



WiMAX Deployment: Dubbi e Certezze



*the harmonious equilibrium
between innovation and
technology to create
a new way
of communicating.*



Andrea CALCAGNO, CEO di WiTech

Agenda



- ✓ WiMAX Forum
- ✓ WiMAX Network Reference Model
- ✓ Performances
- ✓ Focal Points

WiMAX Forum

Introduction

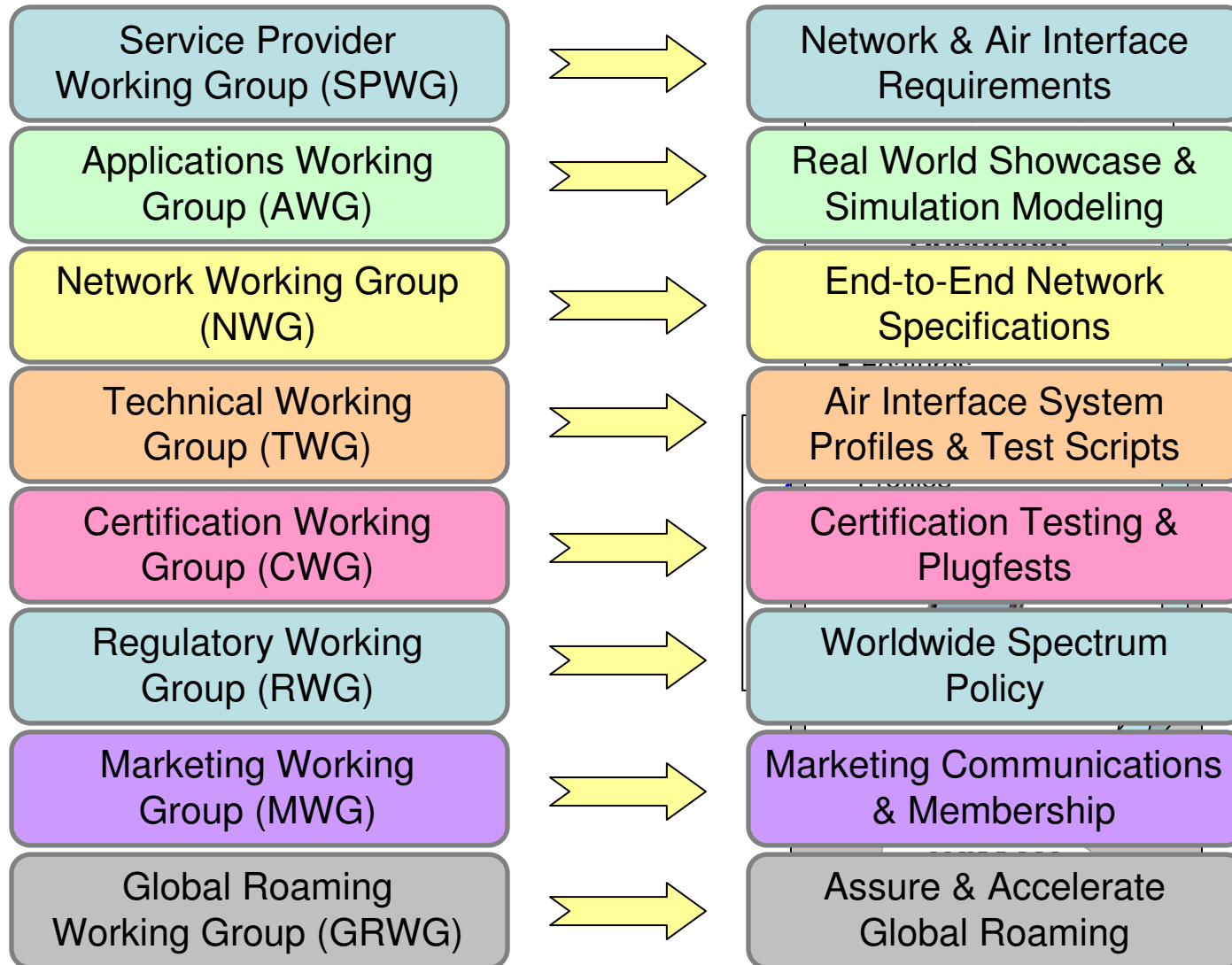


Il WiMAX Forum è l'organismo non-profit creato per promuovere e certificare la compatibilità e l'interoperabilità degli apparati wireless che utilizzano le specifiche IEEE 802.16 ed ETSI HiperMAN wireless MAN.

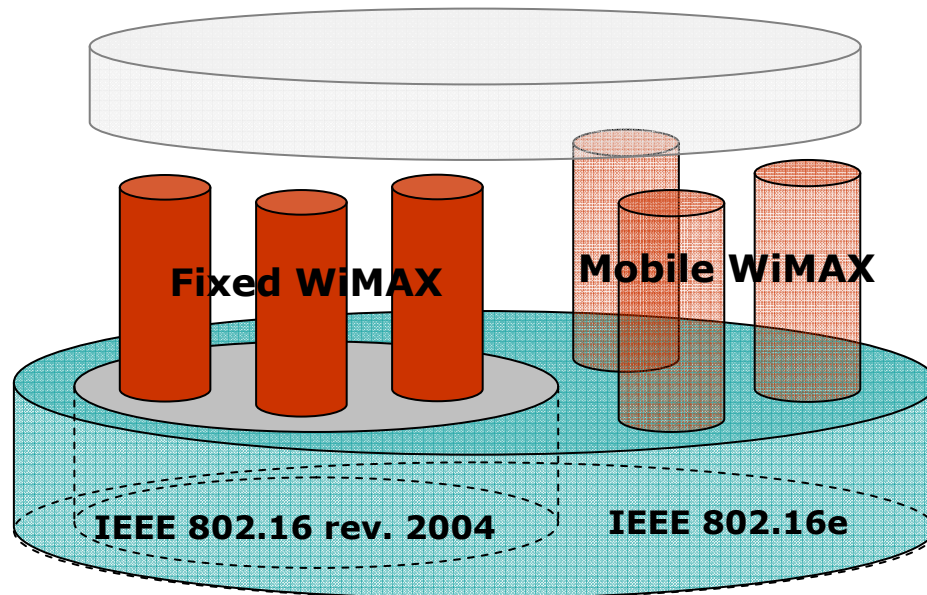
L'obiettivo ultimo del WiMAX Forum è quello di promuovere ed accelerare l'introduzione nel mercato di prodotti e servizi a prezzi competitivi. Promuovere l'interoperabilità delle soluzioni conduce ad una produzione su larga scala che porta ad un aumento delle prestazioni e riduzione dei prezzi.



Working Group



Standard and WiMAX Forum



WiMAX Forum Service and Network Architecture

WiMAX Forum System Certification Profile Certification

IEEE 802.16 Standards PHY e MAC



- Il WiMAX Forum definisce dei profili della tecnologia WiMAX che costituiscono un sottoinsieme di specifiche tecniche degli standard IEEE 802.16
- Al di sopra delle specifiche a livello fisico e MAC, il WiMAX Forum definisce le architetture e le modalità di gestione dei servizi come riferimento per uno sviluppo di prodotti interoperabili

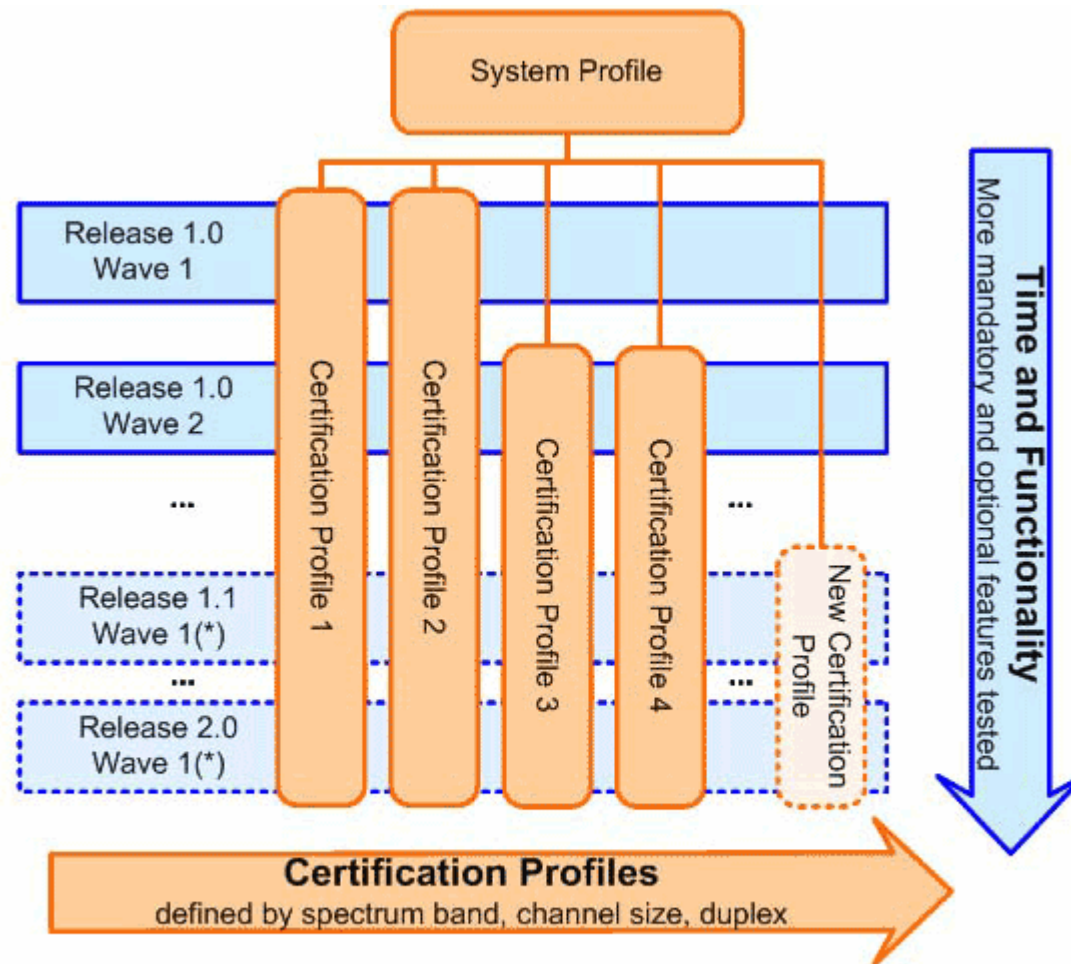
Definitions



Il WiMAX Forum definisce le caratteristiche che un prodotto deve supportare per ricevere la certificazione che garantisce l'interoperabilità in base a:

- **Profili di sistema:** definiscono una versione di WiMAX in base a 5 parametri del livello MAC e alto livello PHY (Frequenza di trasmissione, Larghezza di banda del canale, Modalità di Duplexing, Point-to-multipoint MAC, Power class)
- **Profili di certificazione:** è un sottoinsieme di caratteristiche di un profilo di sistema che specifica le frequenze supportate, la canalizzazione e il formato di duplexing (ad esempio 3.5GHz, 5MHz, TDD) per ogni frequenza utilizzabile. Solo i prodotti che appartengono allo stesso profilo di certificazione possono interoperare.
- **Release:** versione delle specifiche tecniche a cui appartiene un profilo di sistema o di certificazione
- **Wave:** specificano una gerarchia progressiva di insiemi di funzionalità minime, per un certo profilo di certificazione ed una certa release, che un apparato deve implementare. Ogni wave è retrocompatibile con le precedenti ed aggiunge nuovi sottoinsiemi di funzionalità previste dallo stesso profilo di certificazione

Wave e Release



(*) Releases beyond 1.0 have not been defined yet for any system profile. Release 1.1. and 2.0 are shown to illustrate the certification terminology.

System Profiles



	Fixed WiMAX	Evolutionary WiMAX	Mobile WiMAX	
Standard	IEEE 802.16 rev. 2004	IEEE 802.16e	IEEE 802.16e	
Multiplexing	OFDM	OFDM	OFDMA	
FFT Size	256	256	512, 1024*	
Duplexing Mode	TDD, FDD, HFDD	TDD, FDD, HFDD**	TDD	
Modulation	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM (optional)	QPSK, 16-QAM, 64-QAM (uplink optional)	
Power Classes	0 - 14 dBm	0 - 14 dBm	16 QAM	QPSK
	14 - 17 dBm	14 - 17 dBm	18 - 21 dBm	20 - 23 dBm
	17 - 20 dBm	17 - 20 dBm	21 - 25 dBm	23 - 27 dBm
	20 - 23 dBm	20 - 23 dBm	25 - 30 dBm	27 - 30 dBm
	Over 23 dBm	Over 23 dBm	Over 30 dBm	Over 30 dBm

Certification Profiles



SYSTEM PROFILES	CERTIFICATION PROFILES			
	Spectrum	Duplexing	Channel Width	
Fixed WiMAX (IEEE 802.16-2004, OFDM)	3.4 - 3.6 GHz	TDD	3.5 MHz	← Presenza di prodotti
	3.4 - 3.6 GHz	TDD	7 MHz	
	3.4 - 3.6 GHz	FDD	3.5 MHz	← Presenza di prodotti
	3.4 - 3.6 GHz	FDD	7 MHz	
	5.725 - 5.850 GHz	TDD	10 MHz	
Evolutionary WiMAX (IEEE 802.16e-2005, OFDM)	4.935 - 4.990 GHz	TDD	5 MHz	
Mobile WiMAX (IEEE 802.16e-2005, OFDMA)	2.3 - 2.4 GHz	TDD	5, 10 MHz (dual)	← Fase di certificazione
	2.3 - 2.4 GHz	TDD	8.75 MHz	
	2.496 - 2.690GHz	TDD	5, 10 MHz (dual)	
	3.4 - 3.6 GHz	TDD	5 MHz	
	3.4 - 3.6 GHz	TDD	7 MHz	

E' Stato inserito il profilo 5CL con le caratteristiche 3.4-3.6 GHz, TDD, 10 MHz per il Plugfest di Giugno.



Roadmap – WiMAX Forum



- **Release 1:** versione a cui appartengono i profili di sistema e di certificazione attualmente approvati dal WiMAX Forum
- **Release 1.5:** attualmente i vari Working Group stanno lavorando ad una estensione della Release 1 che mira ad integrare alcune funzionalità, quali:
 - L'utilizzo di **DIAMETER** nel framework AAA
 - Servizi di Location Management
 - Servizi MBS (Multicast e Broadcast Service)
 - **Multiple Host Support** (utilizzo di repeater/gateway WiMAX per estendere la copertura, secondo il concetto di micro-pico-femto celle)
- **Release 2:** sono ancora in corso di definizione i requisiti, prevede l'introduzione di profili basati su di un'altra versione della famiglia 802.16, in particolare **802.16m**, che introduce delle modifiche sostanziali al livello fisico, le quali permetteranno di ottenere prestazioni maggiori (in termini di throughput e supporto alla mobilità)

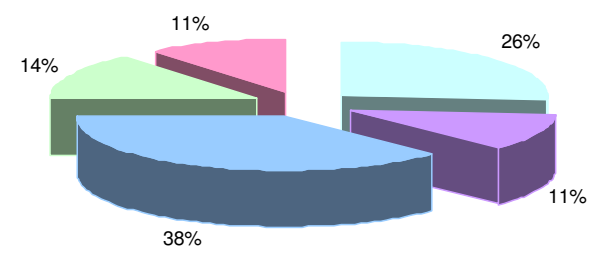
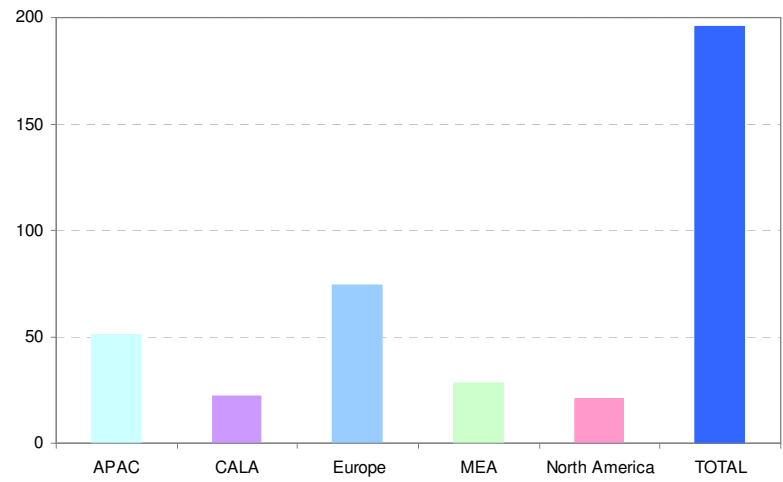
WiMAX Scenario



Definition	Devices	Locations/ Speeds	Handoff supported	Fixed WiMAX (802.16d 2004, OFDM 256)	Evolutionary WiMAX (802.16e 2005, OFDM 256)	Mobile WiMAX (802.16e 2005, OFDMA)
Fixed Access	Outdoor and indoor CPEs	Single/ Stationary	No	Yes	Yes	Yes
Nomadic	Indoor CPEs, PCMCIA cards	Multiple/ Stationary	No	Yes	Yes	Yes
Portable access	Laptop PCMCIA or mini cards	Multiple/ Walking/ speed	Hard handoffs	No	Yes	Yes
Simple mobile access	Laptop PCMCIA or mini cards, PDAs or smartphones	Multiple/ Low vehicular speed	Hard handoffs	No	Yes	Yes
Full mobile access	Laptop PCMCIA or mini cards, PDAs or smartphones	Multiple/ High vehicular speed	Soft handoffs	No	No	Yes

WiMAX Scenario

WiMAX Deployments per Region



Legend: APAC (Cyan), CALA (Purple), Europe (Blue), MEA (Green), North America (Pink)

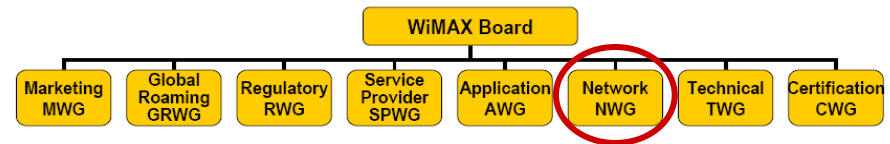
WiMAX Forum Network Architecture

WiMAX Forum



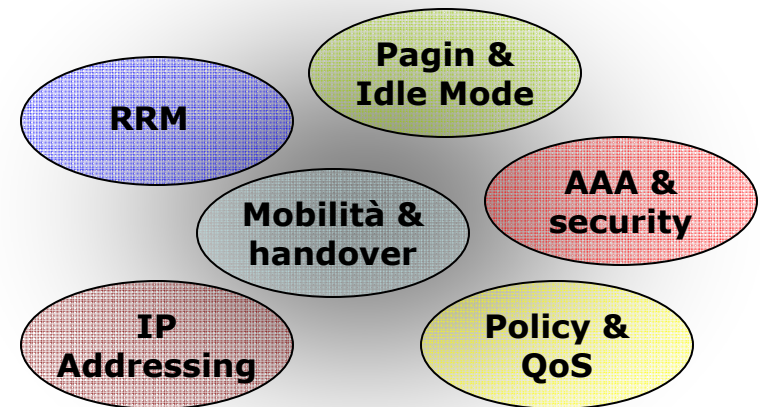
- **Il WiMAX Forum ha redatto le direttive sull'architettura di rete end-to-end**

- **stage 1:** requisiti definiti dal SPWG
- **stage 2:** NRM e funzionalità
- **stage 3:** dettagli sui protocolli



- **Functional Design and decomposition**

- Network Entry Discovery and Selection/Re-Selection
- IP Addressing
- AAA Framework
- Security Architecture
- Accounting
- QoS
- ASN Anchored Mobility management
- CSN Achored Mobility management
- Radio Resource Managment
- Paging and Idle-mode MS operation
- Data-path



Requisiti generali



- **Requisiti generali dell'architettura**

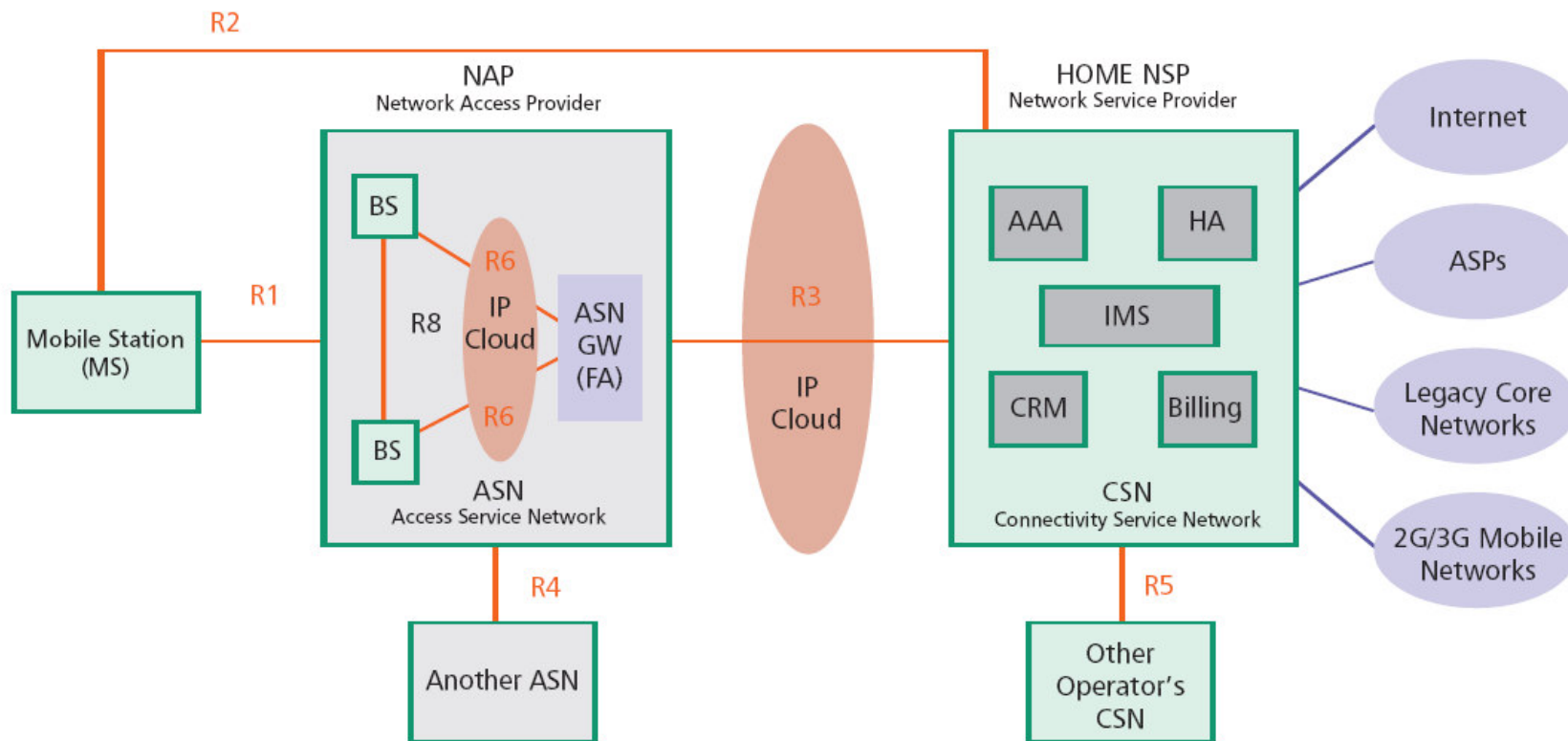
- **Functional Decomposition:** decomposizione delle entità funzionali indipendentemente dall'implementazione fisica
- **Deployment modularity and flexibility:** architettura centralizzata, distribuita o ibrida
- **Support for variety of usage models:** nomadico, portatile, fisso o mobile
- **Decoupling of access and connectivity services:** decomposizione della rete di accesso dalla rete di connettività IP
- **Support for a variety of business models:** decomposizione NAP, NSP e ASP
- **Extensive use of IETF protocols:** utilizzo dei protocolli IETF sui reference point
- **Support for access to incumbent operator services:** supporto all'internetworking con altre tipologie di rete (3GPP, 3GPP2, ecc...)

Il framework end-to-end deve essere modulare e flessibile abbastanza da non precludere un ampio range di opzioni flessibili di implementazione e sviluppo

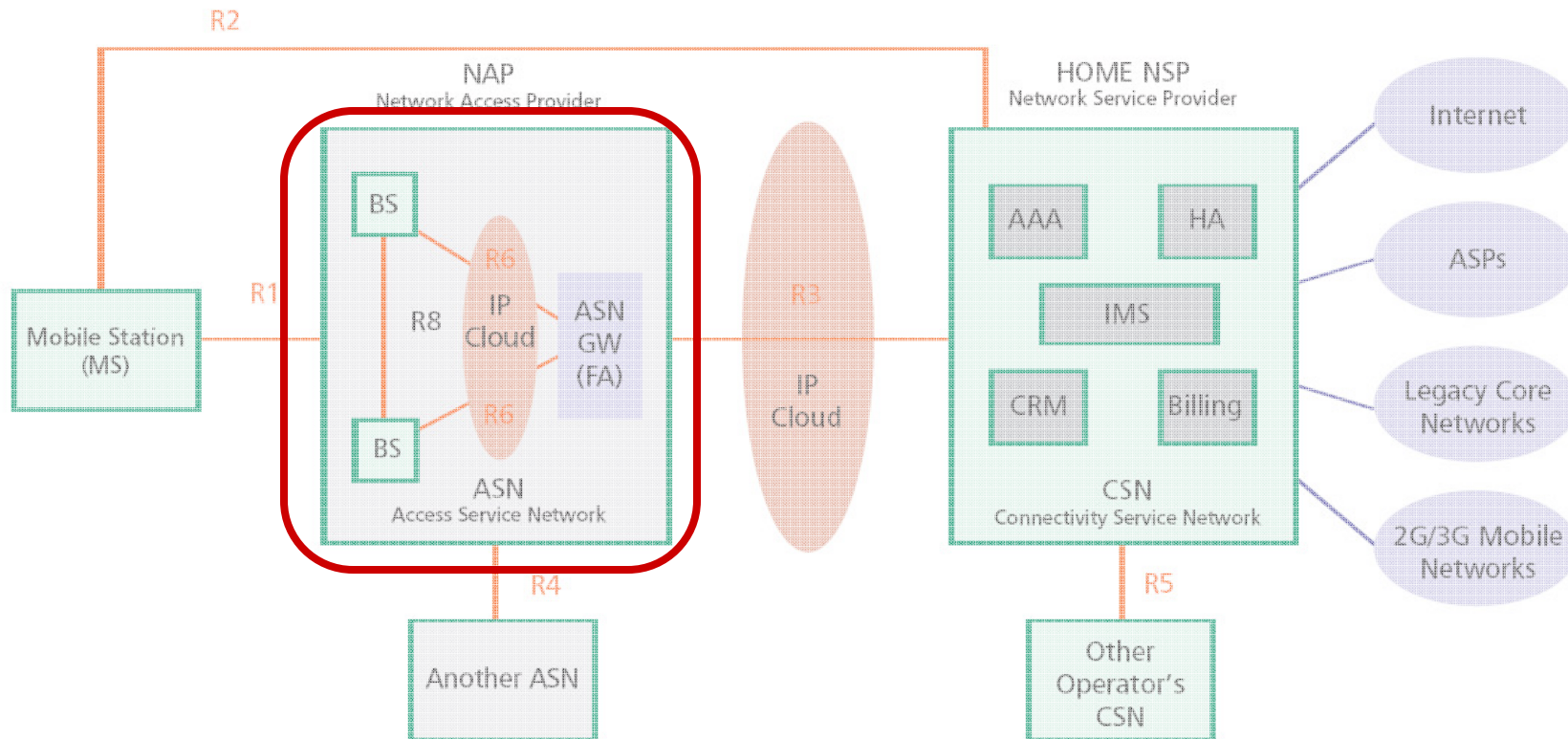
Network Reference Model



- **ASN:** Access Service Network
- **CSN:** Connectivity Service Network
- **MSS:** Mobile Subscriber Station

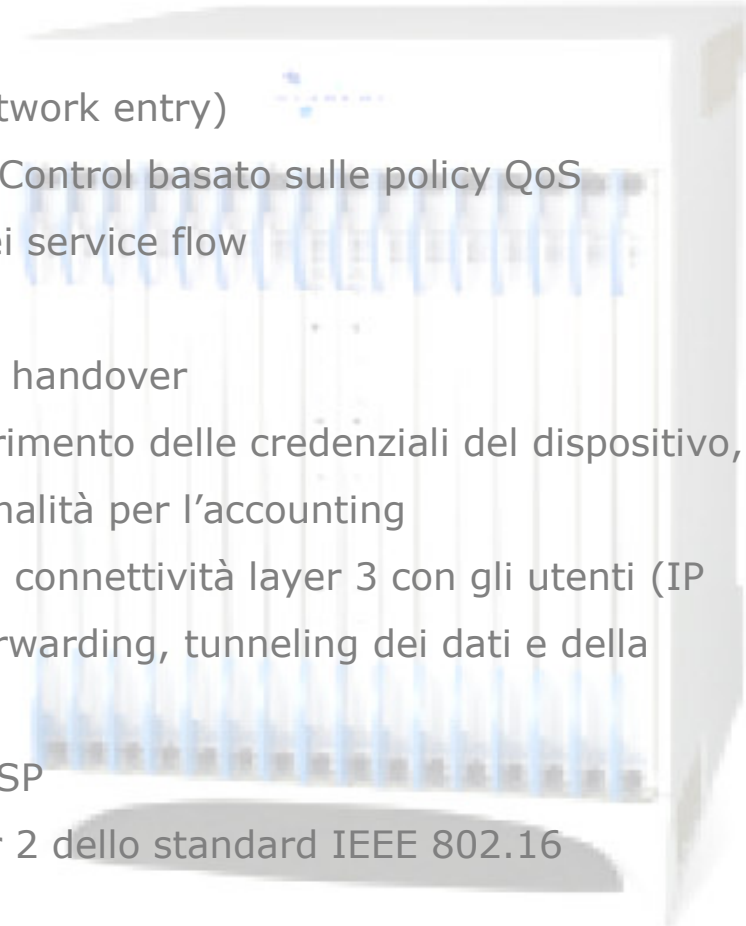


ASN



ASN (Access Service Network): rappresentazione logica delle funzionalità del NAP
(Network Access Provider)

- Connettività radio 802.16 sul lato MS (network entry)
- Radio Resource Management & Admission Control basato sulle policy QoS
- QoS and Policy management, gestione dei service flow
- Paging and Location Management
- Mobility management, Foreign Agent (FA), handover
- Security management, AAA Proxy, trasferimento delle credenziali del dispositivo, utente e servizi tra la MS e il CSN, funzionalità per l'accounting
- Relay function to the CSN: per stabilire la connettività layer 3 con gli utenti (IP allocation, procedure AAA), user plane forwarding, tunneling dei dati e della segnalazione tra la ASN e CSN (su R3)
- Network Discovery e selezione del NAP/NSP
- Network Entry secondo le specifiche layer 2 dello standard IEEE 802.16



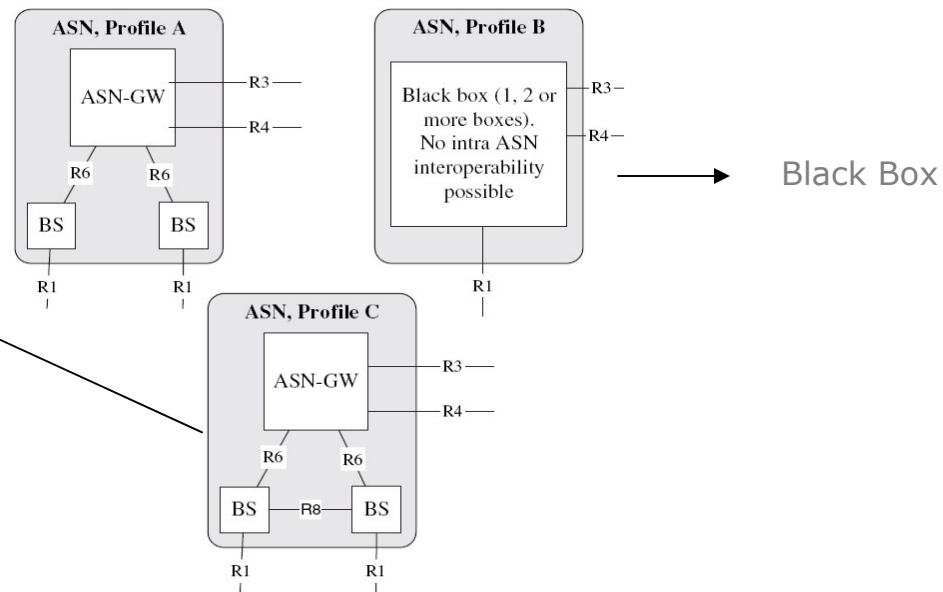
ASN Profile



- Il WiMAX Forum prevede la possibilità di decomporre le funzionalità tra BS e ASN-GW in tre modi diversi (profili). Ciò permette agli operatori di utilizzare la soluzione più adatta al deployment di rete scelto

Decomposizione in:

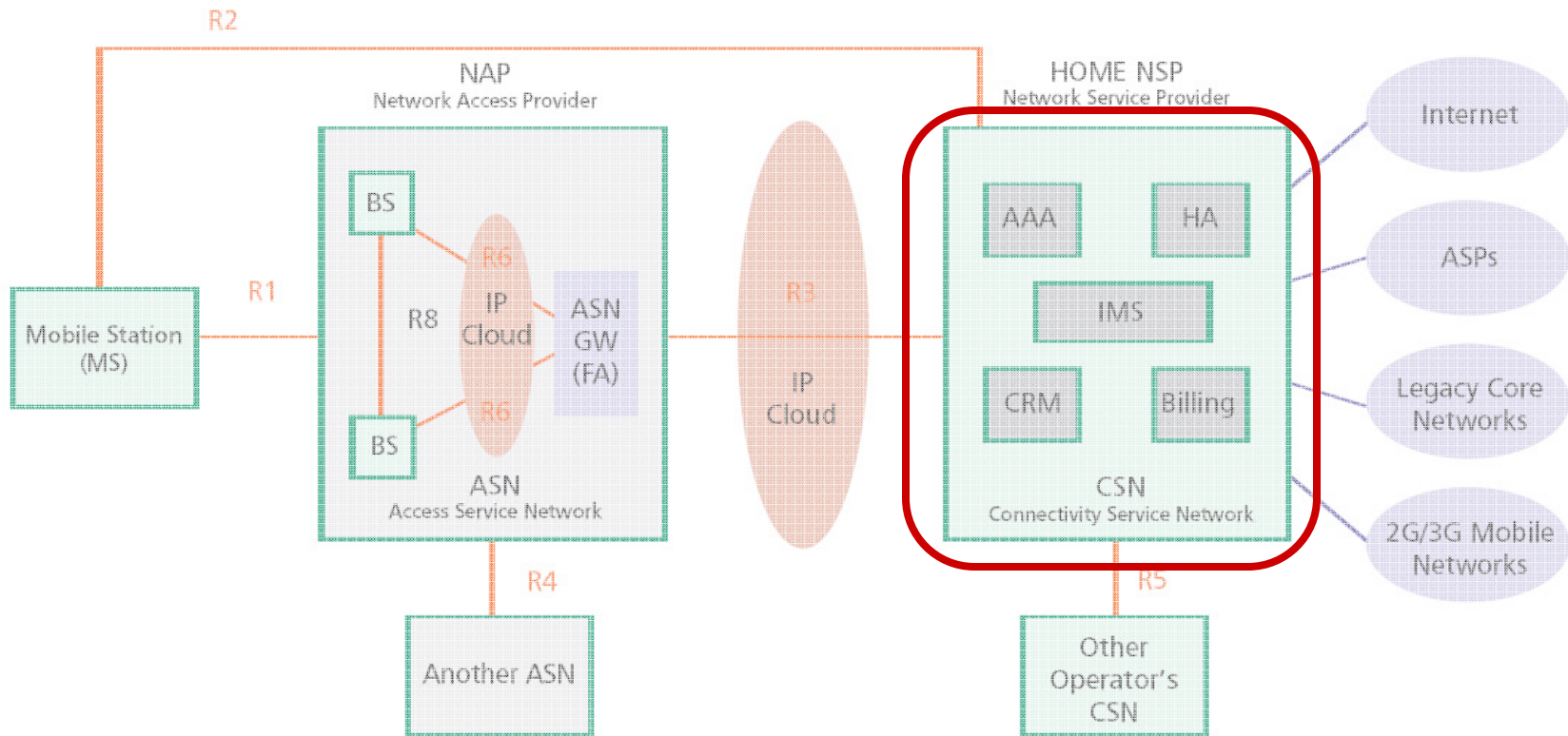
- Base Station
- ASN-GW



- Il profilo C in genere è quello più flessibile poiché non pone di problemi di interoperabilità tra BS e ASN-GW di diversi operatori per quanto riguarda la segnalazione per la gestione dell'handover e RRM

Outline

CSN



CSN - Functionality



La **CSN** consiste di tutte le funzionalità che consentono di fornire connettività IP alla rete di accesso WiMAX

- Autorizzazione e accesso layer 3 per gli end-user (IP address allocation, AAA proxy server)
- QoS management (policy e admission control basato sui profili di utente e SLA)
- Supporto alla mobilità basato sul Mobile IP (Home Agent), funzioni per la mobilità inter-ASN)
- Tunneling (basato sul protocollo IP) con altre entità funzionali (ASN-CSN tunneling, inter-CSN tunneling per il roaming)
- Billing
- Servizi di rete (accesso Internet, servizi location-based, lawful interception, ecc..)

CSN - Entities

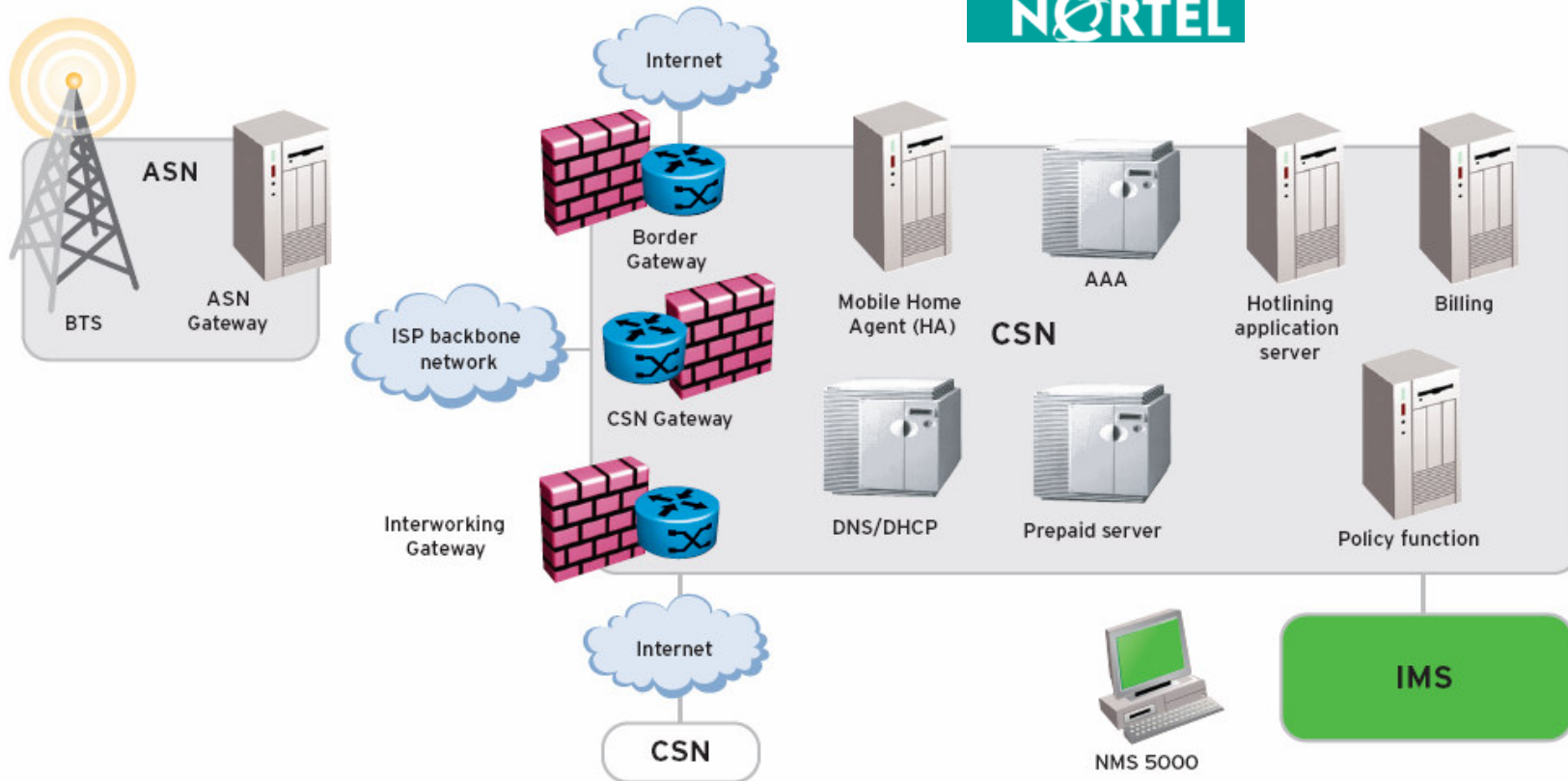


- **AAA Proxy/Server e Database:** gestisce le procedure di autenticazione, accounting e autorizzazione, gestisce i profili di servizio e i dati raccolti per il billing
- **Server DNS/DHCP:** gestisce l'allocatione degli indirizzi IP delle MS
- **Home Agent (HA):** gestisce le funzionalità Mobile IP che permettono al traffico da e verso le MS di essere inoltrato in modo trasparente all'ASN Gateway
- **Routers:** essenzialmente gestisce l'inoltro e l'aggregazione del traffico nel CSN e tra le diverse reti ASN
- **Firewall/NAT:** operazioni critiche di ispezione dei pacchetti su più livelli protocollari per la protezione contro gli attacchi alla sicurezza
- **Policy Function:** gestisce l'accesso degli utenti ai servizi e il livello di servizio di ogni sessione. Si occupa di configurare dinamicamente i service flow in base ai profili di servizio e si pone come interfaccia verso l'infrastruttura IMS
- **Gateway:** per l'internetworking/interoperabilità con le altre reti (3GGP, PSTN, ecc...)

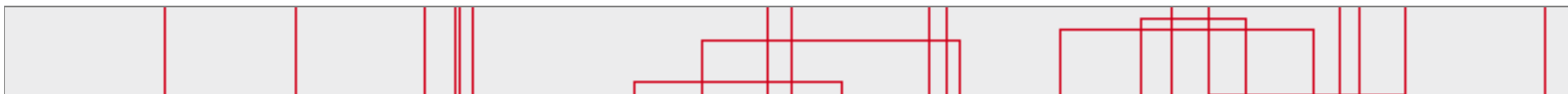
CSN – Architecture



NORTEL



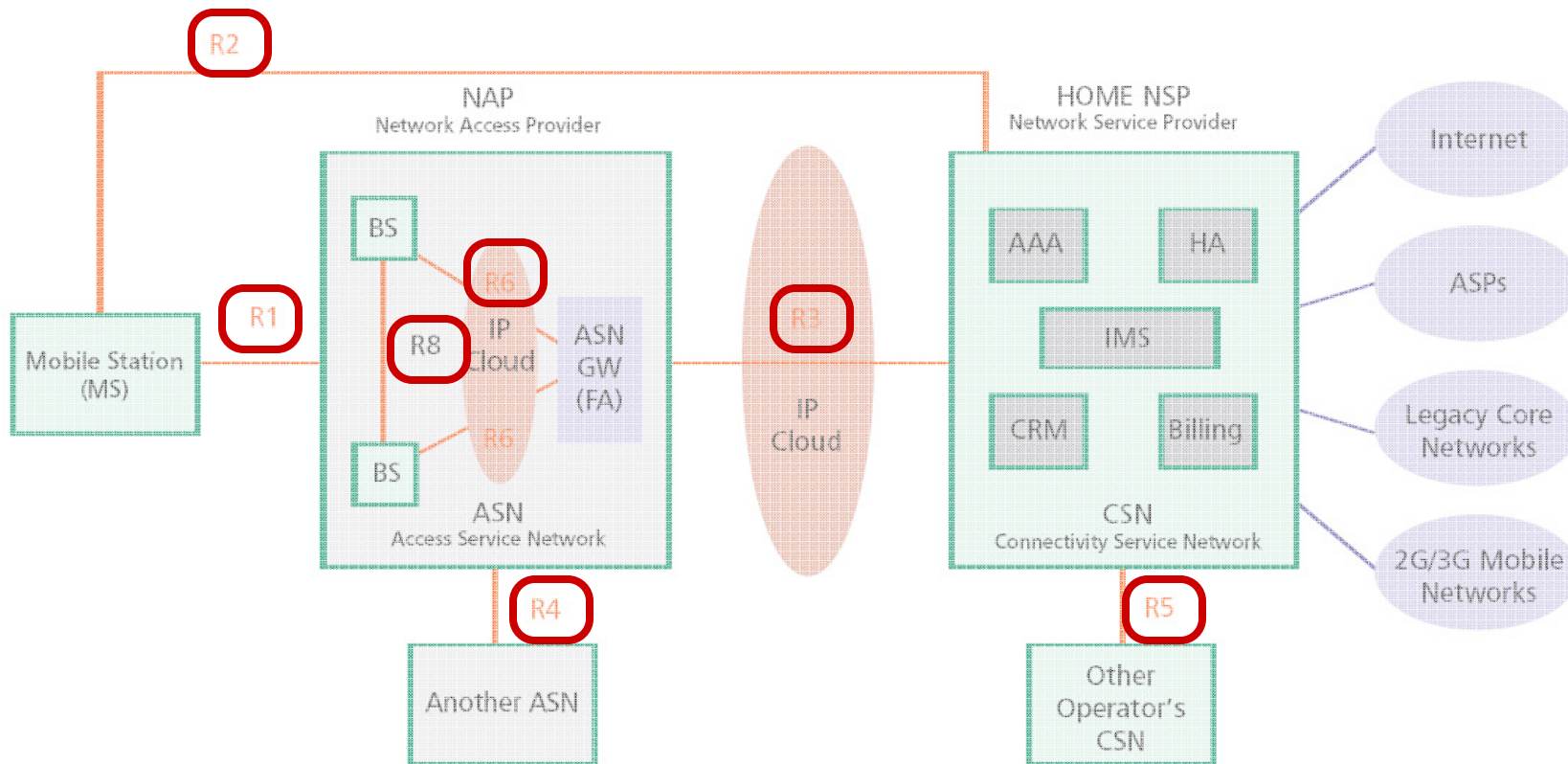
Il CSN non è standardizzato dal WiMAX Forum, che stabilisce solo le entità funzionali che devono essere presenti per interagire con le entità dell'ASN e suggerisce i protocolli di base per la loro gestione



Outline



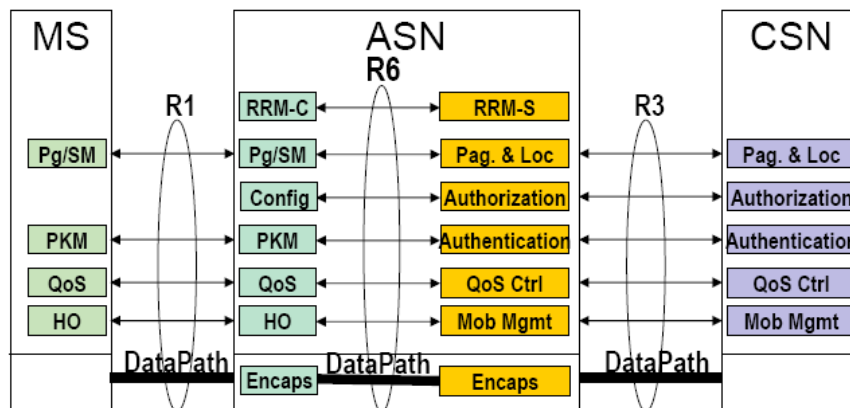
Reference Point



Reference Point

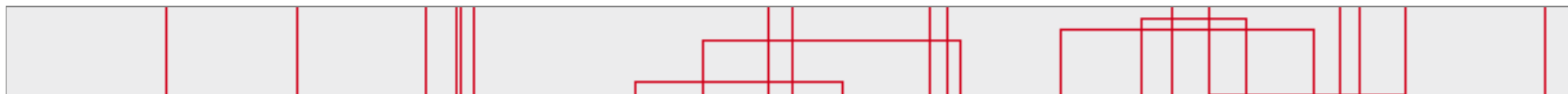
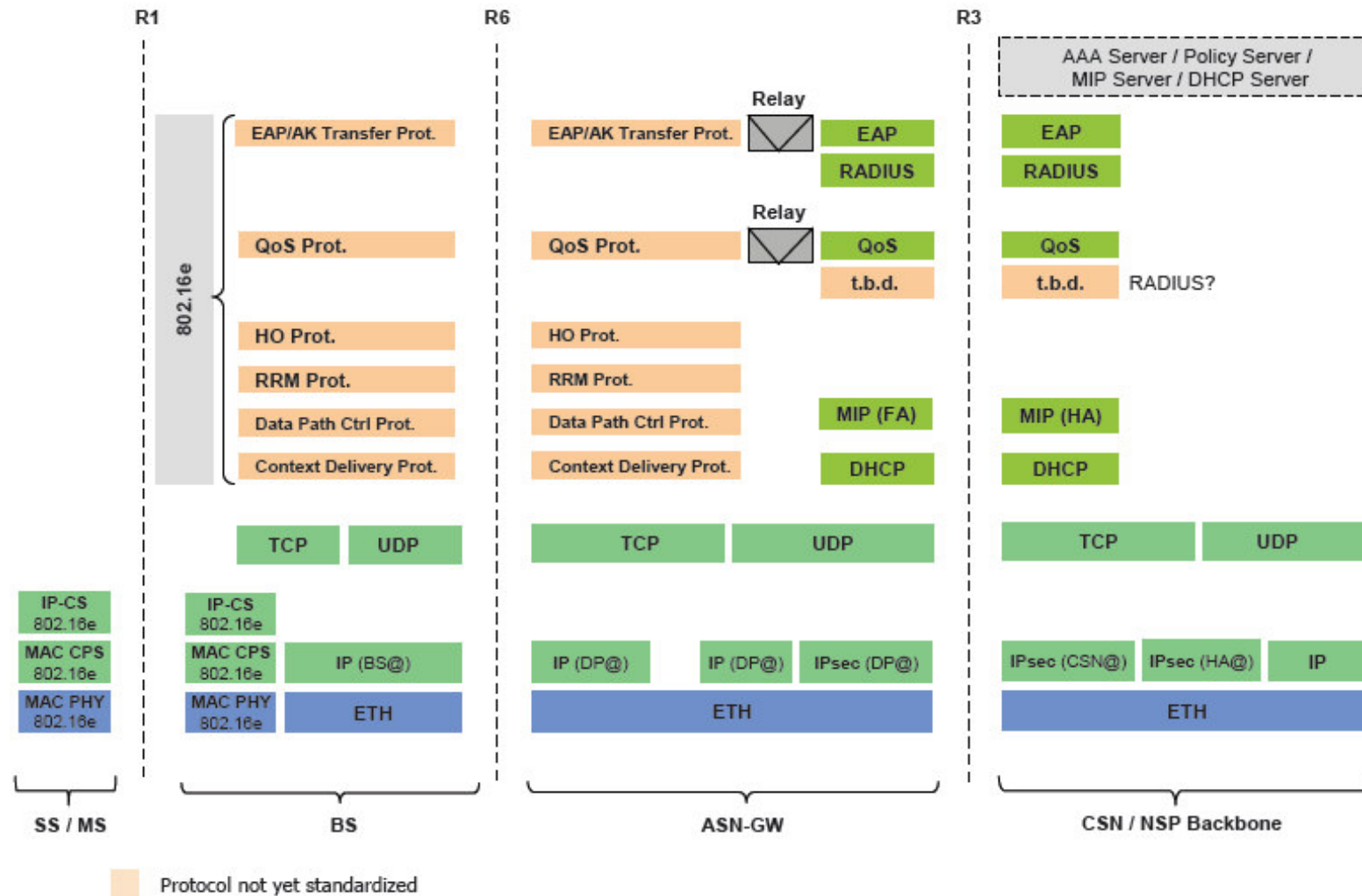
- Si intende una interfaccia logica di comunicazione tra due entità funzionali
- L'obiettivo è di definire l'insieme di protocolli di comunicazione (piano dati e piano di controllo) che ogni RP deve supportare, in modo da garantire l'interoperabilità tra apparati di diversi produttori
- Le funzionalità previste da ogni framework vengono mappate su specifici RP

"A reference point is a conceptual point between two groups of function that reside in different functional entities on either side of it"



R1	Interface between the MS and the ASN Functionality: air interface
R2	Interface between the MS and the CSN Functionality: AAA, IP host configuration, mobility management
R3	Interface between the ASN and CSN Functionality: AAA, policy enforcement, mobility management
R4	Interface between ASNs Functionality: mobility management
R5	Interface between CSNs Functionality: internetworking, roaming
R6	Interface between BTS and ASN gateway Functionality: IP tunnel management to establish and release MS connection
R8	Interface between Base stations Functionality: handoffs

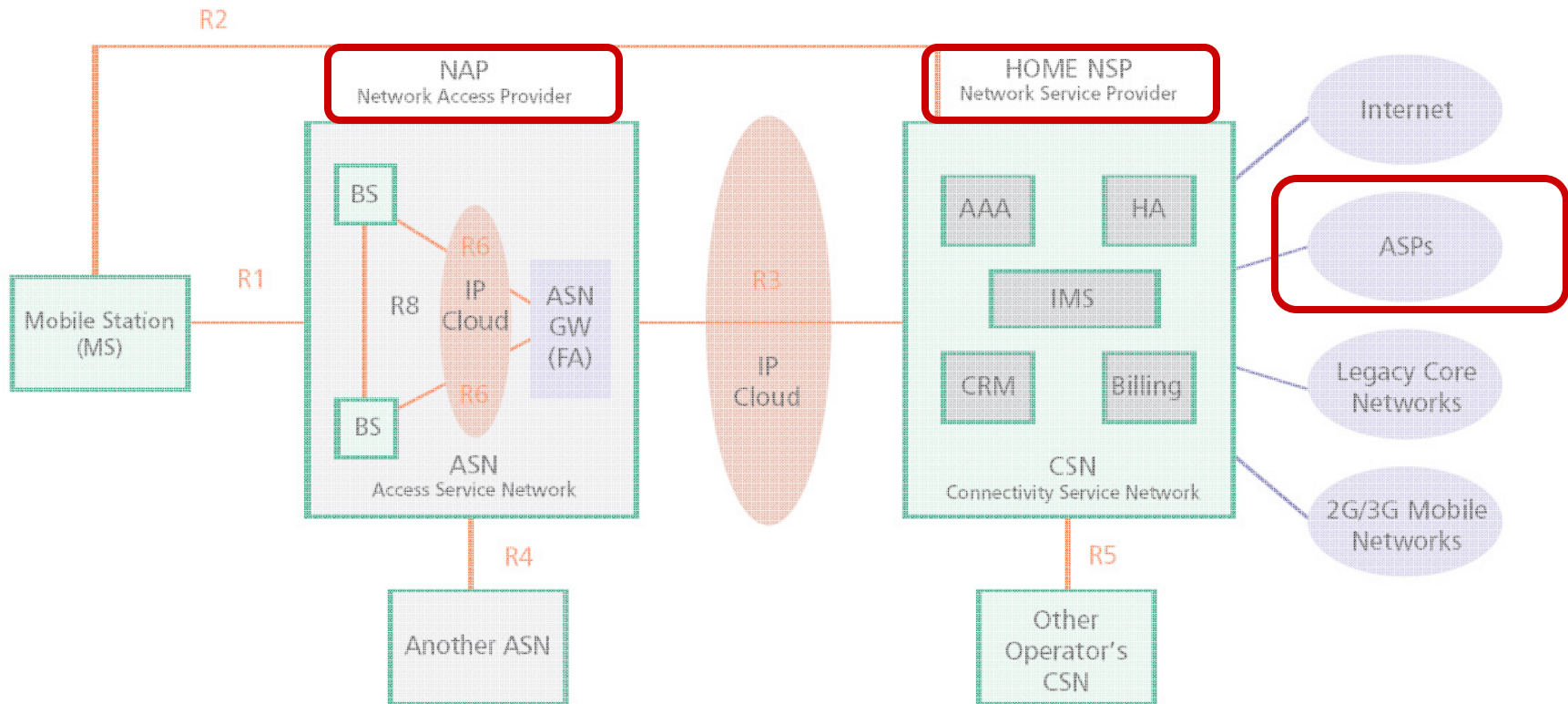
Protocol Architecture



Outline



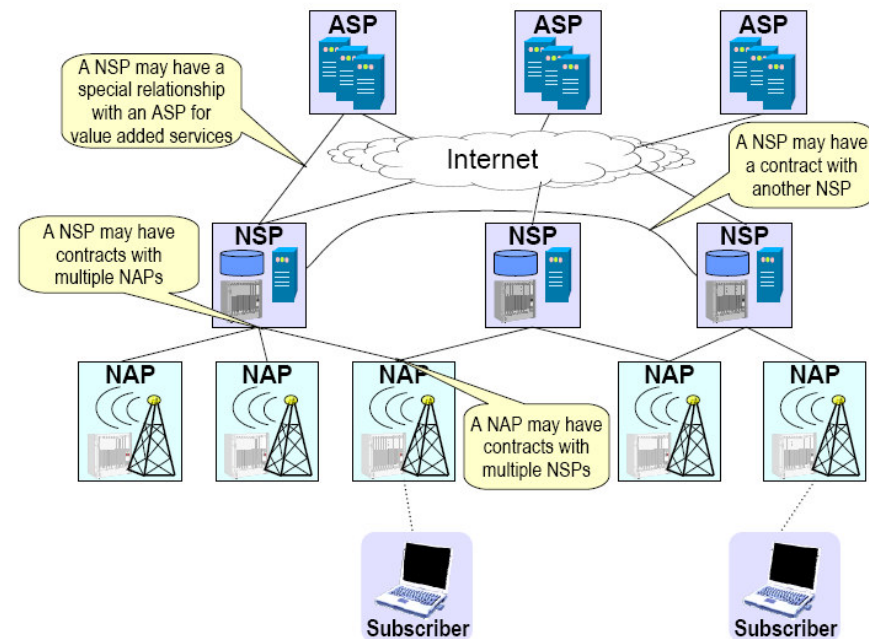
Operatori di Rete



Operators Role

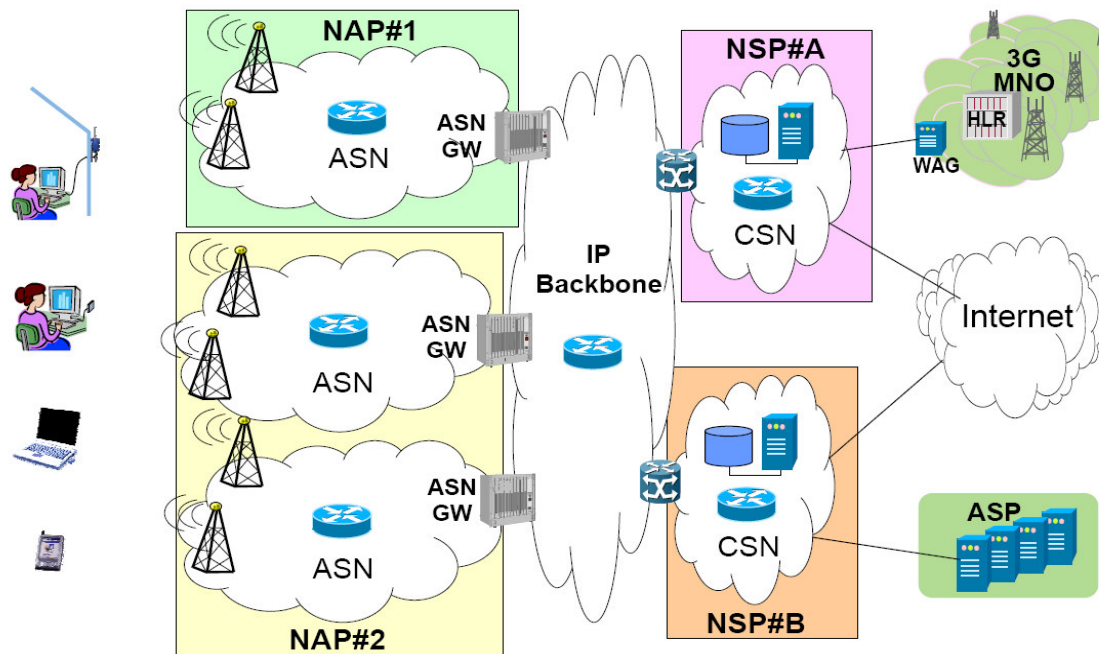


- **NAP: Network Access Provider**
 - entità che fornisce l'infrastruttura radio di accesso a uno o più Network Service Provider
- **NSP: Network Service Provider**
 - entità che fornisce la connettività IP e i servizi di rete agli utenti in base al SLA stabilito. Per fornire tali servizi il NSP stabilisce accordi con uno o più NAP.
 - un NSP può anche stabilire degli accordi di roaming tra con altri NSP e con altre entità (ASP) per la fornitura di servizi aggiuntivi al cliente
- **ASP: Application Service Provider**
 - Fornisce e gestisce le applicazioni e servizi sopra il livello IP
 - Fornisce servizi a valore aggiunto, Layer 3+ (come VOIP, ecc..)



NAP Sharing

- Un NAP può gestire più ASN, ciascuna fornita di un ASN GW connesso ad una backbone di trasporto
- Grazie all'architettura All-IP un NAP può fornire la rete di accesso a più NSP contemporaneamente



- Questa decomposizione dell'architettura permette lo sviluppo di modelli di business e deployment di rete estremamente variegati e flessibili

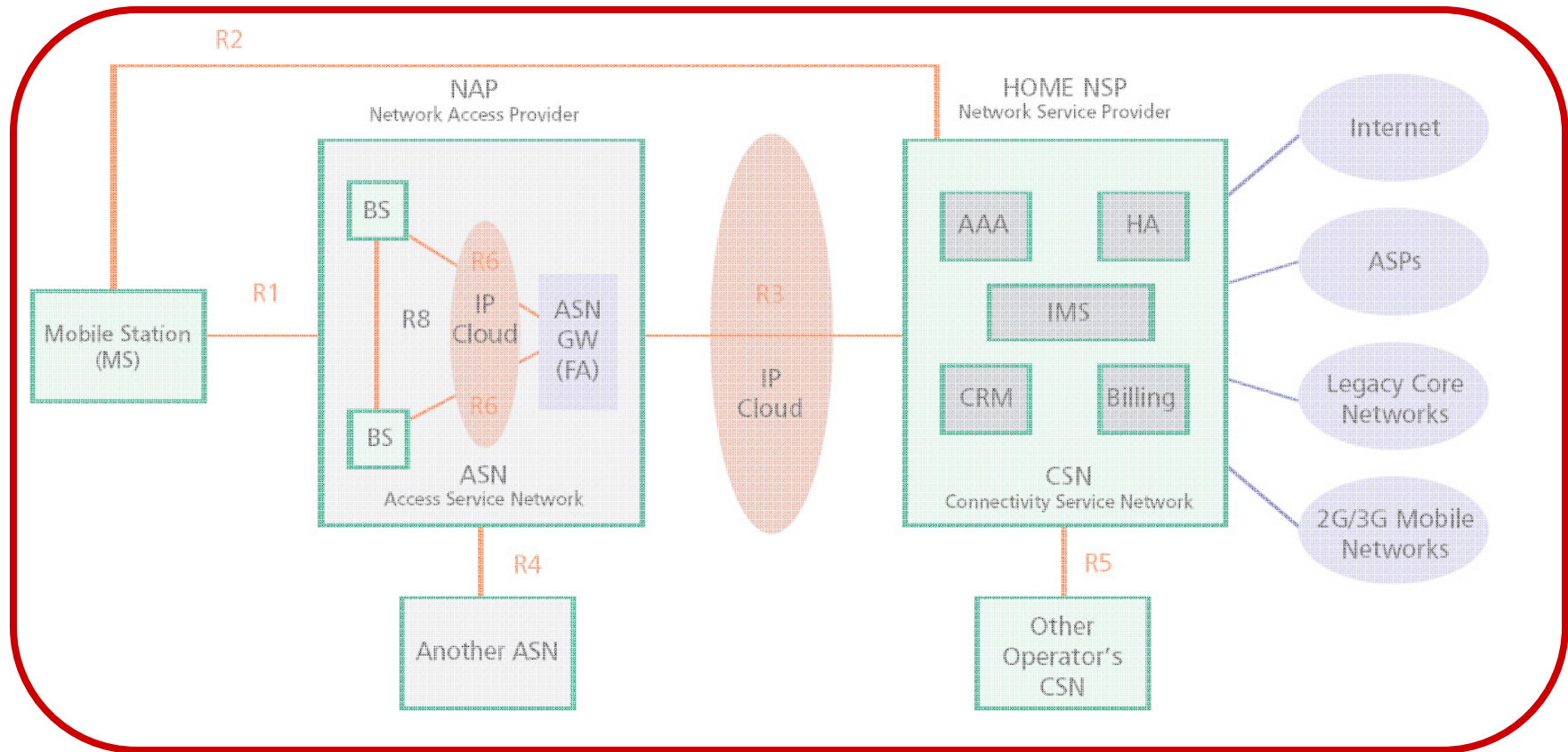
Network Discovery and Selection



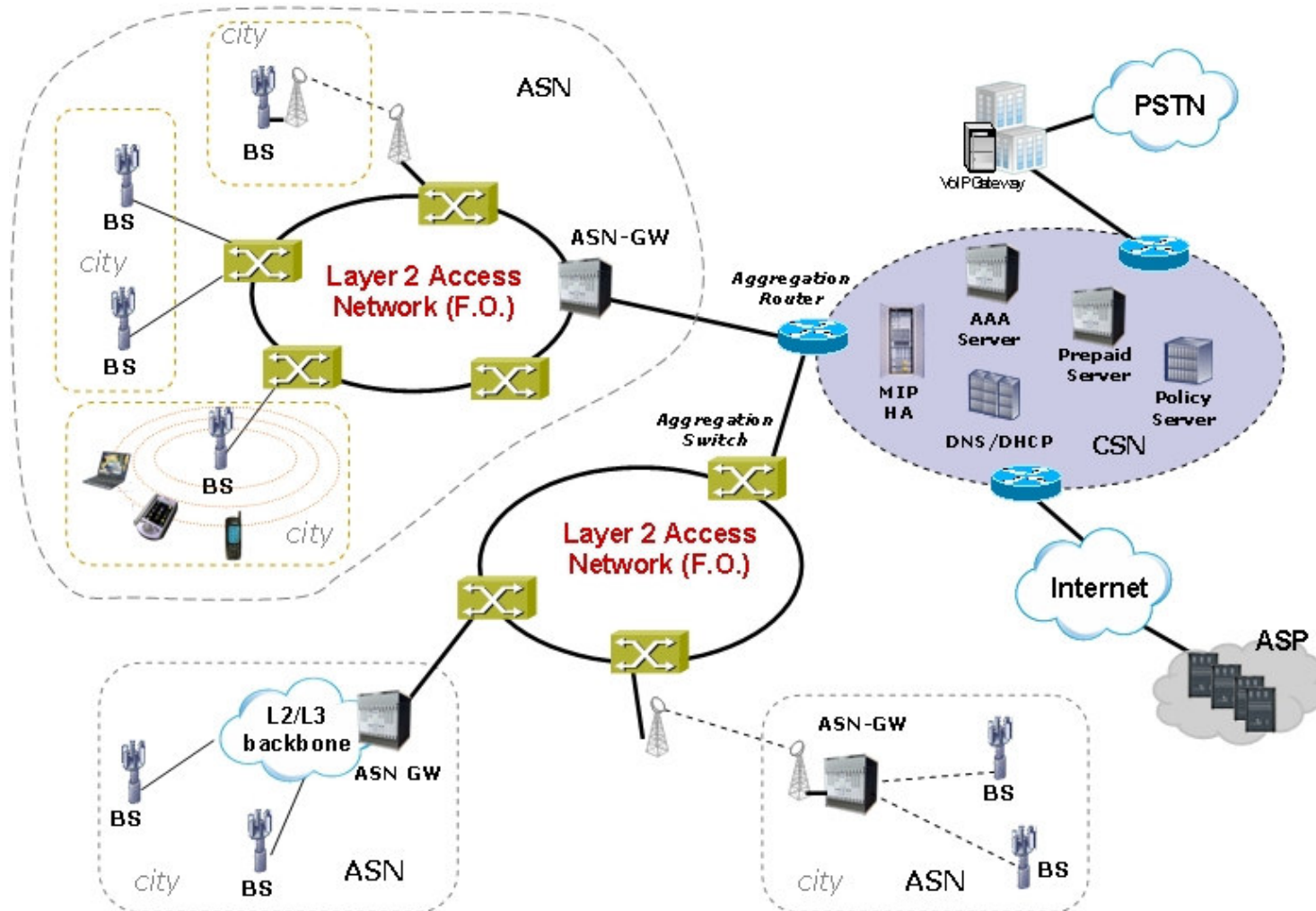
Supporto per la scelta manuale o automatica della rete, basandosi sulle preferenze dell'utente (preconfigurate o dinamiche)

- 1. NAP discovery:** la MS scopre i possibili NAP in zona di copertura; su tutti i canali rilevati ascolta i messaggi MAP, da cui ricava il campo "operator ID" (24 bit) nel campo "base station ID" e lo usa come NAP Identifier
- 2. NSP Discovery:** la MS scopre tutti i possibili NSP che offrono servizi su un dato NAP. Tale informazione può essere raccolta in modo passivo o attraverso degli opportuni messaggi a livello MAC (SBC-REQ)
- 3. NSP Enumeration and selection:** una volta ottenuta la lista dei possibili NSP, la MS deve sceglierne uno, in base a informazioni preconfigurate o qualche algoritmo dinamico
- 4. ASN attachment:** la MS inizia la procedura di associazione con l'NSP scelto, fornendo la sua identità e dominio NSP attraverso il NAI (Network Access Identifier). La ASN utilizza la porzione dei NAI per determinare il next-hop a cui trasmettere i pacchetti AAA.

Soluzioni

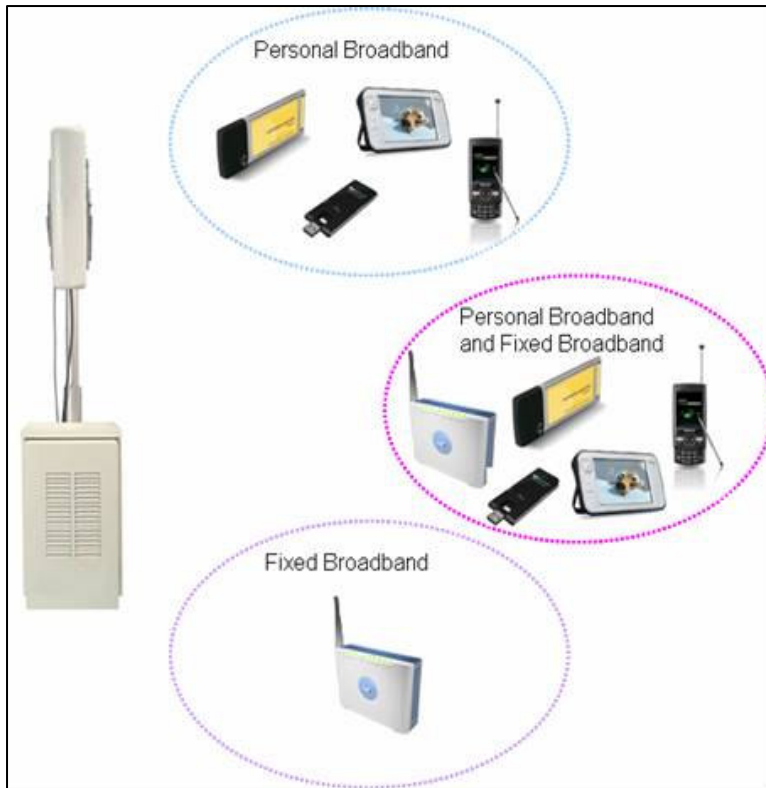


Solution



Performances

Scenario

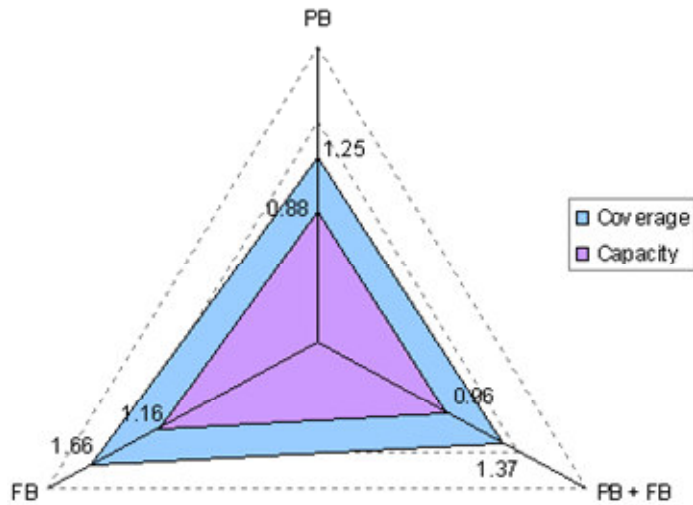


Base Station	
Maximum power to the connector	36 dBm
Antenna gain	17 dBi
TX diversity gain	3 dB
TX Losses	0 dB
EIRP	56 dBm
Indoor Subscriber Unit	
Maximum power to the connector	27 dBm
Integrated antenna gain	7 dBi
RX diversity gain	3 dB
RX Losses	0 dB
Personal Broadband Device	
Maximum power to the connector	24 dBm
Integrated antenna gain	1.5 dBi
RX diversity gain	3 dB
RX Losses	0 dB

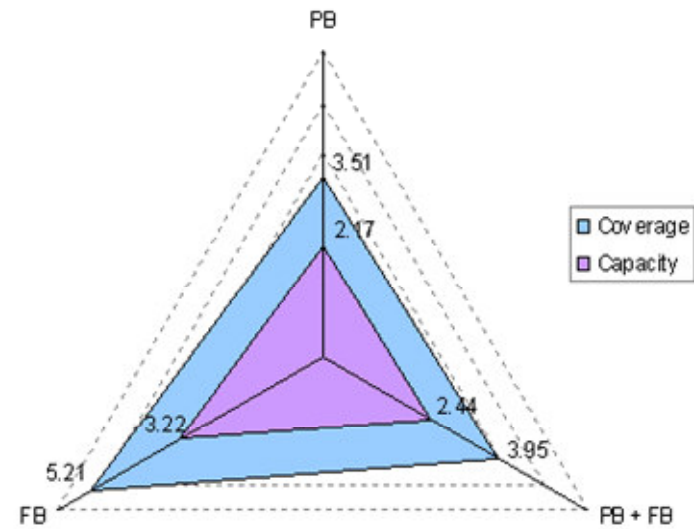
Certification Profile 5BL (3.5 GHz, 7 MHz, TDD)
CC code - PUSC Sub-Channel

Modulation	QPSK		16QAM		64QAM	
	1/2	3/4	1/2	3/4	2/3	3/4
Coding Rate						
Data Rate [Mbps]	6.336	9.504	12.672	19.008	25.344	28.512
Sensitivity [dBm]	-87.82	-84.82	-82.32	-78.82	-74.82	-72.82

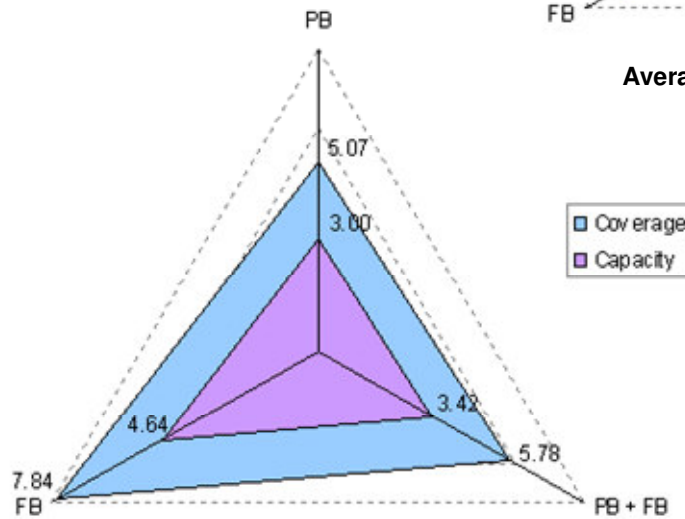
Resultes



Average radius [Km] in the Urban Scenario



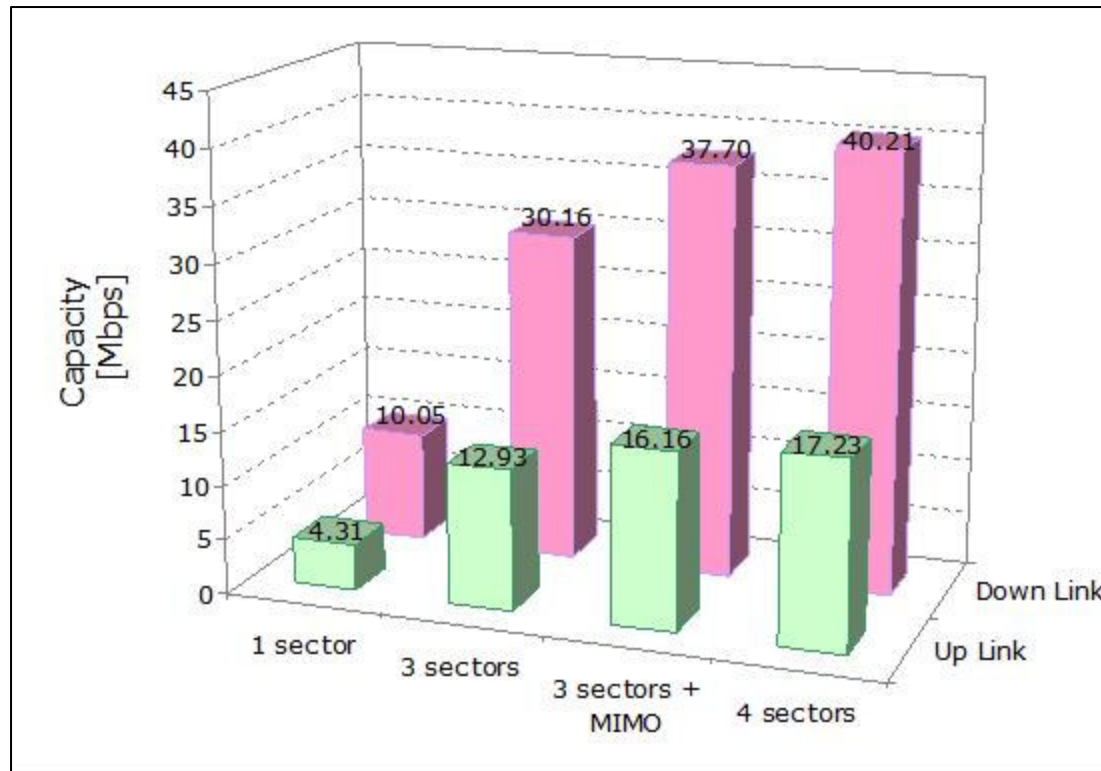
Average radius [Km] in the Suburban Scenario



Average radius [Km] in the Rural Scenario



Results



The average capacity has been evaluated under the hypothesis of a DL/UL ratio equal to 2:1 and a net throughput equal to 85% of the throughput on-air (due to overheads). The Base Station configuration with three sectors offers a total average capacity equal to 43.08 Mbps. If the MIMO features (combination between Matrix A and Matrix B) are taken into account, the average capacity is further improved by 25%.



Focal Points

Focal Points



- Fixed or Mobile WIMAX
- Business Models (Fixed, Portable, Mobile)
- Duplexing and Channel Profile
- Performances
- Network Reference Model (Profile, Security, Core, CSN)
- QoS end-to-end
- Roaming
- Backhaul Network
- UTs

Grazie per l'Attenzione

Andrea CALCAGNO

Chief Executive Officer

andrea.calcagno@witech.it