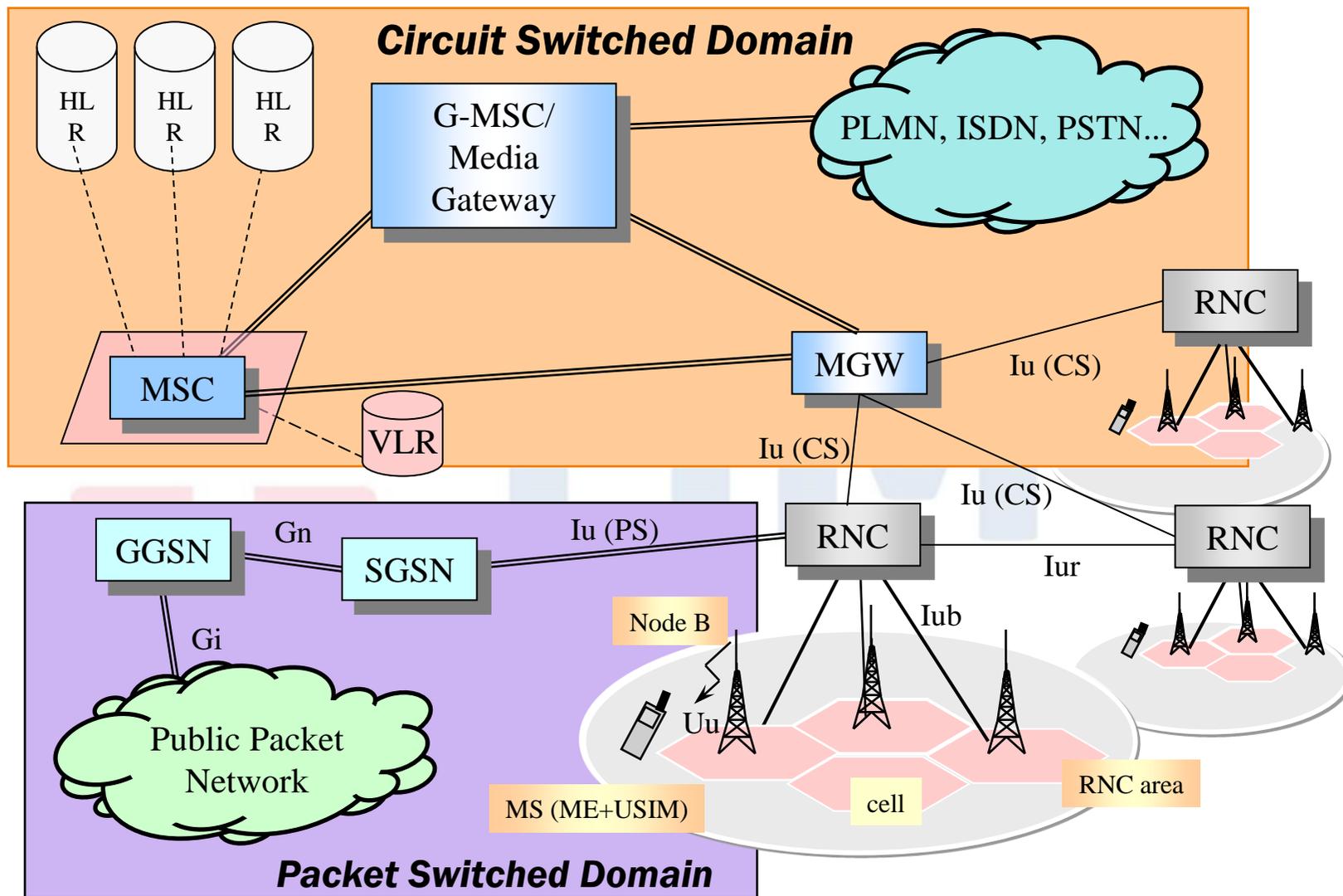
IMEI (International Mobile Equipment Identity) e IMSI+Ki sono indipendenti e garantiscono la mobilita' personale. La SIM e' protetta da usi non autorizzati da un numero di identita' personale (PIN) e puo' essere adoperata anche per altri servizi (numeri abbreviati, rubrica, lista di preferenze,...)

Mobile Equipment: Il Mobile Equipment e' univocamente identificato dal codice IMEI (International Mobile Equipment Identity). I terminali si suddividono in cinque classi in base alla massima potenza di trasmissione.



Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V
20W	8W	5W	2W	0.8W

La rete UMTS

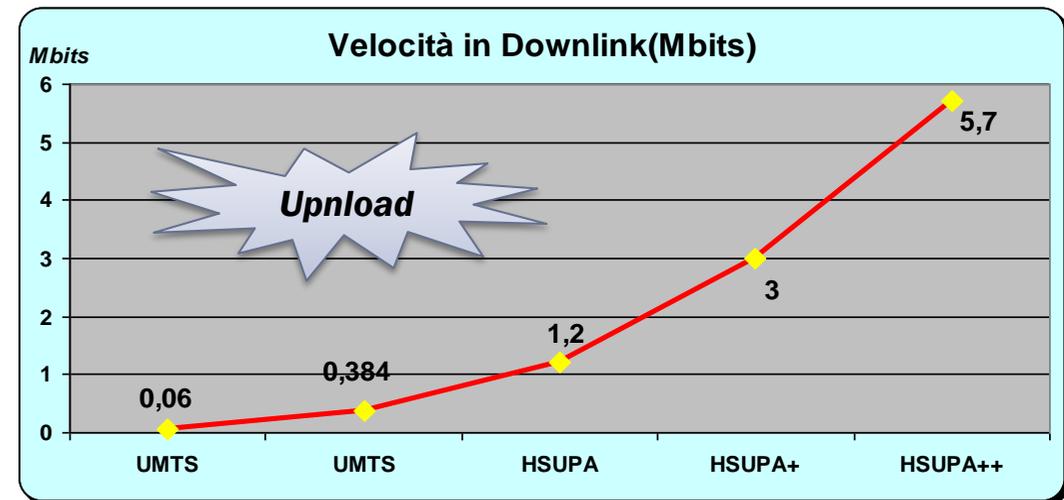
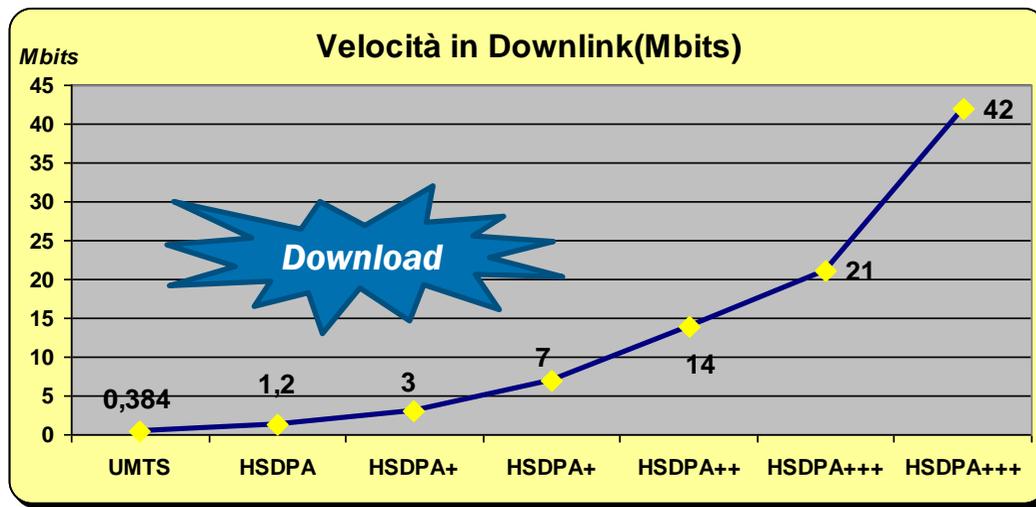


La rete UMTS

E' il sistema radiomobile di terza generazione, nato nel **1995** come evoluzione del GSM, in grado di fornire servizi in mobilità fino a 384 kbit/s e studiato per permettere la convergenza **TOTALE** tra il mondo del radiomobile e il mondo Internet.

Nel corso del tempo ha avuto evoluzioni per aumentare le velocità in DL e Uplink utilizzando i protocolli HSDPA e HSUPA (nelle sue rispettive evoluzioni HSxPA+).

Le frequenze utilizzate sono nella banda dei 2Ghz (dal 2012 anche su banda 900Mhz).



La rete LTE

LTE (Long Term Evolution) è la più recente evoluzione degli standard di telefonia mobile cellulare GSM/UMTS. Nasce come nuova generazione per i sistemi di accesso mobile a banda larga (Broadband Wireless Access) ; dal punto di vista teorico fa parte del segmento Pre-4G, ma l'ITU ha recentemente deciso di applicare il termine 4G anche all'LTE.

Velocità di trasferimento dati:

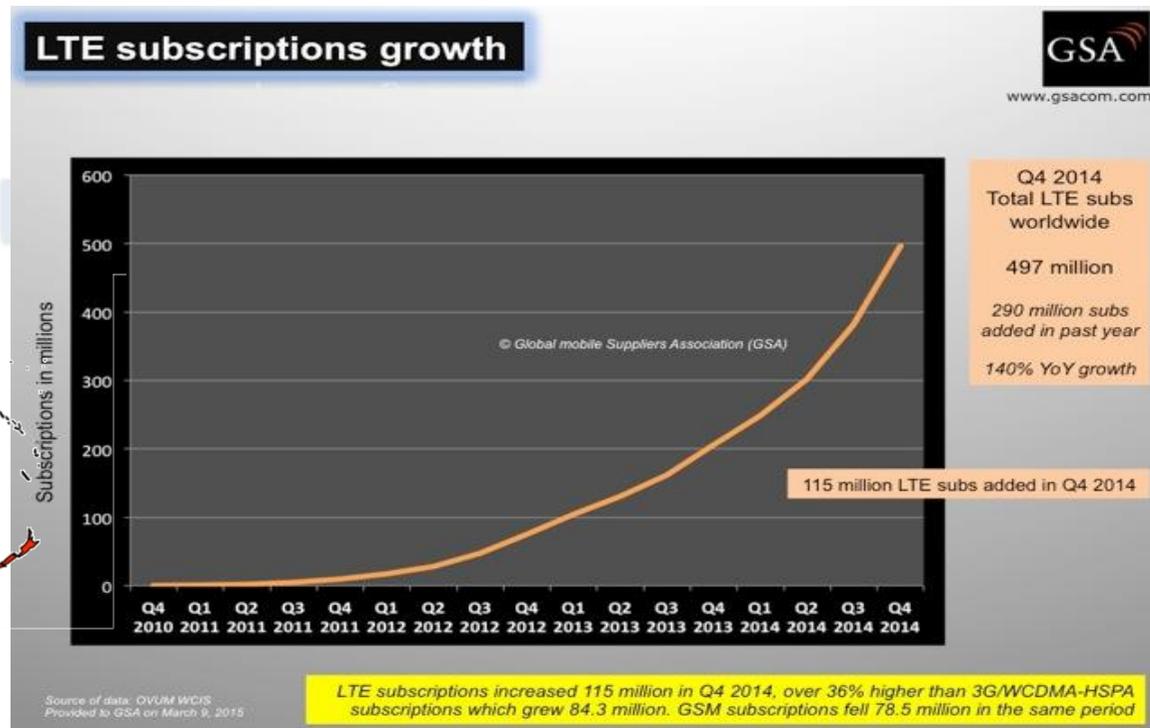
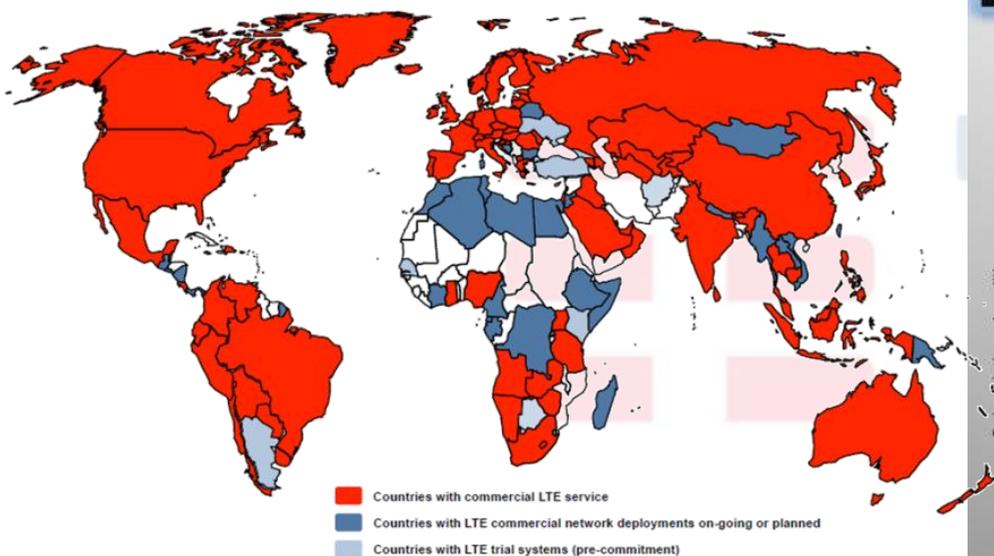
- in download fino a 90,4 Mb/s con 10MHZ di banda
- in upload fino a 50,4 Mb/s con 10MHZ di banda
- a bordo cella da 2 a 3 volte superiori all'UMTS/HSPA



Presenta un RTT (Round Trip Time) inferiore ai 10 ms (contro i 200 ms dell'UMTS ed i 70 ms dell'HSPA); meno di 100 msec tempo di transizione dallo stato di inattività (idle) allo stato attivo

I requisiti fondamentali del sistema **Long Term Evolution** (LTE) sono orientati a migliorare la fornitura del servizio, offrendo un maggior numero di servizi, con una migliore percezione della qualità da parte dell'utente finale.

La rete LTE: evoluzione dei clienti



La rete LTE

TIM LANCIÀ L'ULTRA INTERNET MOBILE

VELOCITÀ

+

QUALITÀ DEL SERVIZIO

Fino a 42,2 Mbps già disponibile

Fino a 100 Mbps in fase di lancio

42 Mbps su HSPA

100 Mbps su LTE

+

Nuovi DEVICE
(chiavette, modem...)

PRIORITY di Rete

Abilitazione VOIP

VAS content



La rete LTE

	WCDMA (UMTS)	HSPA	HSPA+	LTE	LTE Advanced
Max Downlink Speed	384 kb/s	14 Mb/s	42 Mb/s	326,4 Mb/s	3,3 Gb/s
Max Uplink Speed	128 kb/s	5,7 Mb/s	11 Mb/s	86,4 Mb/s	Sconosciuto
Latency round trip time (ms)	150	100	50	~ 10	Sconosciuto
3GPP Releases	Rel 99/4	Rel 5/6	Rel 7	Rel 8	Rel 10

La rete LTE



2^ Parte: Core Network

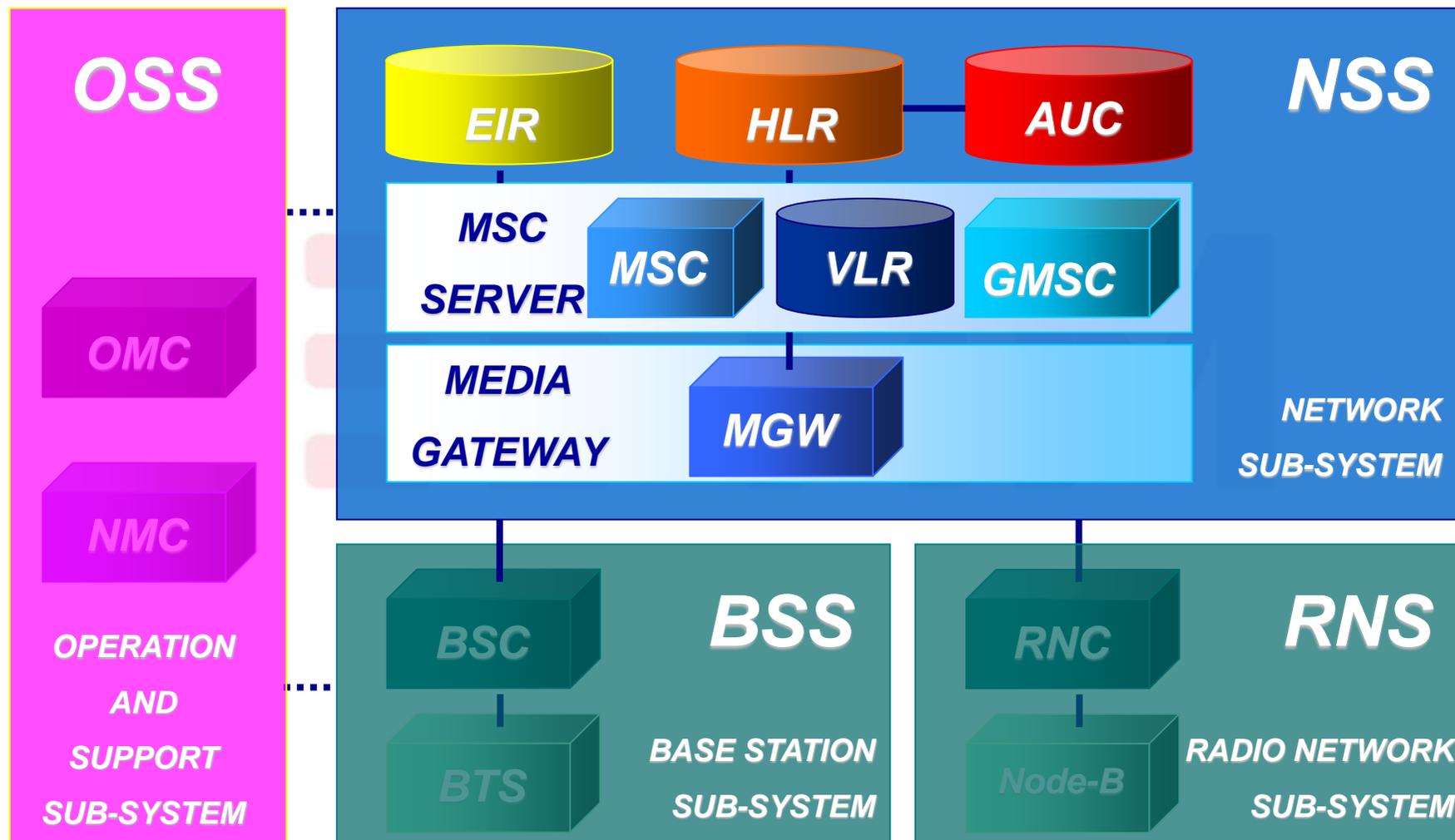


Core Network: Architettura di rete

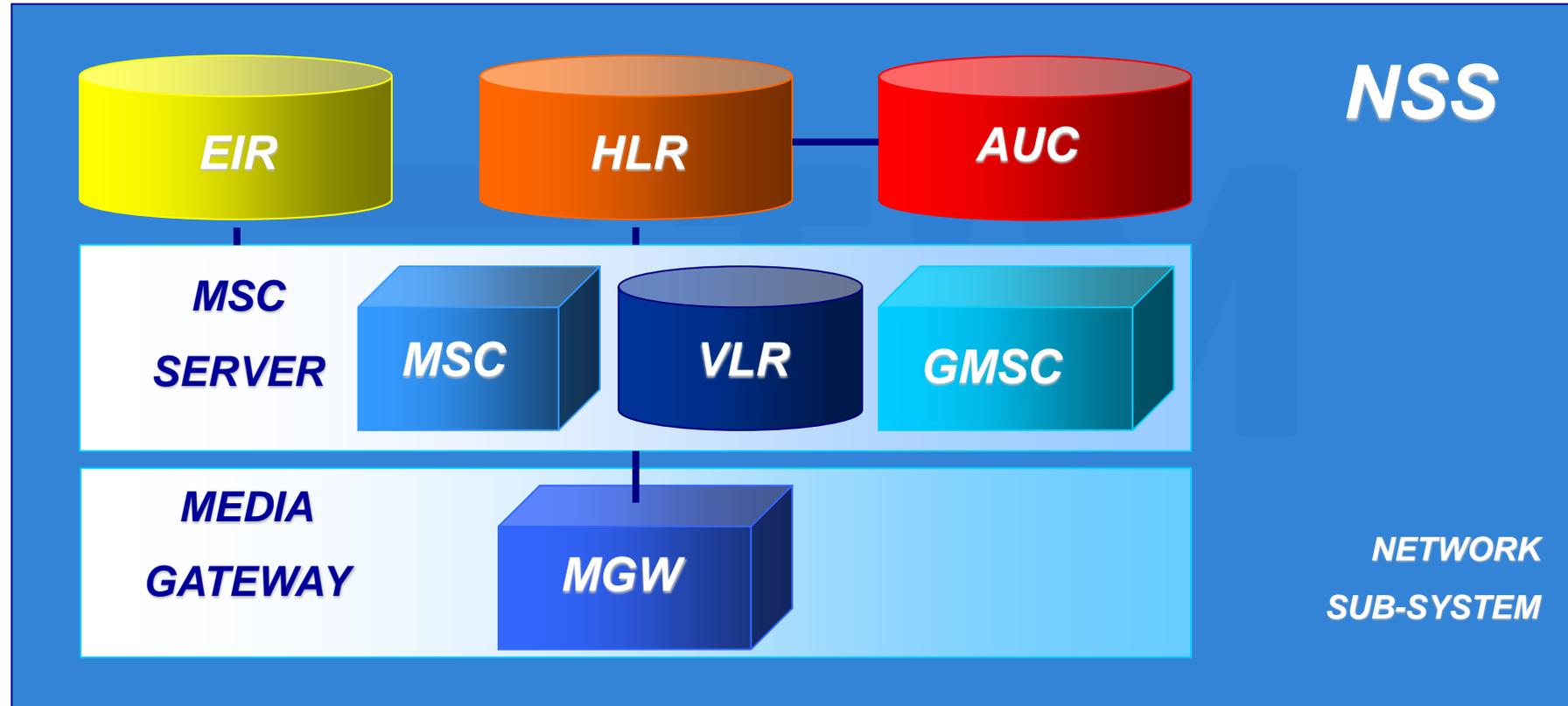
Argomenti trattati:

- **Architettura di Rete semplificata**
 - . Cenni sui principali Elementi di Rete CN.
- **Principali caratteristiche architetture di una Rete CN**
 - . Dominio a Circuito CS e Dominio a Pacchetto PS
 - . Struttura Layered : Control Plane CP e User Plane UP
- **Casi di Traffico**
 - . Mobile Terminating MT
 - . Mobile Originating MO

Core Network: Architettura di rete semplificata



Core Network: Architettura di rete semplificata



Core Network: Home Location Register (HLR)

Elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

*Gestione dei clienti “**HOME**” e relativi profili.*

Registrazione, cancellazione, attivazione e disattivazione dei servizi supplementari.

Gestione della Localizzazione.

Invio delle informazioni di routing (MSRN) al GMSC richiedente.

Memorizzazione e fornitura ai VLR, dietro richiesta, delle triplette.

Core Network: Visitor Location Register (VLR)

Elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

*Gestione dei clienti **“VISITOR”** e relativi profili.*

Memorizzazione e fornitura delle triplette al cliente.

Gestione della Mobilità.

*Assegnazione alla Mobile Station (MS) del numero **“Mobile Station Roaming Number (MSRN)”** e successivo invio a ritroso verso l’HLR .*

Core Network: Mobile Switching Center (MSC)

Elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

- **Controllo e Gestione della commutazione telefonica**
- **Controllo e gestione delle chiamate**
- **Supporto dei servizi offerti alla rete**
- **Generazione dei record di tassazione**
- **Gestione della Mobilità**
- **Funzioni di alto livello relativo alla gestione delle risorse radio**

Core Network: Gateway Mobile Switching Center (GMSC)

Elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

Gestione delle connessioni con altre reti di commutazione (ad esempio PSTN/ISDN).

Analisi del numero telefonico ricevuto (MSISDN) al fine di individuare l'HLR che gestisce il cliente chiamato.

*Richiesta all'HLR interessato dell'informazione "**M**obile **S**tation **R**oaming **N**umber (**MSRN**)".*

Analisi del numero MSRN e successivo instradamento della chiamata verso l'MSC/VLR che ha in carico il cliente chiamato.

Core Network: Media GateWay (MGW)

Elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

Commutazione telefonica

- . Elaborazione (Echo Canceller, Transcoder, Fonia)*
- . Adattamento di Bearer IP-ATM e IP/ATM-TDM*

Cross-Connect ATM

Signaling Gateway

- . Adattamento di Bearer IP-ATM, IP/ATM-TDM (es. RANAP, BSSAP)*

AAL2 Switch

Core Network: Authentication Center (AUC)

Elemento di rete che fornisce la seguente funzionalità:

*Per ogni cliente di competenza genera e invia all'HLR, su richiesta, un certo numero di **TRIPLETTE** necessarie per l'esecuzione delle seguenti procedure di sicurezza:*

AUTENTICAZIONE

Protegge la rete contro utilizzi da parte di persone non autorizzate, bloccando i tentativi di accesso fraudolento.

Protegge i clienti contro i tentativi di accesso alla rete da parte di persone non autorizzate, le quali tentano di utilizzare abusivamente i dati di clienti regolarmente abbonati.

CIFRATURA

Protegge da possibili intercettazioni le informazioni che transitano sulla tratta radio, garantendo così un'ottima riservatezza.

Core Network: Equipment Identity Register (EIR)

Memorizza l'identificativo di ciascuna **M**obile **S**tation denominato **I**nternational **M**obile **E**quipment **I**dentify (**IMEI**).

Permette alla rete di verificare se i **M**obile **E**quipment (**ME**), utilizzati dai clienti per l'accesso, sono autorizzati.

Per consentire all'EIR di operare correttamente sono state definite le seguenti liste:

White List, comprende gli IMEI di tutti gli apparati di tipo omologato.

Grey List, comprende gli IMEI di apparati difettosi e di tipo non omologato.

Black List, comprende gli IMEI di apparati rubati o per qualsiasi motivo non autorizzati ad accedere alla rete.

Core Network: Operation and Maintenance Center (OMC)

Elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

Gestione dei guasti e manutenzione della rete.

Gestione della configurazione dei Network Element.

Gestione delle prestazioni dei Network Element.

Gestione dei dati relativi all'accounting.

Core Network: Network Management Center (NMC)

Elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

Gestione globale di tutte le attività di O&M della rete GSM e UMTS.

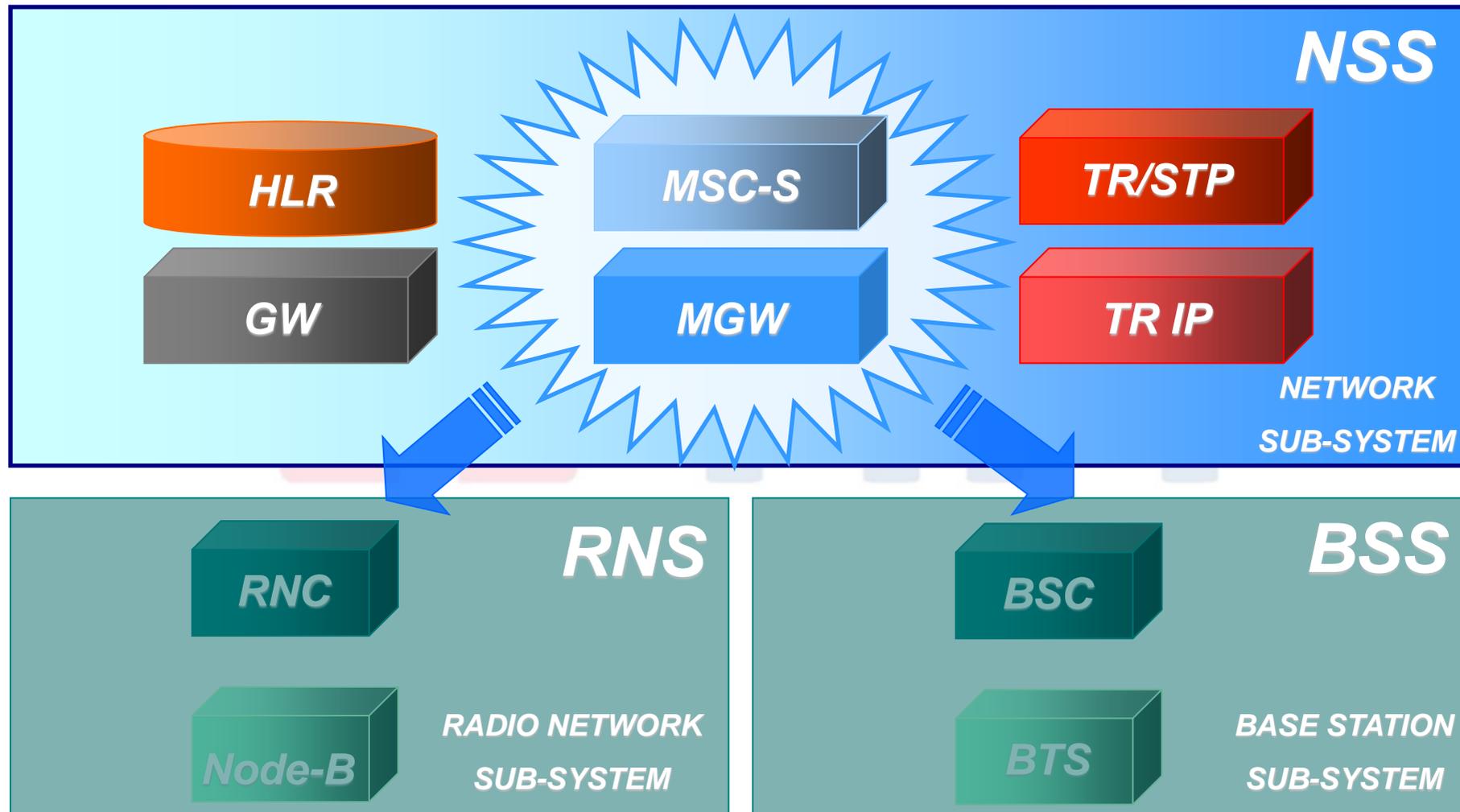
Coordinamento delle attività dei singoli OMC al fine di evitare discrepanza.

Gestione dei guasti e manutenzione della rete.

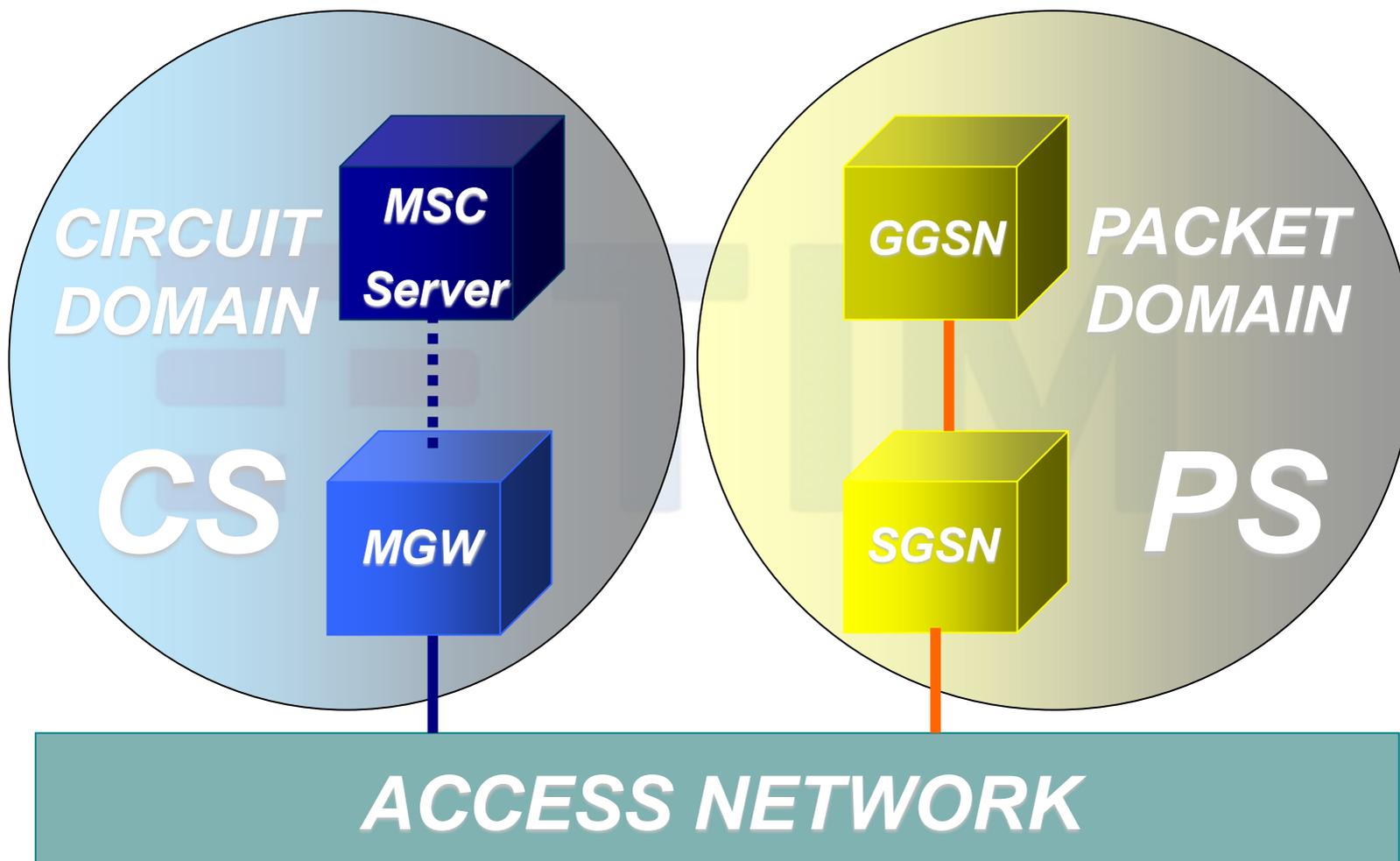
Sorveglianza e supervisione della rete GSM e UMTS.

Gestione degli aspetti di tipo amministrativo della rete.

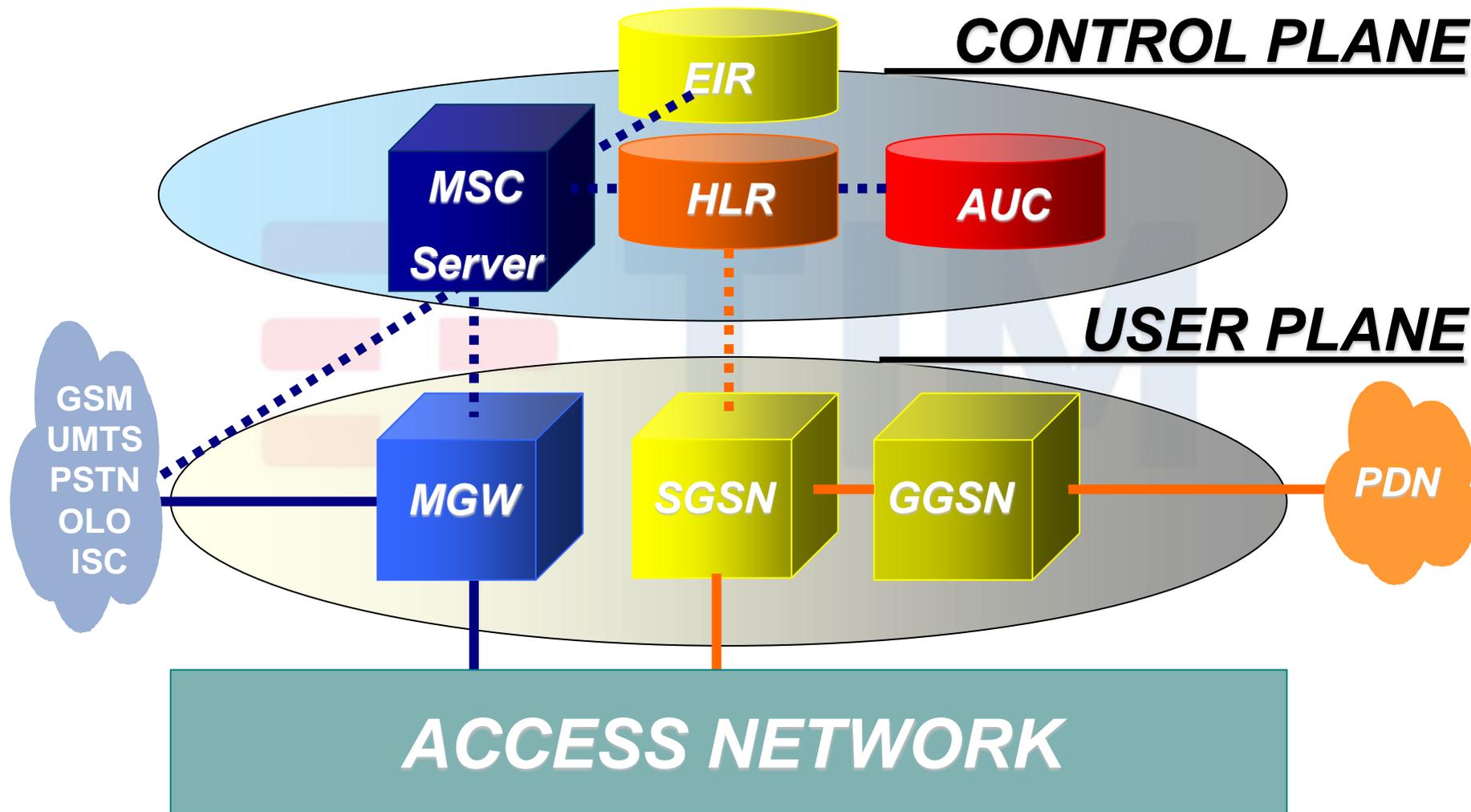
Core Network: Principali Elementi di Rete



Core Network: Domini di Rete



Core Network: Control Plane e User Plane



Core Network: Casi di Traffico

- ***Numeri e identità nella telefonia mobile***
- ***Accensione e registrazione MS***
- ***Chiamata Terminata su Mobile***
- ***Chiamata Originata da Mobile***
- ***Handover***

NUMERAZIONE:

- a.- MSISDN (Mobile Station ISDN Number) risiede nella SIM Card.
- b.- IMSI (International Mobile Subscriber Identity) - risiede nella SIM Card.
- c.- IMEI (International Mobile Equipment Identity) - risiede nell'apparato.

Struttura del MSISDN : **CC / NDC / XXXXXX(X)**

Identificativo internazionale
 Prefisso per radiomobile
 SN (serial Number)

Struttura del IMSI : **MCC / MNC / MSIN**

Mobile Country Code (3 cf.)
 Mobile Network Code (2 cf.)
 Mobile Subscriber Identification Number)

Ad ogni MS e' prevista l'assegnazione di 3 numeri identificativi, che vengono verificati dal sistema radiomobile prima di consentire l'accesso in rete dell'abbonato:

- IMEI (identifica l'apparato)
- IMSI (utilizzato per funzioni interne alla rete, e pertanto noto solo a questa e non all'utente, ne' leggibile dai terminali commerciali)
- MSISDN (il numero telefonico dell'utente).

Numeri e identità nella telefonia mobile

Dal punto di vista dell'utenza esiste solo un numero significativo :

NUMERO TELEFONICO (MSISDN)
del cellulare che è composto da 3 campi

+39 335 123456789

CC NDC SN

CC = Country Code

NDC = National Destination Code

SN = Subscriber Number

IMSI: identifica in maniera univoca un utente all'interno del sistema GSM. E' memorizzata perennemente nell'HLR e temporaneamente nel VLR

MMC + MNC + MSIN

MMC = mobile country code

MNC = Mobile Code Network

MSIN = identifica l'utente all'interno del proprio gestore

I numeri dell'identita' MS

IMEI e' come visto il numero dell'apparato ME, cablato direttamente dal Costruttore al suo interno.

IMSI e' il numero attraverso il quale la rete identifica la MS. E' noto a tutte le entita' di rete (MS, HLR, VLR, MSC), ma non all'utente. Contiene il codice del Paese (Italia = 222), il codice della PLMN, il numero della MS; le prime cifre servono per individuare l'HLR d'iscrizione.

Viene usato da MS quando si presenta all'autenticazione: viene usato dalla rete per identificare univocamente la MS durante la sua attivita'. IMSI viene inviata solo una volta, in fase di autenticazione; poi viene sostituito con un Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI), per rendere impossibile l'indebito appropriarsi della chiave di accesso dell'utente. TMSI puo' essere cambiato ad ogni accesso alla rete. MSRN e' il Roaming Number che viene assegnato temporaneamente ad una MS: contiene il codice dello Stato (39 per l'Italia), l'indicativo distrettuale e il numero temporaneo. MSRN viene assegnato dal MSC visitato ed iscritto nel relativo VLR; da questo viene comunicato al HLR che lo associa agli altri numeri d'utente MSIISDN e IMSI.



Network Cell Info Lite 06:55

Country: Italy (222) Roaming: No
Operator: I TIM (1) SIM state: Ready

Serving **EDGE (GSM)** N: 0

LAC: 103 CID: 8238
RSSI: -73 ASU: 20 Power: 50,1pW
RXLEV: 38

wilysis.com

Jetcost - Voli low cost

INSTALLA

Network Cell Info Lite 06:54

Country: Italy (222) Roaming: No
Operator: I TIM (1) SIM state: Ready

Serving **HSPA+ (UMTS)** N: 0

LAC: 61231 UCID: 80726826 PSC:
RNC: 1231 CID: 52010
RSSI: -85 ASU: 14 Power: 3,2pW

wilysis.com

Jetcost - Voli low cost

INSTALLA

Network Cell Info Lite 06:54

Country: Italy (222) Roaming: No
Operator: I TIM (1) SIM state: Ready

Hide sensitive data

SIM Info

Country: Italy
Phone #: -
IMSI: 222017103586701
Operator: -
Operator ID: 22201 (MCC: 222, MNC: 1)
Card #: 89390100001863924904

Device Info

Model: Samsung SM-N7505
Android: 5.1.1 (API 22)
Phone Type: NONE/GSM/CDMA/SIP
IMEI: 352323061682969
Hardware: Universal5260
CPU Arch: ARM (armv7l)
Battery: 98.0%

wilysis.com

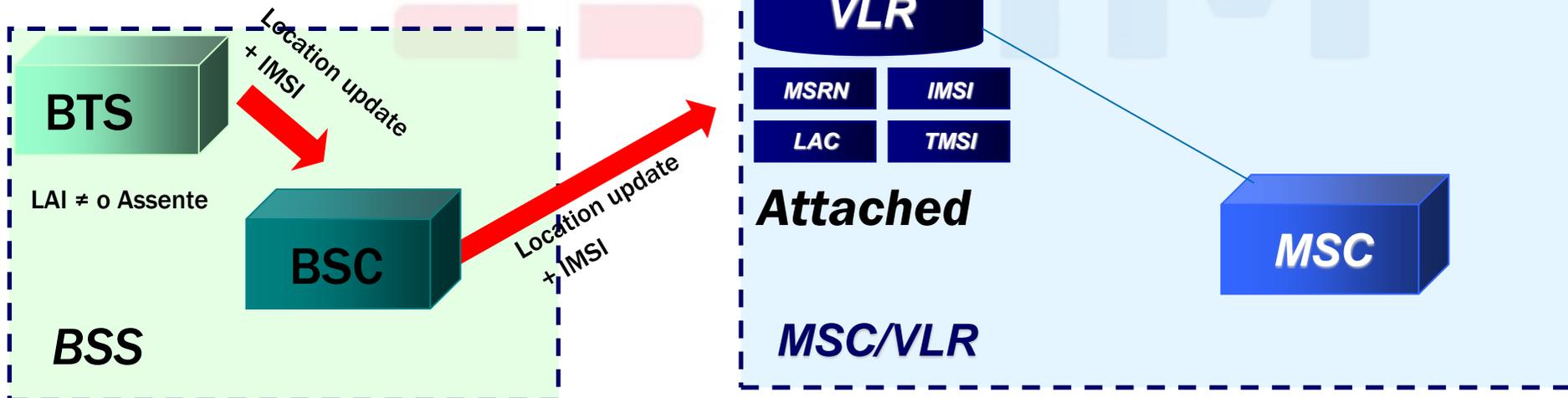
Jetcost - Voli low cost

INSTALLA

Accensione / Registrazione MS

Scansione portanti e calcolo livelli
per sincronizzazione con BTS:

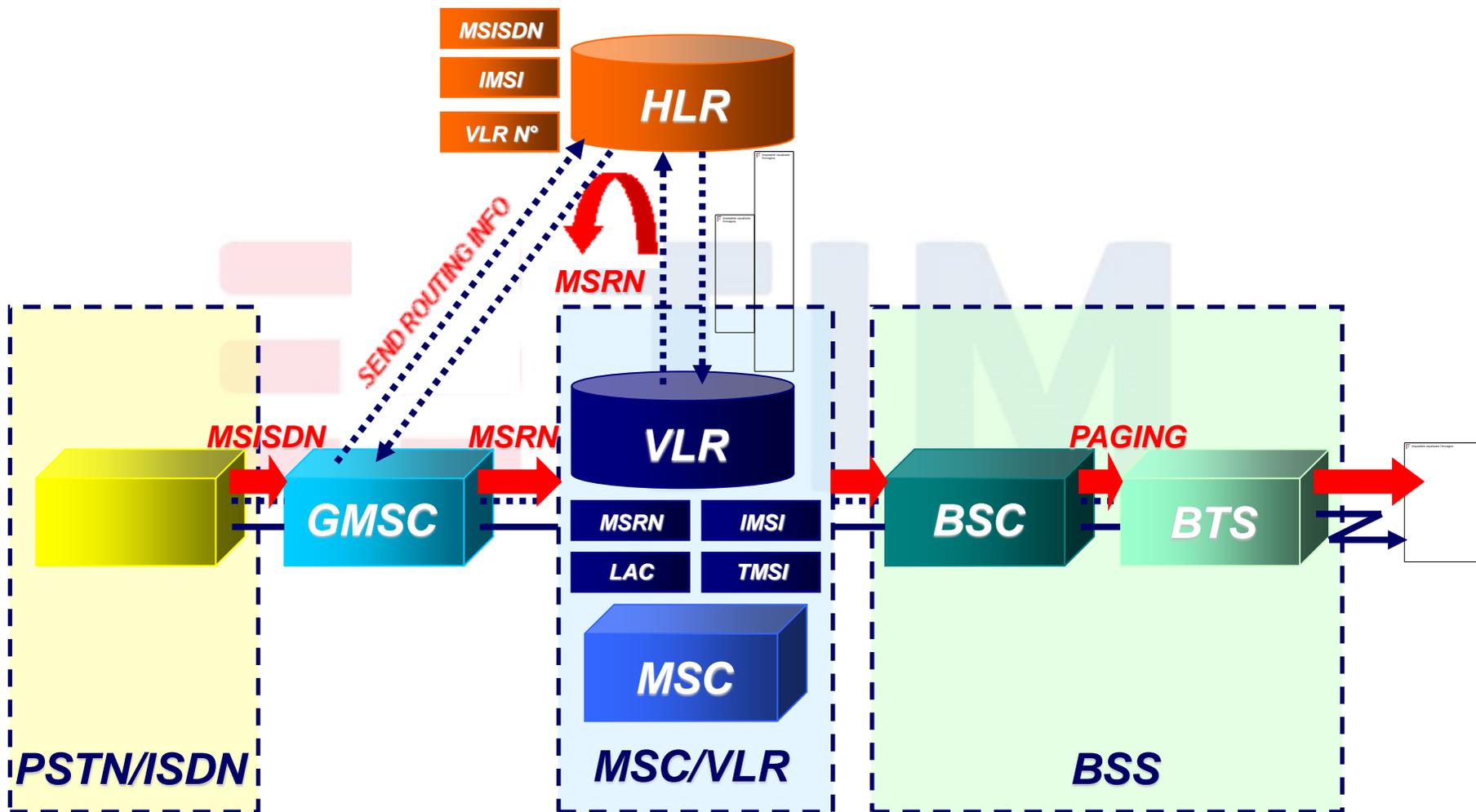
1. Agganciare il canale BCCH sul quale sono inviate le informazioni di sistema
2. Sincronizzarsi su frequenza FCCH e SCH
3. Lettura informazioni di sistema attraverso BCCH: Cell Identity, Local Area Code, Mobile Country Code, LAI e CGI



Procedure: chiamata da fisso a mobile

- In base al numero del mobile chiamato, la rete fissa contatta il GMSC corrispondente.
- Il GMSC individua l'HLR in cui e' registrato l'IMSI del numero chiamato.
- L'HLR individua il VLR in cui e' attualmente registrato il mobile chiamato.
- Il GMSC instrada la chiamata verso l'MSC corrispondente alla zona individuata dal VLR.
- L'MSC ricerca nel proprio dominio il mobile facendo spedire un messaggio di paging dalle BTS di propria competenza.
- Il mobile risponde al messaggio di paging alla propria BTS.
- Viene aperto un canale bidirezionale tra mobile e MSC (tramite la BTS servente) per effettuare l'autenticazione del mobile e la cifratura delle comunicazioni.
- Conclusa positivamente l'autenticazione la rete assegna al mobile un canale di traffico e viene stabilita la connessione tra i due terminali.

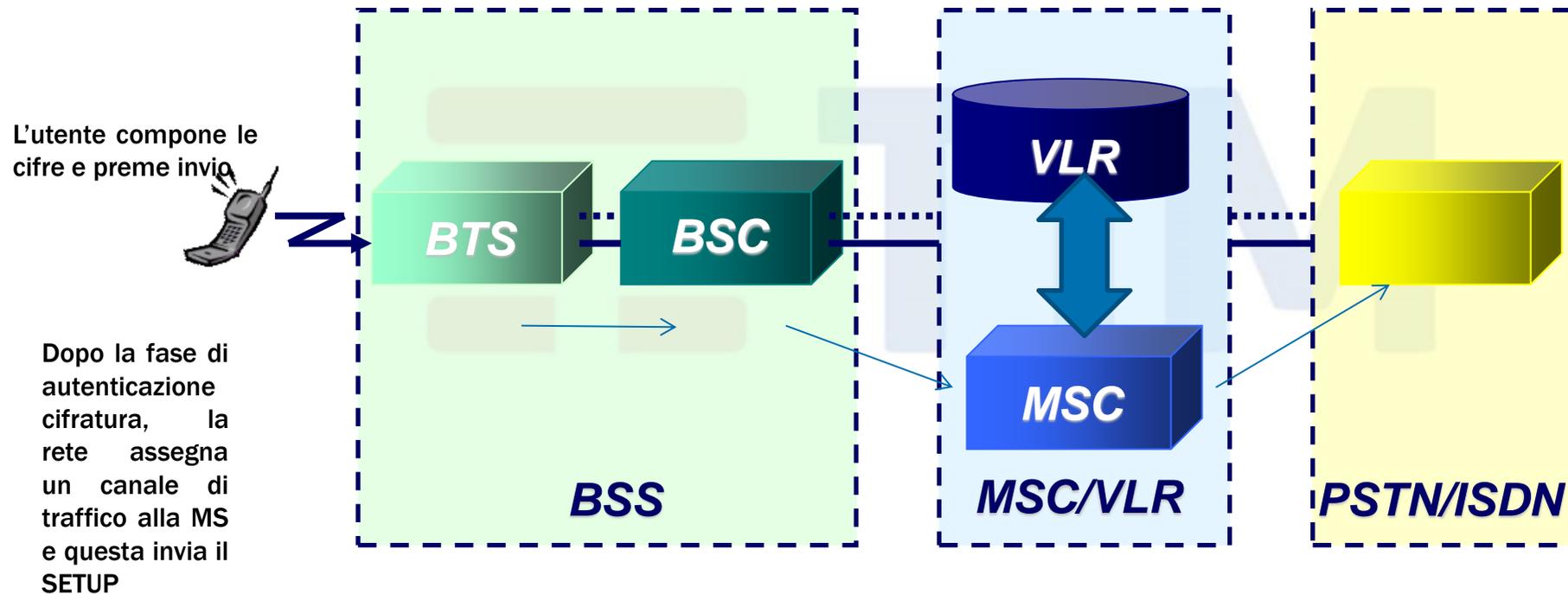
Core Network: Chiamata terminata su mobile



Procedure: chiamata da mobile

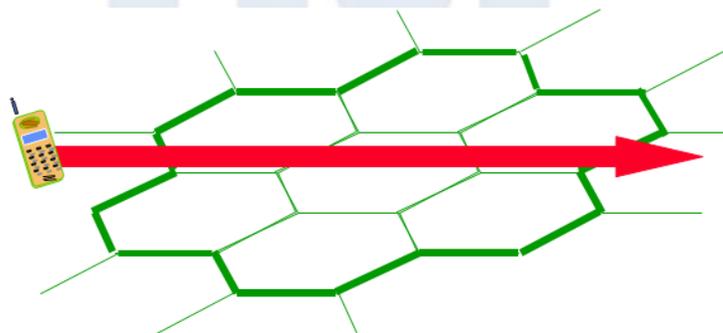
- Il terminale compone il numero e invia la richiesta alla BTS servente, ovvero quella che ha sul canale BCCH un livello di segnale sufficiente.
- La MS aspetta e riconosce le informazioni di sincronismo.
- La BTS instaura un canale unidirezionale con la MS ed un collegamento con il MSC.
- L'MSC della BTS servente analizza i dati del chiamante (IMSI) in collaborazione con il VLR e autorizza o impedisce la chiamata.
- Se la chiamata autorizzata e' diretta verso la stessa rete GSM, l'MSC inizia una procedura di interrogazione del HLR in base all'IMSI del chiamato e la procedura prosegue in maniera analoga alla chiamata da fisso a mobile.
- Se la chiamata autorizzata e' diretta altrove essa viene inoltrata al GMSC che provvede ad un suo corretto instradamento verso la rete esterna.

Core Network: Chiamata originata da mobile



Le procedure per l'instaurazione ed il mantenimento della chiamata: Procedura di hand-over

Appare immediatamente che la mobilità dell'utente pone il problema dello sconfinamento dalla cella, cioè del comportamento del sistema quando un utente in conversazione passa da una cella ad una adiacente. L'ipotesi che ciò avvenga aumenta in funzione della durata della conversazione e (in ragione inversa) della dimensione della cella. La mobilità in ambito urbano e la tendenza a ridurre il diametro delle celle, fanno sì che un utente cambi cella più volte nell'arco di un minuto. È evidente pertanto la necessità di dotare il sistema radiomobile di una procedura che consenta di discriminare in modo rapido ed adattabile il suddetto sconfinamento, attuando tutte le azioni necessarie per non fare cadere la conversazione in corso. Ciò viene attuato dalla procedura di Hand-Over.



Mobilità dell'utente => sconfinamento dalla cella

La procedura di Hand-Over si incarica di attuare tutte le azioni necessarie anche la conversazione in corso venga mantenuta nel passaggio da una cella ad un'altra.

Le procedure per l'instaurazione ed il mantenimento della chiamata: Procedura di hand-over

La procedura di handover permette di riallocare dinamicamente le risorse associate ad un utente. Viene decisa dalla rete sulla base delle misure effettuate dal terminale mobile.

Esistono differenti tipi di handover:

- **Intra Cell e Intra BSC:** Cambiamento del canale di traffico e della frequenza all'interno della stessa cella. Dovuto a problemi di qualita' sul canale.
- **Inter Cell e Intra BSC:** controllata totalmente dal BSC che si occupa di instaurare la nuova connessione, ordina al terminale di passare al nuovo canale, termina la connessione vecchia e aggiorna il VLR.
- **Inter Cell e Inter BSC:** Il BSC originario interroga l'MSC per identificare la BTS destinataria che non e' di sua competenza. L'MSC instaura una nuova connessione con il BSC target e gestisce tramite il nuovo BSC il passaggio di canale del terminale e l'aggiornamento del VLR.
- **Inter MSC:** E' la procedura di handover piu' onerosa i termini di segnalazione poiche implica la comunicazione tra due MSC, che tramite i rispettivi BSC delle BTS coinvolte gestiscono il passaggio di canale del terminale e l'aggiornamento del VLR.

Il servizio GPRS(General Packet Radio Service)

Argomenti trattati:

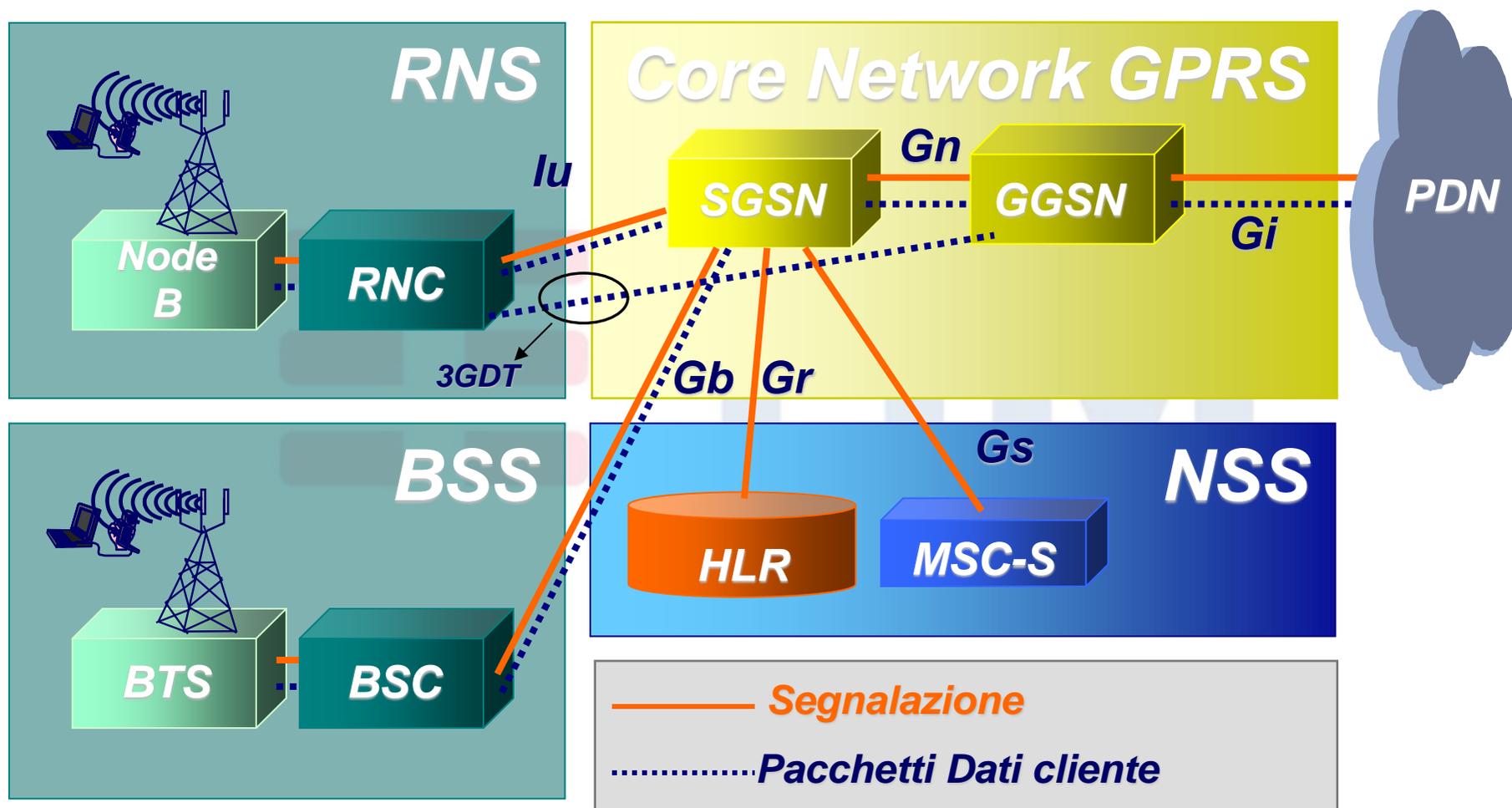
Architettura di Rete.

Cenni sui principali Elementi di Rete.

Casi di traffico.



Il servizio GPRS: Architettura rete semplificata



Il servizio GPRS: Funzionalità dei nodi SGSN e GGSN

Serving GPRS Support Node

L'SGSN è un elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

- *Instradamento dei pacchetti dati da e verso i clienti all'interno della propria area di competenza.*
- *Gestione delle procedure di Autenticazione e Cifratura.*
- *Gestione delle Sessioni (SM).*
- *Gestione della Mobilità (MM).*
- *Gestione delle connessioni con gli altri Elementi di rete.*
- *Generazione dei record di tassazione.*

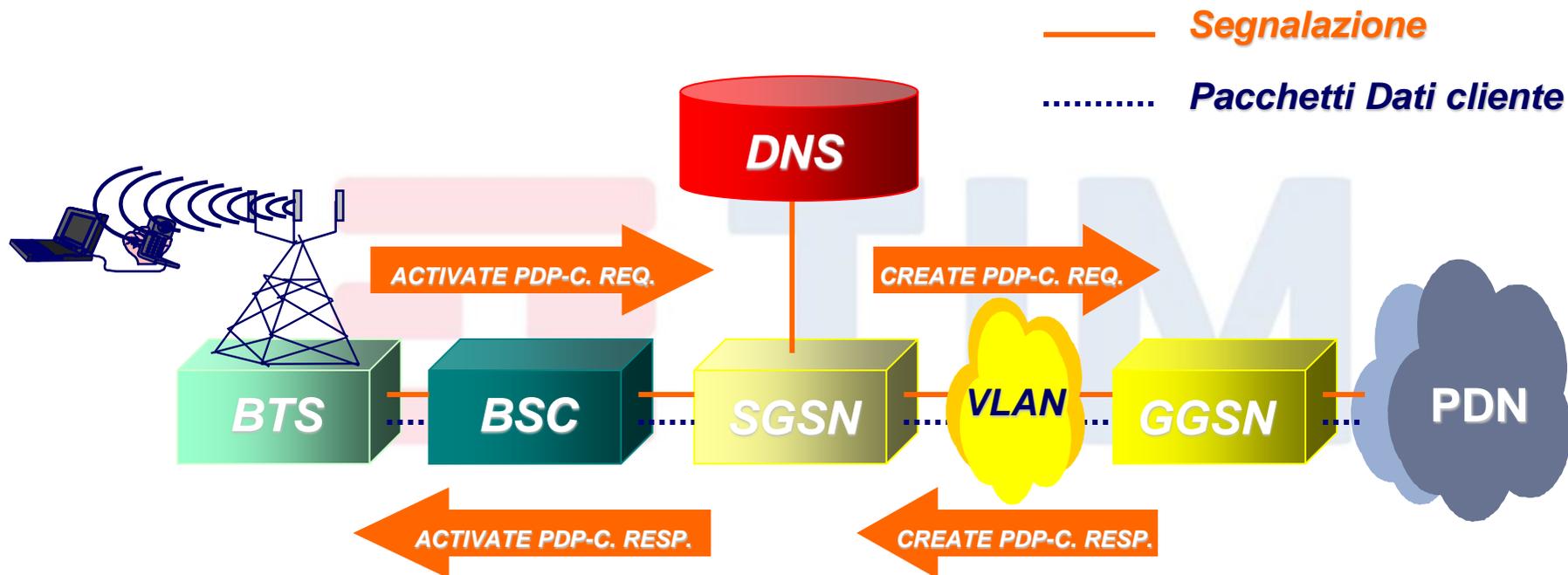
Gateway GPRS Support Node

Il GGSN è un elemento di rete che fornisce le seguenti funzionalità:

- *Individuazione del nodo SGSN associato al mobile MS e relativo instradamento dei dati.*
- *Gestione delle Sessioni (SM).*
- *Gestione delle connessioni con le reti IP e relativi elementi di rete (Routers, RADIUS, Servers e altro).*
- *Generazione dei record di tassazione.*

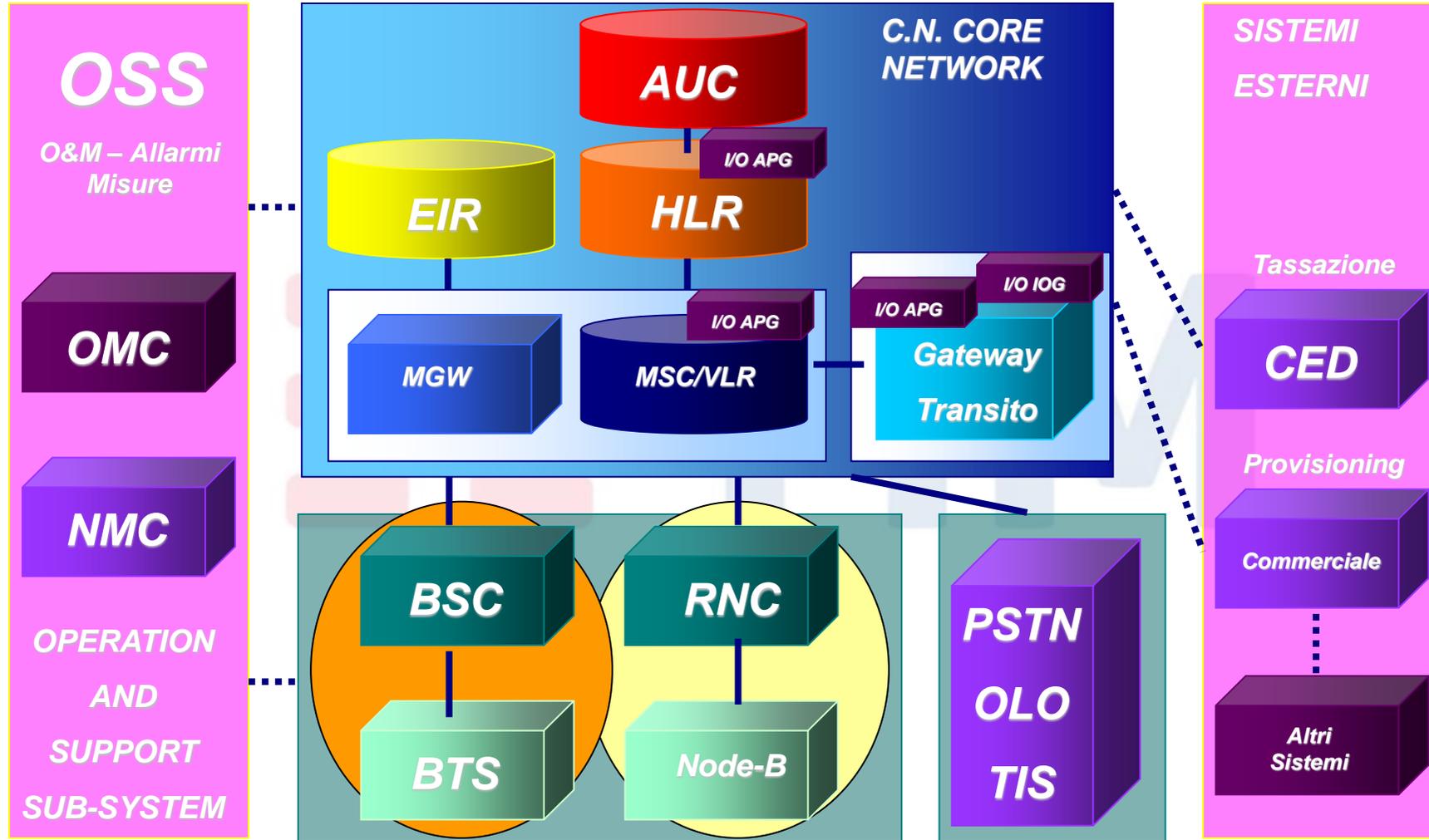
Il servizio GPRS: casi di traffico

ATTIVAZIONE DI UN PDP-CONTEXT



Il Temporary Block Flow (TBF) è una connessione unidirezionale fisica tra il mobile MS e la rete, che supporta il trasferimento di pacchetti dati denominati **LLC Packet Data Unit**.

Core Network: architettura di rete 2G/3G nel dominio a circuito



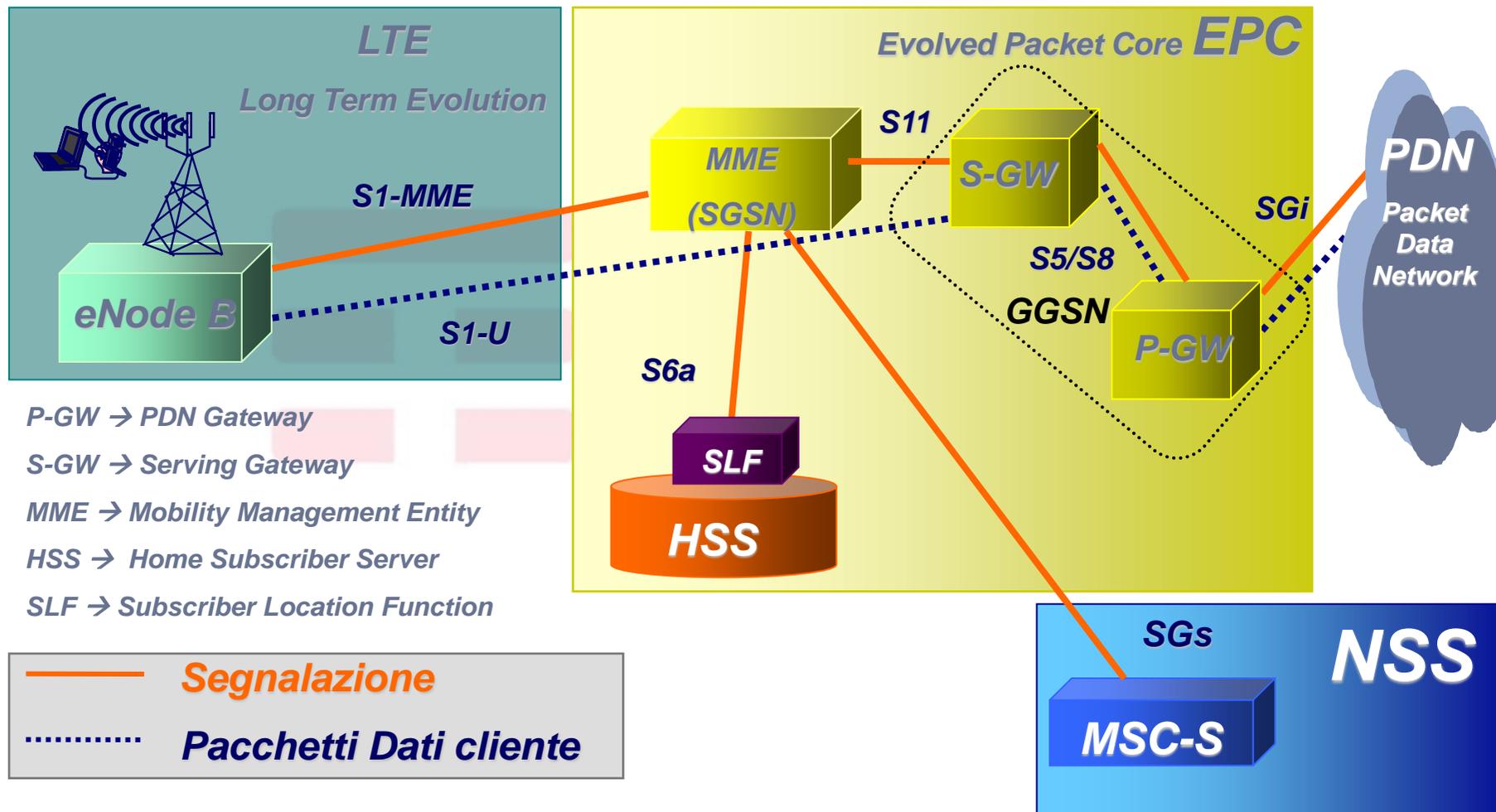
2G BSS
BASE
STATION
SUB-
SYSTEM

Rete di
accesso

3G RSS
RADIO
NETWORK
SUB-
SYSTEM

PSTN → Public Switching
Telefon Network
OLO → Other Land Operator
TIS → telecom Italia Sparkle

Core Network: architettura rete semplificata EPS (Evolved Packet System) LTE



Core Network: principali sistemi VAS associati alla C.N.

Impianti di Rete Intelligente: personalizzazione dei servizi, della tassazione e controlli real-time del traffico

Hlr Proxy → erogazione del servizio Twin Card (2 SIM con lo stesso numero). Solo 1 può ricevere chiamate a scelta ed entrambe possono originare chiamate

Sistema Intermail → deposito messaggi di segreteria -mail, fax e segreteria unificata mobile/fisso) → Mi Turro

Sistemi IVR/MPS → servizi di risposta automatica (40916, 40920 etc....)

Sistema TGDS → permette la configurazione di servizi come il chiama ora, lo sai di TIM, videochiamate o funzionalità come il traffic steering, IMEI manager -EIR- etc.

Nodi SMS-C → necessari per la consegna e per l'invio degli SMS (vengono raggiunti grazie all'indirizzo 3359609600 impostato nella voce "centro servizi" dei terminali mobili)

Nodi MMS-C → necessari per la consegna e per l'invio degli MMS, questo è possibile grazie ad opportune configurazioni con l'APN → mms.tim.it, sul terminale mobile.

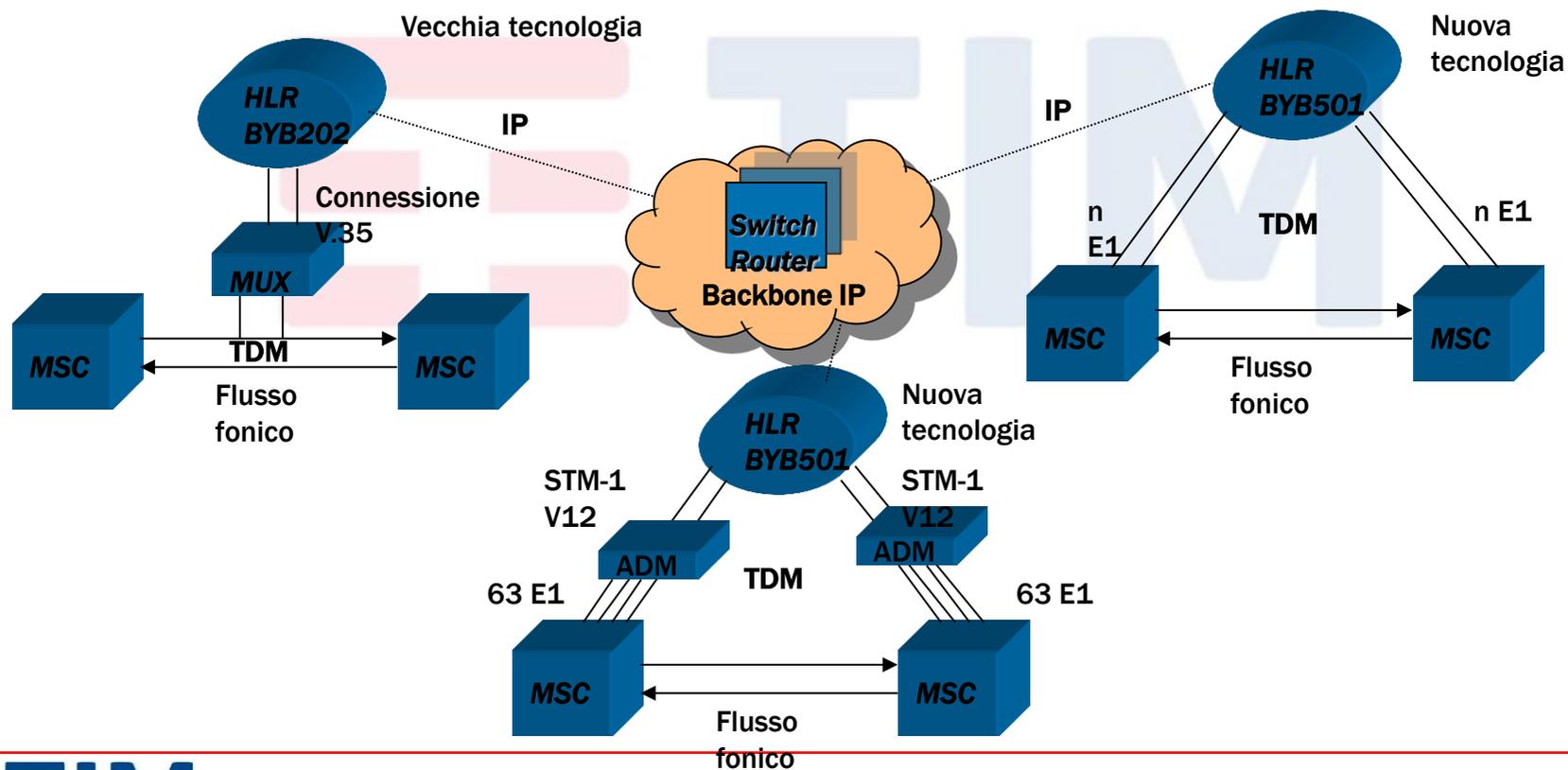
Wap Gateway → gateway per internet con indirizzo privato assegnato al cliente, vetrina servizi TIM quali: Cubovision, Gamestore, Cubomusic etc. (accedendo al seguente URL → <http://wap.tim.it>). Questo è possibile grazie ad opportune configurazioni con l'APN → wap.tim.it, sul terminale mobile.

Core Network: dettaglio collegamenti HLR

Gli HLR gestiscono circa 1 milione di clienti.

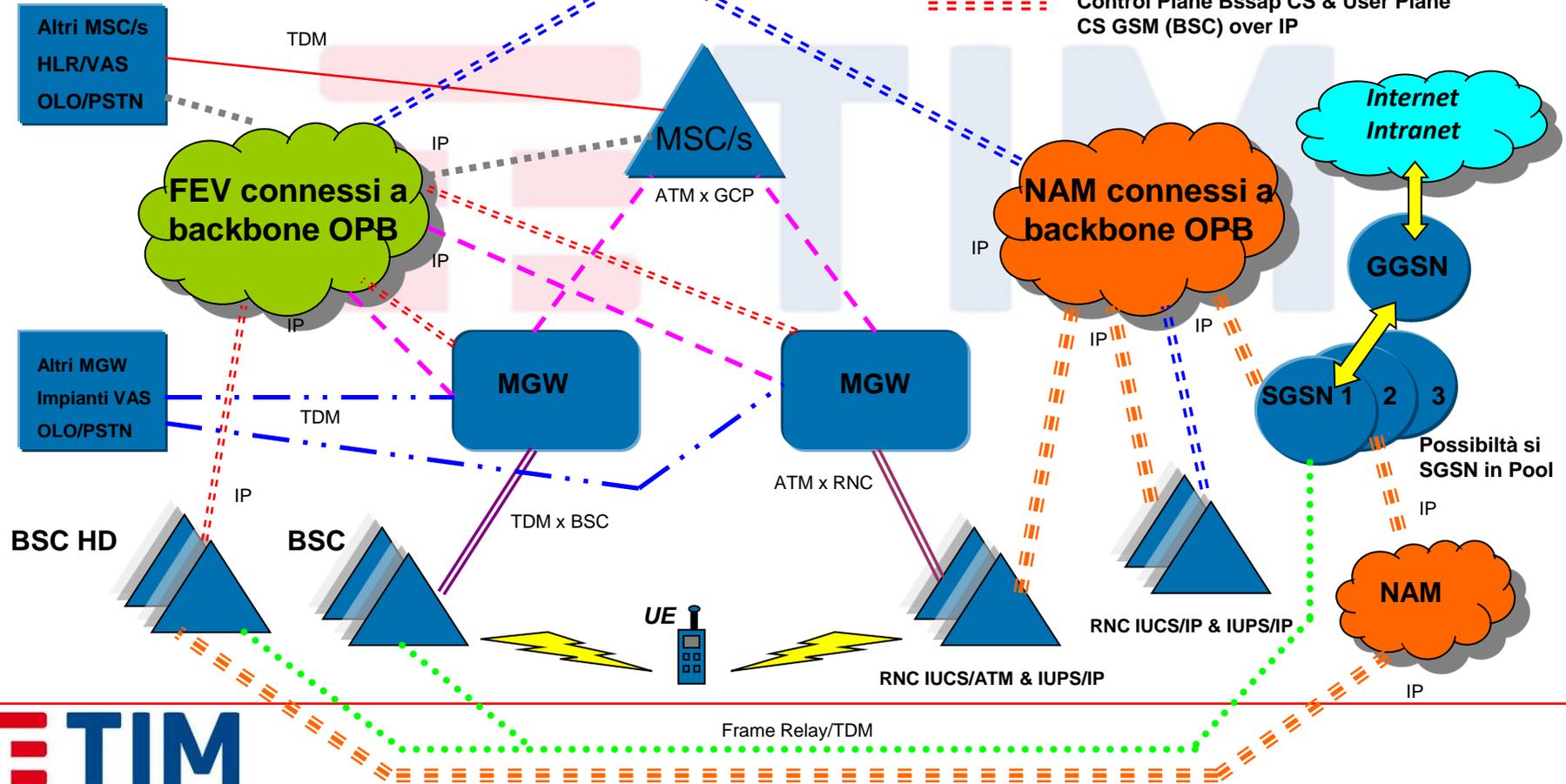
In basso un dettaglio dei collegamenti in segnalazione degli impianti HLR

Segnalazione di tipo SS7 su trasporto TDM e IP

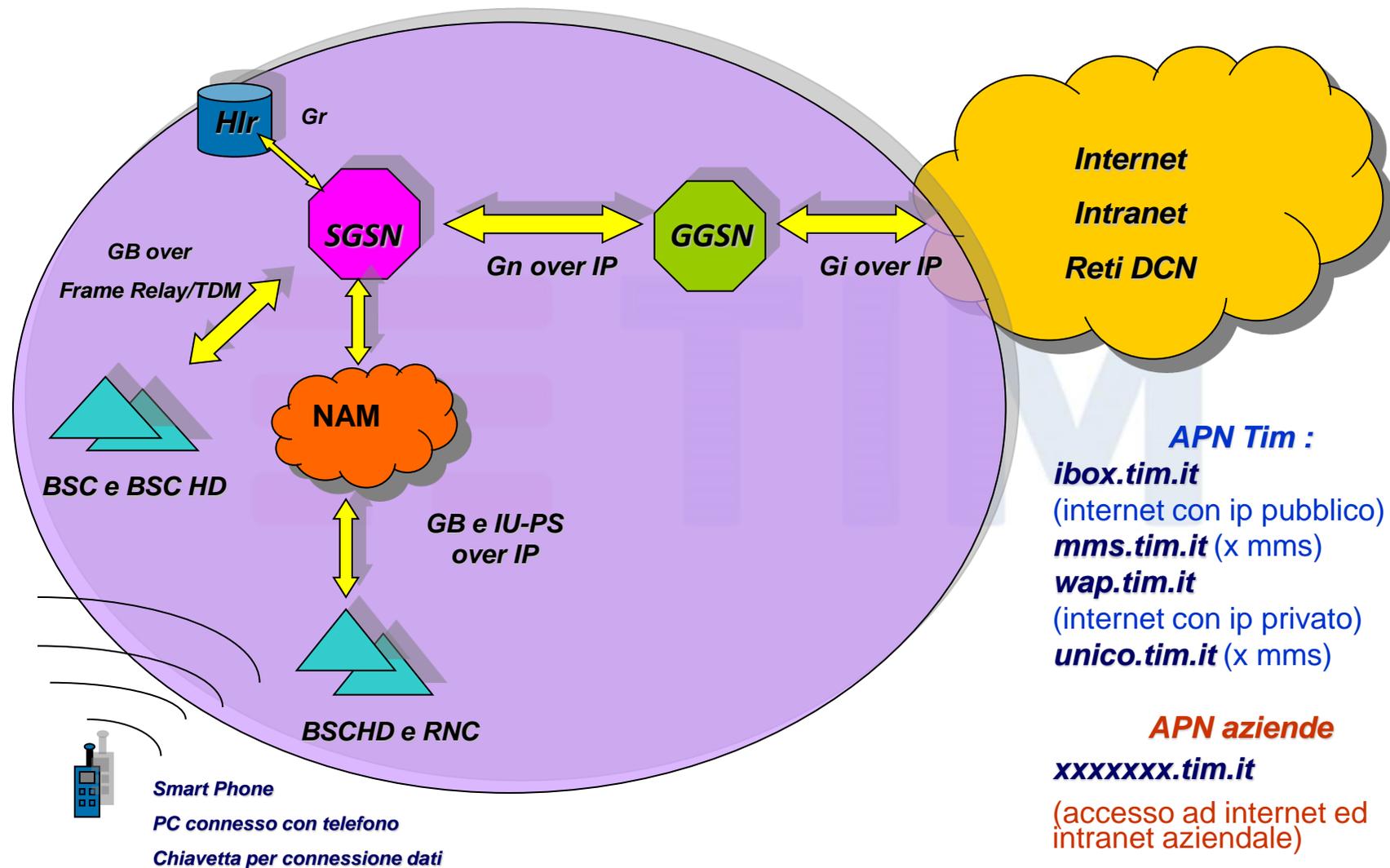


Core Network: connessione CN ed Access 2G/3G

- . . - User Plane CS E1 TDM canalizzati in F.O. VC1-2
- Control Plane CS SS7 ISUP/SCCP over TDM
- = = = Control Plane CS Ranap (RNC), Bssap (BSC) & User Plane CS (RNC-BSC) over ATM
- Control Plane Bssap PS & User Plane PS (BSC) over Frame Relay/TDM
- - - - - Control Plane CS GCP (MGW), Ranap (RNC) e Bssap (BSC) over IP
- Control Plane CS GCP (MGW), Ranap (RNC), Bssap (BSC) e BICC (MSC/s) over IP
- = = = = = Control Plane Ranap/Bssap PS & User Plane PS (RNC-BSC) over IP
- = = = = = Control Plane Ranap CS & User Plane CS UMTS (RNC) over IP
- - - - - Control Plane Bssap CS & User Plane CS GSM (BSC) over IP



Core Network: dettaglio collegamenti rete GPRS 2G/3G



Grazie per l'attenzione

