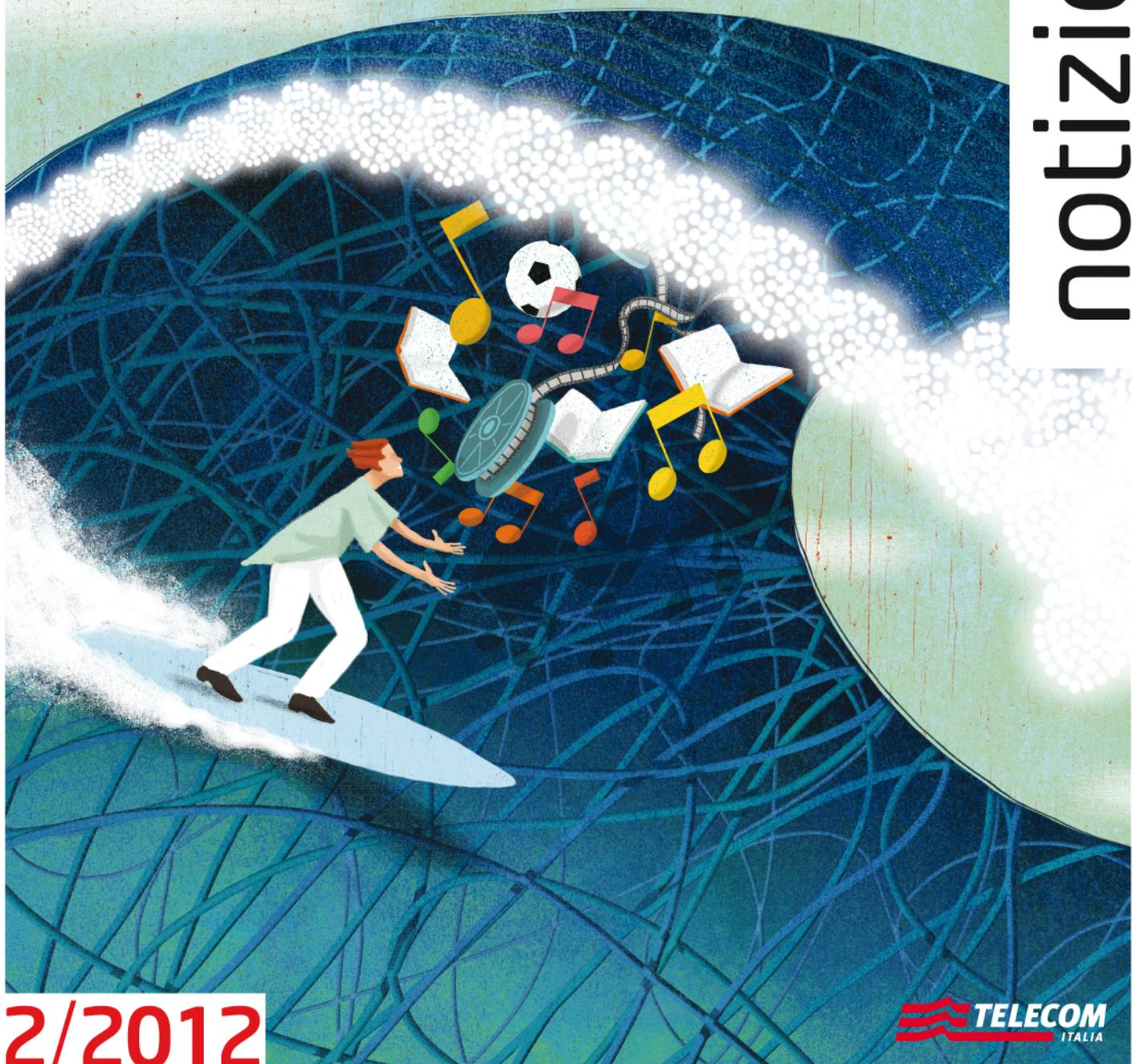


SPECIALE NGAN ITALIA E MONDO:  
SFIDE E OPPORTUNITÀ DELLE RETI FISSE  
DI NUOVA GENERAZIONE

LA PAROLA A TELEKOM MALAYSIA:  
HIGH SPEED BROADBAND

ATTIVITÀ E CERTIFICAZIONI LAP

ROBOTICA & TLC: NUOVE PROSPETTIVE



notiziario **tecnico**

2/2012

 **TELECOM**  
ITALIA



# EDITORIALE

L'evoluzione della rete fissa è il tema centrale di questo numero del Notiziario Tecnico. L'argomento è di estrema attualità per diversi motivi. In primo luogo per le *roadmap* tecnologiche nell'ambito delle tecnologie di accesso, nel backbone e delle piattaforme di controllo.

Nell'accesso stiamo vivendo in parallelo l'evoluzione delle tecnologie xDSL che, con il *vectoring*, il *phantoming* e il *g-fast*, renderanno disponibili connessioni superiori a 100 Mbps e delle tecnologie PON che con l'XG-PON, NGPON e WDM-PON supporteranno velocità superiori al Gbps.

Nel backbone è sempre più evidente il trend verso un *layer IP MPLS* sullo strato ottico e molti *vendor* iniziano a integrare in apparati singoli le funzionalità di modulazione ottica e di *IP routing*.

Nel *layer* di controllo continua, con fasi alterne, il percorso verso l'IMS, un unico livello di controllo IP multiservizio, multidispositivo e multiaccesso e crescono le piattaforme dedicate come le *Content Delivery Network*, i sistemi di gestione della *Quality of Service*, ma si inizia anche a prospettare la più radicale trasformazione delle *Software Defined Networks* con un hardware sempre più generico e semplificato e l'accentramento nel cloud di tutte le *features* di rete.

In diversi articoli, con i nostri colleghi di Telecom Italia Lab, abbiamo cercato di dare una vista il più possibile complessiva di queste trasformazioni.

L'altro elemento di attualità nella trasformazione delle reti fisse è costituito dalla regolamentazione. Le Autorità Europee stanno consolidando proprio in questo periodo l'assetto regolatorio delle NGAN con un approccio molto diverso sia rispetto ai modelli asiatici che a quello statunitense. L'articolo la "Regolamentazione dell'accesso NGAN" presenta un quadro completo della regolamentazione in Italia.

Negli articoli dei nostri colleghi italiani, argentini e brasiliani vengono poi raccontati i piani di sviluppo della rete fissa nelle nostre tre geografie, mettendo in evidenza la specificità dei tre diversi progetti industriali, ma anche il *fil rouge* comune di lettura della tecnologia del mercato.

Una riflessione infine sul dilemma centrale dei piani di trasformazione della rete fissa, che riguarda la sostenibilità economica, è riportata nell'articolo "NGAN nel Mondo: piani e sostenibilità economica" e nella testimonianza sull'esperienza di Telekom Malaysia. Emerge con chiarezza come, nei diversi paesi, si prospettino diversi mix di condizioni regolatorie, assetti di mercato, sistemi di offerta, scelte tecnologiche e architetture finanziarie per ridurre rischi e *pay back* degli ingenti investimenti richiesti.

Sul sito [www.telecomitalia.com/tit/it/innovation/notiziario-tecnico.html](http://www.telecomitalia.com/tit/it/innovation/notiziario-tecnico.html) gli autori dei diversi contributi sono a disposizione per approfondire ed espandere i temi trattati con i nostri lettori interni ed esterni.

**Buona Lettura!**

Oscar Cicchetti

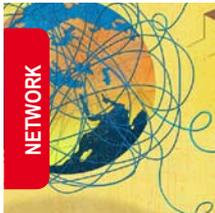




## IL FUTURO DELLA RETE FISSA HA UN CUORE ANTICO

Giancarlo Lepidi, Roberto Giuseppe Opilio

PAG. 4



## NGAN NEL MONDO: PIANI E SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Gianfranco Ciccarella, Clelia Lorenza Ghibaudo, Fabrizio Guarino

PAG. 10



## NGAN IN TELECOM ARGENTINA

Nestor Bergero, Fabian Marchettini, Paolo Perfetti

PAG. 24



## TIM FIBER: A FIBRA DO BRASIL

Luigi Cardone, Antonino Ruggiero, Rogerio Takayanagi

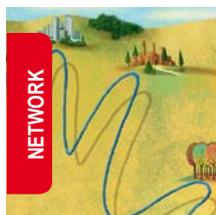
PAG. 32



## L'ESPERIENZA DI TELEKOM MALAYSIA SU HIGH SPEED BROADBAND

Shazurawati Abd Karim, Giorgio Migliarina

PAG. 44



## EVOLUZIONE TECNOLOGICA PER LA RETE NGAN

Paola Cinato, Flavio Marigliano, Maurizio Valvo

PAG. 54



## RETE DATI FISSA DI TELECOM ITALIA

Paolo Fasano, Domenico Marocco, Giovanni Picciano

PAG. 68



NETWORK

## EVOLUZIONE DEL CONTROL LAYER DELLA RETE FISSA DI TELECOM ITALIA

Andrea Nespoli, Marina Petrachi, Roberto Procopio

PAG. 86



NETWORK

## LA CONTENT DELIVERY NETWORK DI TELECOM ITALIA

Francesco Calonico

PAG. 100



CONFERENZE

## EVOLUZIONE DELLA RETE DI ACCESSO FISSA

Michela Billotti

PAG. 114



REGOLATORIO

## LA REGOLAMENTAZIONE DELL'ACCESSO NGAN

Giovanni Battista Amendola

PAG. 122



SERVIZI

## IL LABORATORIO ACCREDITATO PROVE DI TELECOM ITALIA

Carlo Mogavero, Marco Ottolenghi

PAG. 136



INNOVAZIONE

## LE PROSPETTIVE DELLA ROBOTICA

Roberto Antonini, Gianpiero Fici, Marco Gaspardone

PAG. 146

# IL FUTURO DELLA RETE FISSA HA UN CUORE ANTICO

Giancarlo Lepidi, Roberto Giuseppe Opilio



**L**a rete di Telecom Italia ha un cuore antico e il suo futuro, con la sua capacità di innovarsi e di rimanere un asset di riferimento nazionale, condiziona mai come in questo momento il futuro del Paese

### 1 Introduzione

È quanto mai opportuno sfatare il luogo comune della contrapposizione di una rete mobile giovane e innovativa contro una fissa tradizionale e legata al passato, anche se è vero che le reti dei grandi operatori hanno accumulato decenni di esperienze ed implementazioni tecnologiche e non riescono a liberarsi facilmente di quello che del passato non è più utile.

La nostra rete fissa, più di quella mobile, è sicuramente uno straordinario frutto di accumulo di tecnologie ed esperienze implementative sviluppate nel corso

degli anni, realizzazioni che a volte hanno fatto scuola nel mondo, come l'introduzione di un backbone completamente IP su cui trasportare anche il traffico voce tradizionale, ma è anche una rete che rivela una profonda capacità di innovarsi che promette di darle una nuova vita.

### 2 L'innovazione al cuore della rete fissa

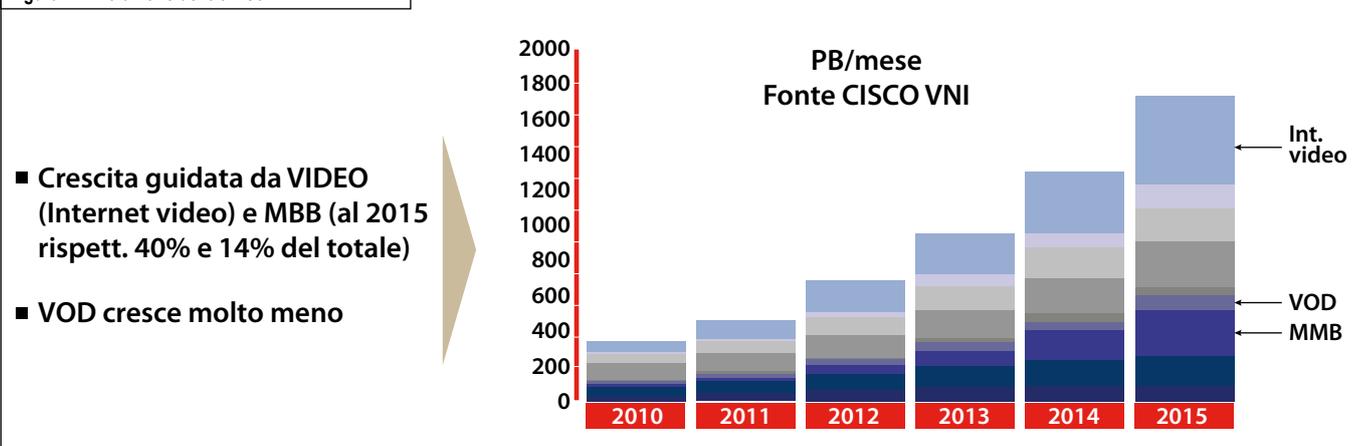
Il processo di innovazione della rete si basa su diversi fattori:

- **lo sforzo di innovazione dei vendor tecnologici.** Anche se gli investimenti in ricerca dell'in-

dustria hanno privilegiato negli anni lo sviluppo di tecnologie mobili, c'è stato uno sforzo di ricerca mai interrotto che oggi sta dando frutti importanti con nuove tecnologie come il VDSL2 - che consentono di rivitalizzare le tradizionali portanti fisiche in rame - o con tecnologie di switching ottico che consentono di arrivare a delle velocità e capacità di trasporto inimmaginabili, con riduzione del costo per bit di un ordine di grandezza;

- **la facilità di integrazione e di gestione** in rete delle nuove tecnologie. In particolare il *costo di integrazione* in rete è direttamente legato alla capacità di definire e implementare negli apparati gli standard di interoperabilità che nelle tecnologie del fisso hanno avuto nel tempo un'efficacia inferiore al mobile e hanno generato costi di integra-

Figura 1 - Evoluzione del traffico



zione e di instabilità tecnologica a volte importanti; la capacità di avere *reti gestibili* è un aspetto essenziale per l'Operatore, perché assicura efficacia gestionale ed efficienza operativa, ma soprattutto consente di avere sotto controllo in modo end-to-end la catena degli apparati coinvolti nell'erogazione dei servizi;

- Le **competenze** di chi lavora sulla rete per dare valore duraturo a questa complessa integrazione tecnologica, competenze che sono il principale punto di forza della nostra Azienda.

Questi fattori di innovazione si intersecano con alcuni aspetti fondamentali da valorizzare e su cui costruire il futuro.

### 3 Rete di accesso

In primo luogo il valore della **copertura in accesso**. La **rete d'accesso** è l'eredità più importante del passato, una rete realizzata per il servizio voce che arriva con i doppini in rame e la fibra in milioni di abitazioni ed uffici e a cui corrisponde un'organizzazione territoriale capillare con impianti e persone su tutto il territorio nazionale.

La forza della rete è nella sua capillarità fisica ed organizzativa. La rete è l'asset fisico che noi tutti conosciamo e contemporaneamente è il patrimonio di presenza locale, territoriale, che consente di portare il servizio nelle più remote località del Paese.

La trasformazione tecnologica, in corso da tempo, ha progressivamente portato nuovo valore alle stesse portanti fisiche in rame con nuovi servizi - i servizi a larga banda - e l'evoluzione promette ancora innovazioni molto interessanti.

In particolare l'uso diffuso della fibra in primaria e la distribuzione intelligente di nuove tecnologie - come il VDSL2 - negli armadi ripartilinea (Fiber to the Cab), consentono di preservare il rame nel segmento della rete secondaria, più diffuso, garantendo una trasformazione graduale della rete in accesso e la progressiva sostituzione del rame con la fibra nell'ultimo miglio fino al cliente; il tutto a condizione che la convenienza economica sia assicurata (Fiber to the Home, Fiber to the Office) con tecnologie dedicate (GBE) o di aggregazione (GPON).

È scontato che la flessibilità delle soluzioni ingegneristiche dovrà assicurare un'evoluzione della rete coerente con la risposta del mercato ai nuovi servizi.

L'obiettivo è per noi chiaro: preservare il valore della rete in accesso, mantenendo il vantaggio di prestazioni che la rete fissa continuerà ad assicurare rispetto a quella mobile anche con l'arrivo delle coperture LTE.

### 4 La rete fissa abilitatrice delle Smart Cities

L'evoluzione della rete in accesso favorirà lo sviluppo di nuove opportunità che solo una presenza fisica capillare sul territorio può consentire. Si pensi al grande sforzo in atto da parte del Governo per favorire lo sviluppo delle Smart Cities, un'idea nuova di ridisegno delle città che, attraverso l'uso della rete e di nuove soluzioni digitali, consente di migliorare la vita delle aree metropolitane su grandi temi come l'efficienza energetica, l'infomobilità o la sicurezza, tematiche su cui Telecom Italia è attiva da anni.

### 5 I nodi di rete alla base del connection-less world

La rete Internet è un formidabile sistema di connessione di tutti con tutti e genera valore sia per i clienti serviti sia per l'Operatore. Secondo una recente analisi di Marco Simoni della London School of Economics un aumento del 10% della diffusione della rete Internet comporta una crescita dello 0,44% di nuovi posti di lavoro e dell'1,47% se si considera solo l'occupazione giovanile.

L'Operatore garantisce a tutti un servizio che eroga realmente in modo contemporaneo ad un numero inferiore di clienti e, in questa aggregazione progressiva, la rete genera economie di scala tanto più rilevanti quanto maggiore è il numero di clienti servito.

Questa generazione di valore ha il suo punto centrale nei nodi di rete che sono progettati scegliendo le tecnologie più innovative e le migliori architetture.

La trasformazione in atto sta accelerando il passaggio definitivo da tecnologie e reti basate sul circuito, unità tecnologica elementare del passato, al pacchetto, elemento di base del presente e del futuro delle reti.

Le tecnologie di rete stanno anche passando dall'attuale uso dell'elettrone, come veicolo fisico di trasferimento dell'informazione, al fotone, dal rame alla fibra, soprattutto a livello di trasporto. Le tecnologie di riferimento come il WDM e, ad un livello superiore, il PTN sono alla base del ridisegno dell'architettura di rete e favoriranno il superamento delle correnti tecnologie a circuito SDH che molto hanno dato all'Operatore.

A livello superiore l'IP, l'Internet Protocol, è e rimarrà il riferimen-

to per la gestione del governo dei percorsi per consegnare i pacchetti da un mittente ad un destinatario. L'esplosione del numero di indirizzi da gestire ha tuttavia portato all'esigenza improrogabile di passare dall'attuale, consolidata forma di indirizzamento, IPV4, alla nuova, estesa IPV6, uno dei progetti più rilevanti oggi in corso.

Se si volesse semplificare: il progressivo affermarsi dell'uso delle tecnologie fotoniche a livello di trasporto e di quelle di routing IP a livello superiore consentirà quella semplificazione tecnologica e architetturale - il **de-layering** - in cui le funzioni di trasporto sono demandate alle tecnologie ottiche e la gestione degli indi-

rizzi e dei percorsi a livello di IP, facendo pulizia di protocolli e tecnologie intermedie.

Il beneficio complessivo sarà una forte semplificazione degli apparati e delle architetture di rete e conseguenti rilevanti riduzioni del costo del bit trasportato.

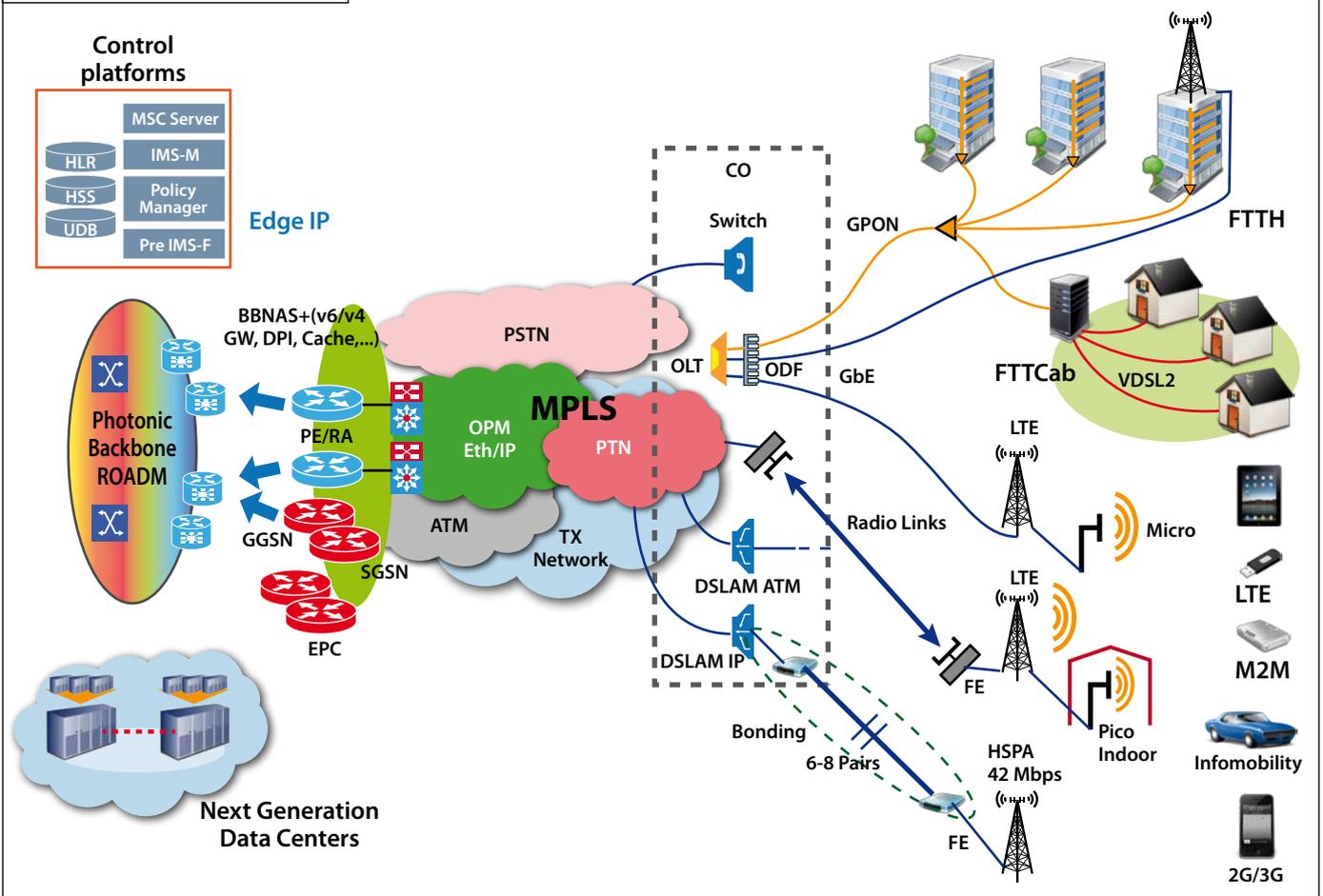
I cambi tecnologici richiedono una delicata revisione dell'architettura di rete che si riflette sulla tipologia, sul numero e sulla collocazione geografica dei nodi di rete. Anche questa revisione è uno dei temi centrali della realizzazione della rete del futuro.

Più in generale è evidente che il governo dell'evoluzione tecnologica è il tema più rilevante per preservare il valore della rete. L'O-

peratore nel lungo termine soffre più per le errate scelte sulle tecnologie o per la sottovalutazione del loro impatto sul business che per la competizione sul mercato perché le tecnologie possono generare nuovo valore, come con il mobile, o spostare il valore altrove (in particolare oggi verso gli OTT più che verso gli OLO).

Non stiamo a ricordare l'effetto del servizio voce sul mobile sul business voce del fisso o dei servizi a larga banda su quello voce a causa degli effetti di Skype. Il governo delle tecnologie ha quindi un valore sicuramente difensivo ma dovrebbe sempre più essere driver dell'innovazione di servizio, un modo di portare valore nuovo al cliente.

Figura 2 - ipotesi architettura di rete al 2014



## 6 Il nuovo valore dei sistemi di gestione

Questa grande trasformazione tecnologica porta in sé importanti semplificazioni architetturali ed efficienze operative ma rischia di ridurre il valore della rete a *dumb pipe* se non si ha una strategia per preservare il valore riconosciuto dal cliente come la qualità di servizio end-to-end, valore che le tecnologie a circuito garantiscono e che i clienti riconoscono.

A tale proposito i sistemi di gestione, di Network and Service Management, assumono un ruolo molto superiore al passato ricostruendo funzioni operative prima negli apparati, in particolare la capacità di monitorare i servizi e l'attuazione di azioni correttive per garantire il risultato finale, l'end-to-end.

Ai consolidati requisiti di piattaforma di gestione, in grado di garantire la piena multivendorship nella gestione degli apparati, si aggiungono capacità nuove di gestione e di implementazione dei servizi - VLAN, VPN, TE tunnels, pseudowire - con funzioni di fault, di configuration e di performance management in modelli operativi completamente end-to-end.

Oltre a rispondere alle esigenze di una gestione efficace delle reti, non scontata con le tecnologie IP, la nuova generazione dei sistemi di Network and Service Management apre all'operatore delle potenzialità di business finora poco esplorate che si basano sull'idea di garantire qualità di servizio.

## 7 Il Cloud nella rete

La stretta relazione tra le componenti di gestione e le funzioni di apparato consente di sviluppare sulla rete una serie di servizi di qualità e prestazioni differenziate che hanno caratteristiche molto innovative:

- le prestazioni e qualità del tubo di servizio (service element) possono essere negoziate direttamente tra la rete servente e l'applicazione o il cliente servito con delle chiare regole di Service Exposure, consentendo una misura diretta della qualità della prestazione,
- il service element può essere attivato dal cliente solo se e quando serve e per la durata necessaria, è dinamico e non statico,

- è possibile attivare diversi service element contemporaneamente in funzione della capacità massima della connettività per rispondere ad esigenze diverse.

La disponibilità di tubi di servizio sulla grande rete con prestazioni e qualità di servizio differenziate può essere uno dei potenziali motori di business del futuro, soprattutto se integrato con l'offerta nuova di servizi Cloud come le risorse virtuali infrastrutturali.

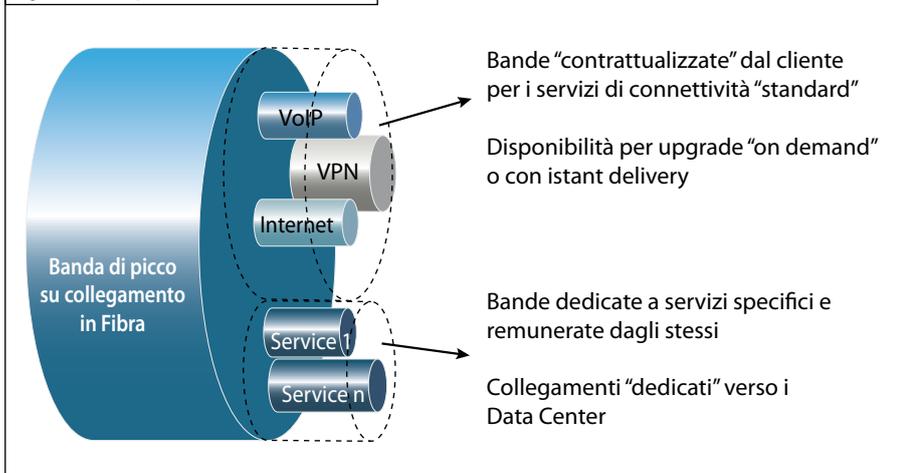
Un altro fattore evolutivo potenzialmente molto rilevante e abilitato dai nuovi sistemi di gestione potrà essere la progressiva disponibilità *in rete* di funzioni e tecnologie tipicamente informatiche come le risorse computazionali virtuali e di storage.

Già oggi una componente importante dell'intelligenza in rete è data dalle funzioni di Content Delivery Network che, opportunamente distribuite in precisi punti della rete, consentono una distribuzione dei contenuti efficiente e con un rilevante aumento della qualità.

L'evoluzione tecnologica porta a seguire la stessa direzione per le risorse virtuali infrastrutturali IT, suggerendo una loro distribuzione in punti della rete e di data center che garantiscano la migliore combinazione con le risorse di rete disponibili per arrivare ad un risultato finale ad alte prestazioni (Hybrid Cloud) e/o di grande efficienza.

Si pensi ad un cliente azienda che, avendo portato le sue applicazioni su un'infrastruttura virtuale nel suo data center, accetti di dimensionarsi per il 70% delle sue esigenze di picco e di prendere dall'operatore risorse per il picco temporaneo solo quando necessario usando prestazioni di rete molto alte che consentono di vedere in LAN le risorse aggiunte.

Figura 3 - Esempio di nuovi servizi sulla fibra



La combinazione flessibile ed on demand tra le risorse di rete e quelle IT consente di aprire un capitolo nuovo di potenziale grande sviluppo per l'offerta di mercato per i clienti Business e per quelli alto-consumanti del Consumer.

## Conclusioni

La rete fissa è al tempo stesso una grande eredità da preservare e una grande opportunità di sviluppo su cui lavorare.

L'evoluzione tecnologica sta andando verso una rete che rivitalizza l'accesso, garantisce altissime capacità e bassa latenza e, al tempo stesso, realizza importanti semplificazioni ed efficienze, ma contemporaneamente apre grandi opportunità di sviluppo a nuovi servizi basati sui principi della qualità di servizio garantita e dell'on-demand.

La nuova rete richiede però un'intelligenza di governo nuova e più efficace con sistemi di gestione che aggiungano al ruolo tradizionale di garantire il buon funzionamento degli apparati e della rete quello di abilitare nuove forme di servizio flessibili e di qualità ■



### Giancarlo Lepidi

ingegnere con MBA alla Graham School of Management di Chicago, proviene da esperienze manageriali tecniche e commerciali in IBM ed EDS nel mondo telco ed utilities.

In particolare ha sviluppato il progetto di telegestione dell'ENEL, antesignano dell'attuale progetto Smart grid.

È entrato in Azienda nel 2001. Board member di Loquendo di cui ha indirizzato lo sviluppo del business, ha seguito lo sviluppo di progetti di innovazione per le Business Unit del Gruppo.

Responsabile Marketing TOP Clients nel 2009 e dell'offerta Cloud alla base della Nuvola Italiana, ha avviato il progetto Smart Services con lo sviluppo del Cooperation Lab di Bologna.

È attualmente Responsabile dell'innovazione e della realizzazione dei sistemi di Network e Service Management in Telecom Italia Lab.



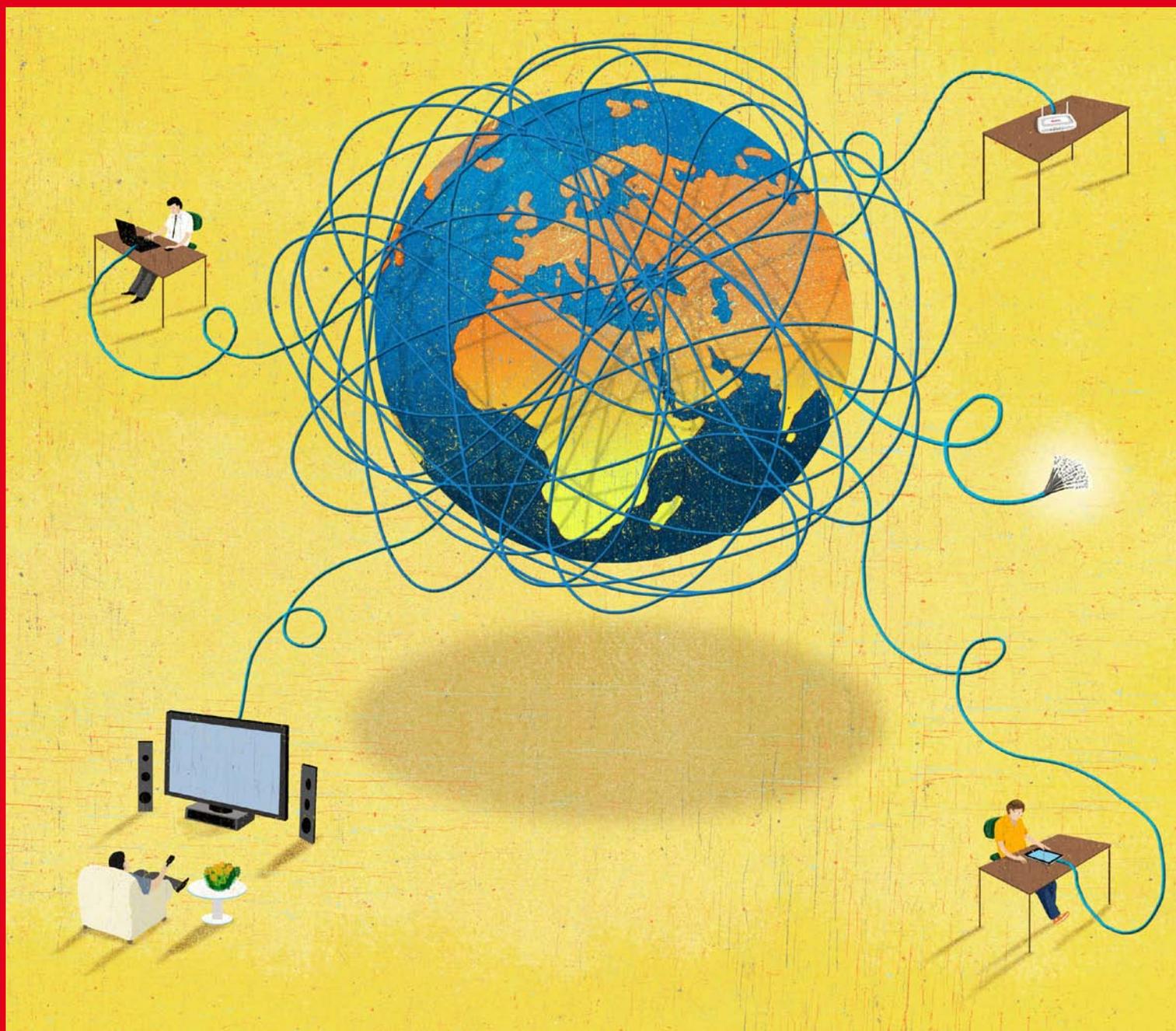
### Roberto Giuseppe Opilio

dal 2011 è Direttore Technology di Telecom Italia.

Dopo varie esperienze prima nel Gruppo Parfina, come Assistente al responsabile di stabilimento, poi in GEPI, con l'incarico di Responsabile del settore consulenza organizzativa/ EDP alle aziende del Gruppo e infine in Galgano, in qualità di Direttore Operativo della società, nel 1999 entra in TIM come Responsabile di Sviluppo Organizzativo. Nel 2001 assume la carica di Direttore di Risorse Umane, aggiudicandosi anche il premio "Human Resources Excellence Award" (AIDP-EAPM). Nel 2004 è nominato Direttore delle Customer Operations e successivamente diventa il responsabile della Qualità di Gruppo. A febbraio 2008 è nominato Direttore della Funzione Open Access. È stato membro di numerosi Consigli di Amministrazione, tra cui Stet Hellas (Grecia), Atesia, Assida, Telecontact.

# NGAN NEL MONDO: PIANI E SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

Gianfranco Ciccarella, Clelia Lorenza Ghibaudo, Fabrizio Guarino



**E**siste un vasto consenso a livello internazionale e nazionale sul ruolo chiave che il settore delle telecomunicazioni è chiamato a svolgere per lo sviluppo dell'intero sistema economico; gli impatti moltiplicativi sul PIL degli investimenti in banda larga ed ultralarga sono ampiamente riconosciuti e sono alla base di importanti azioni e progetti sovranazionali e nazionali.

Altrettanto riconosciuta è l'ingente entità degli investimenti necessari per la realizzazione della NGAN (*Next Generation Access Network*) e per il raggiungimento degli obiettivi sfidanti di digitalizzazione delle varie nazioni. A titolo di esempio, la Commissione Europea stima un investimento complessivo di circa 270 miliardi di Euro per il raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda Digitale Europea.

Per gli operatori di telecomunicazioni la NGAN costituisce la maggiore sfida dei prossimi anni. I principali elementi che incidono sui risultati economico-finanziari di un progetto NGAN sono:

- le scelte architetturali/tecnologiche e le loro evoluzioni, che definiscono il valore degli investimenti necessari;
- lo scenario regolatorio, il contesto competitivo e la disponibilità di nuovi servizi, che definiscono il prezzo di vendita e la velocità di penetrazione degli accessi in fibra;
- le partnership, che possono consentire di trovare soluzioni per la sostenibilità economica di progetti NGAN in aree nelle quali gli operatori non riescono a 'giustificare economicamente' gli investimenti;
- i contributi pubblici per le aree a fallimento di mercato (aree bianche), che consentono di realizzare la NGAN in aree per le quali l'investimento privato non sarebbe sostenibile.

L'articolo presenta una panoramica sui piani NGAN nel mondo ed in particolare in Europa, analizza la sostenibilità economica e le scelte strategiche del Gruppo Telecom Italia, in Italia, Brasile e Argentina.

## 1 I piani NGAN nel mondo e l'Agenda Digitale europea

In conseguenza della riconosciuta importanza del broadband e dell'ultra broadband per lo sviluppo economico e sociale, nel Mondo sono stati varati piani per la NGAN sia a livello nazionale che sovranazionale.

Alcuni di questi, rappresentati sinteticamente in Figura 1, sono

particolarmente significativi per comprendere i differenti approcci seguiti<sup>1</sup>.

Nel 2009 il Congresso degli **Stati Uniti** ha attivato la FCC (*Federal Communications Commission*) per sviluppare l'ambizioso progetto "Connecting America: The National Broadband Plan"<sup>2</sup>. Il Piano considera molteplici aspetti: infrastrutturali, competitivi, di sviluppo della domanda e degli

ambiti applicativi, promozione di R&D. Prevede di portare la banda Ultralarga (100 Mbps in download e 50 Mbps in upload) a 100 milioni di famiglie entro il 2020 e 1 Gbps alle comunità Locali per connettere scuole, ospedali ed edifici governativi. Non viene trascurato il wireless, con obiettivi di razionalizzazione delle risorse radio e di rendere disponibili, in 10 anni, un incremento di banda

<sup>1</sup> [http://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports\\_Impact-of-Broadband-on-the-Economy.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports_Impact-of-Broadband-on-the-Economy.pdf) per un'analisi ITU dell'impatto del Broadband sull'economia.

<sup>2</sup> <http://www.broadband.gov/>

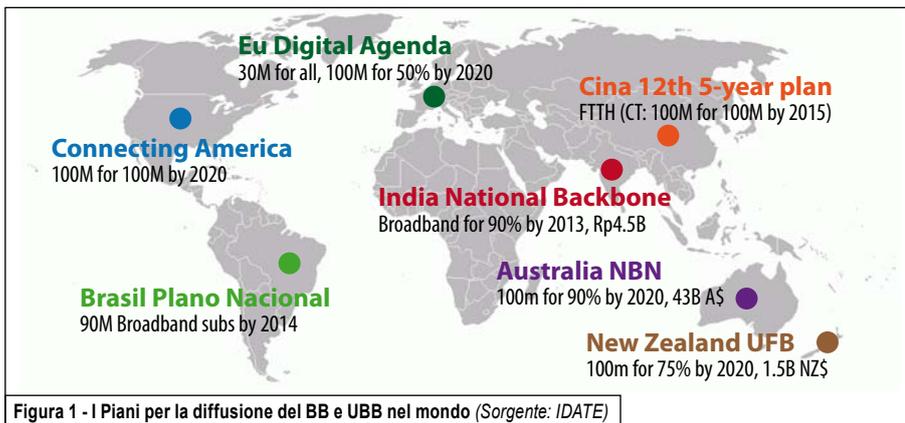


Figura 1 - I Piani per la diffusione del BB e UBB nel mondo (Sorgente: IDATE)

di 500MHz per il broadband wireless.

L'**Australia** ha definito il proprio ambizioso NBN (*National Broadband Network*) Plan, per sviluppare la banda larga ed ultralarga in tutto il Paese, utilizzando tecnologie su fibra ottica, "fixed wireless", e satelliti di nuova generazione<sup>3</sup>. L'obiettivo principale è portare al 93% delle UI (*unità immobiliari*) 1Gbps mediante fibra ottica e portare al restante 7% delle UI 12Mbps mediante "fixed wireless" e satellite. NBN Co è anche il nome della società, istituita dal Governo per progettare, costruire ed esercire la rete e vendere connettività a Service Provider in ottica esclusivamente wholesale. La realizzazione del progetto NGAN ha richiesto un accordo (siglato nel marzo 2012) con Telstra (operatore incumbent in Australia), che contempla, fra l'altro, un pagamento a Telstra per le infrastrutture civili utilizzate dalla Società NBN Co e per il 'valore' della rete d'accesso in rame. In Nuova Zelanda, la gestione dei finanziamenti stanziati dal governo per la nuova rete in fibra è stata demandata ad un ente pubblico CFH (*Crown Fibre Holdings*); la rete dovrà raggiungere entro il 2019 il 75% della popolazione, garantendo connettivi-

tà a 100 Mbps Downstream e 50 Mbps Upstream<sup>4</sup>. Il progetto è basato su investimenti governativi in partnership con il settore privato, ed è finalizzato a realizzare infrastrutture che vengono offerte, in modalità wholesale, ai "service providers". Per la realizzazione della rete, CFH ha stipulato contratti con 4 soggetti, uno dei quali (Chorus) è nato dallo scorporo delle infrastrutture di rete in rame di TNZ (*Telecom New Zealand*). Il processo di separazione societaria, iniziato nel 2008 con la separazione funzionale di TNZ, è stato completato a fine 2011, ed ha dato origine, oltre a Chorus, ad una Società che ha la proprietà della rete mobile, e che offre, in competizione con altri operatori, servizi ai clienti finali.

In **Cina**, i progetti per la banda larga ed ultralarga fanno parte del "Dodicesimo Piano Quinquennale" generale della Repubblica Cinese. Nel 2011 in Cina si contavano 156 milioni di utenti broadband, di cui l'83% con connettività almeno pari a 2Mbps. L'obiettivo del piano è di portare la velocità media in accesso a 20Mbps entro il 2015; per questo scopo le società del settore hanno investito nel periodo 2010-2012 oltre 150 billion yuan, corrispondenti a quasi 19 Miliardi di Euro<sup>5</sup>.

China Telecom, il maggiore broadband internet provider, prevede di estendere entro il 2015 la copertura a 20Mbps ad almeno l'80% nelle principali città, e di portare i 100Mbps ad oltre 100 milioni di unità immobiliari.

In **Brasile** la consapevolezza della scarsa diffusione della larga banda ha portato ad un crescente intervento statale. A maggio 2010, il Governo ha lanciato il PNBL (*Programma Nazionale Larga Banda*), che prevede un ruolo chiave di Tele-Bras (Società controllata dal governo) nel favorire azioni di sviluppo della larga banda anche mediante realizzazione di collegamenti in fibra ottica in zone a scarso interesse del mercato. Il PNBL<sup>6</sup> si propone di portare un accesso broadband a 40 milioni di immobili entro il 2014 e in oltre 4400 città nel 2017 (oggi sono quasi 700).

**South Korea** è oggi uno dei mercati in cui l'ultra broadband si è maggiormente sviluppato; una delle ragioni è certamente l'ambizioso piano nazionale KII (*Korea Information Infrastructure*) definito nel 1995, con l'obiettivo di connettere l'85% delle abitazioni con almeno 1 Mbps. Successivamente i piani per il broadband e l'ultra broadband sono stati ampliati: al momento il Piano UBCN (*Ultrabroadband Convergence Network*) riguarda i 50-100M per 14,5 milioni di persone e l'avvio della commercializzazione del Gbps entro il 2012<sup>7</sup>.

Per quanto riguarda lo scenario Europeo, la **Commissione Europea** ha definito un'ambiziosa Agenda Digitale Europea<sup>8</sup> che delinea sette principali aree di intervento, attraverso le quali gli Stati membri sono chiamati ad utilizzare il potenziale dell'ICT per sviluppare un'effettiva crescita economica e sociale.

<sup>3</sup> <http://www.nbn.gov.au/>

<sup>4</sup> <http://www.crownfibre.govt.nz/>

<sup>5</sup> [http://www.china.org.cn/china/2012-03/21/content\\_24950752.htm](http://www.china.org.cn/china/2012-03/21/content_24950752.htm)

<sup>6</sup> <http://broadbandtoolkit.org/Case/br/3>

<sup>7</sup> <http://www.convergencekorea.org/widekorea.jsp?step1=2&step2=8&step3=0>

<sup>8</sup> [http://ec.europa.eu/information\\_society/digital-agenda/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/index_en.htm)

Una delle sette aree riguarda lo sviluppo delle infrastrutture di rete, indicando i “target” di copertura a banda larga “di base” (per il 100% della popolazione entro il 2013) ed ultralarga (copertura a 30 Mbit/s per il 100% della popolazione, e sottoscrizioni a 100 Mbit/s per il 50% delle famiglie entro il 2020). L’Agenda individua altri numerosi *target*, ad es. per lo sviluppo della domanda, da raggiungere entro il 2015:

- 1) il 65% della popolazione dovrebbe utilizzare regolarmente internet, il 50% l’eGovernment e il 50% dovrebbe effettuare acquisti *online*;
- 2) il 33% delle piccole e medie imprese dovrebbe effettuare acquisti/vendite *online*.

Analizzando il percorso dei Paesi membri verso gli obiettivi della Agenda Digitale (si veda la Figura 2 che riporta i valori medi europei dei “gap digitali” nel 2011), si osserva che, mentre la copertura ADSL è vicina al target prefissato, lo sviluppo delle reti Ultrabroadband è molto lontano dai *target* 2015.

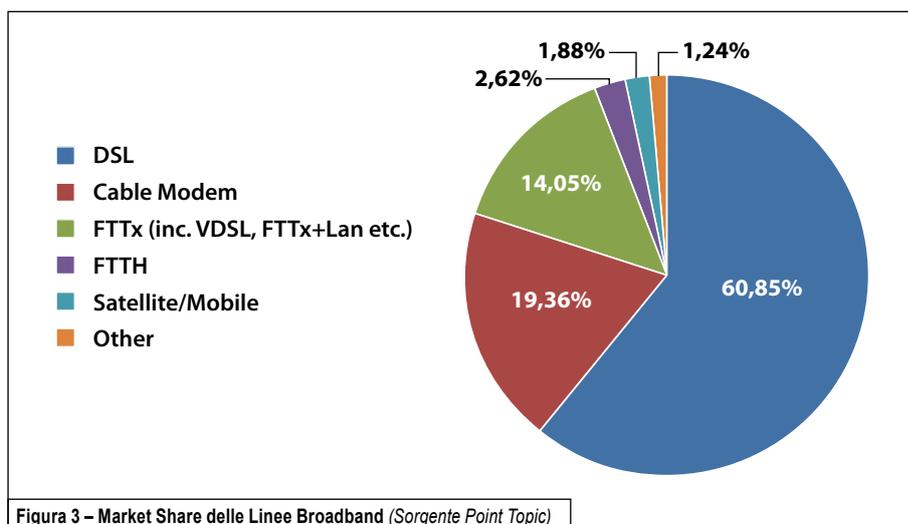


Figura 3 – Market Share delle Linee Broadband (Sorgente Point Topic)

## 2 Le scelte per le architetture

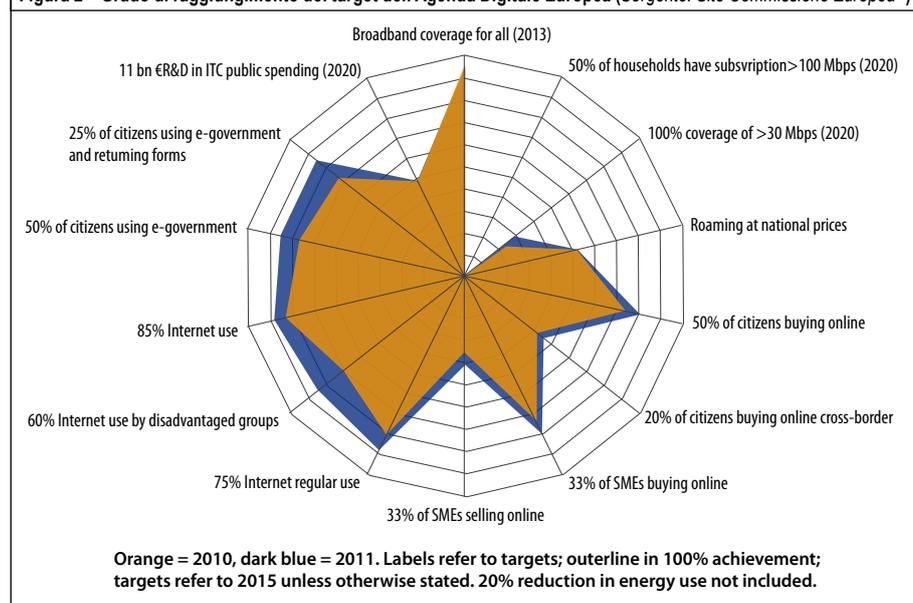
Dal punto di vista delle coperture effettivamente già raggiunte e della diffusione dei servizi Ultra Broadband, il quadro complessivo risulta molto sfaccettato e dinamico, ed è possibile riconoscere alcuni orientamenti prevalenti, relativamente alle scelte architettrurali e tecnologiche ed alle tempistiche per lo sviluppo dei piani.

Come indicato nella Figura 3, la parte predominante delle linee Broadband nel mondo è ancora rappresentata dagli accessi su rame di tipo xDSL e da una parte significativa di accessi su cavo (cable modem).

Le linee ultrabroadband FTTx, FTTH rappresentano invece una quota minoritaria, ma stanno gradualmente guadagnando market share rispetto alle tradizionali linee DSL e su cavo .

Le linee in fibra ottica vengono infatti installate progressivamente nel Nord America ed in Europa, ma è il mercato asiatico a distinguersi per l’alta concentrazione degli accessi in fibra, che rappresentano l’80% del mercato in Asia. In particolare in Corea del Sud, Hong Kong e Giappone le NGAN registrano importanti risultati, in termini di penetrazione e take up rate del servizio, grazie anche al supporto economico-finanziario offerto dai Governi, come risulta evidente dalla Figura 4. Dal punto di vista delle scelte architettrurali, in tali realtà si rileva una prevalenza delle architetture FTTH Punto-Multi-Punto basate su GEPON/GPON (es. Korea Telecom, Singtel) e

Figura 2 – Grado di raggiungimento dei target dell’Agenda Digitale Europea (Sorgente: Sito Commissione Europea <sup>9</sup>)



<sup>9</sup> [http://ec.europa.eu/information\\_society/digital-agenda/scoreboard/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/scoreboard/index_en.htm)

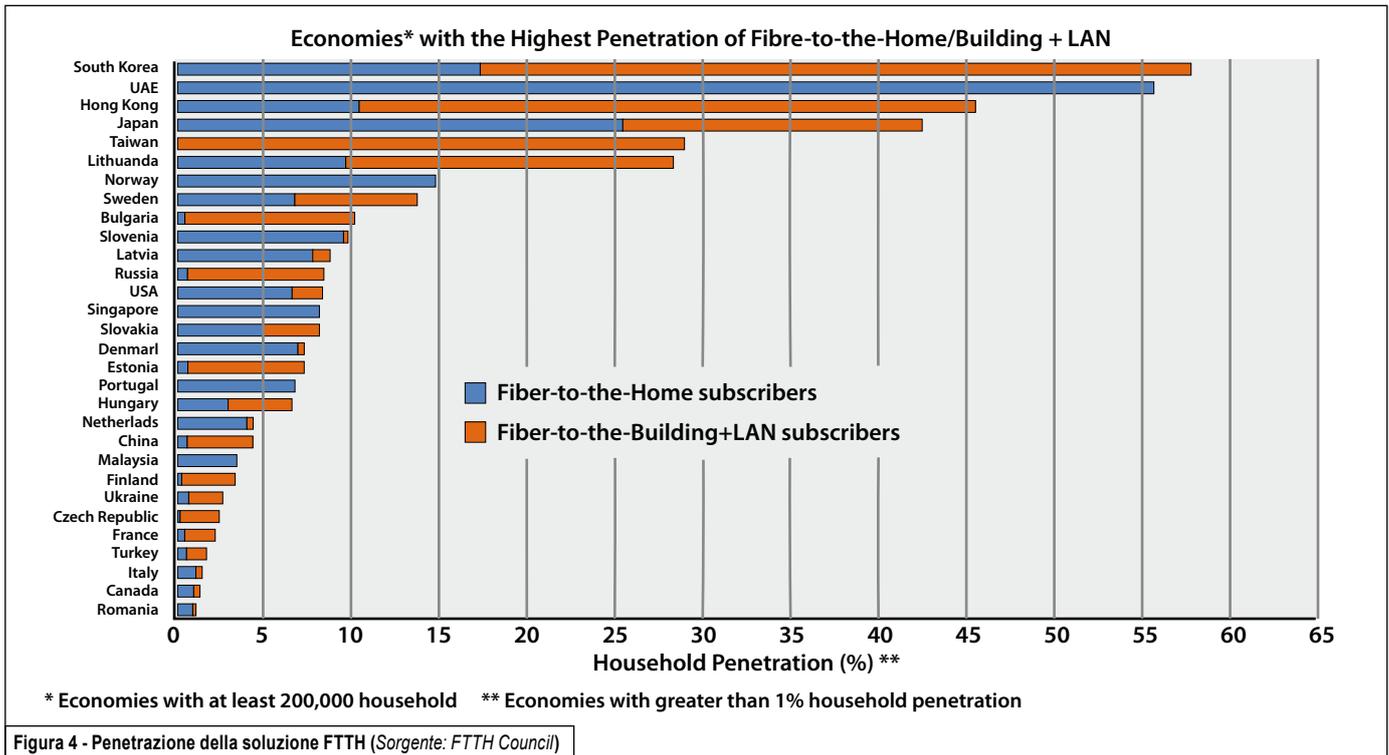


Figura 4 - Penetrazione della soluzione FTTH (Sorgente: FTTH Council)

quelle FTTB con Ethernet LAN (es. NTT, SK).

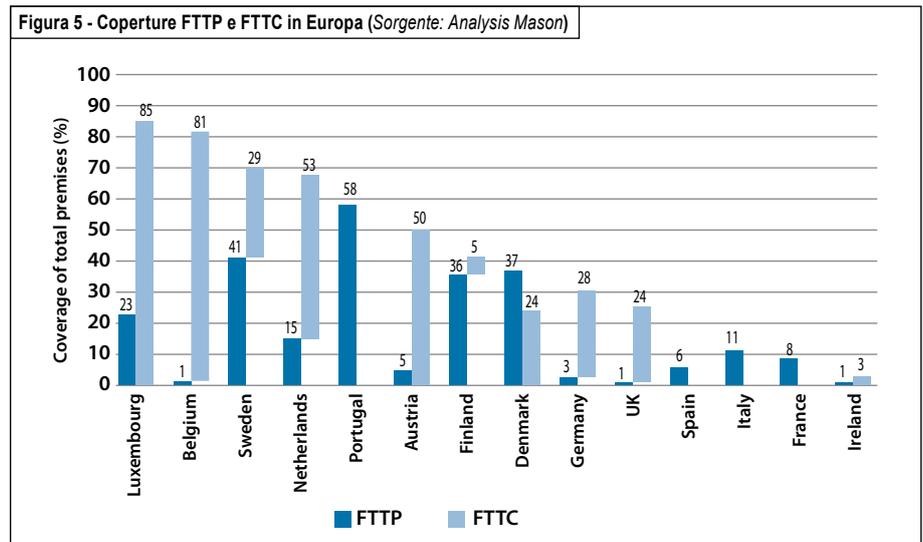
Nel Nord America, dove è presente un elevato livello di competizione tra Telco, Cable Operators, Municipalità e Power Utilities, le scelte architetturali degli operatori si orientano sia su soluzioni FTTCab-FTTN con VDSL2 in overlay (come quella di AT&T) sia su architetture FTTH GPON (Verizon).

Nello scenario Europeo invece, come descritto nella Figura 5, la principale architettura adottata dagli operatori per la copertura Ultrabroadband è quella FTTCab. L'architettura FTTCab è infatti prevalente in UK, Germania, Austria, Belgio, Olanda, paesi dove le reti di accesso in rame hanno armadi e distanze, tra le UI e gli armadi, che consentono di realizzare notevoli incrementi della velocità di accesso. Hanno adottato una soluzione FTTH/B il Portogallo, la Francia (sviluppi al momento limitati) e alcuni Pa-

esi nordici (Danimarca, Svezia) e dell'Est-Europa (Slovenia, Lituania, Romania); tale scelta è in alcuni casi legata a situazioni di contesto competitivo (ad esempio in Portogallo la forte competizione tra l'incumbent e gli operatori di cable television ha portato Portugal Telecom a realizzare una rete GPON), oppure a vincoli sul-

la rete d'accesso esistente che non consentono la realizzazione di una soluzione FTTC (ad esempio la rete in rame di Telefonica non dispone di armadi stradali ed in Francia la rete secondaria in rame è mediamente lunga oltre il doppio rispetto all'Italia).

La Figura 5 evidenzia anche come gli operatori Europei utilizzino



sempre più spesso un mix tra diverse architetture (FTTCab ed FTTH/P), che consentono di definire soluzioni "mirate" alle richieste del mercato e di ridurre i capex per la NGAN.

Queste scelte sono possibili soprattutto grazie alle nuove tecnologie su rame in grado di incrementare la velocità di accesso sulla rete esistente, che, laddove associate ad un'architettura di tipo FTTCab, consentono di ottenere oltre 30 Mbps downstream e di raggiungere, in molti casi, 100Mbps. L'architettura FTTCab è di forte interesse per gli operatori in quanto:

- richiede tempi di installazione minori (tra il 25% e 40%) e capex molto più contenuti (tra il 25% ed il 50%) rispetto alla posa della fibra fino alle singole unità abitative (come richiede la soluzione FTTH);
- consente (per lunghezze della tratta in rame fino a 600-700) di offrire più di 30 Mbit/s ai clienti collegati agli armadi, in linea con il primo obiettivo 2020 dell'Agenda Digitale, ed adeguata all'evoluzione dei bisogni dei Clienti;
- consentirà comunque, grazie a innovazioni tecniche, quali il vectoring, che rendono possibile un significativo aumento della velocità trasmissiva, di garantire connessioni fino a 100 Mbit/s e oltre ad una quota significativa dei clienti;
- rappresenta un utile strumento per verificare la domanda e l'interesse per i servizi a banda ultralarga;
- è comunque aperta alla possibilità di evolvere in modo molto semplice verso soluzioni FTTH, che, nel medio-lungo termine, potranno assicurare capacità praticamente illimitate.

Un mix tra architettura FTTCab ed FTTH consente quindi ad un Operatore di ottenere le prestazioni desiderate, di ridurre il più possibile gli investimenti necessari, e rappresenta dunque un elemento essenziale per ottenere risultati economico-finanziari accettabili da un progetto NGAN.

### 3 La regolamentazione in Europa e nel mondo

Oltre che dalle scelte tecnologiche, il ritorno degli investimenti di un progetto NGAN è condizionato dallo scenario regolatorio e in particolare dagli obblighi imposti agli Operatori che hanno SMP (*Significant Market Power*). Gli obblighi regolamentari hanno l'obiettivo di garantire la competizione e consentire ad altri Operatori l'accesso, a prezzi regolati, alle infrastrutture di rete degli Operatori SMP. Il compito delle Autorità di Regolamentazione è, quindi, particolarmente delicato, in quanto gli obblighi devono incentivare gli investimenti privati ed allo stesso tempo garantire l'effettiva concorrenza nel mercato: le Autorità intendono contrastare il costituirsi di "monopoli", ma un eccesso di obblighi tende a scoraggiare gli investimenti, in particolare nell'innovazione.

A livello Europeo la Commissione ha pubblicato nel 2010 la Raccomandazione sulle reti NGAN, che costituisce il riferimento per la definizione delle regole che le Autorità Nazionali Europee impongono agli operatori SMP.

Molti Stati membri hanno privilegiato un modello regolamentare competitivo. Ad esempio, Paesi come Francia, Spagna e Portogallo hanno optato per la promozione di un modello di "infrastructure-

based competition", basato unicamente sugli obblighi di accesso alle infrastrutture civili dell'operatore SMP, e sulla condivisione "simmetrica" dei cablaggi verticali realizzati dai diversi operatori (senza obbligo di bitstream).

Paesi quali Germania e Regno Unito, viceversa, hanno favorito un modello di "service-based competition" basato principalmente sull'obbligo di accesso bitstream/VULA, senza prevedere obblighi di accesso alla fibra spenta ed al cablaggio verticale.

In Italia c'è stata un'intensa attività di regolamentazione per la NGAN che ha portato alla definizione degli obblighi di accesso in capo a Telecom Italia all'inizio del 2012. Questi risultano piuttosto "pesanti", in quanto comprendono, di fatto, tutti i rimedi previsti dalla Raccomandazione europea per NGAN e, in alcuni casi, vanno addirittura oltre, come nel caso del servizio di connessione in fibra spenta cosiddetto "end to end" tra la centrale di Telecom Italia e la sede di utente, non previsto in nessun Paese europeo.

L'Autorità ha, infatti, adottato un modello regolamentare che prevede, a livello di servizi all'ingrosso "passivi" e "attivi", la massima apertura della NGAN di Telecom Italia come evidenziato in Figura 6. Radicalmente diverso rispetto allo scenario Europeo è invece l'approccio regolamentare nel resto del Mondo, dove la regolamentazione dell'NGAN è spesso assente o molto leggera, non prevedendo in generale obblighi specifici su NGAN per gli Operatori incumbent. Negli USA, per esempio, non sono previsti obblighi di unbundling della fibra allo scopo di incentivare gli Operatori ad investire per l'aggiornamento delle proprie reti locali. Non è previsto

Country	Network Topology	Geographical segmented remedies	Ducts	Dark fibre	In-building fibre	"End-to-end" Dark fibre	Fibre Unbundling	Copper SLU	Bitstream on FTTH
France	FTTH PON	National	Yes	No	Yes <sup>(1)</sup> (symmetric)	No	No	Yes	No
Germany	FTTH PON FTTC	National	Yes <sup>(2)</sup>	Yes <sup>(3)</sup>	No	No	Yes <sup>(4)(5)</sup>	Yes	Yes
Netherlands	FTTH P2P FTTC	National	No	Yes	No	No	Yes <sup>(4)</sup>	Yes	No <sup>(6)</sup>
Portugal	FTTH PON	National	Yes	No	Yes (symmetric)	No	No	Yes	No
Spain	FTTH PON FTTC	National	Yes <sup>(7)</sup>	Yes <sup>(3)</sup>	Yes (symmetric)	No	No	Yes	Yes <sup>(8)</sup>
UK	FTTH PON	Comparative areas	Yes	No	No	No	No (VULA)	Yes	No
	FTTC	Non Comparative areas	Yes	No	No	No	No (VULA)	Yes	Yes (no cost orientation)
Italy	FTTH PON	Comparative areas	Yes	Yes	Yes (symmetric)	Yes	No (VULA)	Yes	Yes (no cost orientation)
	FTTC	Non Comparative areas	Yes	Yes	Yes (symmetric)	Yes	No (VULA)	Yes	Yes (no cost orientation)

(1) It can include a segment outside the building up to FT's feeder network (only in sparsely populated areas)  
(2) Only between MDF and Street Cabinet  
(3) Only if ducts are not available  
(4) Only for residential customers  
(5) Details on the form of LLU (also WDM) to be decided in separate proceedings  
(6) Annulled by the Dutch Trade and Industry Tribunal. Obligation only for FTTC  
(7) Only in urban areas  
(8) Only for bandwidth under 30 Mbit/s

Figura 6 - Principali obblighi su NGAN in Europa (Sorgente: analisi Telecom Italia)

l'obbligo di unbundling nemmeno in caso di sostituzione completa della rete in rame: in questo caso è previsto il solo obbligo di fornire una connessione di 64Kbit/s.

Per quanto riguarda lo scenario sudamericano rappresentato in Figura 7, non è al momento prevista una regolamentazione per l'NGAN, né alcun obbligo sulla fibra. In particolare in Brasile in capo all'incumbent è presente l'obbligo di condividere le infrastrutture civili (cavidotti, pali e torri), ma non è previsto l'unbundling nemmeno per il rame né alcun obbligo

sulla fibra. Situazione analoga in Argentina dove l'accesso ai cavidotti può essere imposto dal regolatore, ma è al momento lasciato agli accordi commerciali tra operatori infrastrutturati.

#### 4 La sostenibilità economica dell'NGAN

Le decisioni d'investimento relative allo sviluppo delle reti di nuova generazione devono, necessariamente, essere orientate alle aspet-

tative della domanda ed al ritorno degli investimenti.

In particolare i principali elementi che incidono sulla sostenibilità economica di un progetto NGAN (valutata ad esempio con parametri quali Pay Back Time, Internal Rate of Return e Net Present Value) sono:

- gli investimenti, in termini di CAPEX totali e CAPEX unitari (per Unità Immobiliare);
- i ricavi unitari dal mercato retail/business e dal mercato wholesale dell'accesso in fibra ottica;

Figura 7 - Principali obblighi su NGAN in LATAM (Sorgente: analisi Telecom Italia)

Country	Network Topology	Geographical segmented remedies	Ducts	Dark fibre	In-building fibre	"End-to-end" Dark fibre	Fibre Unbundling	Copper SLU	Bitstream on FTTH
AR	FTTH GPON	National	Yes <sup>(2)</sup>	No	No	No	No	No	No
BR	FTTH GPON, FTTH P2P	National	Yes <sup>(1)</sup>	No	No	No	No	No	No
CH	FTTH (*)	National	Yes <sup>(1)</sup>	No	No	No	No	No	No
CO	FTTH (*) FTTC	National	Yes <sup>(1)</sup>	No	No	No	No	No	No
MX	FTTH/B (*)	National	No	No	No	No	No	No	No

(1) Obligation for copper network  
(2) Under commercial agreement  
(\*) Details not available

- la risposta del mercato in termini di velocità di penetrazione degli accessi in fibra (take up rate del servizio UBB).

I CAPEX unitari necessari per lo sviluppo della rete, e in particolare di una rete FTTH, sono molto variabili in funzione della tipologia di area in cui si va ad operare e in particolare della densità delle urbana. Come qualitativamente rappresentato nella Figura 8 relativa ai Comuni italiani, poche città sono caratterizzate da un numero molto elevato di Unità Immobiliari; in queste aree, identificate dalla Commissione Europea come “aree nere”, i CAPEX unitari (per singola unità immobiliare) sono più limitati rispetto ad aree con minore densità abitativa, e possono consentire il ritorno degli investimenti in un tempo “accettabile”, con ricavi per utente e velocità di penetrazione degli accessi in fibra inferiori rispetto ad aree che richiedono investimenti unitari più alti.

La maggioranza dei Comuni sono invece caratterizzati da un numero di UI molto più ridotto e di conseguenza necessitano di un investimento unitario molto più elevato (“aree grigie” e “bianche”). In tali aree il pay back time è in genere più lungo e spesso non è compatibile con gli obiettivi di un operatore di telecomunicazioni. La copertura NGAN in queste aree potrà pertanto essere ottenuta solo utilizzando tecnologie ed architetture che consentono di ridurre i capex unitari, mediante partnership, oppure grazie a finanziamento pubblici (ad esempio nelle aree bianche).

I ricavi unitari (retail/business e wholesale) e la velocità di penetrazione degli accessi in fibra sono invece fortemente dipendenti dal contesto competitivo e rego-

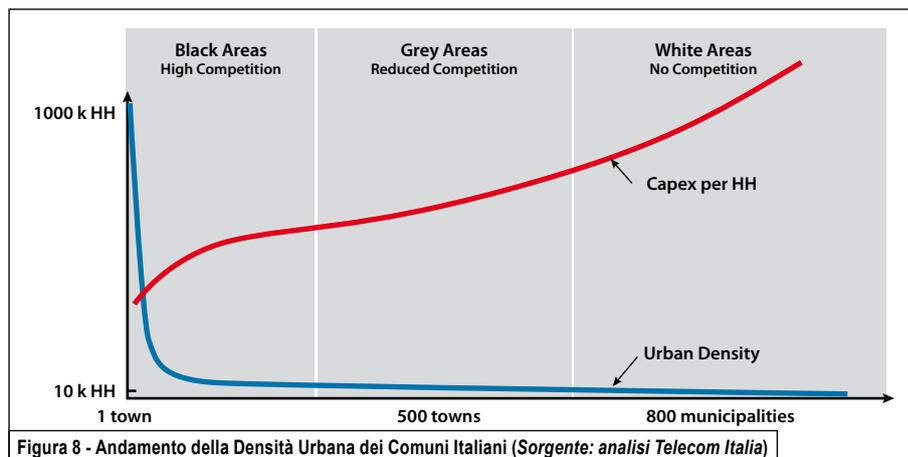


Figura 8 - Andamento della Densità Urbana dei Comuni Italiani (Sorgente: analisi Telecom Italia)

lamentare in cui gli Operatori si trovano ad operare.

Le Figure 9 e 10 riportano i risultati di un modello di simulazione, realizzato da Telecom Italia, che valuta la sostenibilità economica di progetti NGAN. In particolare riportano il valore del PBT al variare dei CAPEX unitari, del prezzo unitario di un accesso wholesale per una connessione in fibra ottica e della velocità di penetrazione degli accessi in fibra. La simulazione è relativa a 30 anni ed il modello di business considerato prevede il pagamento di un canone mensile per la singola linea di accesso (FTTH oppure FTTC) nell'ipotesi di:

- tempi di realizzazione della rete di 1 anno e migrazione da rame a fibra del 100% della clientela in 4 anni (caso molto aggressivo, riportato come caso 'teorico' che fornisce i migliori valori per i parametri economico finanziari, Figura 9);
- tempi di realizzazione della rete di 4 anni e di migrazione del 100% dei clienti in 15 anni (caso più realistico, anche se l'ipotesi di migrare il 100% dei clienti in 15 anni è ancora molto sfidante, Figura 10).

Prendendo ad esempio un valore di CAPEX unitario pari a 800 €/

mese/UI, la figura 9 evidenzia come un prezzo per l'accesso wholesale di 14 €/mese/UI consenta di ottenere un PBT di circa 15 anni nel caso di migrazione completa dei clienti in 4 anni, mentre la figura 10 mostra come il PBT si raggiunga superiore a 30 anni nel caso di migrazione dei clienti in 15 anni.

Lo sviluppo di una rete NGAN non è pertanto economicamente sostenibile con prezzi dell'accesso wholesale per linea equivalenti a quelli dell'attuale linea in rame ed è chiaro che, per incrementare la penetrazione della fibra, si dovranno anche prevedere azioni di sviluppo di nuovi servizi, che richiedono banda ultra larga, oltre che di stimolo della domanda.

## 5 Il ruolo delle Partnership e dei finanziamenti pubblici

Risulta evidente che, per motivi di sostenibilità economica i piani di investimento degli Operatori privati si concentreranno sulle aree ad alta densità abitativa (le cosiddette “aree nere”), mentre per uno sviluppo esteso della NGAN e per raggiungere gli obiettivi delle Agende digitali saranno necessari sforzi coordinati

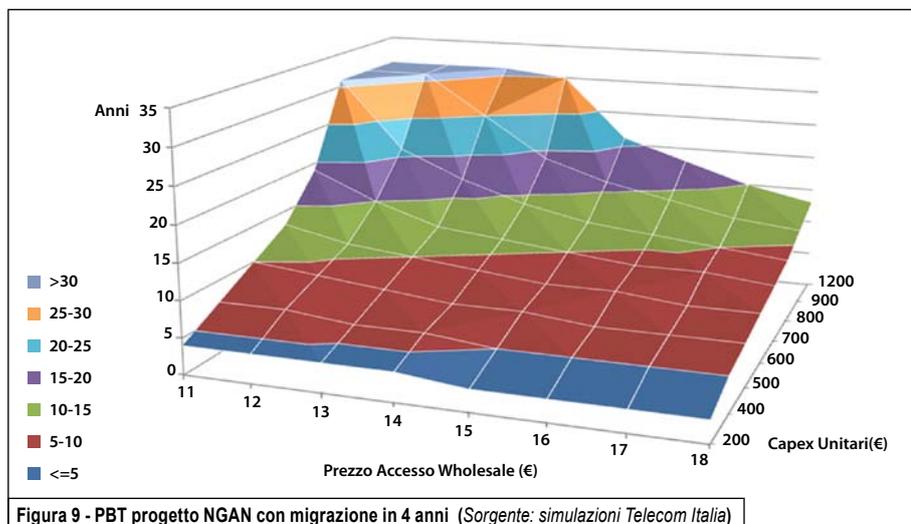


Figura 9 - PBT progetto NGAN con migrazione in 4 anni (Sorgente: simulazioni Telecom Italia)

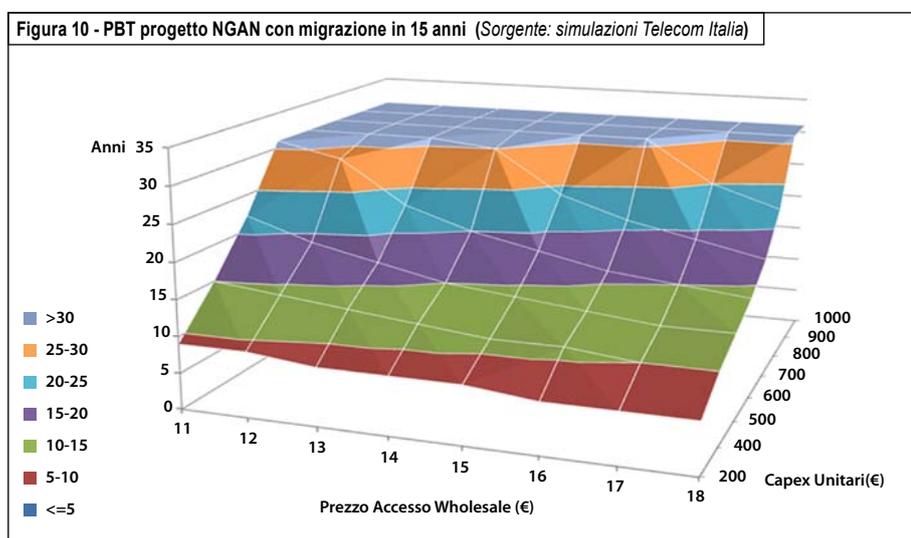


Figura 10 - PBT progetto NGAN con migrazione in 15 anni (Sorgente: simulazioni Telecom Italia)

a livello di iniziativa privata e di intervento pubblico.

Per molte aree geografiche, soprattutto in presenza di obblighi di offerte regolamentate orientate al costo, i parametri economico finanziari del progetto (ad esempio i tempi di ritorno degli investimenti delle Figure 9 e 10) sono superiori a quelli considerati 'accettabili' da un'azienda di telecomunicazione. Questi parametri economici possono invece essere in linea con quelli di Fondi Infrastrutturali, che potrebbero pertanto dimostrare interesse nelle iniziative di sviluppo della rete

NGAN. Accordi di collaborazione tra Operatori di telecomunicazioni e fondi potrebbero quindi consentire di trovare condizioni favorevoli per lo sviluppo della fibra ottica in molte aree del Paese. In funzione delle specifiche aree e di ruoli/obiettivi degli investitori pubblici e privati, diversi modelli di collaborazione per la realizzazione della rete NGAN possono quindi essere sviluppati. Nel seguito si presentano alcuni casi di collaborazione basati su tre principali modelli: il co-investimento tra soggetti privati, la partnership pubblico-privato ed il finanzia-

mento pubblico (con assegnazione dei fondi tramite gara).

Il co-investimento tra soggetti privati per la realizzazione delle infrastrutture passive è in generale considerato la soluzione di riferimento per le zone con media densità abitativa ("zone grigie"), come dimostrano anche le scelte effettuate da alcuni importanti Operatori a livello europeo.

In Francia Iliad e SFR, ad esempio, hanno entrambi definito nel corso del 2011 piani di co-investimento con l'operatore incumbent France Télécom per la copertura delle "zone grigie".

Può ricadere in questa categoria anche l'accordo in Olanda tra KPN (l'operatore incumbent) e Reggefiber la società costituita nel 2005 per realizzare la rete d'accesso in fibra e che ad oggi ha costruito un'infrastruttura FTTH/B raggiungendo quasi 1 Milione di unità immobiliari. L'accordo è stato raggiunto nel 2008, quando KPN diventa azionista di minoranza (41%) di Reggefiber; KPN acquisirà gradualmente la maggioranza di Reggefiber nel corso del 2012.

Nelle "zone grigie", oltre agli accordi tra privati, rivestono un ruolo importante anche le iniziative di partnership pubblico-privato di cui si riportano nel seguito alcuni esempi a livello Europeo.

Un ben noto modello di partnership pubblico-privato è quello adottato per il progetto Amsterdam CityNet. La rete passiva in fibra è stata realizzata dalla società GNA (*Glasvezelnet Amsterdam*), che aveva come azionisti il Comune di Amsterdam, una società di edilizia popolare e due investitori privati tra cui Reggefiber. Anche in questo caso il modello si è poi evoluto discostandosi dall'assetto iniziale di partnership pubblico-

privato, con una significativa riduzione della componente pubblica e il trasferimento di parte della proprietà alle società private KPN e Reggefiber.

In UK è stato sviluppato dal governo britannico, congiuntamente con la Commissione Europea, il progetto Digital Region per lo sviluppo della rete in fibra ottica nelle aree rurali del South Yorkshire. Progetti paralleli riguardano aree rurali; coordinando interventi pubblici e privati, si prevede di sviluppare la rete NGAN in Irlanda del Nord, in Cornovaglia e nel Galles. Nell'Irlanda del Nord il progetto è già stato completato e l'infrastruttura di BT Openreach connette più dell'85% delle abitazioni della regione.

Anche in Spagna sono stati avviati numerosi piani di sviluppo regionale basati su partnership pubblico/privato. In particolare nelle Asturie, Catalogna, Estermadura e Galizia operatori, e governi locali hanno sviluppato progetti per la realizzazione di reti NGAN.

In questo quadro, si inseriscono anche le iniziative di partnership che Telecom Italia sta portando avanti con Pubbliche Amministrazioni locali, quali l'accordo stipulato con la provincia autonoma di Trento e il Comune di Udine.

A Trento, è infatti diventata recentemente operativa (maggio 2012) la Società Trentino NGN, che realizzerà la rete d'accesso passiva in fibra ottica nella Provincia di Trento (architettura FTTH multi GPON). Gli Azionisti sono la Provincia Autonoma di Trento (52,2%), Telecom Italia (41,1%), di MC Link (1,6%) e La Finanziaria Trentina (5,2%). Il progetto ha l'obiettivo di connettere con la fibra ottica oltre 150 mila unità immobiliari, pari a circa il 60% delle UI dell'intera provincia con un

investimento stimato in circa 165 milioni di euro nei prossimi 10 anni. È previsto che, al raggiungimento di determinati livelli di penetrazione dei servizi, ovvero tra tre anni, Telecom Italia conferisca la rete in rame, acquisendo così la maggioranza del capitale nella società. Telecom Italia ha inoltre il diritto di acquisire la quota di partecipazione detenuta dalla Provincia nella società, facoltà esercitabile dopo sei anni.

A fine maggio 2012 è stato firmato un accordo (MoU) tra Telecom Italia e il Comune di Udine per favorire la realizzazione della nuova rete in fibra e rendere disponibili entro sei mesi i servizi ultrabroadband a cittadini e imprese grazie all'architettura FTTCab, alla tecnologia VDSL2 e all'utilizzo delle infrastrutture presenti sul territorio, in particolare di quelle fognarie, per la posa dei cavi in fibra ottica.

Le iniziative di partnership e di co-investimento, finora presentate, risultano efficaci per realizzare la rete NGAN nelle aree mediamente abitate. Tuttavia, non saranno probabilmente sufficienti per risolvere il problema della sostenibilità economica in aree del territorio disabitate e poco densamente popolate ("zone bianche", oppure aree a "fallimento di mercato").

Nelle aree dove gli Operatori o altre Società private non sono interessati a realizzare le infrastrutture a banda ultralarga, si prevede l'utilizzo di finanziamenti pubblici a tasso agevolato, oppure di contributi pubblici, come già avvenuto per le aree in digital divide. In Europa i contributi pubblici sono in genere erogati mediante meccanismi di gara, nel rispetto delle linee guida sugli aiuti di stato emesse nel 2009 dalla Commissione Europea e

attualmente in fase di revisione (nuove linee guida al momento in consultazione pubblica e previste per fine 2012). In particolare la CE non ritiene opportuno concedere sostegni pubblici per le aree in cui la domanda possa sostenere la presenza di più reti in competizione ("aree nere"). L'intervento pubblico deve essere limitato alle aree dove non esistono e non sono previsti piani di investimento di Operatori privati, per evitare che vi siano effetti distorsivi sulla concorrenza o che siano compromessi gli investimenti privati. Nell'assegnazione dei contributi dovrebbe inoltre trovare applicazione il principio di "neutralità tecnologica", in quanto più soluzioni tecnologiche (FTTH GPON ma anche FTTCab e LTE) sono idonee, dal punto di vista tecnico, per raggiungere gli obiettivi dell'Agenda Digitale Europea.

In Francia ad esempio il Governo ha stanziato nel 2011 4,5B€ per la crescita della 'digital economy' nel Paese, di questi 2,0B€ sono destinati allo sviluppo di reti locali ultra-broadband (fisso e mobile) ed a progetti per la copertura di zone difficilmente raggiungibili dalla fibra. In particolare sono stati stanziati 1B€ di "preferential loan" agli Operatori privati, come sostegno per i progetti di sviluppo della fibra ottica nelle zone a media densità abitativa, 900M€ per gli enti locali come sovvenzione per portare la fibra nelle zone a bassa densità abitativa e 40-100 M€ per lavori di ricerca e sviluppo sulle tecnologie diverse dalla fibra, in grado di portare la banda ultra-larga nelle aree più remote del Paese.

In Italia, le principali iniziative pubbliche che si stanno delineando, sono la recente consulta-

zione pubblica avviata dal Ministero dello Sviluppo Economico sul "Progetto Strategico Agenda Digitale Italiana" (mirato ad incentivare il conseguimento degli obiettivi dell'Agenda Digitale, attraverso il finanziamento di infrastrutture abilitanti l'accesso a internet "super veloce" fisso e mobile), nonché il cosiddetto Piano "Eurosud" rivolto alle regioni del Mezzogiorno.

## 6 I piani NGAN del Gruppo Telecom Italia

In Italia la strategia del Gruppo Telecom per la NGAN prevede un intervento di infrastrutturazione in fibra articolato in due fasi:

- 1) in una prima fase, la fibra raggiunge gli armadi della rete di distribuzione, realizzando una architettura FTTCab e rendendo disponibile a tutti i clienti collegati all'armadio connessioni con velocità da 30 ad oltre 50 Mbit/s;
- 2) in una seconda fase, la fibra raggiunge gli edifici e le singole unità immobiliari, realizzando una architettura FTTH GPON.

In concreto, Telecom Italia prevede di proseguire, nel comune di Milano, lo sviluppo FTTH-GPON, peraltro già in fase molto avanzata, e di realizzare entro il 2014 una rete FTTCab in altri 99 comuni, raggiungendo una copertura di circa 6 milioni di unità immobiliari (corrispondenti al 25% della popolazione).

La rete FTTCab evolverà, gradualmente, verso la rete FTTH per rispondere alla domanda del mercato.

È importante ricordare che nella strategia di Telecom Italia lo svi-

luppo di NGAN è sinergico con lo sviluppo della larga banda mobile basato sull'evoluzione dell'HSPA e sull'introduzione di LTE, per ottenere un "Ultra Broadband pervasivo", in cui i Clienti possano avere sempre la miglior connettività a larga banda disponibile, qualunque sia il "terminale" (fisso o mobile) che utilizzeranno.

Per lo sviluppo della rete NGAN in Brasile il Gruppo Telecom ha costituito Tim Fiber, la società che sta portando la banda larga e ultralarga nelle Città di San Paolo e Rio de Janeiro.

La soluzione architettonica identificata, meglio descritta nell'articolo "Il piano NGAN in Brasile" (v. pagg. 32-43), è principalmente FTTC associata ad una parte minore di FTTB. La realizzazione della rete FTTC, ottimizzata per la realtà locale, è caratterizzata dalla presenza di nodi periferici di accesso multiservizio (MSAN) installati su pali in prossimità degli edifici, che vengono raggiunti in rame. In alternativa, in casi specifici legati ai requisiti dei Clienti, alcuni edifici vengono raggiunti direttamente in fibra, in configurazione FTTH.

TIM Brasil ha già avviato un'estesa copertura in banda Ultralarga a S.Paolo e Rio e l'estensione ad altre aree del Brasile sarà pianificata a livello operativo sulla base dell'esperienza maturata nella fase iniziale del progetto.

In Argentina, il broadband è in forte sviluppo e la crescita dei clienti si accompagna ad una crescita dell'ARPU. Telecom Argentina deve contrastare la forte presenza di Cable Operator ed i piani prevedono investimenti indirizzati all'ampliamento dell'infrastruttura in fibra ottica per la rete di accesso, unitamente al potenziamento del backbone IP ed

allo sviluppo del DWDM per sostenere la crescita della velocità in accesso offerta ai clienti.

Il Piano NGAN, meglio descritto nell'articolo "il Piano NGAN in Argentina" (v. pagg. 24-31) prevede principalmente una soluzione FTTC, con architettura FTTH in alcuni casi, e tiene conto delle specificità locali. L'FTTC viene realizzato a partire dalle aree di forte competizione, con l'obiettivo di coprire rapidamente il territorio prevedendo al 2014 la copertura in banda Ultralarga di oltre la metà delle Unità Immobiliari della rete di TA. Il piano prevede di realizzare soluzioni FTTH in aree "greenfield", o in specifiche aree in relazione alla domanda della clientela. Da quanto descritto, risulta evidente come il Gruppo TI abbia definito le strategie ed i piani per la NGAN in ciascun Paese, in modo da definire soluzioni mirate alle caratteristiche locali in termini di domanda, configurazione della rete esistente e scenario competitivo. Un raffronto sintetico dei piani NGAN in Italia, Brasile ed Argentina è riportato in Figura 11.

## Conclusioni

Non c'è dubbio che il decennio appena iniziato sarà caratterizzato dalla realizzazione e dall'espansione delle reti di nuova generazione ultra broadband.

A differenza di quanto accaduto in passato per l'evoluzione delle reti esistenti, la realizzazione delle NGAN è un progetto contraddistinto da alti investimenti e tempi lunghi per il payback, che, in molte aree geografiche, non può essere affrontato solo dagli operatori di telecomunicazione, ma richiede uno sforzo economico ed una

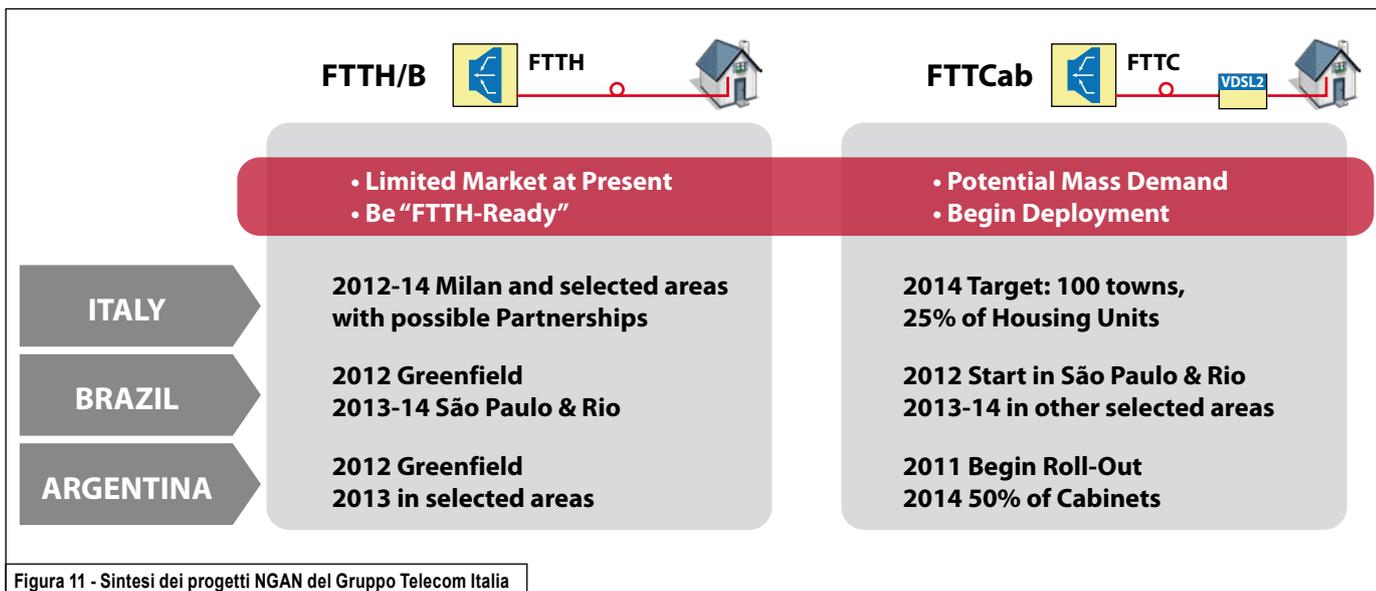


Figura 11 - Sintesi dei progetti NGAN del Gruppo Telecom Italia

pianificazione strategica che coinvolgono il sistema-paese nella sua interezza.

La definizione dei piani per lo sviluppo delle NGAN richiede l'analisi di scenari complessi caratterizzati da una molteplicità di problematiche socio/economiche, tecnico/architetturali, regolatorie, competitive e finanziarie. In estrema sintesi, si tratta di identificare soluzioni in grado di rispondere all'evoluzione dei bisogni del mercato, garantendo la sostenibilità economica, e tenendo conto delle specificità territoriali.

I business plan di progetti NGAN evidenziano come la sostenibilità economica sia la principale criticità da indirizzare. Gli indicatori economico finanziari (come ad esempio il PBT ed il NPV) hanno valori sostenibili per un Operatore solo se, dopo aver fatto le scelte tecnologiche e quindi dopo aver definito i capex unitari, si riescono ad avere ricavi ed una velocità di penetrazione superiori a soglie minime.

La Figura 12, che riporta a livello qualitativo ed in modo semplificato l'andamento del payback in fun-

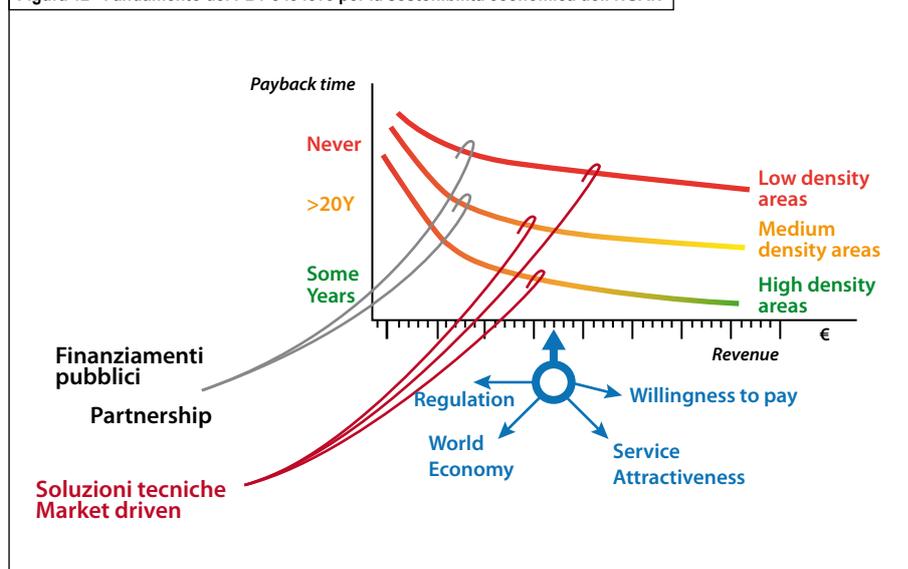
zione dei ricavi e degli investimenti, vuole evidenziare quali siano le leve che possono consentire di modificare l'andamento di queste curve ed in particolare di "ridurre" il PBT e quindi le criticità relative alla sostenibilità economica.

La Figura 12 infatti evidenzia come la sostenibilità sia legata agli investimenti della specifica area geografica (curve diverse in funzione della densità urbana dell'area) ed ai ricavi. I ricavi

sono, in questo caso, i ricavi totali riferiti ad un certo numero di anni e dipendono da diversi fattori quali il contesto regolatorio, i trend generali dell'economia, il grado di "appeal" dei servizi, che vengono proposti ai clienti, la penetrazione degli accessi in fibra e la disponibilità dei clienti a pagare un premio per i nuovi servizi ultra broadband.

Agire sull'"andamento" delle curve PBT/Revenues è, in una certa

Figura 12 - l'andamento del PBT e le leve per la sostenibilità economica dell'NGAN



misura, possibile. Le principali leve per "abbassare le curve", sono

- effettuare scelte tecniche che siano guidate da criteri di efficienza, e siano in grado di "seguire" le evoluzioni della domanda del mercato. Il piano TI, che prevede l'utilizzo di efficienti soluzioni FTTC, ed una graduale evoluzione verso FTTH GPON, permette il migliore "schiacciamento" delle curve;
- sviluppare partnership pubblico-privato che possono ridurre il PBT e quindi estendere la copertura NGAN ad aree meno densamente abitate;
- utilizzare contributi pubblici per rendere sostenibile lo sviluppo della NGAN nelle aree bianche ■



## Acronimi

<b>ADSL</b>	Asymmetric digital subscriber line	<b>NGAN</b>	Next Generation Access Network
<b>DSL</b>	Digital subscriber line	<b>NPV</b>	Net Present Value
<b>FTTB</b>	Fiber To The Building	<b>PBT</b>	Pay Back Time
<b>FTTC</b>	Fiber To The Cabinet	<b>PIL</b>	Prodotto Interno Lordo
<b>FTTH</b>	Fiber To The Home	<b>SMP</b>	Significant Market Power
<b>FTTP</b>	Fiber To The Premises	<b>UI</b>	Unità Immobiliare
<b>GPON</b>	Gigabit capable Passive Optical Network	<b>VDSL</b>	Very high speed Digital Subscriber Line
<b>LTE</b>	3GPP Long Term Evolution	<b>WDM</b>	Wavelength Division Multiplexing
<b>MSAN</b>	Multiservice Access Node		
<b>NBN</b>	National Broadband Network		

**gianfranco.cicarella@telecomitalia.it**  
**clelialorenza.ghibaudo@telecomitalia.it**  
**fabrizio.l.guarino@telecomitalia.it**



### **Gianfranco Ciccarella**

è attualmente Vice Presidente - Next Generation Access Networks and Partnership - in Strategy. Ha ricoperto dal 2009 all'inizio del 2011 il ruolo di Vice Presidente - Technical Support - in Technology & Operations ed è stato responsabile dei progetti sulla NGAN. Dal 1998 al 2009 è stato Executive Vice President -Network e IT- di Telecom Italia Sparkle ed ha avuto la responsabilità di realizzare e gestire la rete internazionale di Telecom Italia, una rete multi regionale, multiservizio e full IP. È stato anche membro del Consiglio di Amministrazione di alcune Società del Gruppo e Direttore della formazione presso la Scuola Superiore Guglielmo Reiss Romoli a L'Aquila. Ha svolto attività di ricerca e di insegnamento presso l'Università dell'Aquila e la New York Polytechnic University ed è autore di due libri e di numerosi articoli.



### **Clelia Lorenza Ghibaudo**

ingegnere elettronico con master in Telecomunicazioni, è in Telecom dal 1994; ha inizialmente ricoperto ruoli di responsabile di progetto per la realizzazione della rete di segnalazione e in seguito per l'implementazione in rete del servizio di Number Portability. Poi ha iniziato ad occuparsi di servizi verso gli altri operatori (OLO), dapprima come responsabile di progetto verso il Marketing Wholesale per la definizione di servizi innovativi e poi verso tutti i settori di National Wholesale come Client Manager. Dopo una breve parentesi nella pianificazione tecnica, da fine 2009 è coinvolta nell'attività di innovazione della rete di accesso, con particolare riferimento alla definizione della rete ottica di nuova generazione NGAN. Oggi è responsabile "Progetti Di Sviluppo e Coordinamento Partnership" nell'ambito di Strategy, Next Generation Access Network & Partnership.



### **Fabrizio Guarino**

ingegnere elettronica con Master in Business Administration presso l'Istituto de Empresa di Madrid, è entrato nel Gruppo Telecom Italia nel 2000 dove si è occupato, come responsabile di progetto, dell'ingegneria dei servizi VAS Mobili in TIM fino al 2006, contribuendo al lancio dei servizi MMS, WAP, Unified Communication e Mobile TV; dopo una parentesi come responsabile della funzione di Service Management per i Clienti Top, ha lavorato nello staff della Direzione Technology & Operations a supporto dei progetti innovativi fino al 2011. Attualmente è responsabile, nella Direzione Strategy, della definizione degli Scenari di Sviluppo per la Next Generation Access Network.

# NGAN IN TELECOM ARGENTINA

Nestor Bergero, Fabian Marchettini, Paolo Perfetti



**In Argentina il livello di penetrazione dei servizi di telecomunicazione è tra i più alti dell'America latina.**

**Il mercato è distribuito tra i principali operatori in quote tra loro simili; questa situazione genera condizioni di forte concorrenza. Vediamo come.**

## 1 Introduzione

Nel caso della banda larga fissa gli operatori di telecomunicazione in Argentina sono in diretta concorrenza con gli operatori delle reti di televisione via cavo.

L'industria della televisione via cavo si è sviluppata dagli anni '90 raggiungendo livelli di penetrazione paragonabili a quello del mercato nord americano e simili a quelli delle reti di telecomunicazioni fisse: il 70% delle unità residenziali del paese è connesso in coassiale/HFC alla Headend Catv e in coppie simmetriche alla centrale telefonica.

Il confronto tra Catv e rete telefonica è però strutturalmente sfavorevole per l'Operatore per l'asimmetria regolatoria (che consente agli operatori Catv di fornire servizi di telefonia ma non consente agli operatori di telecomunicazione di fornire servizi televisivi), larghezza di banda (la rete Catv è disegnata per il broadcasting video; quella telefonica per il segnale audio) e norme (e quindi costi) di installazione (la rete Catv è ae-

rea; quella telefonica prevalentemente interrata).

Arnet, il nostro servizio Adsl, è partito in ritardo sui concorrenti a causa dei vincoli sugli investimenti conseguenti del default di Telecom nel 2002.

Il recupero è stato rapido di successo nel posizionamento della marca, nella qualità della base clienti e nella continua innovazione di prodotto: Arnet Móvil (mobilità 3G), Arnet Turbo (aumento in fasce orarie della velocità di connessione rispetto al valore contrattato) e Arnet Play (videostreaming) sono offerti in upselling ai clienti e in promozione con le nuove sottoscrizioni.

Per sostenere i tassi di crescita e rinforzare la competitività della nostra offerta abbiamo scelto soluzioni FTTH e FTTB nelle aree di nuova costruzione e FTTC in presenza di rete di accesso.

Per minimizzare gli interventi invasivi utilizziamo le tubazioni esistenti della rete primaria per connettere in fibra l'armadio di rete esistente al quale si aggiungono l'elettronica e il sistema di alimentazione.

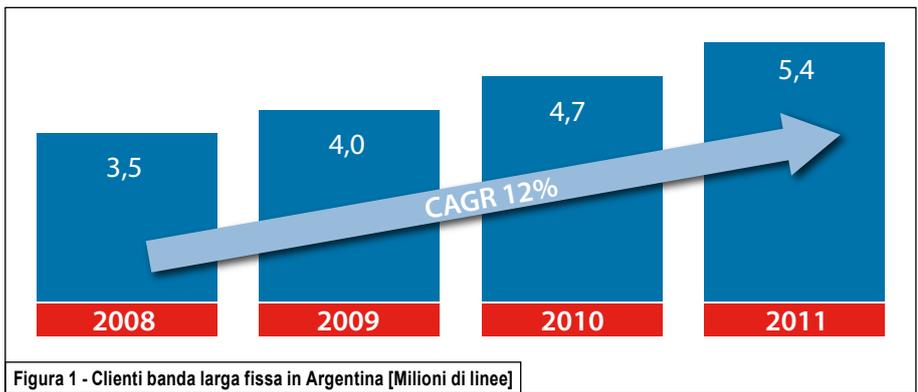
## 2 Il mercato della banda larga in Argentina

Il mercato della banda larga in Argentina si trova in una fase di sviluppo, con tassi di crescita significativi (12% annuo) come si mostra in Figura 1.

Il nostro mercato è caratterizzato da una forte concorrenza tra gli operatori incumbent di telecomunicazioni (Telco) e gli operatori TV via cavo (MSO). Gli attori principali di questa concorrenza sono riportati in Figura 2: Telecom Argentina, Telefónica (l'altro operatore incumbent di telecomunicazioni in Argentina) e Fibertel (il fornitore di servizi Internet via cavo più grande del paese).

La Figura 3 rappresenta le dinamiche concorrenziali tra Telco e MSO, nelle sue dimensioni principali: velocità, prezzo, copertura, mobilità e bundle. Si può vedere dalla figura che la velocità o throughput del servizio di banda larga è diventata la variabile critica nella concorrenza con le MSO. Nel nostro mercato, gli utenti sono abituati ad un alto livello di conformità con la velocità commercialmente offerta.

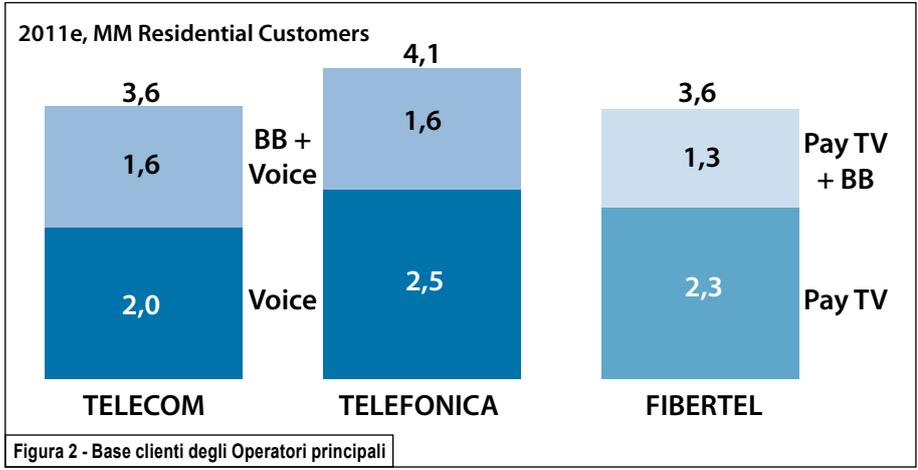
La dinamica della concorrenza nel nostro mercato ha generato un aumento costante della velocità. La Figura 4 mostra l'evoluzione storica delle velocità di discesa o downlink effettiva, ottenuta da



del loop (ultimo miglio) del cliente. Una delle caratteristiche tecniche di ADSL2+ è che man mano il cliente si allontana dalla centrale, la velocità disponibile diminuisce drasticamente.

Il grafico mostra anche che riducendo il loop di rame a un range di 500 metri è possibile aumentare notevolmente la velocità di tutta la clientela. Velocità maggiori di quelle raggiunte con ADSL2+ possono essere ottenute con l'evoluzione a VDSL2.

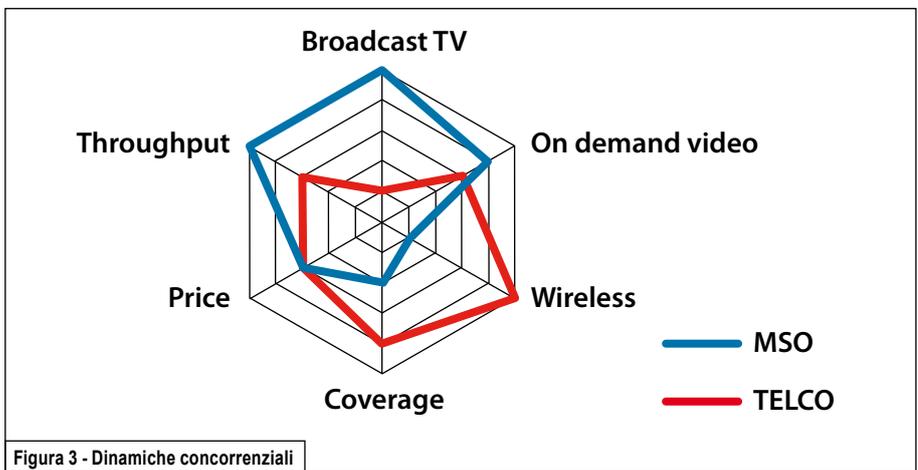
L'incremento di velocità mediante il cambio tecnologico a VDSL2 è ancora più significativo per l'uplink (Figura 6).



### 3 La soluzione tecnologica

Per raccogliere la sfida presentata era assolutamente necessario trovare una soluzione tecnologica che armonizzasse i seguenti requisiti:

- garantire una velocità di accesso pari ai valori della concorrenza e che permetta di arricchire in modo significativo l'esperienza degli utenti finali;
- ridurre i tempi di implementazione (time to market);
- minimizzare l'impatto visivo sull'ambiente urbano;
- ridurre al minimo CAPEX e OPEX;
- concentrare gli investimenti nel servizio della banda larga, mantenendo il servizio voce sugli impianti esistenti;
- preparare la rete per la futura FTTH.



migliaia di misurazioni di utenti finali. Oltre a ciò, questa gara di velocità continuerà nel futuro, guidata da forze di mercato e dalla disponibilità di contenuti e servizi a valore aggiunto che fanno uso di tali larghezze di banda.

In questo scenario, è stato necessario valutare se la rete di accesso di Telecom Argentina potesse sostenere questo aumento della velocità. La Figura 5 mostra schematicamente la relazione tra la velocità di discesa o downlink e la lunghezza

La soluzione scelta si basa sulla tecnologia VDSL2, attuata attraverso un cambiamento concettuale nella rete: l'architettura FTTC (Fiber to the Cabinet) overlay. VDSL2 è l'evoluzione della tecnologia ADSL2+. Inizialmente,

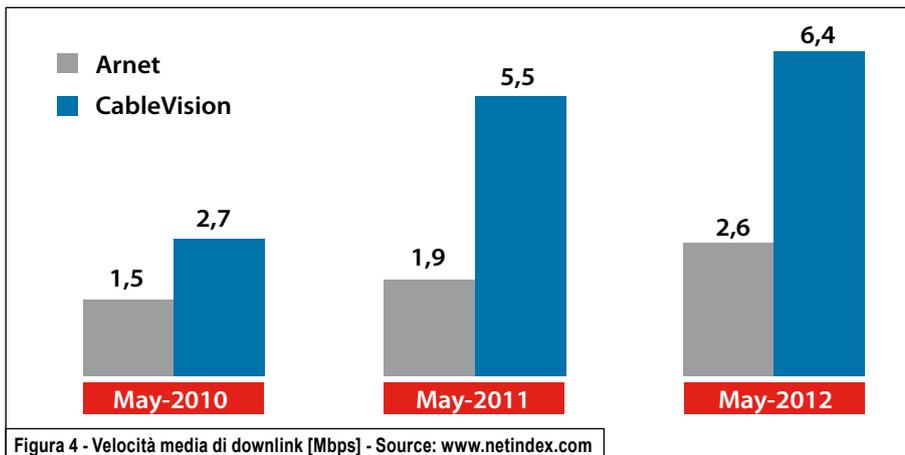


Figura 4 - Velocità media di downlink [Mbps] - Source: www.netindex.com

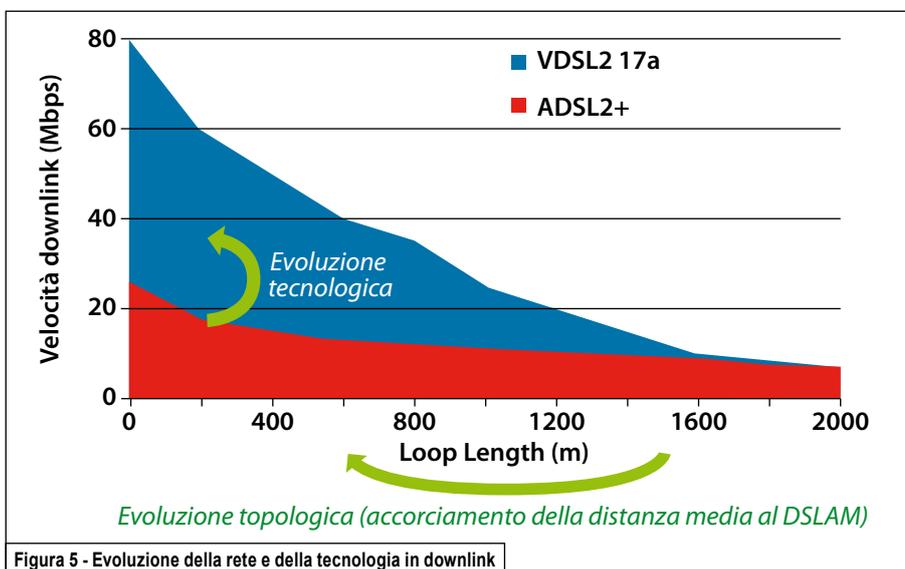


Figura 5 - Evoluzione della rete e della tecnologia in downlink

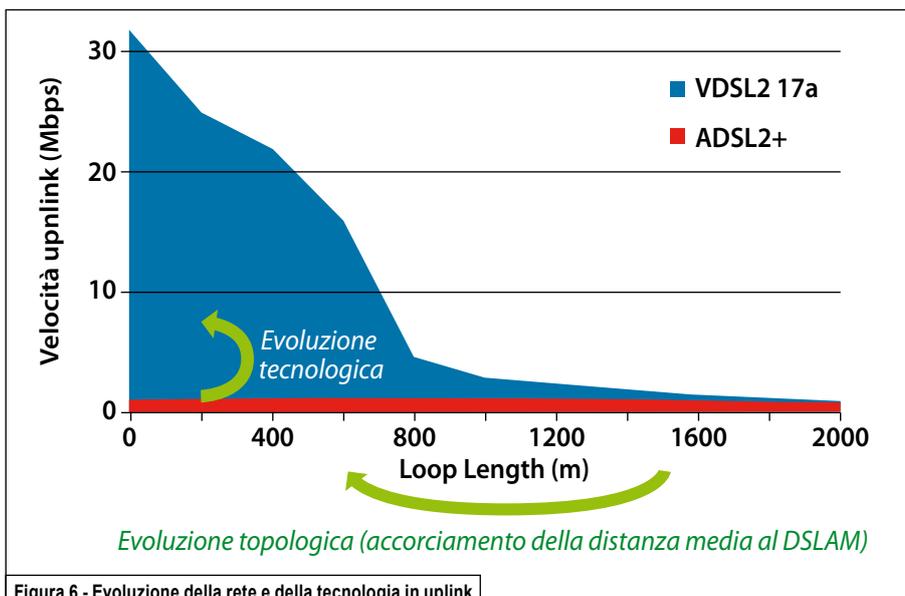


Figura 6 - Evoluzione della rete e della tecnologia in uplink

VDSL2 permette di superare i 50 Mbps di velocità in downlink e i 25 Mbps in uplink. L'applicazione di questa tecnologia è limitata a coppie in rame con lunghezze tipicamente inferiori ai 500 metri. Questa distanza coincide con la maggior parte delle lunghezze nella rete di distribuzione in rame secondaria, il quale ha portato allo sviluppo di una soluzione per l'installazione di DSLAM outdoor presso i punti di flessibilità della rete di accesso.

Dal punto di vista dell'architettura, FTTC overlay consiste nel collocare l'impianto attivo (DSLAM) nel cabinet o armadio di distribuzione e connetterlo alla centrale tramite fibra ottica (Figura 7). Per la banda larga si utilizza soltanto la sezione di rame appartenente alla rete secondaria. Così la distanza tra il DSLAM e l'utente finale è ridotta a meno di 500 metri. Questo "accorciamento" si applica solo al servizio dati, giacché il servizio voce è fornito dalla centrale mediante l'utilizzazione piena della rete in rame, primaria e secondaria.

La modalità di migrazione scelta è quella di "ribaltamento totale", cioè coinvolgendo tutti i clienti della banda larga collegati agli armadi.

Per poter accogliere gli elementi attivi, è stato necessario modificare il coperchio o involucro esterno degli armadi. Il diagramma seguente illustra la soluzione funzionale dell'armadio modificato (Figura 8):

Il MDF (*Main Distribution Frame*) costituisce la parte dell'armadio esistente che continua a svolgere le funzioni di distribuire le linee voce. Accanto a questo ci sono gli elementi esclusivi del FTTC.

All'ODF (*Optical Distribution Frame*) si collega la fibra che arriva

dalla centrale, trasportando i dati fino al DSLAM. IL DSLAM è collegato allo splitter, il quale consente il trasporto di voce e dati insieme sulla rete secondaria di rame, fino alla casa del cliente.

Il DSLAM utilizzato appartiene alla famiglia VDSL2 ed è anche compatibile con ADSL2+. Così l'architettura FTTC darà beneficio sia ai nuovi utenti che intendono adottare un nuovo modem VDSL2, sia agli utenti che ora mantengono il loro modem ADSL2+. Ad esempio, un utente ADSL2+ che per la distanza dalla centrale è stato limitato a soli 3 Mbps, potrà dopo l'accorciamento, contrattare delle velocità molto più vicine ai 20 Mbps che la tecnologia ADSL2+ offre.

La Figura 9 mostra un armadio già convertito alla sua nuova funzionalità, dove possono essere identificati i blocchi spiegati.

La configurazione adottata permette molteplici vantaggi:

- Ottenere 50 Mbps per cliente con tecnologia VDSL2 e 100 Mbps con la funzionalità aggiuntiva di vectoring (processamento di segnale che corregge l'interferenza tra coppie vicine).
- Fornire servizi più simmetrici tra downlink e uplink, seguendo l'evoluzione del comportamento degli utenti che non solo consuma ma produce informazione ("prosumer" o Web 2.0)
- Sfruttare la forza della tecnologia VDSL2 in velocità di uplink rispetto ai nostri concorrenti basati su tecnologia DOCSIS.
- Presentare un minimo impatto visivo: una delle premesse è stata quella di accogliere le nuove attrezzature in un volume relativamente simile all'armadio passivo esistenti.
- Considerare tutte le possibili condizioni di campo per la for-

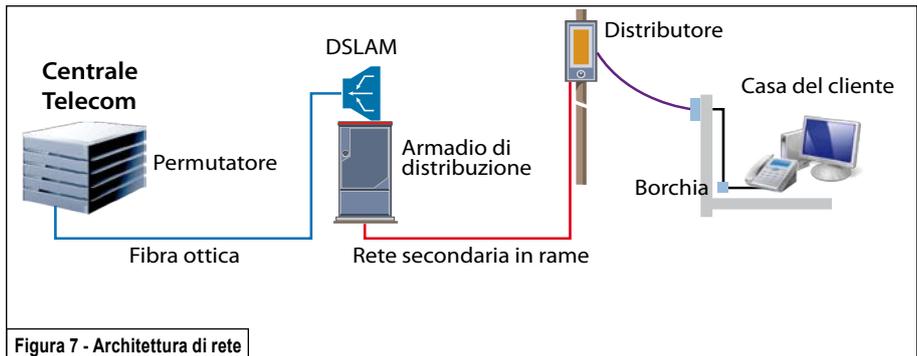


Figura 7 - Architettura di rete

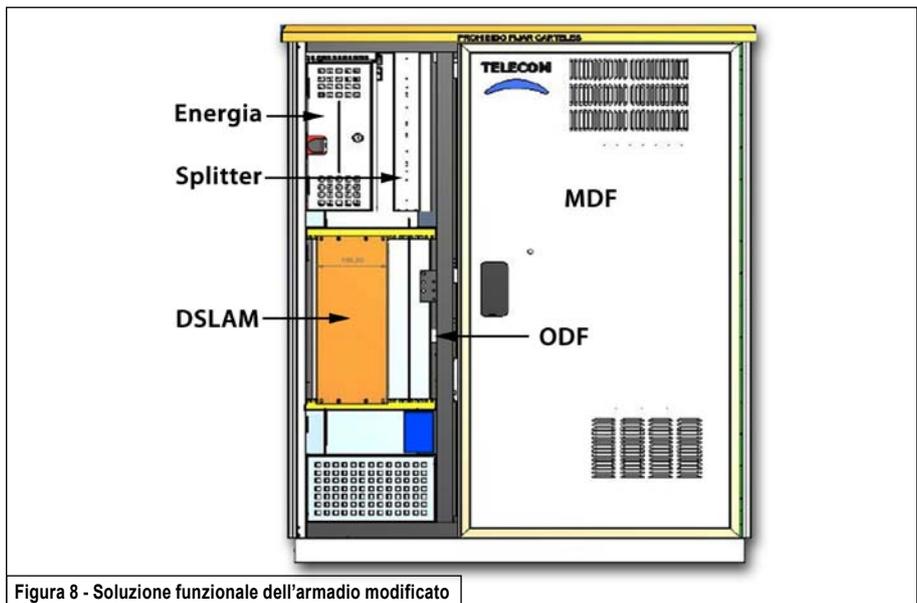


Figura 8 - Soluzione funzionale dell'armadio modificato

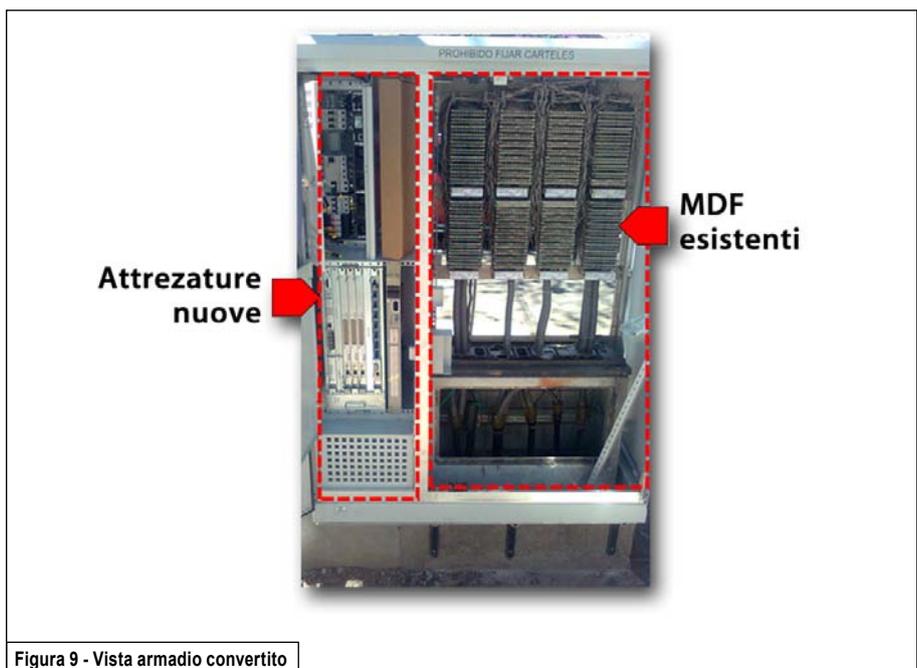


Figura 9 - Vista armadio convertito

nitura dell'energia, poiché i dispositivi attivi possono essere alimentati localmente o dalla centrale. Inoltre, il consumo delle apparecchiature doveva essere conforme al Code of Conduct for Broadband Equipment per il consumo di energia, istituito dall'Unione Europea.

- Ridurre la distanza tra utente e DSLAM, ottenendo un immediato miglioramento dei parametri di qualità e stabilità del servizio, diminuendo il tasso di reclamo e aumentando la velocità "disponibile" con l'attuale tecnologia ADSL2+.
- Mantenere il servizio voce sugli impianti esistenti, senza spostarlo alle attrezzature outdoor.
- Aumentare la capillarità della fibra ottica nella rete di accesso, preparandoci per la visione futura della FTTH.

#### 4 La strategia di sviluppo

Per realizzare il Business Plan è stato assunto che il numero di armadi che sarebbero stati convertiti alla nuova tecnologia FTTC sarebbe stato di 7.100 contenitori in 3 anni. Per selezionarli, si è sviluppato un scoring o punteggio numerico che prende in esame diversi criteri tecnici e commerciali. Tali criteri sono riassunti in Figura 10.

#### 5 Installazione e attivazione

Sebbene il progetto si estende nelle tre regioni di Telecom Argentina (AMBA, MEDI e LITO) la prova sul campo è stata condotta a Buenos Aires (AMBA), in particolare in luoghi di periferia (San Isidro, Olivos e Vicente López).



Lo schema di base della sequenza di attività per l'installazione e messa in servizio è descritto in Figura 11.

Il coordinamento ottenuto tra i settori è stato essenziale per minimizzare l'impatto sui clienti durante il processo di migrazione e per ottenere anche un elevato livello di produzione.

Uno schema generale del processo di provisioning dei servizi e dell'architettura di sistemi utilizzati è mostrato nella Figura 12.

Il processo di provisioning inizia con il caricamento degli ordini commerciali in CRM (*Customer Relationship Manager*), generando le rispettivi ordini di lavoro attraverso il sistema WFM Girafe (*WFM - Workflow Manager*). Poi gli ordini impattano sull'attivatore ADAS, il sistema che esegue l'attivazione e la configurazione automatica di comandi che intervengono negli elementi di rete.

ADAS richiede all'inventario rete, Network Inventory, i dati necessari per costruire il comando, inviandole al gestore OSS. Infine,

si aggiornano i dati del Network Inventory e si chiude l'ordine di lavoro nel WFM Girafe.

C'è anche la possibilità di operazione manuale, accedendo al gestore tramite una pagina web per configurare manualmente il servizio, porta per porta.

#### 6 Primi risultati

Il successo di questa prima fase del progetto è evidente nella misurazione di parametri che rappresentano le prestazioni della rete (Figura 13).

Innanzitutto vi è un sostanziale miglioramento nella velocità, rappresentata dalla velocità massima raggiunta dal cliente MABR (*Maximum Attainable Bit Rate*). Soprattutto per il downlink, questo tasso è aumentato in media più che raddoppiato ed è vicino al limite della tecnologia, considerando che le misurazioni sono state effettuate utilizzando la tecnologia ADSL2+.

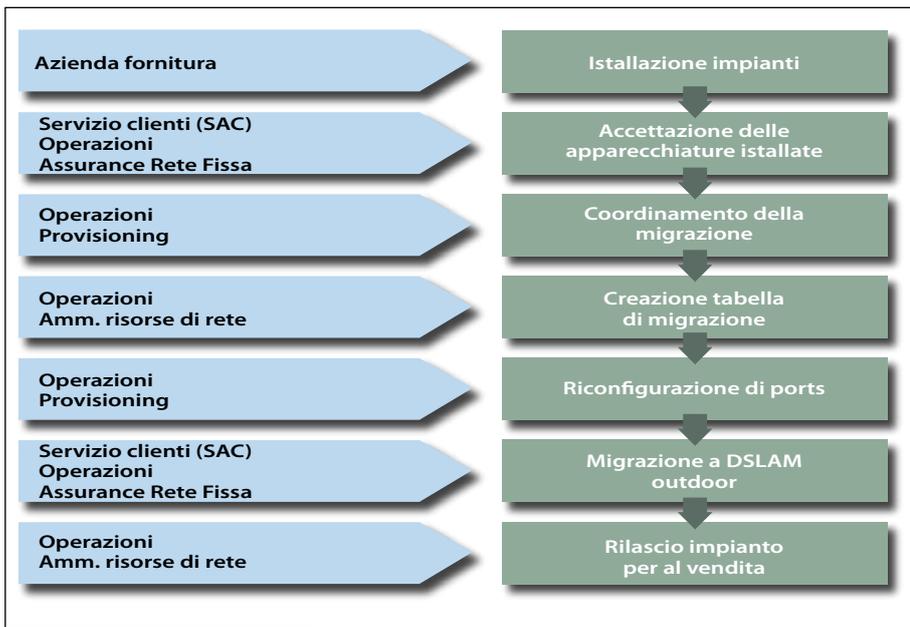


Figura 11 - Installazione e attivazione

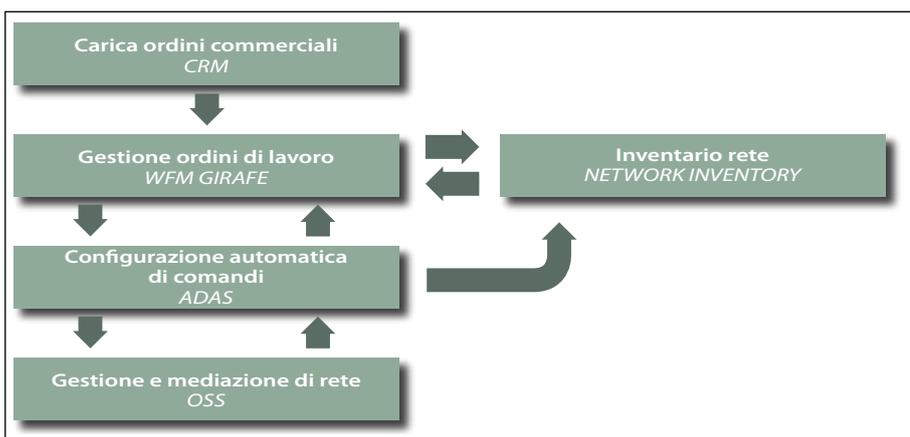


Figura 12 - Processo e sistemi di provisioning del servizio

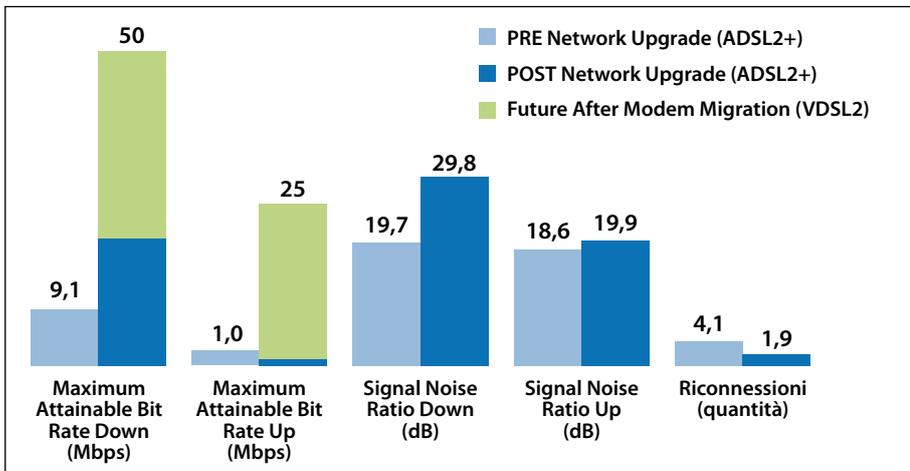


Figura 13 - Performance di rete

Un altro parametro importante è il rapporto segnale-rumore SNR (*Signal Noise Ratio*) in entrambe le direzioni di flusso di dati, avendoci raggiunto in downlink un miglioramento del 51%.

Non è minore il miglioramento ottenuto nella quantità di riconessioni, che sono rappresentativi della stabilità della soluzione. Essi rappresentano la perdita di collegamento dati di una linea di cliente con la centrale. Tale quantità è diminuita di oltre la metà.

Questi risultati mostrano un sostanziale miglioramento del servizio a banda larga basato su ADSL2+ e ottime prospettive per il servizio futuro basato su VDSL2, essendo in grado di raggiungere velocità nell'ordine di 50 Mbps in downlink e 25 Mbps in uplink.

## Conclusioni

Le dinamiche concorrenziali tra Telco e MSO nel settore della banda larga fissa spingono il primo a trasformare la tipologia delle loro reti di accesso per affrontare con successo questa competizione.

La scelta dell'architettura FTTC deriva dalla valutazione della soluzione tecnologica con il miglior compromesso tra tempo di realizzazione, impatto sull'utente finale, dimensione degli investimenti e relativo ritorno. Essa fornisce un differenziale competitivo importante nei confronti degli altri operatori via cavo che consente di scalare il numero di connessioni simultanee per assicurare alte velocità sia downlink e uplink.

Inoltre concilia gli interessi economici con la preservazione dell'ambiente, sia in termini di impatto visivo, che di consumo di energia.

Questo progetto permette a Telecom Argentina di ottenere un notevole miglioramento nella velocità di accesso a banda larga fissa, come un differenziale per migliorare l'esperienza dei clienti e migliorare la fornitura di servizi a valore aggiunto ■



### **Nestor Bergero**

ingegnere Elettrico e Elettronico, da quest'anno è direttore di Network Deployment di Telecom Argentina. Nel 1986 ha assunto l'incarico di Communication Director per lo Stato argentino, alla regione di Cordoba. Nel 1991 è entrato a Telecom Argentina come Engineering Manager. Nel 1994 ha fatto un'esperienza in CTI Movil (Verizon Subsidiary) come direttore di Network Planning, Engineering and Operation. Nel 2003 si è trasferito in Mexico presso Lusacell come Chief Technology Officer. Oggi è il responsabile della costruzione dell'infrastruttura di rete di Telecom Argentina.



### **Fabian Marchettini**

ingegnere elettronico con master in Business, dal 2009 è direttore dell'area Technology del Gruppo Telecom Argentina. Ha partecipato alla costituzione di Telecom Personal (l'unità mobile di Telecom Argentina) svolgendo diverse responsabilità e lanciando progetti tecnologici e commerciali. Nel 1997 ha assunto la responsabilità dell'ingegneria di piattaforme della rete core e SVA. Nel 2002 è responsabile dell'ingegneria di tutta l'unità mobile e poi nel 2007 anche della rete fissa.



### **Paolo Perfetti**

Direttore Operations & Maintenance della Rete di Telecom Argentina. È entrato nel Gruppo Telecom Italia nel 1995, partecipando alle start up delle reti Atmosfera e Interbusiness. Dal 1997 ha seguito lo sviluppo dei progetti dei servizi dati, video streaming e IPTV. Nel 2006 viene nominato responsabile di esercizio delle piattaforme VAS della rete fissa e mobile, continuando ad occuparsi di Network Operations fino al 2012, quando si trasferisce in Argentina con la responsabilità della pianificazione, del provisioning, e delle operations & maintenance della rete fissa e mobile di Telecom Argentina.

[ngbergero@ta.telecom.com.ar](mailto:ngbergero@ta.telecom.com.ar)  
[fabian.marchettini@personal.com.ar](mailto:fabian.marchettini@personal.com.ar)  
[paolo.perfetti@ta.telecom.com.ar](mailto:paolo.perfetti@ta.telecom.com.ar)

# TIM FIBER: A FIBRA DO BRASIL

Luigi Cardone, Antonino Ruggiero, Rogerio Takayanagi



**T**im Fiber è la start-up dei servizi di accesso in banda larga fissa Consumer di Tim Brasil, mercato in forte crescita, ma ancora largamente sotto servito dai player di settore. L'iniziativa è stata possibile grazie all'acquisizione di AES Atimus, infrastruttura di rete di nuova generazione con circa 5.500 km in fibra ottica, che copre 21 municipi negli stati di Sao Paulo e Rio de Janeiro, le aree di maggior interesse economico del Paese. La soluzione architettonica adottata è quella del FTTC/B + VDSL2, per buona parte su rete "aerial", ottimale in un contesto come quello brasiliano in cui il "cost-to-serve" è vitale per sostenere un business accessibile al mercato massivo. Questa soluzione, infatti, garantisce una performance "best-in-class" rispetto agli standard di mercato (fino a 80 Mbps reali in download contro una media di 2 Mbps), minimizza gli investimenti necessari up-front (250 Euro per utente contro una media di 1000 Euro), ed infine consente un'elevata scalabilità. Il piano di sviluppo è stato improntato a ridurre al minimo i tempi di implementazione attraverso scelta di soluzioni IT off-the-shelf e una strategia di deployment della rete dell'ultimissimo miglio basata sul lancio di due filoni di intervento paralleli, ma indipendenti tra loro (l'installazione degli MSAN da un lato e la realizzazione della rete di accesso ai condomini dall'altra). Il lancio commerciale su larga scala avverrà tra il terzo e quarto trimestre del 2012.

## 1 Introduzione

Nel Novembre del 2011 TIM Participações, la società del Gruppo Telecom Italia che controlla le attività mobili e fisse in Brasile (TIM e Intelig), ha perfezionato l'acquisizione di AES Atimus, società di infrastrutture in fibra ottica di AES, impresa di energia elettrica brasiliana, per un valore complessivo di 1,6 Miliardi di Reali (circa 700 Milioni di Euro).

Il rationale principale dell'acquisizione è stato prima di tutto quello di fare leva sulla rete metropolitana in fibra ottica di AES Atimus per permettere al business core di TIM (il mobile):

- di rendere la rete di accesso più robusta ed efficiente grazie alla

possibilità di fare FTTS (*Fiber to The Site*) che permette di sostituire leased lines a 8 Mbps con fibra che garantisce oltre 100 Mbps per sito;

- di cogliere importanti sinergie di costo (possibilità, grazie sempre al FTTS, di ridurre il numero di "leased lines", con impatti positivi sia sui capex sia sugli opex di Trasporto);
- di rafforzare la capacità di trasporto in generale, consentendo di poter accelerare il business del traffico dati mobile in forte sviluppo (tra il 2011 e il 2014 prevista una crescita media annua del 47% a valore).

Disporre di un asset come Atimus avrebbe inoltre permesso di rafforzare anche il posizionamento

competitivo di Intelig sul mercato Corporate, grazie ad una rete di accesso di nuova generazione, capillare nelle aree di maggior interesse economico del Paese (Sao Paulo e Rio de Janeiro).

Le sole sinergie operative con il business core di TIM già giustificavano l'operazione. Pur tuttavia, il contesto di mercato della banda larga fissa residenziale in Brasile, in forte crescita, ma ancora largamente sotto servito dai player di settore, offriva una opportunità di ulteriore creazione di valore: entrare nel business del Broadband Fisso Consumer, grazie alla migliore infrastruttura in fibra del Paese.

Nasceva così l'idea di creare un'unità di business focalizzata sulla

commercializzazione di servizi di accesso in banda larga di nuova generazione per il mercato residenziale e, considerato che AES Atimus era solo una infrastruttura di cavi ottici, in pratica si trattava di un vero e proprio start-up, dai sistemi IT ai canali commerciali, al customer care: nasceva così Tim Fiber.

## 2 Il mercato della banda larga in Brasile e l'opportunità per TIM Fib

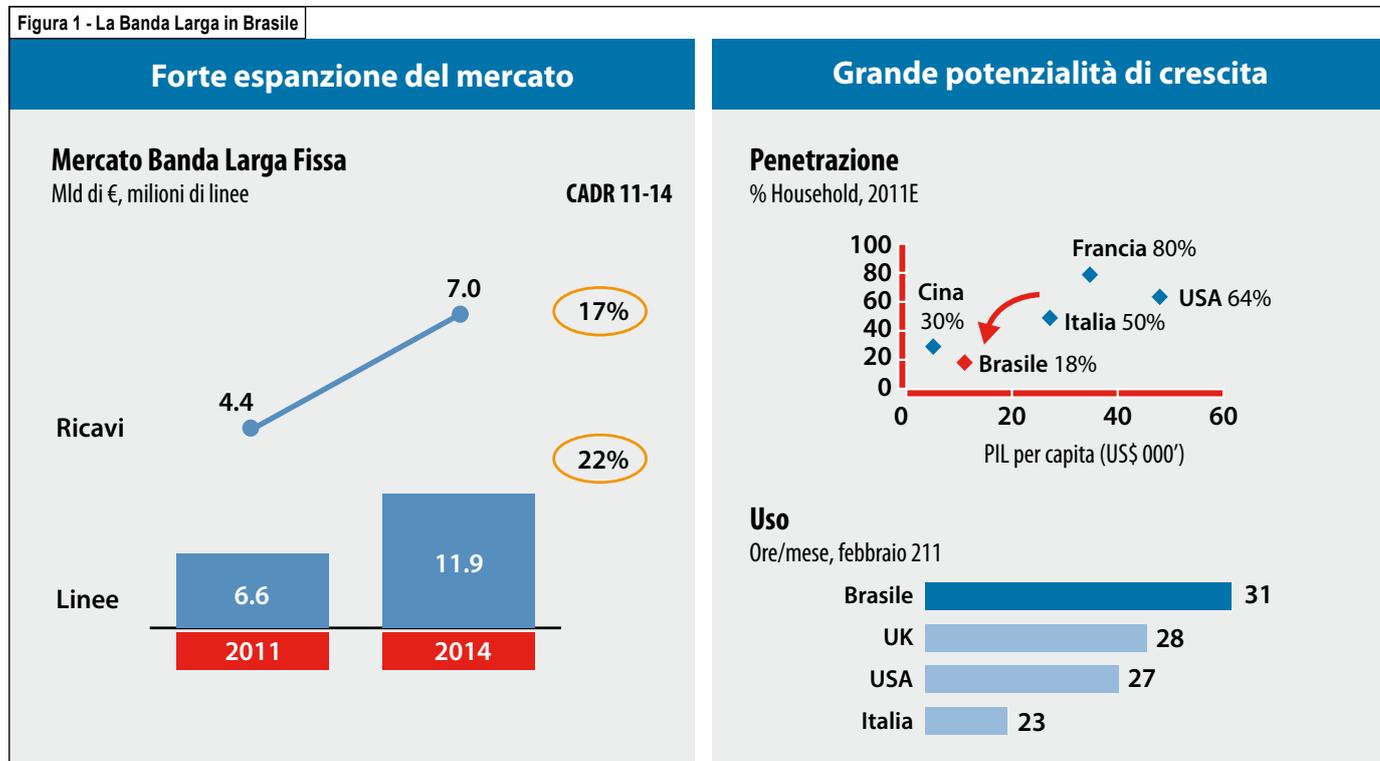
Il mercato della banda larga in Brasile sta vivendo una fase di fortissima espansione (vedi Figura 1) con tassi di crescita a due cifre (+22% annuo) e con prospettive di ulteriore sviluppo potenziale nei prossimi anni (la penetrazione è ancora sotto il 20% degli household, la media nell' Europa Occidentale è del ~64%). Questa crescita è trainata soprattutto dalla spinta commerciale

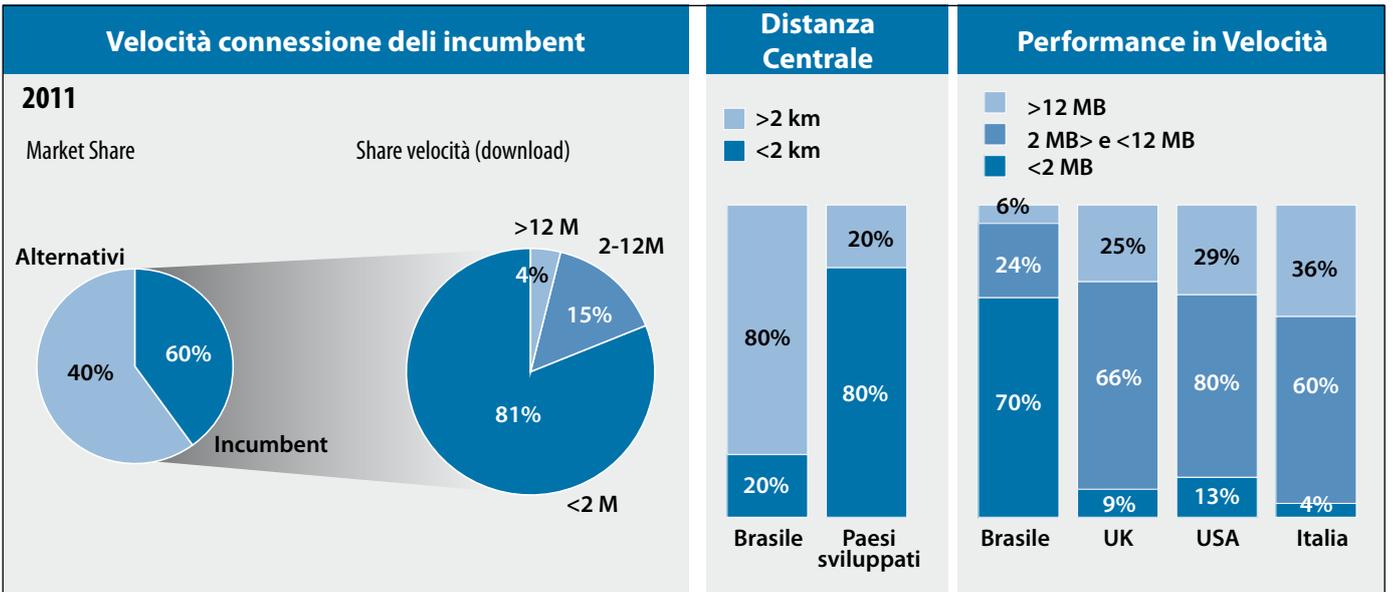
degli operatori alternativi (GVT, Net) che cercano di colmare un grosso vuoto di offerta nel mercato da parte degli Incumbent (Telefonica, Oi). Il mercato, infatti, appare ancora largamente sotto servito con circa l'85% degli accessi sotto i 2 Mbps e con una qualità di servizio percepita molto bassa (vedi Figure 2 e 3). Oggi gli operatori incumbent detengono circa il 60% del mercato, mentre gli operatori alternativi offrono livelli qualitativi superiori, ma a prezzi molto elevati, limitando pertanto la domanda potenziale. La combinazione di un cliente mediamente insoddisfatto con un'offerta di banda larga solo nel nome oppure a prezzi inaccessibili per molti offre l'opportunità a TIM Fiber di creare una nuova proposta di valore: fare leva sull'infrastruttura in fibra ottica più moderna del Paese per offrire un'esperienza di vera banda larga a prezzi competitivi.

## 3 Cos'è TIM Fiber: la più estesa rete in fibra ottica di San Paolo e Rio de Janeiro

AES Atimus (che da ora chiameremo TIM Fiber) è soprattutto un'infrastruttura costituita da una rete in fibra ottica metropolitana di circa 5.500 km che copre l'80% delle case in 21 municipi negli stati di San Paolo e Rio de Janeiro che rappresentano il 27% del PIL del Brasile (vedi Figura 4). Il mercato di riferimento è di oltre 8 milioni di "households" e 500 mila imprese, per un valore potenziale di circa 6 miliardi di Reali (2,4 Miliardi di Euro). Per avere un termine di paragone, basti pensare che nella stessa regione, Telefonica ha un'infrastruttura in fibra di circa 1.500 km, mentre l'altro incumbent, Oi, ne ha 1.700 km. L'infrastruttura è certificata MEF (la prima in America Latina) e garantisce un'elevata affidabilità grazie alla sua architettura ad anelli (circa 1200 anelli ottici).

Figura 1 - La Banda Larga in Brasile





La base attuale degli incumbents ha una bassa performance  
 La situazione non cambierà nel breve periodo per la grande distanza dei clienti alla rete di fibra esistente

Figura 2 - Banda Larga in Brasile: bassa performance

Figura 3 - Bassa soddisfazione dei clienti

**Pubblicità ingannevole...**

**... con clienti insoddisfatti**

- Bassa qualità del servizio**  
 "Ho già avuto molti problemi con loro, oggi non prenderei il servizio nemmeno gratis"
- Scarsa fiducia in relazione alla velocità effettivamente offerta vs. quella acquistata**  
 "Compri 4 Mega e usufruisci solo del 10% di quello che stai pagando"
- Promozioni per un tempo determinato e prezzi che variano col passare del tempo**  
 "Il prezzo pubblicizzato vale solo per 3 mesi, poi raddoppia"
- Offerte combo limitano la libertà di scelta del cliente**  
 "Ti obbligano a comperare un telefono e io non voglio un telefono fisso in casa. Non lasciano l'opportunità di scelta al consumatore"

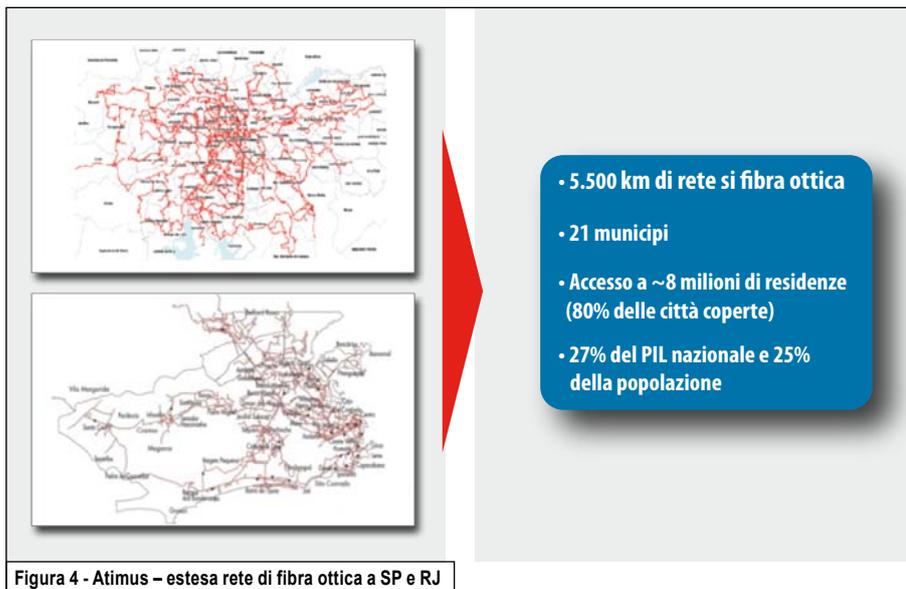


Figura 4 - Atimus – estesa rete di fibra ottica a SP e RJ

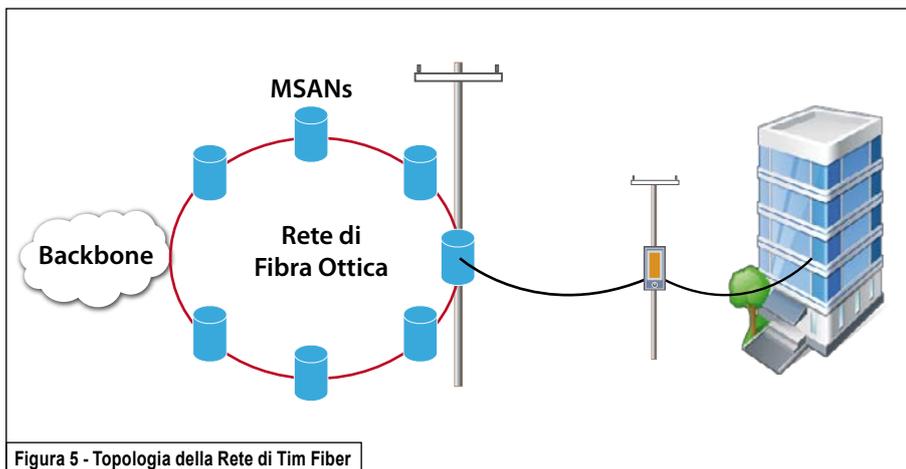


Figura 5 - Topologia della Rete di Tim Fiber

La rete è “aerial”, cioè caratterizzata dal fatto che la fibra, per larga parte, scorre sui cavi trasportati dai pali della rete elettrica di AES (vedi Figura 5), quindi senza necessità di ricorrere a cavidotti e scavi sotterranei (che tipicamente costituiscono circa il 70% degli investimenti delle reti di nuova generazione).

#### 4 Il “modello” TIM Fiber

Per cogliere appieno l’opportunità di business e di creazione di valo-

re che si presentava, era assolutamente necessario pensare a un modello di start-up che rispondesse a tre pre-requisiti chiave:

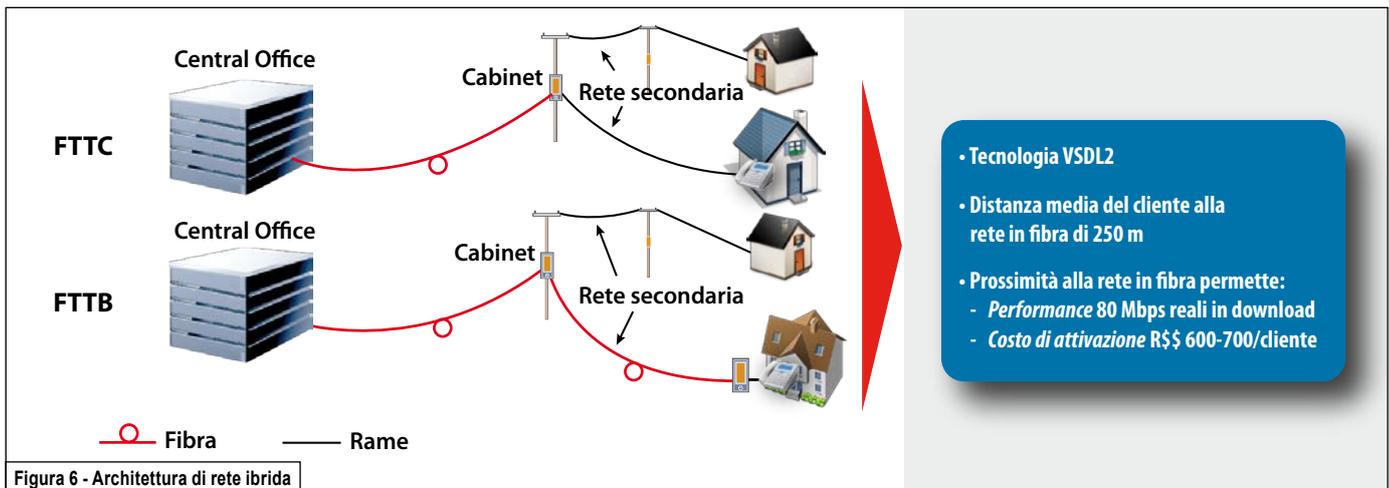
- garantire una performance “best-in-class” rispetto agli standard di mercato;
- minimizzare gli investimenti necessari up-front (quindi una soluzione poco “capital intensive”);
- consentire un’elevata scalabilità per permettere un rapido sviluppo di crescita compatibile con la crescita del mercato brasiliano

La scelta architettonica, che permetteva di conciliare tutti questi

requisiti, è ricaduta sulla soluzione FTTC/FTTB con connessione dell’ultimo tratto di rete (dal MSAN all’Home Gateway a casa del Cliente) in rame attraverso la tecnologia VDSL2 (vedi Figura 6). Gli MSAN sono collocati direttamente sul palo della luce nei pressi dei condomini o, nei casi FTTB, direttamente nei condomini stessi (vedi Figura 7).

Questa soluzione permette molteplici vantaggi:

- minimizzare gli investimenti di deployment;
- la soluzione è flessibile (non è necessario scavare) e scalabile (consente un approccio ad “investimenti marginali”: investiamo solo dove cresciamo attraverso l’installazione di piccoli armadi che assicurano una rapida saturazione dalla capacità installata anche in zone a bassa domanda consentendo un veloce payback con meno di 24 mesi per ogni nuovo armadio);
- consente una velocità di esecuzione dei lavori più rapida, in quanto si sfrutta la rete in rame già esistente nell’ultimissimo miglio (che in Brasile è di proprietà del condominio e non dell’incumbent) e richiede meno mano d’opera di installazione;
- la distanza media tra MSAN e abitazione, di circa 250 metri, abilita una performance davvero “disruptive” rispetto all’offerta attuale in Brasile. I test sul campo con i primi clienti attivati hanno fatto registrare velocità in download di circa 50 Mbps reali e 30 in upload, arrivando a punte di 80 Mbps in download e 40 in upload (vedi Figura 8);
- è anche una soluzione non pienamente replicabile dai



competitors, se non attraverso interventi fortemente capital intensive (estensione della fibra dalle centrali per avvicinarsi il più possibile all'utente). In sintesi è una soluzione che permette il miglior compromesso costo-beneficio, garantendo una performance molto più alta rispetto alla concorrenza a prezzi competitivi e che va comunque contestualizzata in un mercato come quello Brasiliano dove il "cost-to-serve" è vitale per sostenere un business accessibile al mercato massivo.

- **Test tecnici in laboratori conclusi con successo**
- **Test sul campo in andamento con primi Friendly User Testers connessi alla rete:**
  - Velocità di download fino a 45 Mbps reali medi
  - Bassa attenuazione del segnale verificata nella rete

**Figura 8 - Test sul campo – velocità fino a 80 Mbps reali**

**5** Il roll-out della rete di accesso: pianificazione e strategia "a tenaglia"

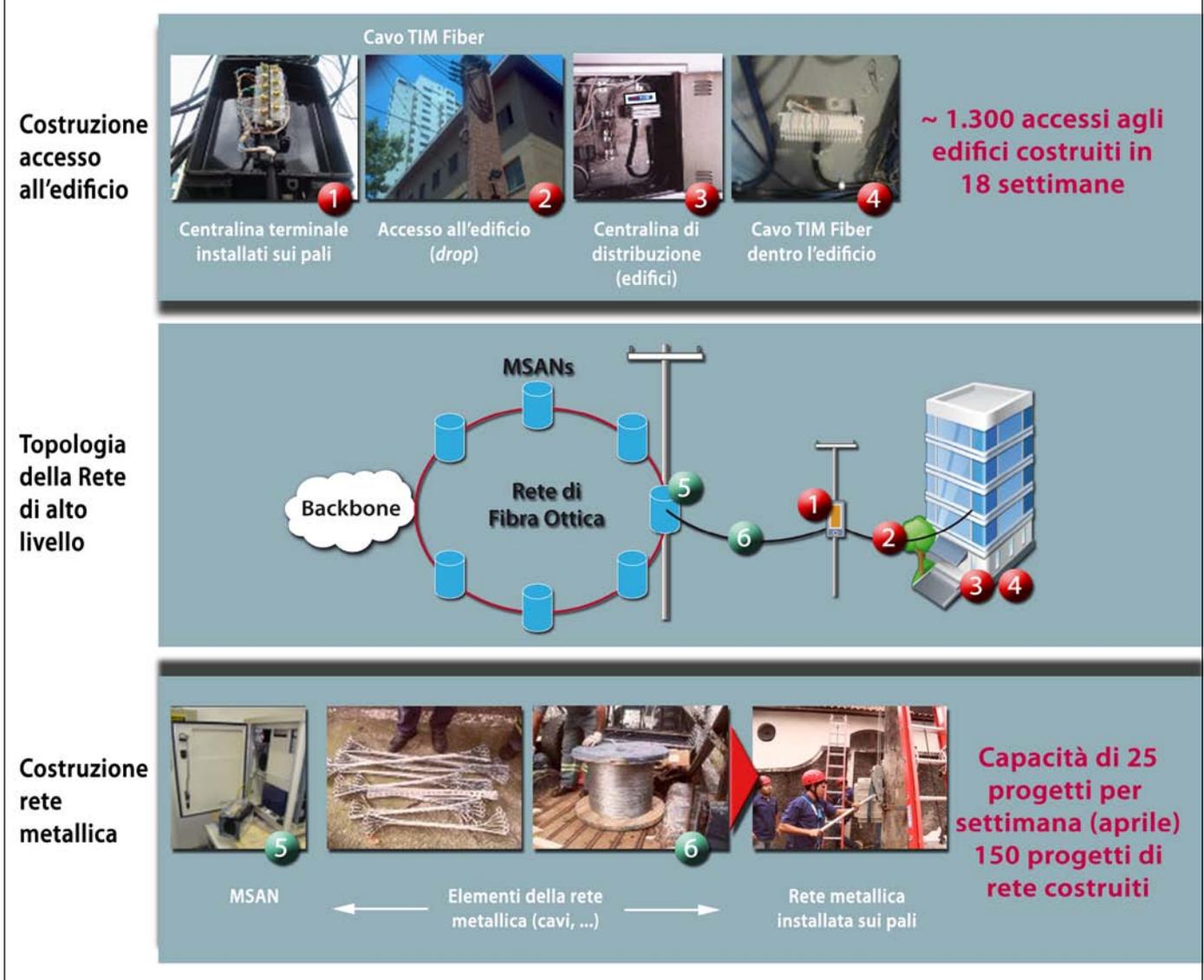
Nel roll-out di una rete di accesso, tipicamente, l'attività di deployment più time consuming ed ad alto rischio è quella relativa all'accesso nei palazzi (capillarità intrinseca, necessità di chiedere autorizzazioni agli amministratori di condominio, fattibilità tecnica da verificare legata allo stato dei cavidotti condominiali, ecc.). L'espe-

rienza di Fastweb in Italia è un esempio noto a tutti gli esperti del settore. Inoltre, nel caso di TIM Fiber, esisteva la complicazione di dover definire dei progetti tecnici per l'impianto degli MSAN sui pali della luce e chiedere l'autorizzazione sia alla società elettrica sia al comune.

Per garantire la massima velocità di esecuzione nel deployment della rete di accesso e minimizzare il rischio d'imprevisti, è stato deciso di adottare una strategia "a ten-

aglia": lanciare due filoni di intervento paralleli (l'installazione degli MSAN da un lato e la realizzazione della rete di accesso ai condomini dall'altra) indipendenti, ma coordinati in modo da lasciare solo il collegamento finale dei due tratti di rete al momento dell'attivazione del primo cliente del palazzo sotto copertura (vedi Figura 9). Al momento in cui questo articolo viene scritto registriamo oltre 1.300 accessi condominiali (un edificio in media ha oltre 50

Figura 9 - Deployment della rete di accesso attraverso due filoni di intervento paralleli



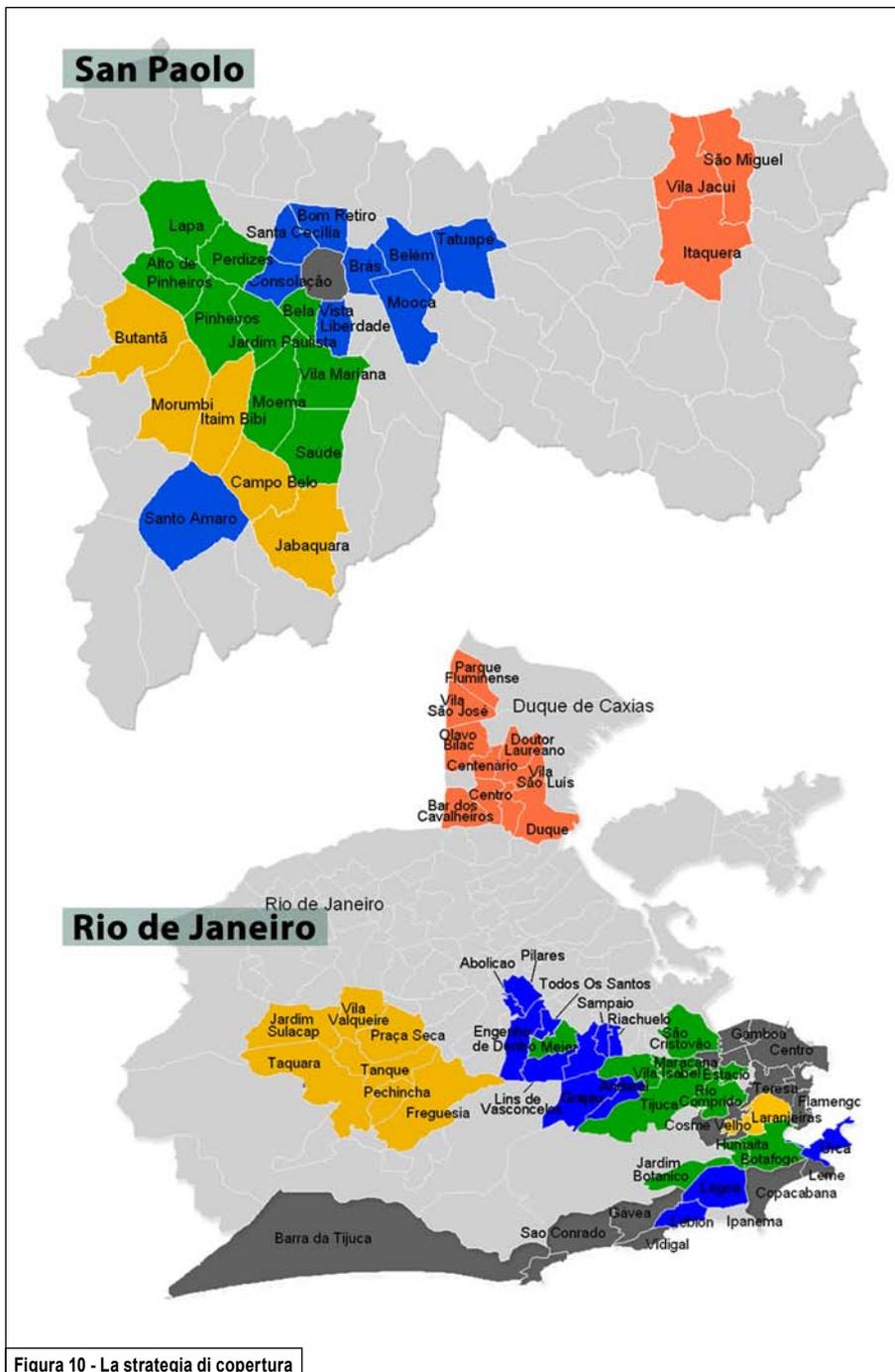


Figura 10 - La strategia di copertura

appartamenti) già realizzati (una media di 90 a settimana), 4.000 già autorizzati ed una media di 25 MSAN installati a settimana. La strategia di copertura adottata è stata articolata in 4 ondate di roll-out, in base alla priorità di intervento partendo dai "bairros" con la

maggior concentrazione di clienti potenziali (presenza rete aerea, alto tasso di "verticalizzazione" dei palazzi, presenza o meno di competitors, concentrazione delle classi sociali target) (vedi Figura 10). Per assicurare l'accuratezza della previsione di domanda del mar-

keting, l'attività di roll-out è stata preceduta da una mappatura capillare di tutti i quartieri coperti dalla rete (in gergo "Pingação"), dove squadre di specialisti hanno censito, strada per strada, tutti gli edifici, valutandone il potenziale in termini di possibile domanda, presenza o meno della concorrenza e rischio d'infattibilità tecnica. Questo ha determinato l'assegnazione di un livello di priorità per ciascun quartiere. Sulla base degli input della "Pingação" l'area commerciale di TIM Fiber si è attivata per concludere gli accordi con gli amministratori di condominio per permettere le operazioni di drop verticale e la struttura di Rete di Intellig, che gestisce le operations di rete di TIM Fiber, ha quindi pianificato tutte le operazioni di deployment (vedi Figura 11).

La "Pingação" è 100% digitale e georeferenziata e questo permette di costruire in tempo quasi reale l'inventario di rete, che viene così caricato sui sistemi di OSS e BSS. In questo modo, quando successivamente un cliente vuole essere attivato, è possibile verificare online la fattibilità tecnica (porte degli MSAN disponibili, copertura,...), pre-assegnare la porta del MSAN ed emettere l'ordine di servizio con tutte le informazioni necessarie per il lavoro. Questo permetterà un lead time dalla vendita all'attivazione in meno di 48 ore.

## 6 L'offerta ed il posizionamento sul mercato

Tim Fiber ambisce a diventare il primo fornitore di "vera banda larga" sul mercato brasiliano, facendo leva sui suoi asset unici e distintivi: la miglior performance possibile (15-50 Mbps reali) a

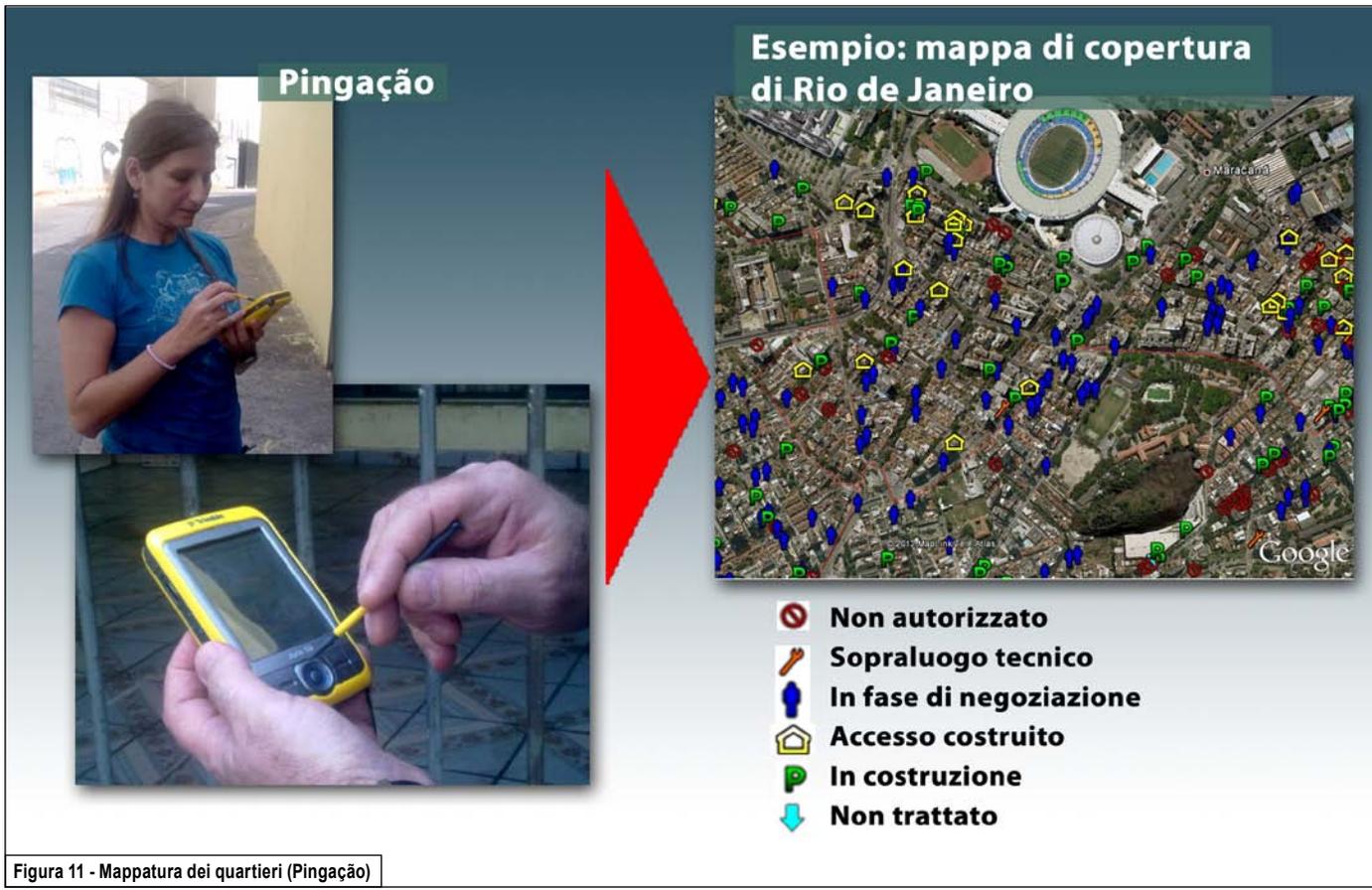
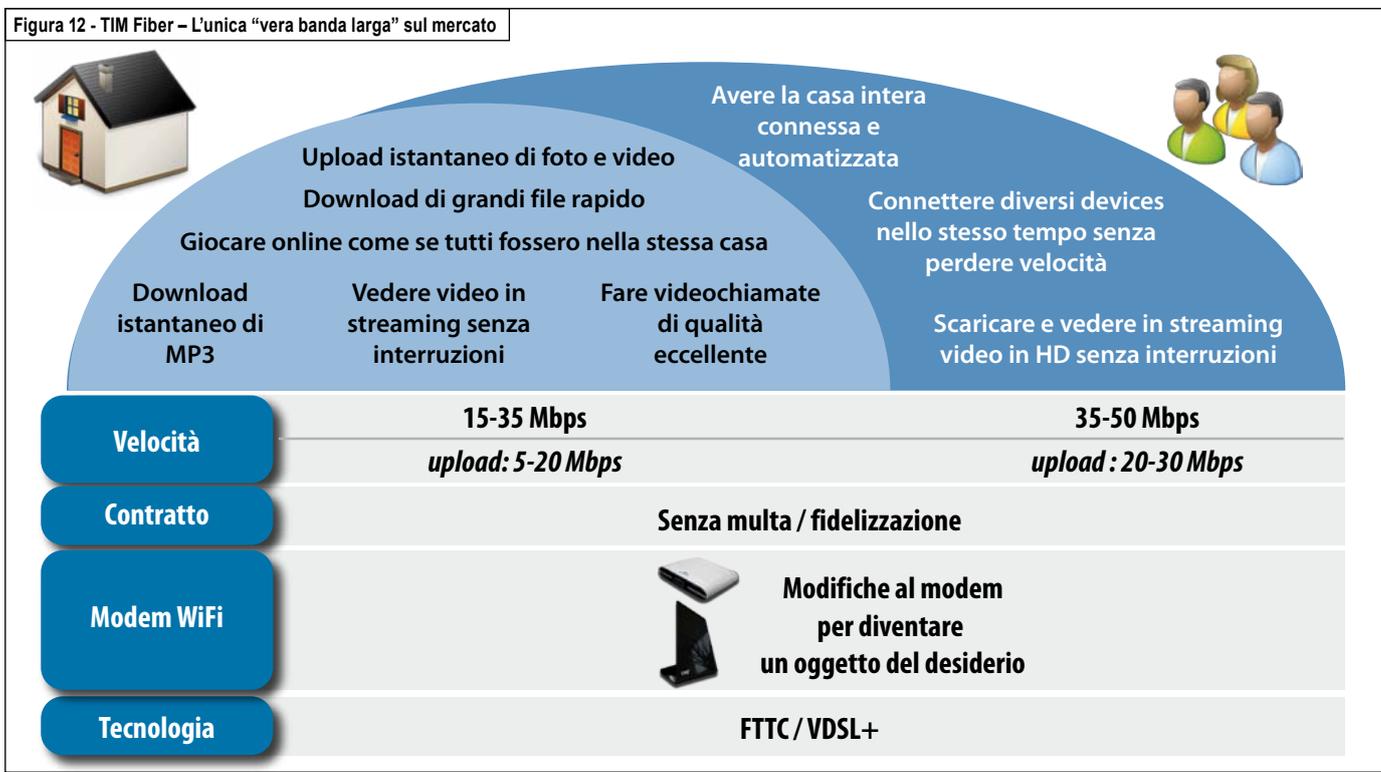


Figura 11 - Mappatura dei quartieri (Pingaço)

Figura 12 - TIM Fiber – L'unica "vera banda larga" sul mercato



costi accessibili, grazie alla fibra più vicina alla casa dell'utente sul mercato (vedi Figura 12).

Nella fase di lancio l'offerta base sarà una "naked BB" a cui il cliente, se lo vorrà, potrà aggiungere gli add-on che desidera in una logica "best of breed" (Voce, Contenuti, Servizi).

## 7 Il piano di sviluppo

Il lancio di un progetto così complesso e ambizioso naturalmente non si limita al disegno e deployment di un'architettura di rete. TIM Fiber è uno start-up a tutti gli effetti in cui si è reso necessario progettare quasi da zero tutta la macchina operativo-orga-

nizzativa: le piattaforme IT per la gestione dei processi di business chiave (OSS e BSS), il provisioning, i canali di vendita, il customer care, la logistica, la comunicazione, l'organizzazione stessa della nuova unità di business.

In particolare dal punto di vista architettonico il mondo OSS è stato sviluppato sulla piattaforma già presente in TIM per sfruttarne i processi di rete già esistenti e garantire una rappresentazione e gestione della rete "end-to-end" (dal Backbone fino alla fibra a casa del cliente). Per quanto concerne il BSS è stato seguito un approccio basato sul framework E-TOM, in cui si sono concordati i macroprocessi attraverso un high-level design e si sono poi selezionati i moduli "off-the shelf" da un unico

fornitore. Questo per permettere di avere subito l'integrazione tra i due mondi, OSS e BSS, sfruttando quanto già presente nella suite del vendor, aumentando così la velocità di implementazione e diminuendo il costo in termini di sviluppi e collaudi.

Per coordinare un progetto così complesso è stato allestito un PMO che ha coinvolto una task force di oltre 120 persone tra personale interno, fornitori, vendors e gestito 10 cantieri di lavoro cross-funzionali articolati in 60 macro attività. Per garantire il rispetto dei tempi e la tempestività di risoluzione di eventuali punti critici sono stati identificati ed attivati circa 400 punti di controllo/milestone di verifica (Figura 13).

Figura 13 - Il piano di sviluppo



## Conclusioni

Il primo cliente è stato attivato e messo a sistema dopo appena 6 mesi dall'acquisto di AES Atimus e 5 mesi dal kick-off. Questo risultato non sarebbe stato raggiunto senza il lavoro di squadra di tutto il Gruppo Telecom Italia, a dimostrazione di come un'organizzazione internazionale possa gestire un progetto complesso con un'altissima efficacia.

Oggi la struttura di TIM Fiber può contare su 111 risorse, con il forte supporto di tutta TIM Brasil (vedi Figura 14).

I prossimi mesi saranno cruciali perché ci permetteranno in maniera definitiva di trasformare un'idea in una realtà davvero concreta e, auspicabilmente, di successo. Per raggiungere questo scopo abbiamo l'ambizione di voler partire non solo rispettando le tempistiche,



Figura 14 - La squadra di TIM Fiber

sfidanti, del piano industriale, ma, soprattutto, farlo garantendo una esperienza "first time right", cioè garantire eccellenza e consistenza della customer experience "end to end". Questo, più di ogni altro numero, è certamente la sfida più importante per TIM Fiber perché è il pre-requisito fondamentale per

il successo commerciale dell'intera iniziativa. In questa nuova fase, continueremo lavorando vicino alle strutture di Telecom Italia e Telecom Argentina in modo a sfruttare al massimo le esperienze di gruppo ■

luigi.cardone@telecomitalia.it  
aruggiero@timbrasil.com.br  
rogierot@timbrasil.com.br



### **Luigi Cardone**

dal 2009 opera nella società Tim Brasil in qualità di responsabile della funzione CTO (Chief Technology Officer). Ingegnere elettronico, dopo una lunga esperienza in Italcable, nel 1994 entra in Telecom Italia come responsabile dello Sviluppo Applicazioni Informatiche della divisione radiomobile. Dal 2000 al 2005 è nominato CIO di TIM, oltre che responsabile funzionale dei CIO delle consociate estere di TIM. Assume poi l'incarico di responsabile della divisione informatica BSS (*Business Support Systems*) di Telecom Italia per le soluzioni informatiche del fisso e del mobile. Nel 2008 opera nella divisione mobile in qualità di responsabile della funzione di Service Creation & Demand.



### **Antonino Ruggiero**

attuale CEO di Intelig e responsabile del business Wholesale per TIM Brasile. Ingegnere in Telecomunicazioni, lavora nel Gruppo Telecom Italia dal 1997, dove ha ricoperto diverse posizioni da Direttore di Rete a CTO in Cile, Turchia, Ucraina, Venezuela, Cuba e Spagna.



### **Rogerio Takayanagi**

attuale responsabile del progetto TIM Fiber, in precedenza direttore marketing di TIM Brasile. Ingegnere con specializzazione in Business Administration alla FGV di San Paolo e alla HEC Paris, ha 15 anni di esperienza nelle Telecomunicazioni, avendo lavorato in 8 paesi e 4 continenti.

# L'ESPERIENZA DI TELEKOM MALAYSIA SU HIGH SPEED BROADBAND

Shazurawati Abd Karim, Giorgio Migliarina



**C**on la decisione di introdurre la fibra sul territorio il governo malese ha dato inizio ad un progetto nazionale per comunicazioni a larghissima banda HSBB (*High Speed Broadband*) e ha sottoscritto un accordo di PPP (*Partnership Pubblico Privato*) con l'Operatore incumbent, *Telekom Malaysia Berhad* (TM) per sviluppare la nuova generazione di infrastruttura a larghissima banda e una nuova generazione di servizi.

Nel realizzare la rete TM ha dovuto confrontarsi con l'aspettativa di fornire ultra broadband e servizi di telefonia con elevate richieste di banda, gestendo al tempo stesso l'obsolescenza di diverse piattaforme di rete. In parallelo alla migrazione di rete, TM ha anche iniziato una trasformazione dei suoi sistemi di OSS/BSS riducendoli drasticamente, da qualche centinaio a un'aggregazione coerente di pochi sistemi. Per assicurare il miglioramento delle competenze e lo skill necessario alla gestione dei nuovi servizi, TM si è focalizzata sui diversi skill e processi richiesti per il provisioning, per le operations e la manutenzione della nuova rete.

### 1 L'origine della Partnership Pubblico-Privato

Telekom Malaysia (TM) è l'Operatore incumbent in Malesia, una realtà che offre soluzioni integrate di comunicazione da oltre 60 anni. Gestisce oltre 4,3 milioni di clienti e oltre 2 milioni di connessioni broadband in un paese con circa 6,5 milioni di case. La Malesia è una nazione con circa 30 milioni di persone ed ha il secondo PIL pro-capite di tutta l'area del sud-est asiatico, dopo Singapore. Costituisce uno dei motori economici per la crescita della regione asiatica, ed è un insieme di nazioni con oltre 400 milioni di abitanti che sta vivendo una crescita simile a quella del BRIC (*Brasile, Russia, India, Cina*).

TM ha iniziato come un dipartimento del governo, responsabile per la fornitura di servizi base di

telecomunicazioni, per trasformarsi negli anni '90 in un'azienda pubblica riconosciuta dal governo mirata alle telecomunicazioni fisse e mobili. Fino al 2008 è cresciuta sia nel fisso sia nel mobile solo in Malesia e poi si è estesa in altre 9 nazioni in Asia.

Nel 2008 TM si è divisa in due società pubbliche: Axiata per il mobile in Malesia e all'estero, e TM focalizzata sul fisso in Malesia. Questa decisione, in opposizione a quanto stava accadendo in altre zone in cui molti Operatori consolidavano in una sola azienda le loro operation su fisso e mobile, ha permesso ad Axiata di sfruttare al meglio le opportunità di crescita in tutta la regione ed ha costretto TM a riconsiderare le prospettive e la crescita potenziale dell'infrastruttura fissa in Malesia.

L'impegno di TM alla crescita dell'infrastruttura fissa ha trovato

una sponda nei piani del Governo malese, orientato a trasformare la Malesia in una nazione ad alto reddito entro il 2020. Numerosi studi hanno evidenziato la relazione tra competitività di una nazione e la qualità della sua infrastruttura fissa di telecomunicazioni. Inoltre, è noto che la fibra assicura una maggior qualità rispetto al rame e una maggior banda: la Malesia ha chiaramente bisogno di questo tipo di infrastruttura.

Il problema è che la realizzazione di un accesso in fibra presenta notevoli difficoltà economiche: una copertura completa richiede un finanziamento esterno, dato che un Operatore non è in grado di ottenere un adeguato ritorno al capitale investito. L'Asia è in prima fila nella rivoluzione portata dalla fibra, perché diverse nazioni hanno sposato un modello in cui il governo finanzia completamen-

te o parzialmente l'investimento per la nuova infrastruttura.

Nazioni come la Corea del Sud e il Giappone hanno iniziato da tempo con massicci finanziamenti e più recentemente nazioni come Australia e Nuova Zelanda si sono aggiunte con progetti simili con l'obiettivo di creare delle aziende per la rete (NetCo) per assicurare a tutti i fornitori di servizi un contesto equo di mercato.

Il Governo malese ha deciso di scegliere un modello che preveda un finanziamento parziale e identifici nell'Operatore incumbent di rete fissa, TM, l'esecutore del piano di cablatura in fibra. Questo per assicurare un rapido inizio e per sfruttare le infrastrutture esistenti e le relative competenze. Quindi, nel 2009, TM è entrata in una PPP (*Partnership Pubblico-Privata*) con il Governo malese in un progetto di 10 anni per HSBB (*High Speed Broadband*), in cui

TM si impegna a fornire servizi HSBB a 1,3 milioni di edifici (porte installate) entro la fine del 2012. Questo significa circa 2 milioni di case e uffici pronti ad essere collegati alla nuova rete ad alta velocità entro 3 anni dall'inizio del progetto.

Il progetto, inizialmente, si è basato sul modello supply-driven, in cui per prime vengono infrastrutturate le aree più importanti dal punto di vista economico e industriale, in quanto queste hanno un maggiore impatto sul PIL nazionale. L'area di copertura viene poi estesa progressivamente ad altre parti della nazione in fasi successive.

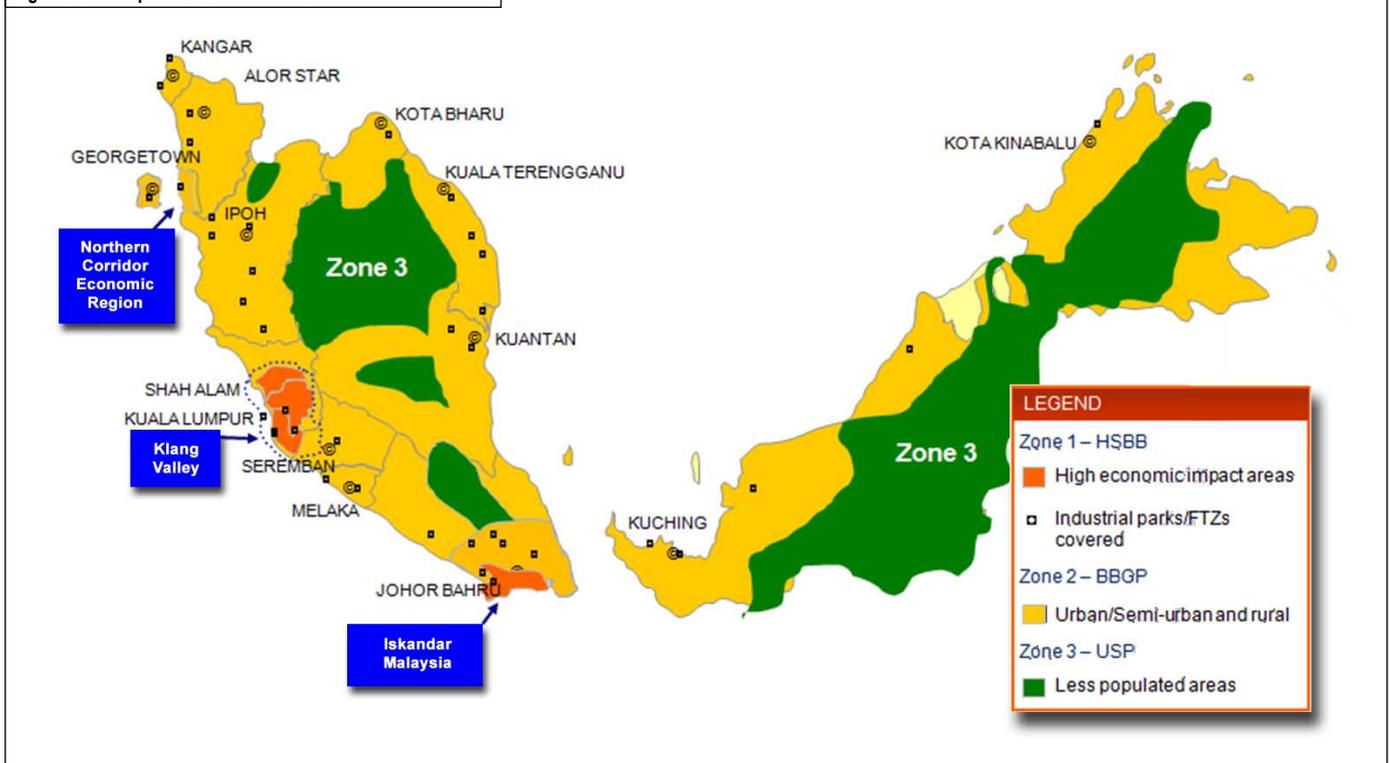
Il Governo finanzia circa il 20% dell'investimento totale richiesto per garantire un minimo ritorno all'investimento dell'incumbent. La percentuale di finanziamento richiesto dipende dagli obiettivi di copertura, e in questo caso cor-

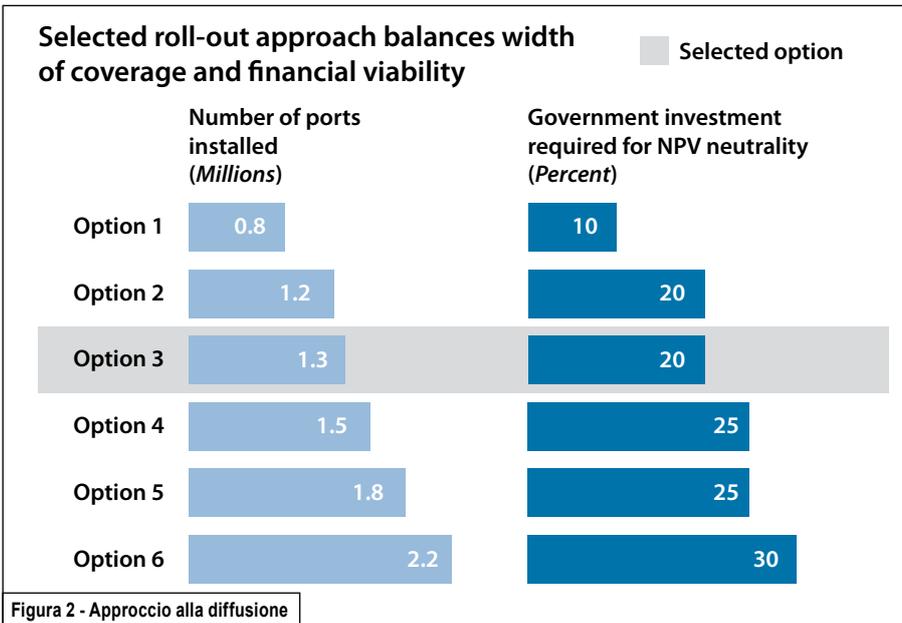
risponde ad un 20-25% di copertura in termini di porte installate rispetto al numero complessivo di abitazioni in Malesia.

## 2 Progettazione della rete HSBB

Le sfide immediate da affrontare per la progettazione erano diverse. Innanzitutto esistono delle aspettative minime da parte degli abbonati, a cui TM deve fornire i servizi di telefonia e di alta qualità broadband. Al momento TM fornisce servizi di telefonia voce attraverso sistemi "legacy" e centrali ormai datate. Inoltre, la rete prima del progetto HSBB era eterogenea, con i servizi Internet forniti attraverso multiple piattaforme, comprese reti ATM. Alcune di queste piattaforme erano vicine alla obsolescenza. TM non può fornire servizi al meglio senza

Figura 1 - Principali aree economiche e industriali in Malesia





procedere ad un rifacimento completo della rete di trasporto. Un'ulteriore sfida è costituita dalla banda richiesta per l'accesso Internet. Questo, in Malesia, è fortemente dipendente dai contenuti che provengono dall'estero, dato che lo sviluppo di contenuti on line in Malesia è agli albori. Solo il 30% del traffico Internet è terminato localmente, mentre il restante deriva principalmente da USA e Cina. L'esplosione dei laptop, tablet e smart phone ha cambiato i pattern di utilizzo. TM ha infatti osservato una crescita

del traffico in parallelo alla crescita di questi terminali collegati ad aree WiFi installate come parte integrante dell'accesso/servizio broadband. Il video streaming è cresciuto enormemente e con l'introduzione dell'HSBB ci si aspetta una ulteriore massiccia crescita. L'investimento per l'ultimo miglio collega le case e il business alla "autostrada broadband" consentendo un'alta velocità su connessione in fibra. Una rete nazionale di nuova generazione (NGN) che fornisce la "autostrada bro-

adband" e che collega tutta la Malesia.

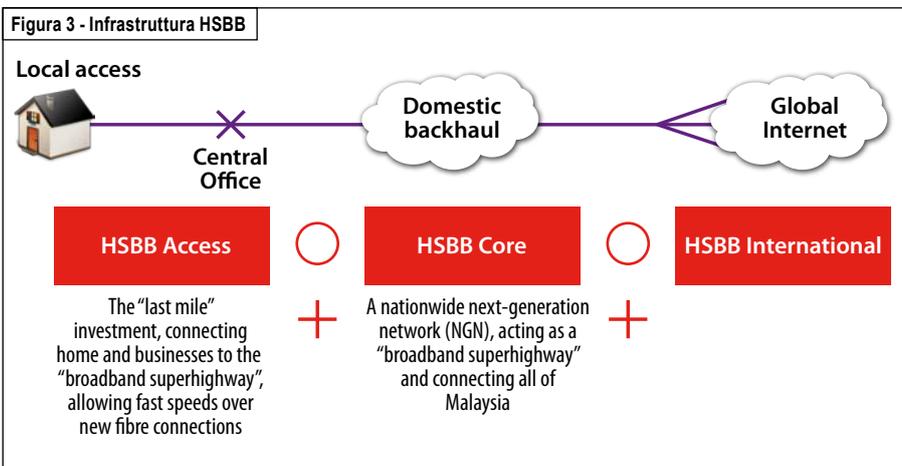
Il progetto complessivo della rete HSBB è rappresentato in Figura 4.

## 2.1 Rete d'accesso HSBB

Vengono considerati tre sistemi di accesso: Fibra, Ethernet e Rame. TM ha deciso di utilizzare GPON per il suo accesso FTTH per le abitazioni. VDSL2 viene invece utilizzato per fornire servizi ad abitazioni che si trovano in palazzi con molti piani. ETTH è infine utilizzata per ambienti industriali.

La rete di accesso è completamente passiva. Considerando il notevole impegno in opere civili in questa nazione in via di sviluppo che possono danneggiare i cavi di comunicazione, le E-Side sono configurate in topologie ad anello che garantiscono una maggiore disponibilità.

TM utilizza un'architettura a due livelli in cascata di "power splitter" per distribuire l'accesso alle case. Tutto il provisioning avviene al FDP (*Fiber Distribution Panel*) e non richiede alcun intervento presso il FDC (*Fiber Distribution Cabinet*).



## 2.2 Rete di trasporto HSBB

Tutti gli OLT e MSAN saranno aggregati progressivamente in nodi Metro-E. Questi sono configurati in anelli con multi flussi 10 G, per garantire un'elevata disponibilità e capacità a basso costo. La voce e i servizi IPTV sono reperiti direttamente dall'IMS e dalla piattaforma IPTV attraverso il backbone IP, mentre il traffico Internet ad alta velocità

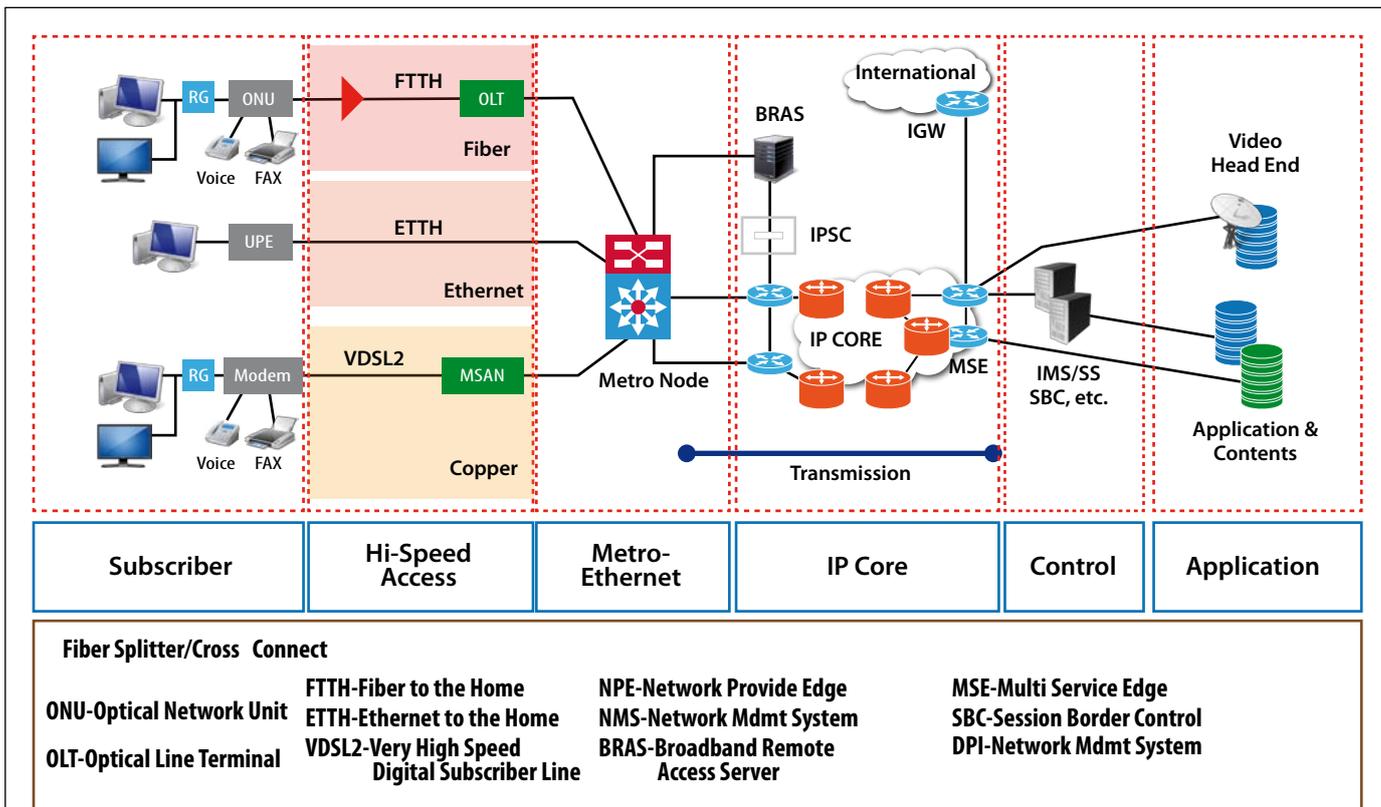


Figura 4 - Architettura rete HSBB

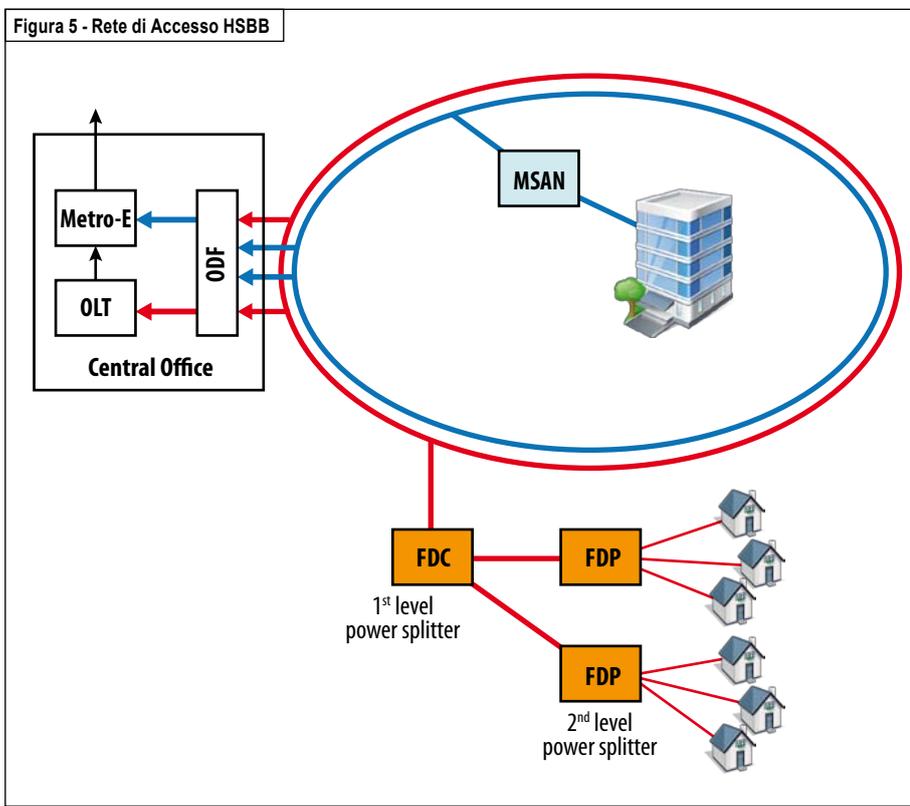


Figura 5 - Rete di Accesso HSBB

(HSI) transita attraverso uno dei due sistemi B-RAS e DPI (*Deep Packet Inspection*) ridondati geograficamente prima di collegarsi al backbone IP.

### 2.3 HSBB IP Backbone Network

L'IP Backbone network è configurato come rete mesh, in modo da fornire un'alta capacità e bassa latenza, tenendo conto al tempo stesso delle sfide poste dalla geografia della nazione. L'architettura di alto livello è rappresentata in Figura 6.

Tutti i servizi sono connessi al backbone IP di TM attraverso il nodo MSE (*Multi Service Edge*). I Nodi Super Core sono speciali aggregazioni che collegano i backbone regionali.

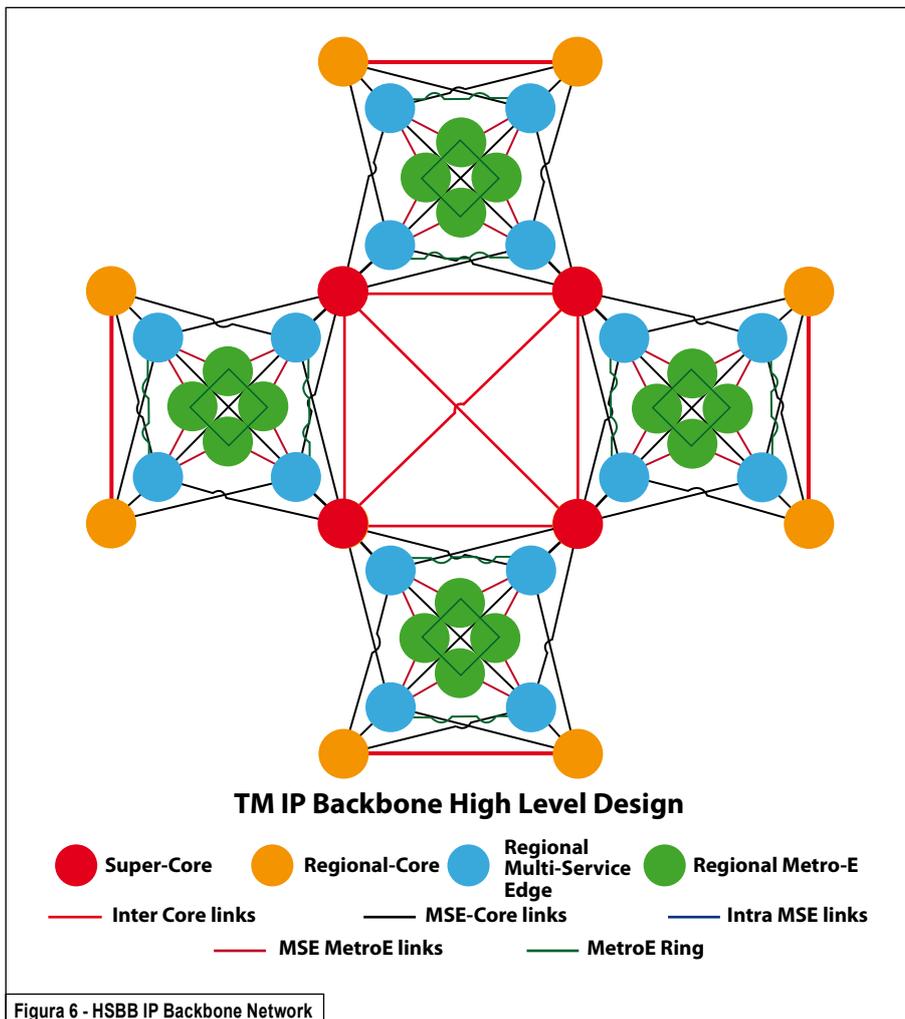


Figura 6 - HSBB IP Backbone Network

## 2.4 La NGN (New Generation Network) di HSBB

La NGN di TM comprende IMS, SS (Soft-switch), SBC (Session Border Controller), AG (Access Gateway), MG (Media Gateway) e Tellin (Intelligent Network) le cui funzioni sono qui descritte:

- 1) L'IMS Core fornisce il controllo voce ai sistemi PSTN migrati negli Access Gateway e fornisce servizi VoBB su Unifi. È progettato per avere una disponibilità del 99,999% con una ridondanza geografica. Altri servizi multimedia sono in fase di test e sperimentazione.
- 2) I Soft switch e gli SBC gestiscono servizi ISDN PRI, BRI e V5 e vecchi rilegamenti non gestiti ad oggi dall'IMS. Questi sono installati a livello regionale e sono ridondati in ciascuna regione. Il Soft Switch internazionale opera come Gateway per servizi voce internazionali.
- 3) L'Access Gateway (AG) fornisce le terminazioni alla rete di accesso.
- 4) Il Media Gateway (MG) fornisce la interconnessione verso reti non NGN.
- 5) Il TELLIN (EIN) fornisce la traduzione a numeri 800 e sostituirà i sistemi legacy della piattaforma AIN.

## 2.5 TM Piattaforma Contenuti

TM è stata scelta dal Governo come partner per realizzare la piattaforma nazionale di distribuzione dei contenuti CSDP (Content Service Delivery Platform). Questo fa parte dell'accordo di PPP con il Governo, in cui TM sviluppa una piattaforma neutrale (CSDP) per costituire un digital market place end to end, dove si vanno ad aggregare contenuti e application provider per l'offerta di servizi. Acquirenti e intermediari utilizzeranno la stessa piattaforma per collegarsi ai content providers.

Attraverso il progetto HSBB, TM, insieme con il Governo e in collaborazione con vari attori industriali, opera per creare una piattaforma per contenuti e applicazioni chiamata My1 Content per promuovere ulteriormente lo sviluppo di contenuti in Malesia e collabora con varie Agenzie Governative per stimolare lo sviluppo dei contenuti da parte di imprenditori locali (Contentpreneurs) per un'offerta locale e globale. In sintesi, questa nuova piattaforma consentirà a TM di giocare il ruolo di "aggregatore di aggregatori".

## 2.6 Gli OSS/BSS di HSBB

TM ha iniziato la trasformazione dei suoi sistemi lanciando una nuova suite di OSS/BSS in parallelo alla migrazione della rete. Sono stati collassati 700 sistemi riducendoli a 300 che a fine progetto diventeranno 70. Si fa riferimento agli standard del Broadband Forum e dell'ITU e tutti i vendor si impegnano ad adeguarsi a tali standard per mitigare i problemi di interoperabilità.

Per i sistemi IT la migrazione degli attuali clienti e prodotti si è dimostrata cruciale. È stata realizzata una suite di OSS/BSS completamente nuova, sono stati introdotti i prodotti HSBB e la migrazione è avvenuta gradualmente mirando a migliorare la customer experience. Gli OSS/BSS sono diventati operativi in nove mesi, con minimi contrattempi. Ora si è nella fase di introduzione di prodotti esistenti su questa nuova suite.

### 3 HSBB Realizzazione

Per assicurare che la rete HSBB possa essere rilasciata in accordo con le tempistiche stabilite, il progetto è stato segmentato in tre componenti e cioè: la realizzazione della rete di accesso, la migrazione delle reti PSTN verso le infrastrutture basate su IMS e lo sviluppo di un nuovo backbone IP.

A questo deve accompagnarsi un cambio di paradigma per i 27.000 lavoratori che costituiscono la workforce. La realizzazione, il provisioning, le operation e la manutenzione della nuova rete richiedono nuove competenze e approcci mentali.

Occorre migliorare le competenze e la comprensione per gestire i nuovi servizi che saranno resi disponibili sulla nuova piattaforma. Chi sta in prima linea deve avere una migliore comprensione delle nuove tecnologie e deve utilizzare strumenti nuovi per assicurare che il livello di servizio verso i clienti non venga compromesso. I gruppi di supporto di back office devono imparare a gestire tutti i potenziali problemi dei nuovi servizi e migliorare l'efficienza operativa complessiva.

Il controllo dei costi e del capitale ha un ruolo centrale nel progetto. I maggiori rischi di ogni progetto di questa natura sono i ritardi e l'incremento dei costi. Nuovi processi di business sono stati sviluppati per semplificare quelli pre-esistenti e al tempo stesso sono più stringenti per garantire un optimal spending.

È stato chiaro fin dall'inizio che era opportuno un cambio nel management per il successo del progetto. È stato così costituito un ufficio di Project Management indipendente per gestire le complessità di creazione della nuova rete e gestire le sue interdipendenze.

### 4 Verso la semplificazione e unificazione

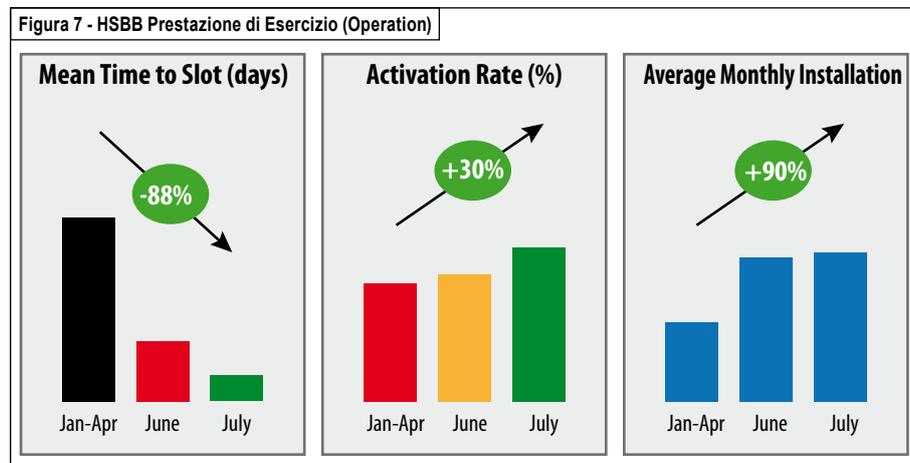
In parallelo alle sfide legate alla creazione della rete, TM ha iniziato un programma per migliorare significativamente le performance della sua operation, attraverso la semplificazione di processi e la responsabilizzazione delle persone e dei team. Sono stati individuati quattro elementi chiave per il piano di semplificazione. Primo, ci si è concentrati sulla responsabilizzazione, non sulla tec-

nologia. È stato studiato l'atteggiamento e il comportamento del personale di esercizio in campo ed è stato radicalmente cambiato il modo in cui questi devono fornire il servizio, riparare guasti e in generale le diverse mansioni. Secondo, si è cercato di eliminare gli sprechi. Terzo è stato rinforzato il management e le attività di monitoraggio attraverso strumenti più semplici. Strumenti efficaci come cruscotti di monitoraggio per fornire una rendicontazione a colpo d'occhio delle attività effettuate sono stati re-introdotti. Infine TM ha aggiunto razionalità e semplicità ai suoi processi.

Il programma di semplificazione ha portato a tagli nel tempo medio di attivazione dei servizi voce e di ripristino di oltre il 60% e ridotto il tempo medio per l'esercizio del broadband di oltre l'80%. Sono stati anche ridotti i costi riducendo la complessità del back office.

### 5 Le Sfide dell'HSBB

Nella realizzazione dell'HSBB, TM ha dovuto affrontare le complessità insite nella realizzazione in case e uffici. La fibra compor-



ta la necessità di riaddestrare la forza lavoro, introdurre nuovi processi, mettere in campo nuovi apparati, internalizzare nuove competenze. Tutto questo è dovuto avvenire in tempi stretti. In Malesia non esisteva alcun tecnico con competenze sui sistemi in fibra e si sono dovuti creare squadre che potessero recarsi presso le abitazioni dei clienti installando con efficacia quanto necessario. È stato necessario addestrare non solo i tecnici di TM, ma anche i nostri subcontractors e la velocità di questo addestramento è stata il condizionamento maggiore nella realizzazione della rete e attivazione del servizio presso i clienti.

Per gestire le aspettative dei clienti è stato anche necessario che questi fossero informati sulle differenze tra la fibra e il rame. Una tipica installazione di fibra può richiedere tra le 4 e 8 ore e il cliente deve essere preparato a questo. Così come deve essere preparato a come utilizzare i nuovi sistemi che vengono installati per semplificare il servizio, ad esempio il router (RG), terminazione di linea (BTU) il set top box e il telefono DECT.

Un'incomprensione da parte del cliente sulla complessità connessa all'installazione per via aerea o sottoterra dei cavi, la cablatura interna pongono ulteriori sfide agli installatori e portano ad allungare i tempi di attivazione.

In palazzi a molti piani e in comunità all'interno di un complesso residenziale, ad esempio gli installatori di TM devono superare l'opposizione all'installazione di cabinet (DP), la mancanza di cooperazione da parte degli amministratori dei complessi, la bassa qualità del rame presente all'interno dei complessi, l'ostruzione

di cavidotti e tombini a seguito di lavori di costruzione e manutenzione.

La lentezza nell'approvazione dei piani di realizzazione da parte delle autorità locali e circoscrizioni costituisce un'ulteriore difficoltà alla realizzazione della HSBB. Questo può essere risolto se il broadband è percepito come un elemento di valore, come l'acqua e l'elettricità da parte di chi costruisce i palazzi.

## 6 Impatti e benefici dell'HSBB

L'HSBB è un'iniziativa infrastrutturale cruciale per sostenere il balzo in avanti che la Malesia intende fare nella "economia della conoscenza". Il suo impatto può essere visto su tre fronti, e cioè la Nazione, i cittadini e l'industria.

Sul fronte della Nazione, l'HSBB è visto come un'infrastruttura strategica abilitante per spingere la penetrazione del Broadband, lo sviluppo del capitale umano e i progetti di trasformazione (ETP). Aumenta la competitività regionale della Nazione sul piano economico e aiuta ad attirare FDI e capitale umano (talenti) nella Nazione. Con la sua realizzazione, l'HSBB aggiunge valore al PIL con una stima di un incremento dello 0,6% nel 2017 e la creazione di 100.000 nuovi posti di lavoro. Inoltre, stimola la creazione di nuove imprese (contenuti locali, multimedia, applicazioni) e nuovi business portando quindi alla creazione di nuovi lavori e nuovi skill per l'"economia della conoscenza" che a sua volta facilitano l'e-government e l'e-commerce.

Per i cittadini, l'HSBB guida lo sviluppo di una nuova conoscenza e competenze nel settore IT, Inter-

net, Broadband, on-line, social media,... Lo sviluppo del capitale umano nell'industria della conoscenza e nelle istituzioni nazionali per l'educazione di alto livello viene migliorato dalla HSBB. Inoltre, fornendo una maggiore capacità di banda questa soddisfa la fame crescente di una società sempre più legata alle informazioni.

Per l'industria, l'HSBB fornisce un sistema avanzato di telecomunicazioni (un backbone IP) che aiuta l'industria stessa a migliorare la sua offerta in servizi di telecomunicazioni. Inoltre evita lo spreco di investimenti per creare ulteriori infrastrutture IP e reti.

Inoltre, è parte integrale degli obblighi di TM nell'accordo PPP il rendere l'HSBB un Open Access Network e incoraggiare tutti coloro che desiderino utilizzarla a diventare partner.

Ad oggi oltre 370.000 clienti hanno sottoscritto i servizi UniFi. Frank Jaffer, presidente dell'FTTH Council Asia Pacific ha dichiarato che la Malesia ha il maggior numero di clienti broadband ad alta velocità nel sud est asiatico ed è al settimo posto in tutta l'Asia/Pacifico. TM ha anche conseguito una delle maggiori rapidità di realizzazione globale. Con il servizio Metro Ethernet, TM infatti è stata la prima a conseguire la certificazione (giugno 2011) da parte del Metro-Ethernet Forum (MEF) nel fornire servizi a standard Metro Ethernet.

Oggi TM ha migliaia di tecnici e contractors ben addestrati alle tecnologie FTTH e sono stati posati oltre 17.000 km di cavi per la fibra. L'offerta residenziale di TM, UniFi, è un triple play che comprende Internet ad alta velocità, video (IPTV) e voce con velocità tra 5 Mbps e 20 Mbps attraverso tecnologia FTTH.

Tutti i pacchetti di offerta UniFi comprendono l'accesso WiFi ad oltre 22.800 siti in Malesia fornendo connettività anche quando si è fuori casa.

Per la realizzazione della HSBB il giudizio di uno dei maggiori Operatori europei di linea fissa è stato che *"la scelta architettonica di TM... l'ha resa una delle più veloci realizzazioni al mondo e con la migliore efficienza di CAPEX"*.

Il successo di TM nella realizzazione della HSBB è riconosciuto globalmente e l'FTTH Council ha dichiarato che *"la Malesia è il mercato FTTH con la maggior crescita in tutto il sud est asiatico e una storia di successo a livello globale"*.

Un'altra citazione importante: *"Una tra le più veloci realizzazioni di fibra in tutto il mondo - Infrastruttura realizzata in 18 mesi con in più servizio IPTV in 6 mesi"* secondo una agenzia di consulenze internazionali.

Frank Mather della Commissione Europea DG ha dichiarato *"Dobbiamo creare infrastrutture broadband di prima qualità per competere con le altre nazioni, come quella realizzata dalla Malesia e da altre nazioni asiatiche"*.

Informa Telecoms & Media ha recentemente dichiarato che la *"Malesia si è portata in prima fila nella rivoluzione delle reti Broadband nazionali nella regione Asia Pacifico"*.

## Conclusioni

La realizzazione efficiente dell'HSBB è critica per UniFi e TM ad oggi ha superato tutti gli obiettivi su questo fronte. È sulla buona strada per raggiungere le 1,3 milioni di case "passed" entro la fine del 2012 con il progetto in linea con i tempi programmati.

La scelta tecnologica per soddisfare le esigenze del business e un'architettura nuova e semplice con un'operation efficiente hanno spianato la strada verso una gestione efficiente e a basso costo in

grado di sostenere la crescita per i prossimi anni.

Nel complesso TM è ottimista sul futuro del settore telecomunicazioni in Malesia, particolarmente sul versante broadband, e prosegue nel fornire tecnologie ottimali a sostenere future domande del business.

La prima fase di realizzazione della HSBB si è conclusa nei tempi e budget previsti. La risposta del mercato è stata fenomenale. Ad oggi TM ha registrato oltre 370.000 clienti HSBB diventando la prima nazione nel sud est asiatico e la settima nella regione Asia Pacifico per numero di linee.

TM rimane impegnata a fornire uguale diritto di accesso alla nuova infrastruttura fissa. La HSBB è offerta a tutti quelli che la vogliono per poter offrire servizi alla popolazione in Malesia. L'Open Access è in linea e supporta l'agenda del Governo di stimolare un vibrante settore ICT in Malesia creando una infrastruttura multimediale cui far riferimento ■

shazz@tm.com.my  
gmigliarina@tm.com.my



### **Shazurawati Abd Karim**

responsabile Tecnologia e Innovazione, Telekom Malaysia

Con un Masters in Engineering (MEng), un BA in Electrical Engineering e una certificazione in auditing (CIA), ha coordinato le attività di controllo di costi in TM. In precedenza è stata responsabile del Customer Service Operation in VADS, una società di ICT controllata da TM. Ha iniziato la sua carriera come manager di operations per cavi sottomarini e come product manager nella telefonia mobile.

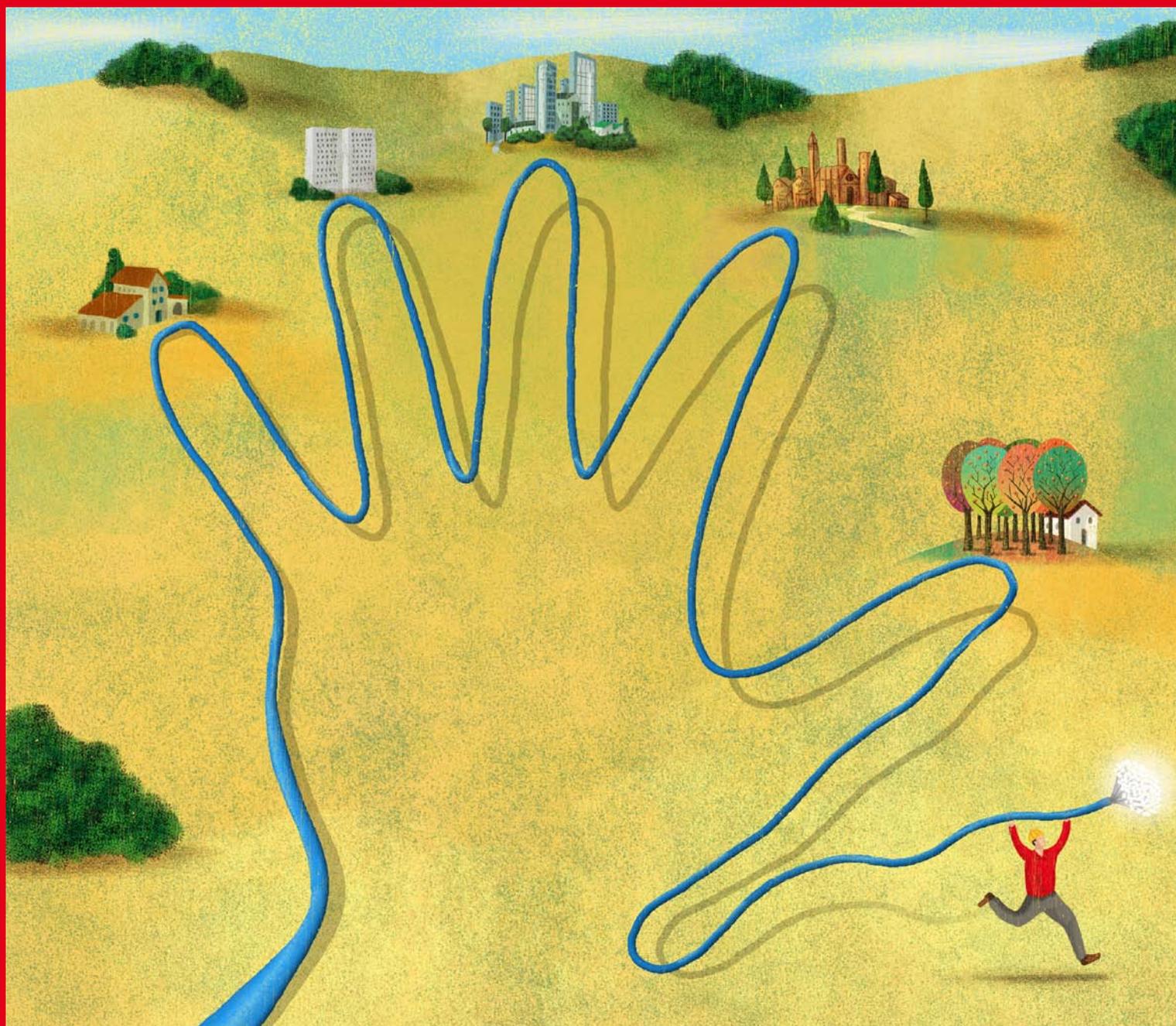


### **Giorgio Migliarina**

Chief Technology and Innovation Officer, Telekom Malaysia, ingegnere elettronico con Master in Business Administration (MBA), prima di entrare in TM è stato partner nella società di consulenza McKinsey & Company, a Londra e a Pechino. Ha anche ricoperto numerosi ruoli in Infostrada, inclusi quelli di senior manager network planning e di corporate development. Ha iniziato la sua carriera come business development manager in Olivetti Telemedia.

# EVOLUZIONE TECNOLOGICA PER LA RETE NGAN

Paola Cinato, Flavio Marigliano, Maurizio Valvo



**I rapido e continuo incremento della richiesta di banda per i nuovi servizi richiede una continua innovazione nella rete di accesso e un dispiegamento sempre maggiore della fibra ottica. Tuttavia, grazie all'evoluzione delle tecnologie trasmissive su rame, che permettono di sfruttare ancora le grandi potenzialità della rete secondaria, è possibile introdurre gradualmente la fibra in rete di accesso, sfruttando nel breve periodo architetture con fibra fino all'armadio o all'edificio. A tendere, tuttavia, il dispiegamento massiccio della fibra fino in casa del Cliente sarà inevitabile. Le attività di ricerca e standardizzazione sono concentrate sull'evoluzione delle tecnologie ottiche ed elettriche per abilitare le soluzioni del prossimo futuro.**

### 1 Introduzione NGAN

Per NGAN (*Next Generation Access Network*) si intende una rete di nuova generazione, in grado di abilitare offerte e servizi con velocità molto superiori a quelle offerte oggi dalle tecnologie in campo.

Le architetture di accesso fisso per la NGAN, già adottate in diversi Paesi esteri, si differenziano tra

loro essenzialmente in funzione del punto di terminazione della fibra nella rete di distribuzione: in un cabinet stradale (FTTCab), presso o dentro un edificio (FTTB), in casa del cliente (FTTH).

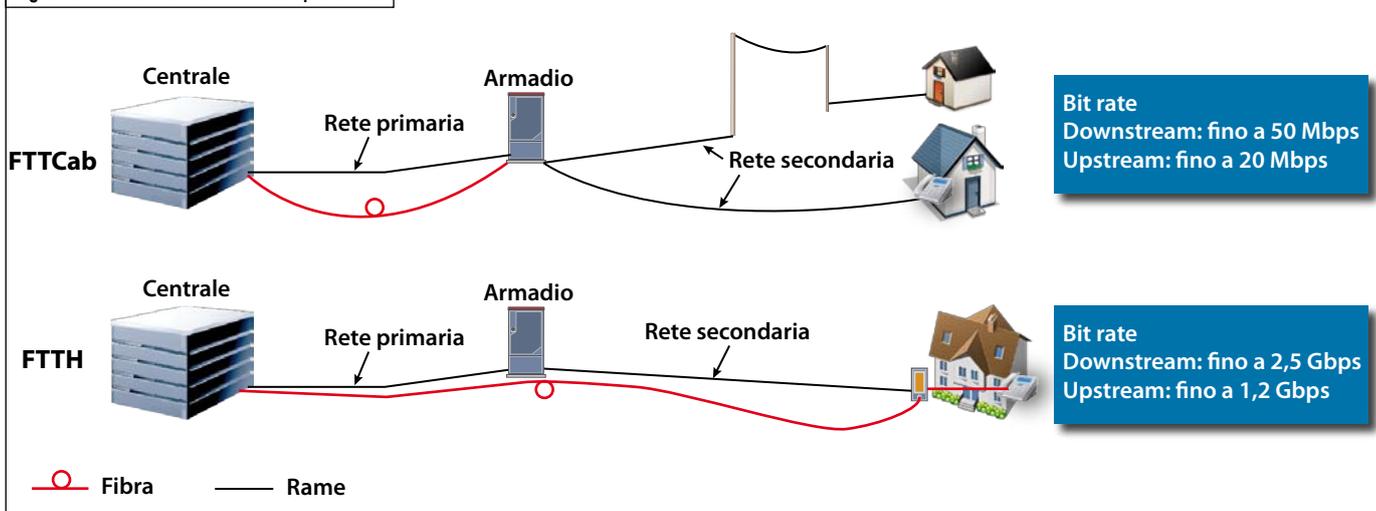
Dal punto di vista generale, non esiste una soluzione ottimale, ogni Operatore sceglie la propria architettura in funzione della tipologia di aree da servire (metropolitana, periferica, rurale), della densità abitativa, della tipologia

della clientela, della disponibilità di infrastrutture ottiche o di canalizzazioni adatte all'uso, dell'impatto urbanistico. Naturalmente, questi aspetti sono coniugati con le strategie d'investimento ed il contesto competitivo.

Le architetture di riferimento per la realizzazione della rete NGAN di Telecom Italia sono l'FTTCab overlay e l'FTTH:

- FTTH (*Fiber To The Home*) - La fibra ottica viene installata fino

Figura 1 - Schema architetture FTTx per NGAN



all'interno della casa del cliente. La rete di distribuzione ottica ODN (*Optical Distribution Network*) è estesa fino al cliente mediante l'installazione di un piccolo armadio ROE (*Ripartitore Ottico di Edificio*), che non necessita di alimentazione elettrica e funge da elemento di flessibilità. Dal ROE si dipartono fibre (cavo ottico verticale) dedicate ai clienti.

- **FTTCab (*Fiber to the Cabinet*) overlay** - La ODN è terminata in un Cabinet che necessita di alimentazione elettrica, posto sulla sommità dell'attuale armadio riparti linea della rete in rame. I clienti sono collegati al Cabinet mediante il doppino in rame esistente (rete secondaria) in tecnologia VDSL2. Al momento il cabinet overlay ha la possibilità di servire 48 clienti: tale modularità di apparato permette di sondare la risposta da parte del mercato rispetto ad offerte ultra-broadband ed inoltre consente la tele-alimentazione degli apparati da Centrale. Questa soluzione presenta un grado di invasività inferiore rispetto all'FTTH in quanto non richiede il cablaggio verticale dell'edificio e la posa della fibra nella rete secondaria. D'altra parte offre prestazioni, in termini di bit rate, minori di quelle raggiungibili in FTTH e non permette di servire tutti i clienti dell'area armadio. In caso in cui le richieste

di accessi broadband superino le disponibilità di porte dell'apparato installato al cabinet, si procederà con lo sviluppo della fibra ottica in modalità FTTH, migrando clientela dalla rete FTTCab e de-saturando quindi il cabinet

Telecom Italia ritiene che, sulla base degli elementi precedentemente descritti, la scelta migliore per la fornitura di servizi ultra-broadband all'utenza residenziale o SOHO/SME sia rappresentata inizialmente da una soluzione FTTCab, nella maggioranza delle aree urbane. L'architettura FTTH basata su soluzioni punto-multipunto in tecnologia GPON rappresenta la soluzione di riferimento a target nel medio-lungo periodo, tuttavia essa potrà trovare impiego nel breve periodo per le aree maggiormente infrastrutturate o dove l'investimento potrà essere condiviso tra più attori.

In aggiunta a quelle citate, a livello internazionale si sta definendo una nuova architettura, che si colloca a livello intermedio tra FTTCab ed FTTH e che ne eredita molti dei vantaggi:

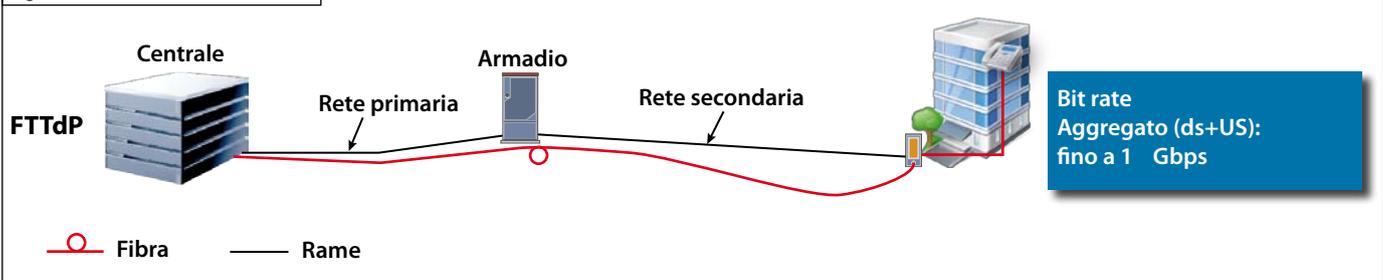
- **FTTdP (*Fiber to the distribution Point*)** - La ODN è terminata al box di distribuzione di palazzo, subito dopo il ripartitore ottico di edificio (ROE). L'utilizzo di tecnologie trasmissive su rame per raggiungere il cliente su distanze così corte, permette di erogare servizi ad elevata ve-

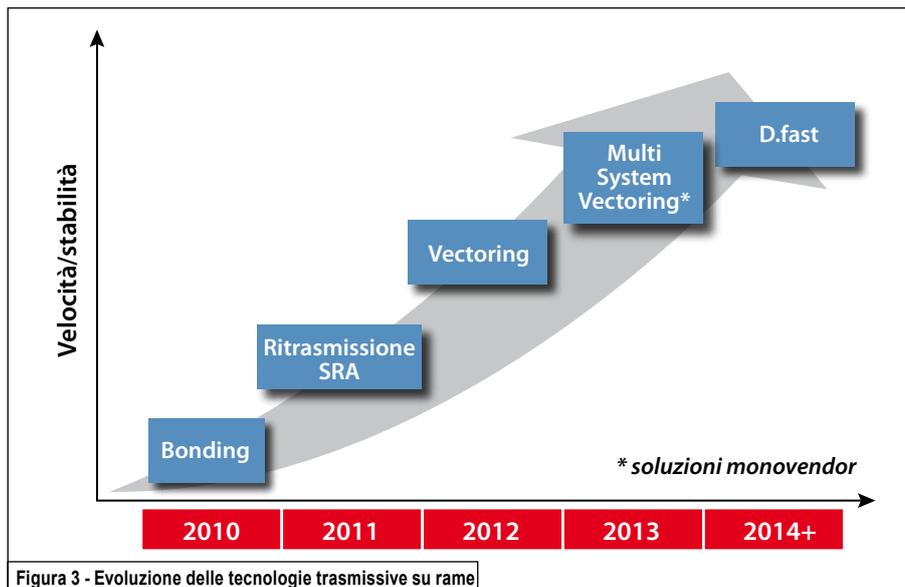
locità senza tuttavia richiedere il cablaggio di edificio in fibra. Come si vedrà nel seguito, con riferimento a questa architettura è allo studio una nuova tecnologia trasmissiva su rame con l'obiettivo di fornire velocità fino a 1 Gbit/s aggregati (downstream + upstream) per le distanze molto brevi (100 metri o poco più). L'apparato da collocare nei locali alla base dell'edificio potrebbe avere da 1 a N porte (N comunque non elevato, 8 o 16) e deve presentare consumi ridotti, al fine di permettere la telealimentazione dalla sede degli utenti. Ulteriori requisiti fondamentali per gli apparati specifici per l'FTTdP sono la bassa complessità, la facilità installativa, i bassi ingombri, l'introduzione di soluzioni di zero touch provisioning. Una soluzione di particolare interesse è costituita da un apparato monoporta, dedicato quindi al singolo cliente, in quanto relativamente semplice da telealimentare e tale da non richiedere investimenti preventivi rispetto alle richieste del mercato.

## 2 Tecnologie evolutive su rame

Nelle architettura previste per il deployment della rete NGAN la rete secondaria in rame costitu-

Figura 2 - Schema architettura FTTdP





isce ancora un asset importante, distribuito capillarmente fino alle sedi dei clienti. Le tecnologie tra-

smisive per la rete in rame sono in continua evoluzione, e permettono di sfruttare a pieno le poten-

zialità di questa infrastruttura. In Figura 3 sono rappresentati i passi evolutivi previsti per queste tecnologie, che saranno illustrati in dettaglio più avanti. La tecnologia di riferimento sulla tratta in rame per l'architettura FTTCab pianificata nelle principali città italiane è il VDSL2 [vedi BOX]. Nel seguito sono illustrate le principali evoluzioni previste per le tecnologie trasmissive su rame.

## 2.1 DSM e Vectoring

Le prestazioni dei sistemi xDSL in campo sono oggi limitate principalmente dal rumore di diafonia. Per limitare gli effetti di tale fenomeno, tutti i sistemi installati in

## La tecnologia VDSL2

La tecnologia VDSL2, specificata dall'ITU-T nello standard G.993.2, rappresenta l'evoluzione naturale dell'ADSL2+, e ne incrementa la velocità di linea. Tale vantaggio è ottenibile utilizzando uno spettro molto più ampio (fino a 30 MHz), su lunghezze di collegamento molto più corte. Infatti il VDSL2 trova impiego in particolare nelle architetture FTTCab ed FTTB. Per tali scenari sono disponibili profili dedicati: il profilo 17a (17 MHz) tipicamente usato per FTTCab, ed il profilo 30a (30 MHz) per FTTB.

Poiché il dispiegamento del VDSL2 da Cabinet o Building potrebbe provocare disturbo eccessivo sui sistemi legacy (ADSLx) dispiegati da centrale, lo standard prevede tecniche di shaping del segnale trasmesso DPBO (*Downstream Power back Off*) che garantiscono la compatibilità spettrale di questi sistemi. Per garantire la compatibilità spettrale tra linee VDSL2 di lunghezze differenti

tra loro, lo standard prevede anche funzionalità di shaping in direzione upstream, UPBO (*Upstream Power Back Off*). L'utilizzo di spettri così ampi nel VDSL2, fa sì che le linee siano più soggette agli impatti del rumore, sia quello di diafonia generato reciprocamente tra le linee all'interno dello stesso cavo, che di tipo impulsivo. Quest'ultimo proviene principalmente dai disturbi indotti sul doppino telefonico da apparecchiature elettriche installate nelle case degli utenti. Per il migliorare la qualità e la stabilità delle linee VDSL2 in campo, sono previste a livello di standard tecniche specifiche, tra cui oggi già disponibili sugli apparati:

- **Ritrasmissione.** Questa funzionalità, definita dallo standard ITU-T G.993.4, implementa una protezione molto efficace sulle linee VDSL2 dal rumore impulsivo. La ritrasmissione consente di ottenere grandi vantaggi, rispetto

alle tradizionali tecniche di protezione basate su FEC e interleaving, sia in termini di incremento di protezione (lunghezza massima di impulso corretto), che di diminuzione dell'overhead e del delay sulla linea.

- **SRA (*Seamless Rate Adaptation*).** Questa tecnica consente di proteggere in modo automatico la linea dalle variazioni di rumore di diafonia causate dalle interferenze tra i doppi sul cavo (soprattutto alle alte frequenze). L'SRA mantiene il livello di qualità impostato dall'Operatore sulla linea, controbilanciando le variazioni suddette con adeguate correzioni dinamiche della velocità di collegamento. Tali procedure avvengono senza che l'utente percepisca degni di servizio ■

umberto.eula@telecomitalia.it

campo devono rispettare alcune regole di “compatibilità spettrale” che in Italia sono definite da AGCOM. Tali regole permettono di definire uno scenario worst-case di diafonia da cui dipendono le prestazioni minime che possono essere assicurate a ciascuna linea in base alla sua lunghezza. Questo tipo di gestione della diafonia è detto SSM (*Static Spectrum Management*), in quanto parte dall'ipotesi che ogni sistema xDSL rispetti lo stesso spettro di potenza massima. L'effettiva entità di diafonia presente su ciascuna coppia in rame dipende da molti fattori ed è estremamente variabile da coppia a coppia e nel corso del tempo. Pertanto è possibile ottimizzare la velocità disponibile sui doppiini nello stesso cavo adattando lo spettro trasmesso su ciascuna coppia all'effettiva interferenza che essa riceve e genera verso le altre coppie. Questo tipo di approccio al problema della diafonia è detto DSM (*Dynamic Spectrum Management*) e consente di ottenere guadagni significativi di capacità rispetto allo SSM.

I sistemi DSM sono stati classificati in 3 livelli (si veda Figura 4):

- **Livello 1:** Ciascun sistema DSL modem determina la propria densità spettrale di potenza (PSD) in modo tale da limitare il rumore introdotto nel cavo. Quando tutti i sistemi che condividono lo stesso cavo rispettano questo principio, le prestazioni complessive migliorano. Con DSM di livello 1 la PSD trasmessa da ciascuna linea è calcolata esclusivamente rispetto alle proprie condizioni e ai propri requisiti di servizio.
- **Livello 2:** La PSD allocata da ciascun sistema è determinata tenendo conto anche delle condizioni e dei requisiti di servizio

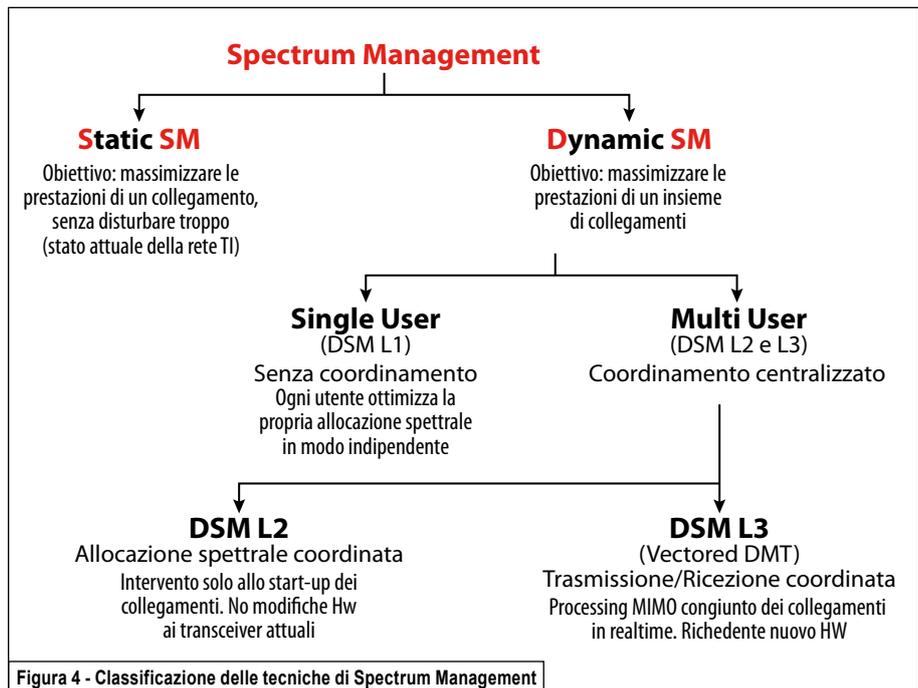


Figura 4 - Classificazione delle tecniche di Spectrum Management

delle altre linee afferenti allo stesso cavo. In questo caso si ha un coordinamento fra le linee che consente di massimizzare la capacità aggregata del cavo in presenza di diafonia.

- **Livello 3:** Mentre le tecniche DSM di Livello 1 e 2 si pongono l'obiettivo di limitare, per quanto possibile, il rumore di diafonia, il DSM di Livello 3 ha come scopo la cancellazione del rumore di diafonia. Tale risultato si ottiene processando in modo congiunto il segnale trasmesso su tutte le linee del medesimo cavo; per questa ragione il DSM di Livello 3 è comunemente chiamato *Vectoring* ad indicare che i segnali di tutte le linee sono processati in maniera aggregata in un unico vettore. Il Vectoring è specificato nella Raccomandazione ITU-T G.993.5, e si applica solamente ai sistemi VDSL2, mentre le tecniche DSM di livello 1 e 2 sono applicabili anche ai sistemi ADSLx.

Gli algoritmi utilizzati nei sistemi DSM di Livello 1 e 2 si basano fondamentalmente su due principi: i modem non devono trasmettere più potenza di quella necessaria e devono utilizzare la porzione di spettro minima possibile per soddisfare i vincoli di servizio imposti sulla linea. Questi algoritmi sono implementati principalmente da sistemi di gestione che controllano porzioni estese della rete d'accesso, raccogliendo i parametri di funzionamento dagli apparati e modificando le configurazioni applicate alle linee.

Come detto, il DSM di livello 3 (Vectoring) ha l'obiettivo di cancellare il rumore di diafonia. Ciò si ottiene attraverso un meccanismo di “pre-compensazione” del segnale generato in trasmissione sulla singola linea, che consente la cancellazione del rumore aggiunto dalle altre linee appartenenti allo stesso cavo. Questo richiede la stima di tutti i contributi di diafonia tra le linee e può comportare un'elevata complessità computa-

zionale, dato che deve essere eseguito in tempo reale sui segnali trasmessi e ricevuti da un numero di linee potenzialmente elevato (ad oggi sono previsti apparati con capacità massima di Vectoring pari a 384 linee).

Il Vectoring permette quindi di ottenere prestazioni molto vicine a quelle di una linea senza rumore, purché la funzionalità sia supportata da DSLAM e CPE. In Figura 5 si riportano le prestazioni misurate in downstream su 16 linee VDSL2<sup>1</sup>, su un cavo di 500 metri, con e senza Vectoring, ed il confronto con le prestazioni delle stesse linee accese singolarmente in assenza di rumore. Come si può notare in figura, le velocità con Vectoring sono molto vicine a quelle del caso senza rumore, e le prestazioni medie a parità di lunghezza sono più elevate, ma anche molto più uniformi fra loro.

Nelle implementazioni oggi disponibili sugli apparati in commercio, il Vectoring può dare i vantaggi indicati solo se tutti i sistemi presenti nello stesso settore di cavo sono processati congiuntamente dallo stesso apparato (gruppo Vectoring). Inoltre perché il gruppo Vectoring possa funzionare correttamente è necessario che le CPE collegate siano *Vector capable* (cioè supportano la funzionalità Vectoring) o almeno *Vector friendly* (cioè in grado di comunicare al DSLAM i parametri necessari affinché possa essere stimata e quindi cancellata la diafonia generata dalla linea sulle altre). Le linee con CPE *Vector friendly* non beneficiano dei vantaggi prestazionali del Vectoring, ma non impediscono alle altre linee del cavo di beneficiarne.

La funzionalità di Vectoring può essere attivata anche solo su porzioni dello spettro utilizzato dal

VDSL2, perciò è compatibile con la presenza nello stesso cavo di sistemi che lavorano a frequenze più basse, come ADSLx, SHDSL ecc. Non è invece compatibile con la presenza nello stesso cavo di sistemi VDSL2 non appartenenti allo stesso gruppo Vectoring (CPE non Vector Friendly/Capable, sistemi VDSL2 non vettorizzati o vettorizzati in un gruppo Vectoring separato). In presenza di sistemi VDSL2 esterni al gruppo Vectoring i vantaggi prestazionali si riducono molto rapidamente, e le linee rischiano di perdere stabilità.

Per superare il vincolo di incompatibilità tra Vectoring e presenza di sistemi VDSL2 esterni al gruppo Vectoring (vettorizzati o no) sono allo studio fondamentalmente due tipologie di soluzioni:

- **Tecniche DSM livello 2:** come descritto, le tecniche DSM di livello 2 coordinano i sistemi trasmissivi del cavo, anche se

NETWORK

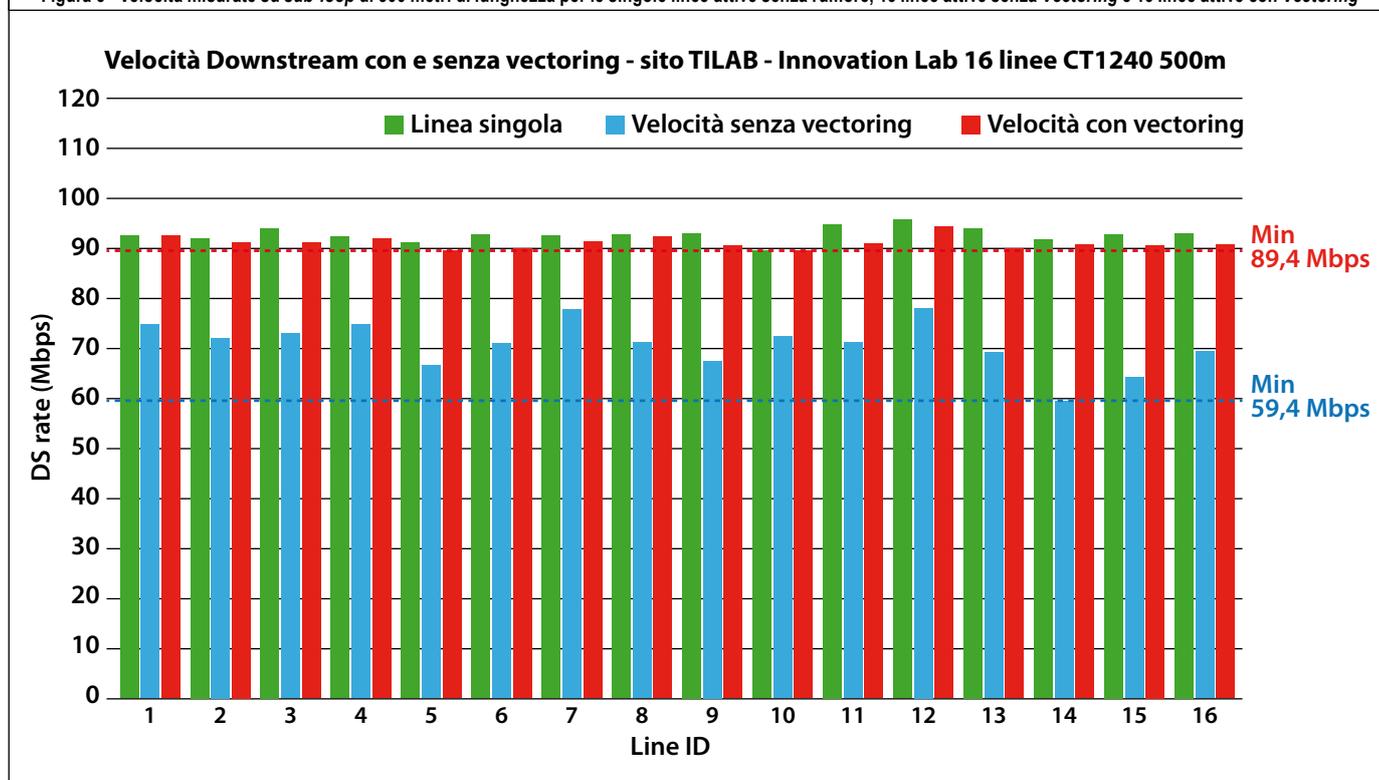
CONFERENZE

REGOLATORIO

SERVIZI

INNOVAZIONE

Figura 5 - Velocità misurate su sub-loop di 500 metri di lunghezza per le singole linee attive senza rumore, 16 linee attive senza Vectoring e 16 linee attive con Vectoring



1 16 linee VDSL2, profilo 17a, maschera B8-8, su 500m di cavo CT1240-0.4 mm

gestiti da apparati diversi, ed intervengono limitando l'estensione dello spettro utilizzato e la potenza trasmessa, con l'intento di ridurre il più possibile il rumore di diafonia reciproco. Questo tipo di approccio può portare dei vantaggi solo se non tutte le linee richiedono le prestazioni massime possibili per la tecnologia. Nell'ipotesi in cui tutte le linee richiedano il massimo delle prestazioni possibili (come ad esempio nel caso di due gruppi vettorizzati gestiti da apparati indipendenti sullo stesso cavo), il DSM non ha margini per intervenire e potrà solo limitare le prestazioni di tutti o lavorare in base a criteri di priorità preventivamente concordati. In ogni caso, questa soluzione non permette di conseguire le medesime prestazioni del Vectoring.

- **Multi System Vectoring:** questo tipo di soluzioni, allo studio presso alcuni vendor di apparati, prevede di realizzare un *Vectoring* distribuito, che agisca in maniera coordinata su apparati affiancati, con architetture di tipo master-slave o di processing distribuito. Tale soluzione, che può essere ritenuta un'evoluzione del *Vectoring* attualmente implementato, consentirà, in linea teorica, di conseguire gli stessi vantaggi prestazionali del *Vectoring* di prima generazione, replicandone il funzionamento in modalità estesa a più apparati. Attualmente, la soluzione non è ancora ingegnerizzata da alcun fornitore, né esiste uno *standard* di riferimento; pertanto si prevede inizialmente la disponibilità di soluzioni *mono-vendor* nel medio periodo e

di soluzioni *multi-vendor* solo successivamente, con la definizione degli standard necessari (al momento non ancora allo studio). La soluzione *Multi System Vectoring*, inoltre, richiederà la definizione di protocolli operativi condivisi per il coordinamento tra operatori. Questo aspetto potrebbe risultare molto critico in un contesto fortemente competitivo come quello italiano.

## 2.2 Bonding

Il **bonding** è una tecnologia, standardizzata nelle Raccomandazioni ITU-T G.998.1 e G.998.2, in grado di aumentare il bit rate offribile ad un utente, o la copertura di un servizio a parità di velocità, sfruttando la trasmissione su più coppie in rame. Il bonding permette di aggregare più linee xDSL (*bonding group*) in un unico flusso logico (Ethernet o ATM), offrendo una banda equivalente pari alla somma dei singoli collegamenti DSL. È un protocollo di adattamento tra il livello 2 e i livelli fisici dei differenti transceiver DSL che costituiscono un *bonding group*. Nasce come evoluzione di altre tecniche, quali l'IMA (Inverse Multiplexing over ATM), aggiungendo funzionalità quali l'add/drop dinamico di coppie al *bonding group*, il supporto di link fisici a velocità differenti. Oltre alla disponibilità in rete di accesso di almeno due coppie per utente è richiesto un hardware specifico, sia lato DSLAM sia lato CPE, per poter gestire più linee. La funzionalità di Bonding è disponibile sugli apparati di nuova generazione. Un'ulteriore evoluzione del bonding è rappresentata dal **Phantom**

**Mode**, che oltre a sfruttare le trasmissioni su N coppie fisiche, crea ulteriori (N-1) coppie "virtuali", ricavate utilizzando il modo comune delle coppie reali. Per funzionare correttamente necessita dell'utilizzo di tecniche di Vectoring per cancellare il rumore all'interno del gruppo di bonding, soprattutto nei confronti delle coppie virtuali. Tale tecnologia non è standardizzata e finora sono stati realizzati alcuni prototipi da parte dei principali System Vendors (Alcatel, Huawei, Adtran,...) e sono state dichiarate velocità aggregate superiori a 300 Mb/s fino a 300 m, utilizzando 2 coppie reali ed una virtuale. Per ora la disponibilità commerciale di apparati che realizzino il *Phantom Mode* sembra ancora piuttosto remota.

## 2.3 G.fast

**G.fast** è una Raccomandazione ITU-T in fase di sviluppo per la standardizzazione di una nuova generazione di transceiver per la trasmissione su coppie in rame da applicarsi nell'architettura FTThP, precedentemente descritta. La finalizzazione delle Raccomandazione ITU è attesa per metà 2013, mentre la disponibilità delle prime implementazioni è prevista per fine 2014, inizio 2015.

Le distanze particolarmente brevi su cui opererà la tecnologia G.fast, (inferiori a 200 m), fanno sì che sarà possibile raggiungere sul singolo doppino velocità particolarmente elevate: oltre i 500 Mb/s e fino a 1 Gbit/s aggregato (upstream+downstream) per distanze inferiori ai 100 m ed almeno 200 Mbit/s a 200 m.

Al momento della stesura di questo articolo, in ambito ITU è

terminata la fase di raccolta dei requisiti da parte degli Operatori. Sono in fase di approvazione una serie di scelte tecnologiche di base, di seguito riportate, le cui implicazioni dovranno essere ulteriormente sviluppate nel prosieguo dei lavori di standardizzazione.

Rispetto all'attuale generazione di transceiver DSL in campo, il G.fast introduce le seguenti discontinuità tecnologiche:

- metodo di duplexing TDD invece che FDD per minimizzare la complessità del chipset e permettere una maggiore flessibilità nella scelta del rapporto di asimmetria tra upstream e downstream;
- estensione dello spettro fino a 100 MHz o 200 MHz, rispetto ai 30 MHz massimi del VDSL2;
- riduzione della potenza di lancio al di sotto di 4 dBm, rispetto agli 14.5 dBm del VDSL2, al fine di agevolare l'alimentazione da remoto degli apparati, con un target di consumo massimo di 1 W per porta.

Il transceiver G.fast dovrà essere in grado di emulare un chipset VDSL2, in modo da interoperare anche con CPE legacy e dovrà adottare specifiche metodologie per garantire la compatibilità spettrale con sistemi ADSL/VDSL2 sviluppati da centrale e VDSL2 da cabinet.

### 3 Tecnologie evolutive su fibra

L'architettura per lo sviluppo della rete FTTH, scelta da Telecom Italia e in fase di dispiegamento in campo a Milano e in alcuni altri siti (p.es. nel Trentino), è quella basata sull'utilizzo di reti ottiche passive (PON) in tecnologia

GPON (vedi box nella pagina seguente).

La tecnologia GPON garantisce la salvaguardia degli investimenti infrastrutturali essendo inserita in un percorso tecnologico che consente nel tempo di sfruttare sempre meglio l'infrastruttura ottica realizzata con topologia punto-multipunto. In ambito normativo FSAN (*Full Service Access Network*<sup>2</sup>) - ITU è stato già definito un cammino evolutivo (Figura 6) i cui principali driver sono:

- mantenimento dell'infrastruttura ottica o incremento dei fattori di diramazione massimi;
- incremento della velocità per cliente;
- maggiore simmetria dei bit rate.

### 3.1 XG-PON

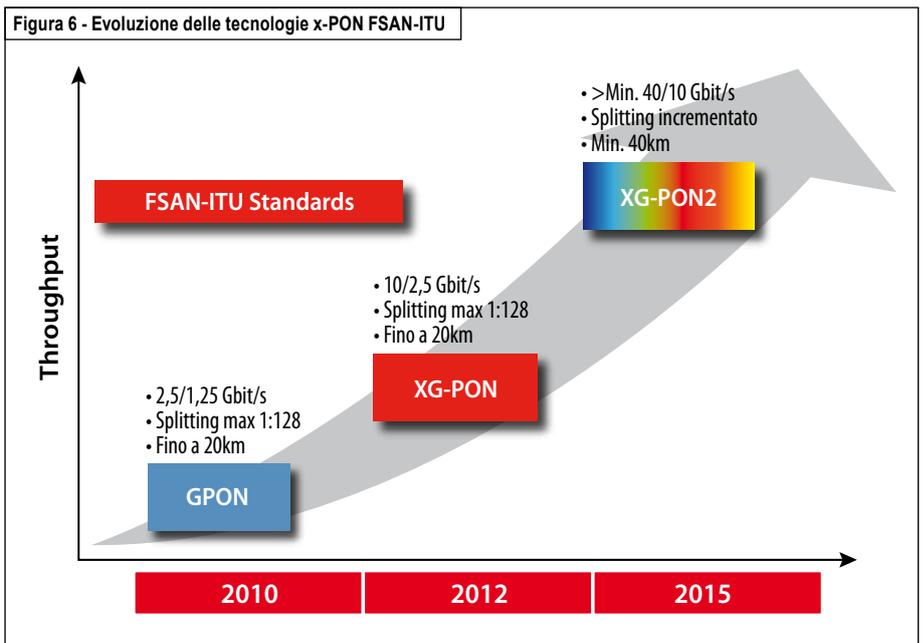
I primi sistemi XG-PON (10 G-gabit-capable PON) sono già disponibili, ma non ancora dispiegati in campo massicciamente, e sono concepiti per consentire

una migrazione graduale, sulla stessa infrastruttura ottica, dagli attuali sistemi GPON verso sistemi a più elevato bit rate: 10 Gbit/s downstream e 2.5 Gbit/s upstream per albero PON. Rispetto alla soluzione GPON classica, con questa soluzione si ha quindi a disposizione, per ogni albero PON, il quadruplo della banda in downstream e il doppio in upstream. Anche questa soluzione è Punto-Multipunto, basata su protocollo di accesso al mezzo condiviso TDM/TDMA e coniuga i vantaggi della GPON attuale con la possibilità di offrire bit rate più elevati. Inoltre è garantita la coesistenza con i sistemi GPON di prima generazione sullo stesso albero ottico, grazie all'impiego di differenti lunghezze d'onda di trasmissione (Figura 7).

### 3.2 NG-PON2

In ambito FSAN è già in corso di definizione un'ulteriore evoluzione dei sistemi PON, denominata

Figura 6 - Evoluzione delle tecnologie x-PON FSAN-ITU



<sup>2</sup> L' FSAN è un Ente Tecnico costituito nel 1995 dagli Operatori di Telecomunicazione allo scopo di confrontarsi e identificare i requisiti comuni per le nuove soluzioni di accesso fisso in fibra. In FSAN sono state definite le specifiche tecniche dei sistemi GPON, poi ratificate da ITU, e sono attualmente in corso gli studi per l'evoluzione dei sistemi PON. La partecipazione ad FSAN nel tempo è stata estesa ai Costruttori e ad oggi FSAN conta circa 90 membri di cui oltre il 50% costituiti da Fornitori di apparati e componenti per telecomunicazioni.

## La soluzione GPON

La soluzione GPON è una soluzione innovativa nata per ottimizzare l'uso delle infrastrutture, ridurre gli scavi, gli ingombri e i consumi elettrici.

In generale i sistemi GPON sono costituiti:

- da un apparato attivo che svolge funzioni di terminazione di linea, detto OLT (*Optical Line Termination*), posto in Centrale;
- collegato alle terminazioni di rete lato cliente, dette ONU/ONT (*Optical Network Unit / Optical Network Termination*);
- tramite una rete di distribuzione ottica (ODN - *Optical Distribution Network*) (vedi Figura A1).

La ODN è completamente passiva, ossia non richiede punti alimentati elettricamente ed è costituita dalla fibra ottica e dai diramatori ottici passivi (splitter), dispositivi che consentono di ripartire un segnale in ingresso su  $n$  uscite e viceversa. La porzione di ODN servita da un'interfaccia della OLT<sup>3</sup> posta in Centrale, viene definita albero GPON. Con le soluzioni attuali ogni albero GPON può servire al massimo 128 ONU/ONT, ossia con un'unica interfaccia GPON in Centrale si possono connettere fino a 128 clienti; in questo caso si parla di architettura GPON con fattore di splitting 1:128. Più è alto il fattore di splitting più:

- la banda disponibile per albero GPON viene condivisa tra più clienti;
- la distanza chilometrica Centrale – Sede cliente copribile diminuisce, a causa del power budget "utilizzato" dagli splitter<sup>4</sup>.

Per diversi motivi legati a questi aspetti, in ambito internazionale le soluzioni GPON più sviluppate sono quelle con fattore di splitting 1:64 e, al momento, non sono note soluzioni in campo con fattore di splitting 1:128. Anche Telecom Italia ha recentemente deciso di optare per questa modalità.

Dato che i sistemi GPON sono di tipo punto-multipunto, l'accesso al mezzo condiviso viene effettuato utilizzando la tecnica TDM/TDMA (vedi Figura A2). Per minimizzare l'uso della fibra ottica, le soluzioni GPON sfruttano la condivisione di un singolo portante per entrambi i versi di trasmissione, utilizzando le due "finestre" di trasmissione ottica a 1260-1360 nanometri nella direzione Upstream (dal Cliente

alla Centrale) e 1480-1500 nm nella direzione Downstream (dalla Centrale al Cliente).

La condivisione della fibra tra più ONU/ONT, resa possibile dai sistemi GPON, consente la riduzione dei costi e delle problematiche di deployment tipiche dei sistemi Punto - Punto.

I sistemi GPON hanno velocità di linea pari a 2.488 Gbit/s in downstream e 1.244 Gbit/s in upstream per albero

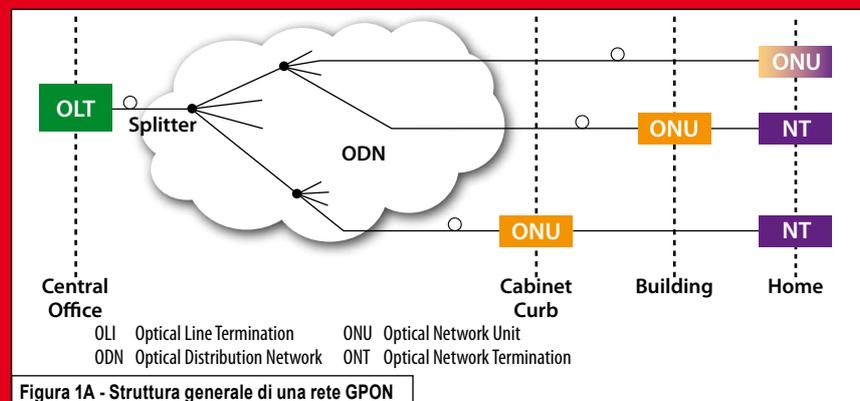


Figura 1A - Struttura generale di una rete GPON

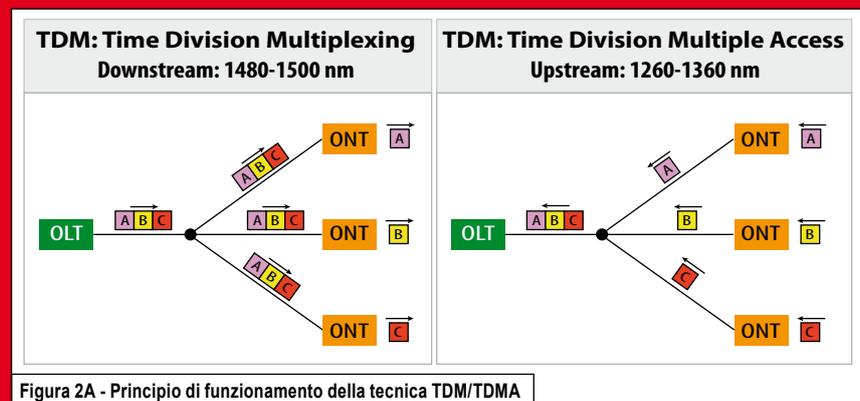


Figura 2A - Principio di funzionamento della tecnica TDM/TDMA

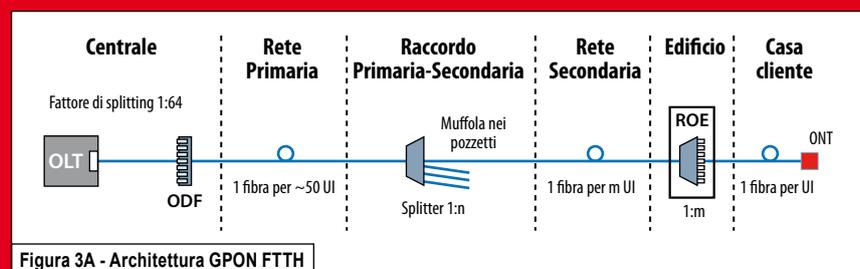


Figura 3A - Architettura GPON FTTH

3 Una OLT dispone generalmente di molte porte GPON (oltre 100 sugli apparati attuali).

4 Gli splitter suddividono la potenza ottica entrante su più uscite in maniera passiva; quindi la potenza su ciascuna delle  $n$  uscite di un diramatore è pari (teoricamente) alla frazione  $n$ -esima di quella entrante

PON. La trasmissione in upstream è gestita tramite un meccanismo di controllo di accesso al mezzo (MAC - Media Access Control), che consente un'allocazione dinamica della banda (DBA - Dynamic Bandwidth Assignment).

Grazie alle funzionalità fin qui descritte, i sistemi GPON permettono di offrire sia servizi simmetrici, sia asimmetrici e consentono di distribuire in maniera dinamica e flessibile le risorse di banda fra i vari servizi e tra i diversi clienti attestati al medesimo albero GPON, senza restrizioni particolari e fino al raggiungimento della capacità complessiva del sistema. La massima distanza consentita tra ONU/ONT e OLT è di 20 km. Come detto, tale distanza diminuisce al crescere del fattore di splitting utilizzato per lo sviluppo della rete e anche del numero di giunti e connettori utilizzati nella costruzione della ODN.

La Figura A3 mostra l'architettura FTTH scelta da Telecom Italia che prevede 2 livelli di splitting ottici: un primo splitter ottico, collocato in un pozzetto stradale, e un secondo splitter, collocato alla base dell'edificio all'interno di un armadietto denominato ROE (Ripartitore Ottico di Edificio). Lo Standard di riferimento per i sistemi GPON, ampiamente consolidato, è la famiglia di Raccomandazioni ITU-T G.984.x. La soluzione è oramai matura commercialmente e offerta da diversi fornitori sia a livello di apparati di Centrale (OLT) sia a livello di apparati lato Cliente (ONT). L'interoperabilità tra apparati (OLT di un costruttore che lavora con ONT di altri costruttori, e viceversa) è molto elevata, grazie anche ai numerosi "interoperability event" promossi in ambito FSAN ■

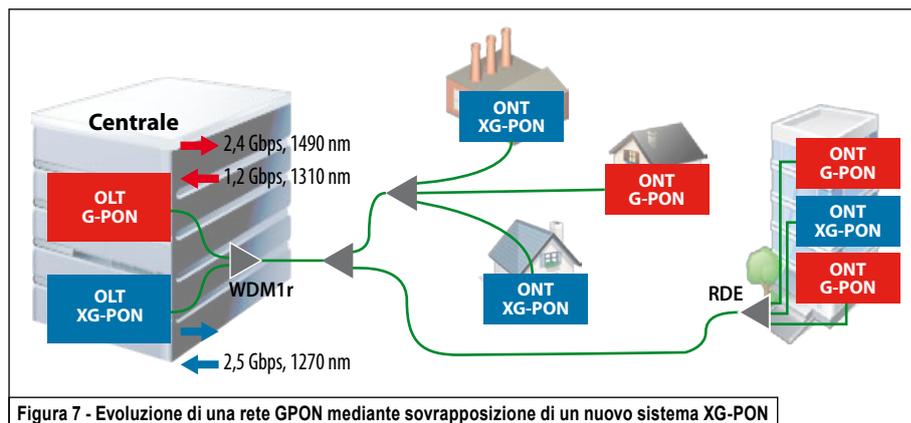


Figura 7 - Evoluzione di una rete GPON mediante sovrapposizione di un nuovo sistema XG-PON

NG-PON2, con prestazioni ancora superiori:

- capacità minima 40/10 Gbit/s (downstream/upstream);
- fattore di diramazione da 64 a 1000;
- almeno 40 km di portata;
- stessa ODN dei sistemi GPON;
- supporto di servizi per clientela residenziale, business e per il Mobile Backhauling sulla stessa rete;
- elevata sicurezza, alta disponibilità, basso consumo.

Le soluzioni NG PON2 non richiedono alcun tipo di rivisitazione della rete ottica dispiegata per i sistemi GPON di prima generazione, potendo funzionare su reti ottiche Punto-Multipunto realizzate con diramatori ottici passivi (splitter di potenza); sarà quindi sufficiente cambiare solo gli apparati lato Centrale e lato Cliente.

È prevista la coesistenza sullo stesso albero PON con sistemi tradizionali GPON e con sistemi di diffusione televisiva in fibra ottica<sup>5</sup>, mentre la coesistenza con sistemi XG-PON non è al momento un requisito stringente della NG-PON2. Tuttavia una delle opzioni allo studio prevede che il nuovo sistema NG-PON2 si basi proprio sulla tecnologia sviluppata per i sistemi XG-PON, traendone quindi il massimo beneficio.

Per raggiungere le prestazioni target dei sistemi NG-PON2 si utilizza una combinazione di tecniche trasmissive: più sistemi basati su tecnica TDM/TDMA (p.es. GPON o XG-PON) e funzionanti su lunghezze d'onda differenti sono sovrapposti mediante filtri WDM per realizzare il sistema base TWDM-PON punto-multipunto, da utilizzare principalmente per servizi residenziali e small business; sulla stessa rete ottica può inoltre essere sovrapposto un ulteriore sistema WDM-PON per realizzare collegamenti logici punto-punto (una lunghezza d'onda differente dedicata ad ogni collegamento) per grossi utenti affari o per il backhauling di stazioni radiomobili o di altri apparati di accesso. Le ONU sono dotate di ricevitori ottici sintonizzabili per la selezione della lunghezza d'onda di lavoro. È attualmente in corso di definizione l'allocazione spettrale per questa nuova tecnologia trasmissiva, che risulterà dal miglior compromesso tra: possibilità di coesistenza e minimizzazione dell'interferenza sui sistemi attuali; riutilizzo della componentistica ottica e delle tecnologie trasmissive sviluppate per le GPON, per le XG-PON e per la trasmissione ottica a lunga distanza.

5 In alcune aree geografiche (p.es. USA) è comune la soluzione che prevede la conversione in ottico, su lunghezza d'onda di 1550nm, della banda a radiofrequenza della TV analogica o digitale terrestre e la successiva immissione di tale segnale sulla rete ottica in sovrapposizione a quello del sistema GPON. In sede cliente, la ONT contiene anche il convertitore ottico-elettrico necessario per ripresentare sotto forma di segnale RF elettrico l'intera banda di diffusione televisiva.

Il consolidamento degli Standard per la NG-PON2 è atteso nel periodo 2012-2013, mentre i primi prodotti commerciali sono attesi per il 2015.

Mentre la scelta del sistema TWDM-PON permette di ricorrere a tecnologie TDM/TDMA più consolidate, favorendo il riutilizzo di investimenti già realizzati da parte di molti Costruttori e riducendo il rischio di un salto tecnologico, per l'eventuale sistema WDM-PON c'è attualmente maggiore apertura a soluzioni più evolute, basate p.es. su tecniche di ricezione coerente e formati di modulazione ottica multilivello.

La soluzione TWDM-PON, basata sulla sovrapposizione di più sistemi TDM/TDMA operanti su differenti lunghezze d'onda, fu sperimentata con successo nei la-

boratori TILAB, in collaborazione con un Fornitore, già nel 2010.

Il sistema oggetto della sperimentazione consisteva nella sovrapposizione di cinque sistemi GPON (Figura 8) per dimostrare, più che l'incremento di capacità ottenibile con questa configurazione, la possibilità per più Operatori di operare in concorrenza sulla medesima rete ottica e di conseguenza la fattibilità di un'apertura della rete, anche se basata su topologia punto-multipunto.

### 3.3 Oltre NG-PON2

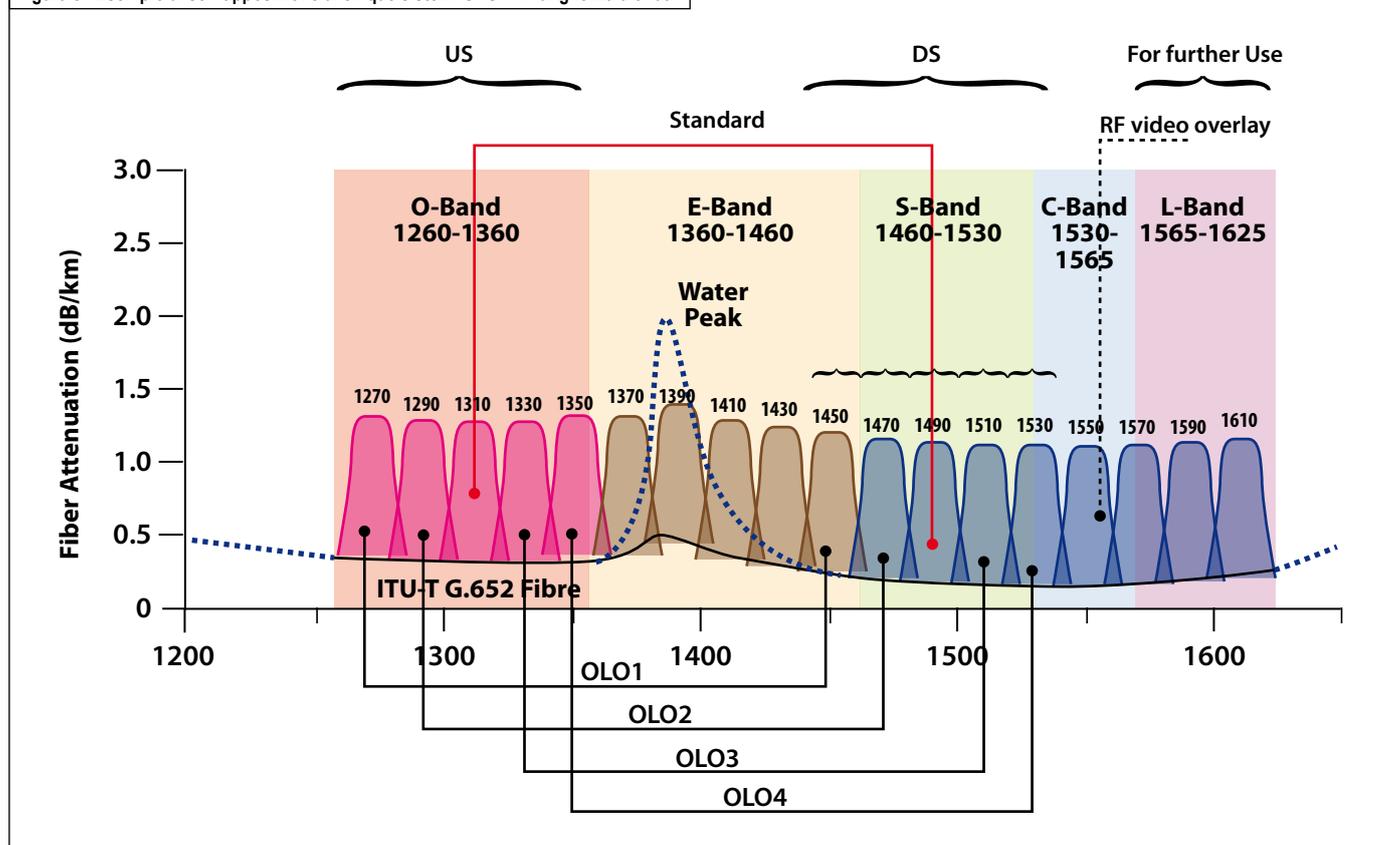
Alcuni Costruttori sono già impegnati in attività di ricerca avanzata su sistemi trasmissivi ancora più evoluti, basati sulle tecniche Ultra

Dense WDM, sulla ricezione coerente e sull'impiego di modulazioni avanzate con elaborazione digitale del segnale. Queste soluzioni, basate sul concetto di dedicare una lunghezza d'onda separata per ogni Cliente servito, quindi potenzialmente in grado di fornire capacità trasmissive da 1 a 10 Gbit/s per Cliente, potrebbero costituire una delle alternative per il sistema WDM-PON della NG-PON2 o più probabilmente l'embrione di un nuovo sistema NG-PON3.

### 4 Stato della normativa e disponibilità prodotti

Gli enti di riferimento per le tecnologie e sistemi trasmissivi su rame sono l'ITU-T ed il Broadband Forum.

Figura 8 - Esempio di sovrapposizione di cinque sistemi GPON in lunghezza d'onda



L'ITU-T Study Group 15 ha sviluppato tutte le Raccomandazioni DSL di riferimento che sono ormai consolidate come il VDSL2 ed il Vectoring. Queste ultime sono tecnologie che hanno già superato la fase di standardizzazione e sono in quella di produzione e deployment. Il BBF (*Broadband Forum*) ha contribuito al raggiungimento dell'interoperabilità multivendor e alla verifica delle prestazioni dei prodotti DSL, mediante la specifica di opportuni Test Plan. In particolare sono da citare i Test Plan per il VDSL2 (TR 114 e TR 115 Issue 2) mentre sono in corso di sviluppo quelli per il Bonding (WT-273) ed il Vectoring (WT 249). Telecom Italia contribuisce nel BBF ai requisiti prestazionali delle tecnologie DSL definiti nei Test Plan ed alla specifica dei test funzionali d'interesse.

Telecom Italia presidia attivamente gli sviluppi della nuova Raccomandazione ITU-T G.fast ed ha contribuito alle definizioni dei requisiti degli Operatori per l'architettura FTTdP. L'obiettivo è favorire lo sviluppo di transceiver a singola porta, capaci di supportare la compatibilità con gli apparati VDSL2. Il tema FTTdP è oggetto di discussione anche nel BBF, all'interno del Council dei Service Provider relativamente agli scenari ed i requisiti per questa architettura. Inoltre è allo studio un progetto strutturato per lo sviluppo di specifiche relative oltre che agli aspetti tecnologici, anche a quelli sistemistici e gestionali. I primi chipset G.fast saranno disponibili verso la fine del 2014, mentre i prodotti commerciali sono attesi nel corso del 2015.

Nell'ambito dell'evoluzione delle tecnologie trasmissive per l'Accesso ottico, Telecom Italia è attiva principalmente nei gruppi di in-

teresse Broadband Forum e FSAN, oltre che nell'ente di normativa ITU.

Nel gruppo FAN (*Future Access Network*) del Broadband Forum Telecom Italia guida le attività di definizione e verifica della conformità dei sistemi GPON mentre nel gruppo FSAN guida le attività di verifica dell'interoperabilità dei sistemi XG-PON e contribuisce alla definizione delle specifiche per i nuovi sistemi NG-PON2.

Telecom Italia partecipa inoltre alla OLI (*Open Lambda Initiative*), gruppo d'interesse nato per studiare le alternative di apertura della rete ottica d'accesso allo scopo di favorire la libera concorrenza tra Operatori anche su reti sviluppate con topologia punto-multipunto. Si osservi che, mentre la disponibilità di prodotti GPON è ormai ampia, grazie anche ai numerosi deployment in diverse aree del mondo (in particolare USA, ma anche Europa e Asia), quella dei sistemi XG-PON è ancora molto limitata: solo i maggiori Costruttori mondiali offrono questa tecnologia, ma spesso ancora in for-

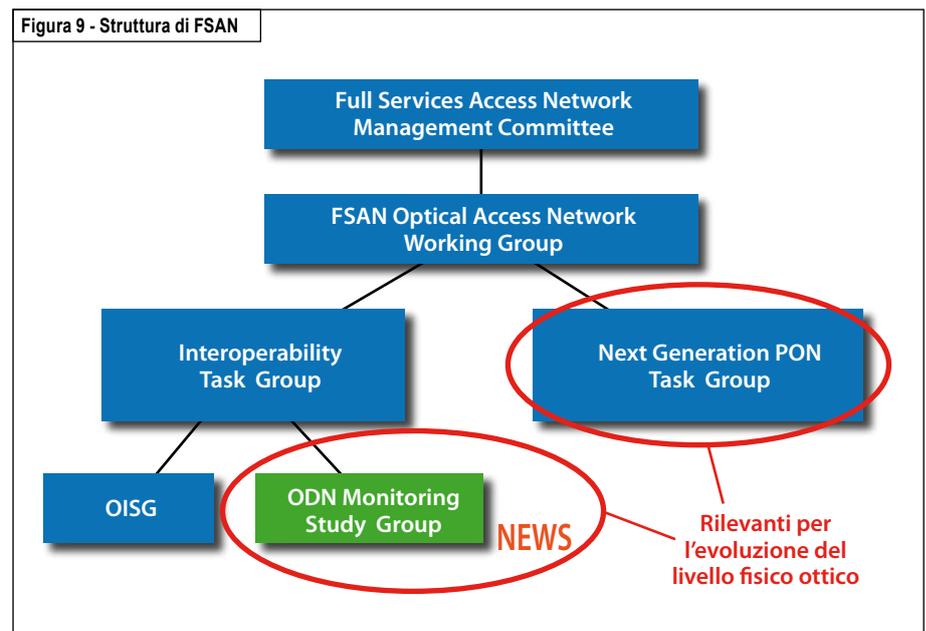
ma pre-commerciale, in attesa di ricevere chiare indicazioni sullo sviluppo del mercato. La disponibilità di sistemi NG-PON2 è invece prevista a partire dal 2015.

## Conclusioni

Il rapido e continuo incremento della banda, connesso all'evoluzione dei servizi, richiede un continuo aggiornamento della rete di accesso per soddisfare questa richiesta. Le nuove architetture di rete di accesso prevedono quindi tutte una penetrazione sempre maggiore della fibra ottica.

Tuttavia, quanto presentato nella sezione 2 rende evidente che è in atto un significativo sforzo di specifica e sviluppo da parte degli operatori e dei costruttori di apparati per la realizzazione di nuove tecnologie in rame. Ciò dimostra che c'è un forte interesse nel riutilizzo dell'attuale infrastruttura d'accesso in rame per lo sviluppo di reti di nuova generazione. Ciò consentirà in molti

Figura 9 - Struttura di FSAN



casi di portare la fibra fino all'armadio o all'edificio e di posticipare il cablaggio ottico fino in casa del Cliente. I principali obiettivi che sono perseguiti attraverso l'innovazione delle tecnologie trasmissive su rame sono:

- l'aumento significativo delle prestazioni in termini di bitrate;
- la riduzione della complessità degli apparati con la semplificazione del dispiegamento in rete;
- la riduzione dei consumi con benefici su CAPEX e OPEX

A tendere, tuttavia, il dispiegamento massiccio della fibra nel segmento di rete di accesso è inevitabile: già in alcuni paesi del mondo sono attive offerte alla clientela residenziale di servizi a 100 Mbit/s e oltre, fino a 1 Gbit/s. L'attività di ricerca e standardizzazione sta già quindi concentrandosi sull'evoluzione delle tecnologie ottiche applicabili in rete di accesso per predisporre le soluzioni utilizzabili nel prossimo futuro, naturalmente facendo salvi gli attuali investimenti nello sviluppo, già avviato, della NGAN.

Per un operatore come Telecom Italia è molto importante seguire l'evoluzione delle tecnologie di rete d'accesso, partecipando direttamente ai lavori di specifica, standardizzazione, prototipazione e validazione delle nuove tecnologie con lo scopo di creare al proprio interno know-how ed influenzare gli snodi tecnologici in base ai propri requisiti. Solo in questo modo è possibile ottimizzare le successive fasi di procurement, ingegnerizzazione e deployment, cogliendo al meglio e in modo rapido le nuove opportunità che diventano man mano disponibili sugli apparati ■



## Acronimi

<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line
<b>CPE</b>	Customer Premises Network
<b>DPBO</b>	Downstream Power Back Off
<b>DSLAM</b>	DSL Access Multiplexer
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>FSAN</b>	Full Service Access Network
<b>FTTB</b>	Fiber To The Building
<b>FTTCab</b>	Fiber To The Cabinet
<b>FTTdP</b>	Fiber To The distribution Point
<b>FTTH</b>	Fiber To The Home
<b>G.fast</b>	Fast Access to Subscriber Terminals
<b>GPON</b>	Gigabit capable Passive Optical Network
<b>ITU-T</b>	International Telecommunications Union - Telecommunications Standardisation Sector
<b>NGAN</b>	Next Generation Access Network
<b>NG-PON2</b>	Next Generation - PON 2
<b>ODF</b>	Optical Distribution Frame
<b>ODN</b>	Optical Distribution Network
<b>OLI</b>	Open Lambda Initiative
<b>OLO</b>	Other Licensed Operator
<b>OLT</b>	Optical Line Termination
<b>ONT</b>	Optical Network Termination
<b>ONU</b>	Optical Network Unit
<b>PON</b>	Passive Optical Network
<b>ROE</b>	Ripartitore Ottico di Edificio
<b>SME</b>	Small Medium Enterprise
<b>SOHO</b>	Small Office Home Office
<b>TDD</b>	Time Division Duplexing
<b>TDM/</b>	
<b>TDMA</b>	Time Division Multiplexing/Time Division Multiple Access
<b>TR</b>	Technical Report
<b>UI</b>	Unità Immobiliare
<b>UPBO</b>	Upstream Power Back Off
<b>VDSL2</b>	Very high speed Digital Subscriber Line 2

<b>WDM</b>	Wavelength Division Multiplexing
<b>WT</b>	Working Text
<b>XG-PON</b>	10Gigabit-capable PON



## Bibliografia

- [1] G. Ginis, J.M. Cioffi "Vectored-DMT: A FEXT Canceling Modulation Scheme for Coordinating Users". Proceedings of ICC 2001, June 2001, pp. 305 - 309.
- [2] G. Ginis, J.M. Cioffi "A Multi-user Precoding Scheme achieving Crosstalk Cancellation with Application to DSL Systems". Proceedings of the Thirty-Fourth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers 2000, October 2000, pp. 1627 - 1631.
- [3] G. Ginis, J.M. Cioffi "Vectored Transmission for Digital Subscriber Line Systems", IEEE Journal on selected areas in communications, vol. 20, No. 5, 2002, pp. 1085-1104.
- [4] "Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2)", Raccomandazione ITU-T G.993.2, Dicembre 2011.
- [5] "Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers", Raccomandazione ITU-T G.993.5, Aprile 2010.
- [6] "ATM-based multi-pair bonding", Raccomandazione ITU-T G.998.1, Gennaio 2005.
- [7] "Ethernet-based multi-pair bonding", Raccomandazione ITU-T G.998.2, Gennaio 2005.
- [8] "Improved impulse noise protection for DSL transceivers", Raccomandazione ITU-T G.998.4, Giugno 2010.
- [9] "Enabling 4GBB via the last copper drop of a hybrid FTTH deployment", TNO White Paper on DSL, Aprile 2011.
- [10] "Operators Requirements on DSL over the last copper drop", Broadband

Forum OD-263 White Paper, Febbraio 2012.

- [11] P. Bondi, F. Montalti, P. Pellegrino, M. Valvo "La Next Generation Access Network di Telecom Italia: le scelte infrastrutturali", Notiziario Tecnico Telecom Italia n.1/2011.
- [12] P. Chanclou, A. Cui, F. Geilhardt, H. Nakamura, D. Nettet "Network operator requirements for the next generation of optical access networks", IEEE Network Magazine, March/April 2012.
- [13] "The Open Lambda Initiative – High Level Objectives", June 2011, White Paper disponibile su [www.openlambdainitiative.org](http://www.openlambdainitiative.org).
- [14] "The Open Lambda Initiative – Use Case Scenarios", January 2012, White Paper disponibile su [www.openlambdainitiative.org](http://www.openlambdainitiative.org).
- [15] Sistemi GPON: serie di Raccomandazioni ITU-T G.984.1 – G.984.7, G.988
- [16] Sistemi XG-PON: serie di Raccomandazioni ITU-T G.987, G.987.1 – G.987.4, G.988
- [17] Sistemi NG-PON2: Raccomandazione ITU-T draft G.ngpon2.1: "40-Gigabit-capable passive optical networks (xx-PON): General requirements".
- [18] Sistemi NG-PON2: Raccomandazione ITU-T draft G.ngpon2.2: "40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): Physical media dependent (PMD) layer specification".
- [19] Raccomandazione ITU-T draft G.muti "Multiple Wavelength Passive Optical Access Networks (MW-PON)".
- 20] M. De Bortoli, R.Mercinelli, P. Solina, A. Tofanelli "Tecnologie ottiche per l'accesso: le soluzioni Passive Optical Network", Notiziario Tecnico Telecom Italia Anno 13 n.1 - Giugno 2004.
- [21] R.Mercinelli, P. Solina, "PON di nuova generazione: GPON", Notiziario Tecnico Telecom Italia Anno 16 n.1 – Aprile 2007.

[paola.cinato@telecomitalia.it](mailto:paola.cinato@telecomitalia.it)

[flavio.marigliano@telecomitalia.it](mailto:flavio.marigliano@telecomitalia.it)

[maurizio.valvo@telecomitalia.it](mailto:maurizio.valvo@telecomitalia.it)



### Paola Cinato

laureata in ingegneria elettronica e certificata PMP dal 2007. In azienda dal 1987, si è occupata inizialmente di sistemi di commutazione e tecnologie ottiche e nel '91 ha lavorato per un anno presso i laboratori Bellcore, a Morristown NJ (USA), sulle interconnessioni ad alta velocità nei moduli multi chip. Negli anni successivi ha coordinato le attività sul risparmio energetico nei sistemi di energia e condizionamento per telecomunicazioni, per poi occuparsi di planning strategico e negli ultimi anni di tecnologie trasmissive per la rete di accesso in rame. Nella struttura Wireline Access Innovation & Engineering, coordina nel ruolo di Project Manager le attività di innovazione sulle tecnologie trasmissive xDSL, con particolare focus sul VDSL2 e sulle tecnologie evolutive per la rete di accesso NGAN.



### Flavio Marigliano

ingegnere delle telecomunicazioni, è in azienda dal 2003 dove si occupa di tematiche legate all'evoluzione delle tecnologie trasmissive su rame DSL. Partecipa dal 2005 ai lavori degli enti di normativa ITU-T ed ETSI per le specifiche di sistemi DSL, dove ha contribuito alla stesura delle Raccomandazioni VDSL2, G.vector, G.inp ed oggi G.fast. Collabora alla valutazione e sperimentazione di funzionalità innovative della tecnologia DSL, all'analisi delle prestazioni della rete di accesso in rame e sue evoluzioni. Nella struttura Wireline Access Innovation & Engineering, coordina le attività per l'evoluzione dei processi di vendibilità ed assurance dei servizi DSL, definendone le specifiche e gli algoritmi, con lo scopo di migliorare la qualità e le prestazioni delle connessioni broadband.

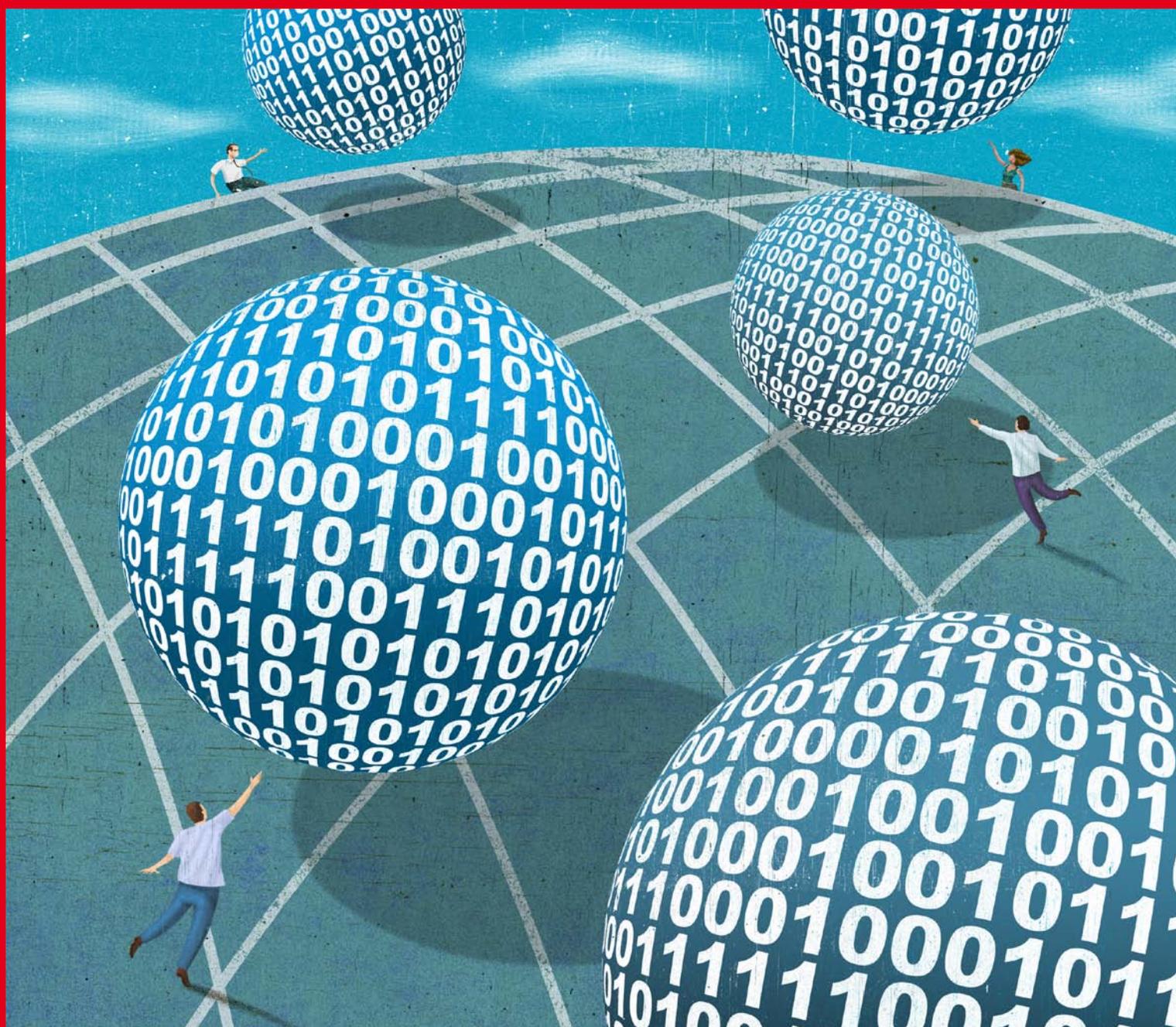


### Maurizio Valvo

ingegnere elettronico è in Azienda dal 1991, dove si è occupato di sistemi Passive Optical Network (PON) in tecnologia ATM, partecipando a progetti di ricerca e sviluppo europei. Ha proseguito la sua attività nell'ambito della ricerca sui sistemi di accesso innovativi (PON, xDSL, GbE), occupandosi dell'integrazione delle reti di accesso broadband in architetture di rete triple-play, contribuendo attivamente alla definizione delle specifiche IPTV nell'ambito del gruppo Full Service Access Network (FSAN) e coordinando le sperimentazioni in campo di sistemi PON, Free Space Optics, Fixed Wireless Access e di architetture Fibre To The Cabinet. Nella struttura Wireline Access Innovation & Engineering, coordina nel ruolo di Project Manager le attività di scouting, specifica e testing con particolare riguardo all'evoluzione delle tecnologie ottiche per la Next Generation Access Network ed è responsabile del laboratorio "Sistemi per reti di accesso a larga banda" e della sezione Rete dell'"INnovation LAB".

# RETE DATI FISSA DI TELECOM ITALIA

Paolo Fasano, Domenico Marocco, Giovanni Picciano



La rete dati fissa di Telecom Italia si è sviluppata nel corso dell'ultimo ventennio. Partita inizialmente come rete dedicata per servizi di nicchia, è ora divenuta la piattaforma di rete su cui si prevede la convergenza di tutte le tipologie di offerte di servizio.

Questo articolo descrive la rete dati fissa di Telecom Italia con particolare attenzione a quella parte di rete denominata Edge IP, in cui sono presenti gli apparati che mantengono configurazioni specifiche per i singoli clienti e interagiscono in maniera privilegiata con le piattaforme di Controllo dei servizi di rete.

## 1 Introduzione

Telecom Italia dispone di una rete a pacchetto rappresentata schematicamente in Figura 1. In prima approssimazione essa si compone di 4 segmenti:

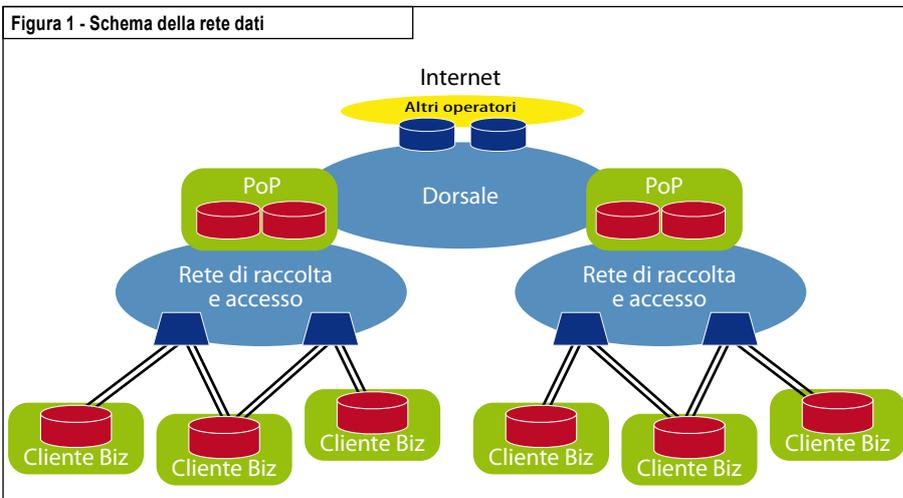
- La *dorsale* o *Backbone* fornisce connettività in forma aggregata a livello nazionale tra i PoP (*Point of Presence*) della rete IP. La principale rete dorsale di Telecom Italia denominata OPB (*Optical Packet Backbone*) è realizzata in tecnologia IP/MPLS direttamente su un'infrastruttura fotonica. Essa è inoltre collegata ad altri operatori per realizzare i collegamenti alla rete Internet su scala globale.
- La *rete di accesso e raccolta* è costituita dai nodi di accesso (principalmente DSLAM), situati nella maggior parte delle centrali Telecom Italia per terminare lato rete le linee cliente, e nodi di aggregazione e trasporto che realizzano il collegamento tra i nodi di accesso e i

PoP. La prima tecnologia utilizzata in questo segmento è stata la tecnologia ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). Più recentemente è stata sviluppata una rete in tecnologia Carrier Ethernet IP/MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*) denominata OPM (*Optical Packet Metro*) [ 1], che oggi costituisce lo stato dell'arte per le reti di aggregazione Metro-Regionali. La rete poggia su un'infrastruttura di trasporto ottica e SDH

(*Synchronous Digital Hierarchy*) anch'essa in evoluzione.

- La *terminazione in sede cliente* che può essere controllata da parte di Telecom Italia; in questo caso il servizio include anche le funzioni realizzabili su tale apparato.
- La *corona di Edge IP* costituita da un insieme di nodi collocati nei PoP su cui sono concentrate le funzioni di rete necessarie per servire ciascun singolo cliente. In particolare tali nodi

Figura 1 - Schema della rete dati



mantengono uno stato specifico per ogni cliente che lo caratterizza in termini di tipo di connettività richiesta, prestazioni, etc.

In questo articolo viene dapprima descritta la modalità realizzativa dei servizi dati oggi a portafoglio per clienti business e clienti residenziali. Si presentano poi gli enti di standardizzazione in cui sono sviluppate le soluzioni architeturali e di protocollo per i servizi di rete fissa. Nella seconda parte di questo lavoro si apre lo sguardo alle innovazioni che si presentano all'orizzonte: prima da un punto di vista tecnologico, si analizzano i trend evolutivi per gli apparati impiegati in questo segmento, e infine da un punto di vista di architetture di rete si guarda al modello denominato *Seamless MPLS* come ad una promettente direzione di sviluppo.

servizi dati nazionali e internazionali. L'impiego di MPLS è di particolare rilevanza, perché fornisce uno strato protocollare con cui i PE possono incapsulare il traffico cliente. In questo modo è possibile fornire servizi di VPN IP, consentendo ai clienti multi-sede (tipicamente grandi aziende) una piena autonomia nell'indirizzamento, oltre che un ambiente chiuso e protetto. MPLS consente inoltre ai PE di trasportare protocolli diversi da IPv4 (l'unico di livello 3 direttamente trattato dalla dorsale). È possibile fornire una connettività Ethernet mediante il servizio VPLS (*Virtual Private LAN service*), con cui si realizza una VPN di livello 2. Un altro esempio in questo senso è la realizzazione di servizi IPv6 (un'evoluzione del protocollo IPv4, quello su cui è stata costruita Internet, che consente di superare i limiti sull'indirizzamento). La soluzione così realizzata consente di limitare l'aggiornamento ai nodi

di Edge (e solo a quelli interessati) e ai nodi di collegamento alla Internet IPv6. Analogamente è possibile un servizio di VPN IPv6.

Verso l'accesso il PE sfrutta un servizio di connettività punto-punto realizzato dalla rete di aggregazione e accesso: nel caso di OPM tale collegamento è ottenuto mediante VLAN (*Virtual Local area Network*) Ethernet.

La gestione della banda operata sui PE consente di modulare le risorse allocate per ciascun cliente e di offrire diverse classi di servizio. Tale meccanismo è attivato sulle porte di collegamento del PE verso OPM, che diventano quindi il punto di controllo della banda e della qualità di servizio. La Figura 2 mostra il modello di QoS operato da tali apparati, che avviene mediante una gestione multi-livello della capacità trasmissiva contesa tra clienti diversi e classi di servizio (meccanismo chiamato Hierarchical QoS, HQoS).

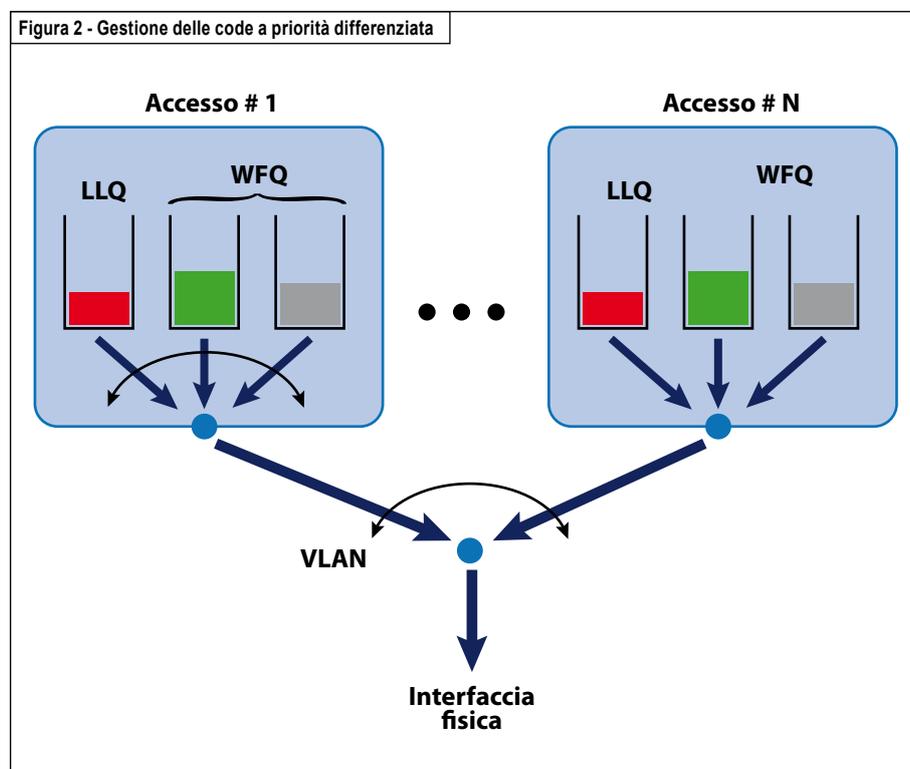
## 2 I Servizi Dati

### 2.1 Clienti Business

I clienti affari di fascia media e alta vengono serviti mediante una piattaforma di Edge dedicata. Ciò consente di realizzare funzioni e prestazioni adatte a questa fascia di clientela, quali VPN (*Virtual Private Network*), garanzia di banda, differenziazione su base classe QoS (*Quality of Services*) e accessi con protezione in ridondanza.

L'elemento di rete su cui si concentrano le funzioni necessarie a servire tali clienti è un router IP denominato PE (*Provider Edge*). Tale elemento è inserito nella rete IP/MPLS di Telecom Italia, ed in particolare sfrutta la connettività realizzata dalla dorsale per offrire

Figura 2 - Gestione delle code a priorità differenziata



## IPv6 LaunchDay

L'ISOC (Internet Society), l'ente la cui missione è promuovere lo sviluppo aperto, l'evoluzione e l'uso di Internet a beneficio di chiunque nel mondo, sta monitorando da tempo e con apprensione lo sviluppo della rete Internet. Con il sempre crescente consumo di indirizzi IPv4, la preoccupazione sale. Come poter continuare a garantire lo sviluppo costante della Rete? Ogni computer connesso alla rete viene identificato con un indirizzo numerico, che può essere statico (sempre lo stesso) oppure dinamico (quando ci si connette, ce ne viene dato uno temporaneo). Il default in questi decenni è dato dal protocollo IPv4 (IP versione 4): un indirizzo è formato da quattro byte, 32 bit, scrivibili come stringa di 8 caratteri esadecimali (ma più spesso rappresentati come sequenza di 4 interi da 0 a 255 ciascuno) e permetterebbe in teoria di avere quattro miliardi di indirizzi diversi, anche se in pratica se ne possono usare molti meno dato che gli indirizzi sono assegnati a gruppi. Purtroppo ormai non ci sono più indirizzi IPv4 di scorta: una soluzione è necessaria nel più breve tempo possibile.

La soluzione identificata è quella che prevede il passaggio al protocollo IPv6.

IPv6 ha a disposizione uno spazio di indirizzamento infinitamente più elevato di quello IPv4, si passa infatti da 32 bit a 128 bit: da poco più di 4 miliardi a circa  $3,4 \times 10^{38}$  indirizzi!

Nonostante i molti anni di vita di questo protocollo (è stato introdotto a livello di standard internazionale già alla fine degli anni '90), la sua diffusione è tuttora molto ridotta, sia presso i Service Provider sia tra i Content Provider, anche perché non è compatibile con l'attuale IPv4. Tuttavia recentemente l'esaurimento degli indirizzi IPv4 è diventato una minaccia concreta, e IPv6 è prepotentemente diventato di attualità.

Lo scorso anno ISOC ha promosso una giornata dedicata all'IPv6: l'*IPv6 World Day*, che si è svolto l'8 Giugno 2011. In tale occasione Service Provider e Content Provider hanno utilizzato IPv6 per la connettività e la navigazione, realizzando un trial planetario della durata di ventiquattro ore.

I risultati sono stati sostanzialmente positivi: il traffico IPv6 in rete è cresciuto per poi riabbassarsi la giornata successiva, ma attestandosi a valori più elevati rispetto al trend rilevato fino al 5 Giugno, come indicato nella Figura A1.

Visti i buoni risultati (non sono stati rilevati disservizi particolari durante la giornata e la partecipazione è stata soddisfacente: Google, Yahoo, Facebook erano raggiungibili in IPv6), ISOC ha deciso di promuovere una nuova giornata per il 6 giugno 2012: *IPv6 LaunchDay* ([www.worldipv6launch.org](http://www.worldipv6launch.org)). “Questa volta è per davvero”, recita il sottotitolo dell'evento. Infatti, l'obiettivo di questa giornata è quello di dare il via all'utilizzo continuativo di IPv6, lasciandolo attivo e offerto ai clienti come opzione reale per la connettività ad Internet.

Sono molte le adesioni all'evento, specie tra gli operatori americani (AT&T, Comcast e Time Warner Cable e molte università). In Italia aderisce il GARR (il consorzio che gestisce la rete dell'università e della ricerca). Anche i Content Provider ci sono quasi tutti: Google, Yahoo, Facebook, Netflix e tanti altri, per un totale di più di mille siti aderenti all'iniziativa.

Sono molte le adesioni all'evento, specie tra gli operatori americani (AT&T, Comcast e Time Warner Cable e molte università). In Italia aderisce il GARR (il consorzio che gestisce la rete dell'università e della ricerca). Anche i Content Provider ci sono quasi tutti: Google, Yahoo, Facebook, Netflix e tanti altri, per un totale di più di mille siti aderenti all'iniziativa.

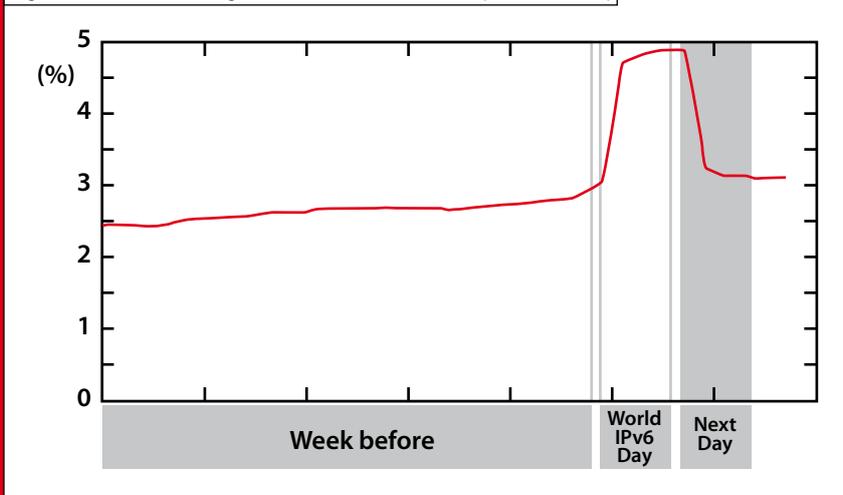
## L'IPv6 Day per Telecom Italia

Telecom Italia ha seguito fin dall'inizio la nascita e la crescita di IPv6. Traendo spunto dall'evento del 6 Giugno 2012, Telecom Italia ha predisposto una soluzione tecnica che consente a un qualsiasi cliente residenziale di poter sperimentare la connettività IPv6. Tra le varie soluzioni possibili, se ne è scelta una che privilegia la velocità di dispiegamento in campo e la possibilità di essere utilizzata da tutti gli utenti, indipendentemente dall'area geografica e dalla tipologia di attestazione alla rete (mediante DSLAM Ethernet e/o ATM).

Lo schema della rete è riportato nella Figura A2.

Nello specifico sono stati configurati due BNAS (*Broadband Network Access Server*) centralizzati con funzione LNS

Figura A1 - Test Drive della giornata mondiale IPv6 del 2011 (fonte: Ericsson)



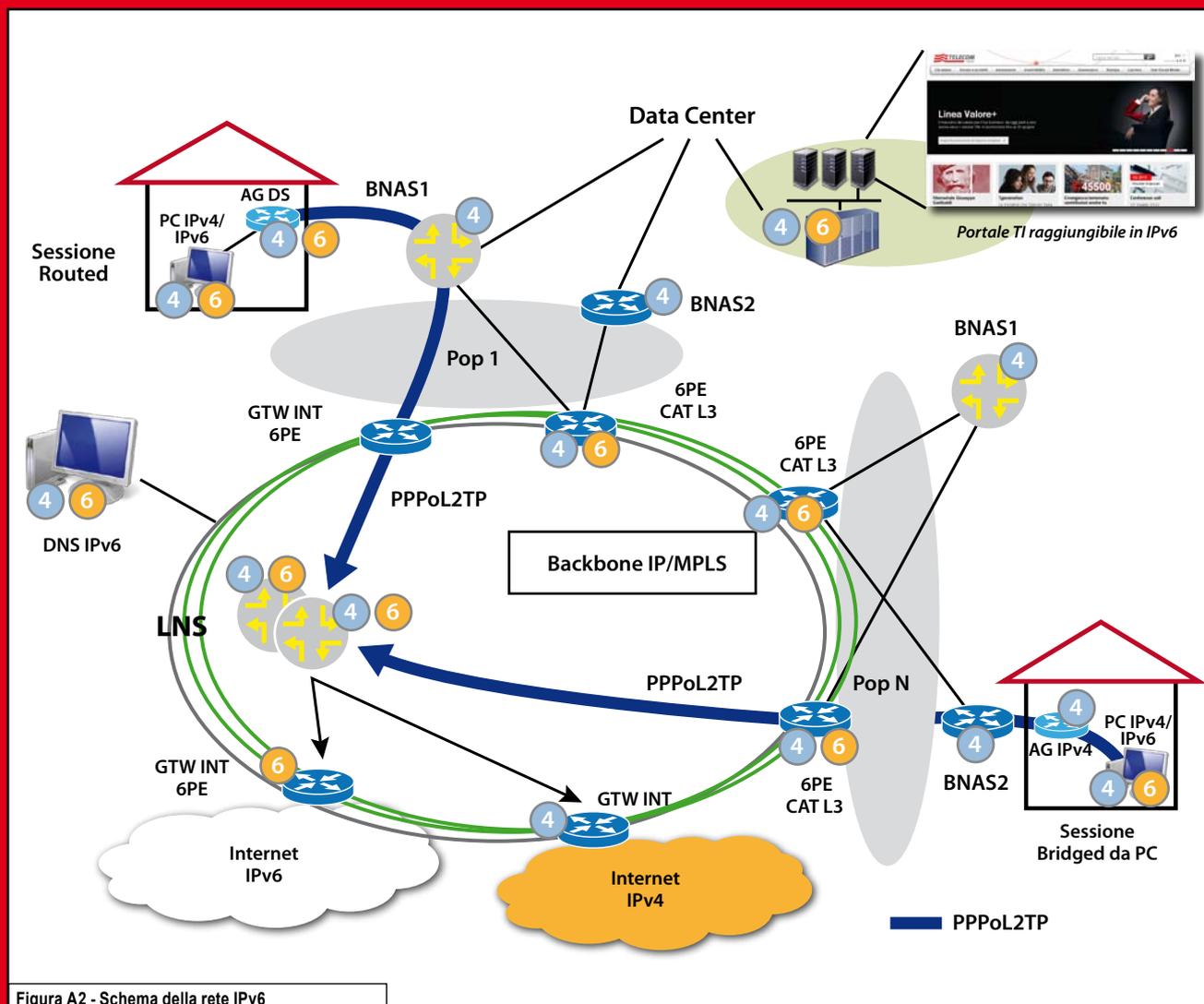


Figura A2 - Schema della rete IPv6

(L2TP Network Server) all'interno di due PoP di Telecom Italia, che sono in grado di gestire in contemporanea sia traffico IPv4 sia traffico IPv6. Il cliente che vuole utilizzare IPv6 può farlo in modalità *Routed* o in modalità *Bridged*. Per poter attivare una sessione *Routed* IPv4 e IPv6, deve disporre di un AG (Access Gateway) *Dual Stack* e di un PC dotato di un sistema operativo che lo supporti (Windows 7, MacOS X o una versione recente di Linux); per attivare una sessione *Bridged* direttamente dal PC è sufficiente un PC con i sistemi operativi

sopraelencati, senza requisiti particolari per quanto riguarda l'Access Gateway. Seguendo le procedure manuali pubblicate al link [http://assistenza.technikatelecomitalia.it/at/Informazioni\\_privati/ipv6](http://assistenza.technikatelecomitalia.it/at/Informazioni_privati/ipv6) si può procedere alla configurazione del modem o del PC. Tale configurazione dovrà essere manuale: in questa fase non sono ancora disponibili procedure automatizzate di *pre-provisioning* o *provisioning*, che tuttavia saranno predisposte non appena il servizio sarà consolidato.

Tra gli Access Gateway commercializzati da Telecom Italia, il Fritzbox 7270 di AVM con le release in uso dispone di tutte le funzionalità necessarie per poter garantire il collegamento alla rete in *Dual Stack*. Tra i prodotti acquistabili liberamente sul mercato, alcuni sono già predisposti per il supporto della modalità *Dual Stack* (DLink, Netgear, Zyxel e Linksys), ma il cliente deve procedere ancora in maniera autonoma alla configurazione.

Il modello di servizio è molto semplice: consiste nell'apertura di una sessione

PPP (come avviene oggi), ma con il supporto per IPv4 e IPv6. Il BNAS di attestazione, riconosciuta la richiesta, prolungherà la sessione verso i BNAS centralizzati in grado di offrire il servizio. In questo modo, nel caso della sessione *Routed*, l'AG otterrà un indirizzo IPv4 pubblico per la connessione punto-punto con il BNAS (come succede già nelle attuali connessioni) e due prefissi pubblici IPv6, uno per la connessione punto-punto e uno per la *home network*. Inoltre saranno comunicati e configurati automaticamente una coppia di server DNS (*Domain Name System*) IPv4 e una coppia IPv6. Il PC del cliente affiancherà quindi all'indirizzo IPv4 (che appartiene allo spazio di indirizzamento privato e che viene "nattato", cioè trasformato in indirizzo pubblico, dall'Access Gateway per la connettività Internet) anche un indirizzo IPv6 pubblico (per il quale non saranno necessarie le funzioni di NAT dell'AG), che consentirà di accedere direttamente alla rete Internet IPv6. Nel caso invece della sessione *Bridged*, il PC del cliente otterrà due indirizzi pubblici, uno per IPv4 e uno per IPv6.

A seconda della destinazione inserita nel *browser*, il PC dell'utente utilizzerà il protocollo IPv4 o quello IPv6 per la visualizzazione della pagina richiesta, in modo trasparente all'utilizzatore.

Sono inoltre stati aperti all'accesso IPV6 anche alcuni portali istituzionali, [www.telecomitalia.com](http://www.telecomitalia.com), [www.avoicomunicare.it](http://www.avoicomunicare.it) e [www.telecomitaliahub.it](http://www.telecomitaliahub.it). Il cliente si potrà accorgere di essere collegato in IPv6 grazie alla presenza di un Pop-up che indica il prefisso IPv6 utilizzato ■

[andrea.garzia@telecomitalia.it](mailto:andrea.garzia@telecomitalia.it)

[chiara.moriondo@telecomitalia.it](mailto:chiara.moriondo@telecomitalia.it)

In sintesi il nodo opera secondo i seguenti criteri:

- Su ogni accesso (realizzato mediante una interfaccia logica) viene applicata una limitazione a livello di BP (*Banda di Picco*), che opera anche in condizioni di rete scarica. Tale limite solitamente corrisponde alla capacità massima della linea di accesso del cliente (ad es. 2 Mbit/s).
- In caso di congestione il PE ripartisce la banda tra gli accessi rispettando un parametro contrattuale chiamato BMG (*Banda Minima Garantita*). Tale parametro consente di differenziare accessi che con lo stesso tipo di collegamento (ad es. un ADSL a 7 Mbit/s, su cui si applica una BMG di 256 kbit/s oppure di 512 kbit/s) e quindi avere una maggiore ricchezza di offerta.
- All'interno della banda disponibile per un accesso (BP se non c'è congestione, oppure un valore compreso tra BMG e BP) il traffico viene accodato in maniera differenziata. Nel caso di accodamento standard si hanno tre classi, una prioritaria a bassa latenza (RT (*Real Time*), gestita con tecnica di LLQ (*Low Latency Queuing*)) ma con limitazione ad un valore massimo contrattualizzato (BRT, minore di BMG), e due classi dati (DEFAULT e MC (*Mission Critical*)) gestite in ripartizione di banda pesata (ad esempio 30:70, su cui si applica un algoritmo di tipo WFQ (*Weighted Fair Queuing*)). È anche prevista una ulteriore classe non disponibile al traffico cliente ma riservata per protocolli di routing e gestione NC (*Network Control*).

Sull'apparato posto in sede cliente, chiamato TIR (*Termina-*

*zione Intelligente di Rete*) viene effettuata la differenziazione in classi come indicato nel punto precedente. Non è invece richiesta la gestione della BMG e solitamente neppure della limitazione a livello di BP (poiché questa corrisponde alla velocità fisica della interfaccia di collegamento). La TIR è però responsabile della classificazione del traffico che può avvenire secondo criteri anche personalizzabili e relativamente sofisticati. In questo modo un cliente può scegliere quale tipo di traffico e, con alcuni modelli di TIR, anche quali applicazioni vengono classificati con DEFAULT, MC o RT. La TIR è anche un elemento impiegabile per fornire servizi ulteriori, quali i servizi di sicurezza (Firewall), servizi di fonia realizzata con tecnologia VoIP e connettività LAN mediante porte in rame o WiFi.

Per i clienti che lo richiedono sono disponibili anche diverse opzioni di ridondanza. Tra queste citiamo la ridondanza di TIR e di collegamento e la possibilità di avere bilanciamento su due vie, anche attestate su PE distinti. A questo scopo tra TIR e PE si realizza una comunicazione che verifica continuamente la disponibilità del collegamento di accesso e, in caso di rilevazione di guasto, scatena le necessarie azioni (re-instradamento del traffico ed eventuale attivazione di collegamenti "on-demand"). Il protocollo impiegato è BGP che consente normalmente di individuare un guasto entro 30 secondi; sono anche possibili soluzioni più reattive (basate ad esempio sul protocollo BFD - Bidirectional Forwarding Detection, appositamente sviluppato per questo scopo).

## 2.2 Clienti Residenziali e Small Business

La clientela Residenziale MM (*Mass Market*) e Small Business SoHo (*Small Office-Home Office*), che generalmente utilizza accessi ADSL e AG (*Access Gateway*), viene gestita da una piattaforma di Edge dedicata. Molti di questi clienti utilizzano AG forniti da Telecom Italia, per i quali è prevista una procedura automatizzata di configurazione dell'accesso alla rete. La tariffazione applicata è di tipo flat o a tempo.

L'elemento di rete sul quale sono concentrate le funzionalità necessarie a fornire i servizi per questi clienti è denominato BNAS (*Broadband Network Access Server*) o BNG (*Broadband Network Gateway*). Tale elemento, inserito nella rete Telecom Italia come ad esempio nella configurazione di Figura 3, è il primo nodo di trattamento dell'*Internet Protocol* del cliente verso Internet. Questo tipo di apparato deve essere caratterizzato da alta scalabilità e, necessariamente, alta affidabilità data la concentrazione su uno stesso apparato di un bacino di utenza significativa (fino a 128 K/256 K utenti per le tecnologie più recenti).

Indipendentemente dalla rete di aggregazione utilizzata, Carrier Ethernet come nel caso di OPM o ATM, il modello di connettività

si basa sull'uso di PPP (*Point-to-Point Protocol*). Questo protocollo permette di realizzare una connessione punto-punto tra il terminale del cliente e il BNAS oppure tra l'AG e il BNAS. Nel primo caso si parla di accesso di tipo *Bridged* e l'AG opera essenzialmente come un modem terminatore di linea ADSL. Nel secondo caso si parla di accesso *Routed*; l'AG opera anche come router IP vero e proprio.

Le sessioni PPP, a partire da casa cliente, vengono aggregate sui nodi di accesso DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) per essere trasportate verso un'interfaccia del BNAS. Il BNAS termina le sessioni PPP ed esegue un insieme di funzioni denominate *Subscriber Management*, che potremmo tradurre con Gestione del Cliente. Queste funzioni comprendono:

- AAA (*Autenticazione, Autorizzazione e Accounting*);
- assegnazione degli indirizzi IP;
- applicazione di regole di trattamento dei pacchetti IP (*Policy Enforcement*).

Il BNAS esegue le funzioni di *Subscriber Management* grazie all'interazione con le piattaforme di controllo che detengono le informazioni di profilo contrattuale dei clienti e sono coinvolte in un fitto scambio di informazioni con il BNAS stesso.

### 2.2.1 Autenticazione, Autorizzazione e Accounting (AAA)

Nel corso della costruzione della sessione PPP è prevista una procedura di autenticazione del cliente. I messaggi di controllo di PPP trasportano le credenziali del cliente:

- una chiave tecnica inserita dal DSLAM che identifica la linea cliente;
- username e password inseriti dal cliente.

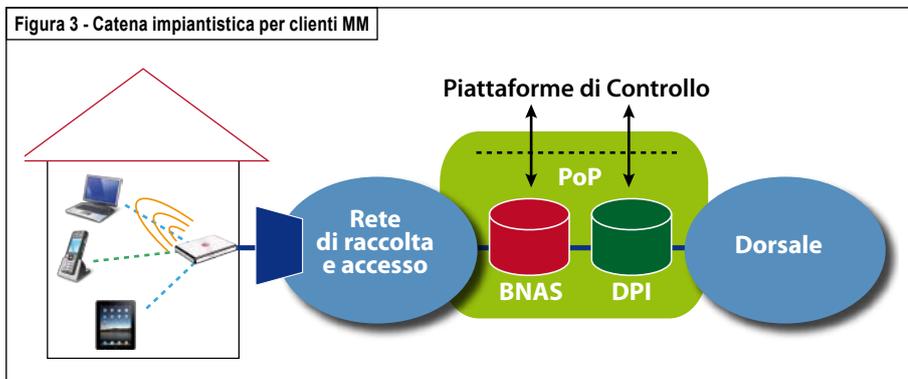
La chiave tecnica rappresenta una credenziale molto affidabile e quindi consente un livello di sicurezza della procedura di autenticazione molto forte. Essa consente di autenticare la linea cliente; username e password possono essere utilizzati per individuare più specificatamente l'utente che desidera accedere a servizi particolari.

Il BNAS, ricevute queste credenziali, interroga un server di autenticazione per verificarne la correttezza. Per farlo utilizza il protocollo RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*); se la verifica ha esito positivo, essa si conclude con l'autorizzazione del cliente ad accedere al servizio richiesto.

Ulteriore compito di RADIUS è quello di *Accounting* ovvero di fornire la "documentazione" relativa all'attività del Cliente. Tale documentazione è utile per vari scopi:

- registrazione degli istanti di inizio e fine della connessione in rete degli utenti, in ottemperanza agli obblighi di legge;
- tariffazione (per i clienti che abbiano sottoscritto un contratto su base consumo);
- realizzare uno strumento per la verifica della *presence*, ovvero un database che contiene istan-

Figura 3 - Catena impiantistica per clienti MM



te per istante la lista dei clienti "on line".

In pratica RADIUS viene utilizzato per inviare dei Cartellini sia al momento dell'instaurazione della connessione sia al momento della disconnessione (ad esempio quando il Cliente spegne il modem). Questi Cartellini, prodotti dal BNAS, permettono di correlare informazioni quali: identità del Cliente, indirizzo IP assegnato, data ora di inizio e fine della connessione e volume di traffico scambiato durante la sessione.

## 2.2.2 Assegnazione degli indirizzi IP

Per consentire al cliente autorizzato di poter accedere al servizio richiesto, è necessario assegnare un indirizzo IP alla terminazione PPP lato cliente (il suo terminale o l'AG). Questa assegnazione può essere permanente (il Cliente ottiene sempre lo stesso indirizzo IP) o temporanea (l'indirizzo IP assegnato al Cliente cambia ogni volta che si connette, ad esempio quando accende il modem).

L'attribuzione di un indirizzo permanente è considerato un plus in quanto consente al Cliente di essere raggiunto sempre con lo stesso indirizzo IP. Questa caratteristica è utile, ad esempio, a quei Clienti, tipicamente Business, che dietro la loro connettività IP vogliono esporre un sito web. La macro distinzione è quindi: ai Clienti Business vengono attribuiti indirizzi IP permanenti mentre ai Clienti consumer vengono assegnati indirizzi IP temporanei. In entrambi i casi l'assegnazione avviene in modalità dinamica, sfruttando le funzioni di RADIUS e PPP.

L'utilizzo di indirizzi IP assegnati temporaneamente consente all'o-

peratore di realizzare una gestione più efficiente degli indirizzi IP. Se su un BNAS sono stati configurati 100 Clienti ed ad ognuno si vuole poter assegnare un indirizzo IP per il tempo in cui richiede mantenersi *on-line*, non è necessario predisporre 100 indirizzi ma un numero inferiore in considerazione del "fattore di contemporaneità".

L'utilizzo efficiente degli indirizzi IP diviene ancora più importante in una fase in cui le scorte a livello mondiale si stanno esaurendo. Per questo motivo si tende a non "sprecare" indirizzi IP pubblici per servizi completamente chiusi all'interno della rete dell'operatore. È questo il caso dei servizi di tipo ToIP (*Telephony over IP*) e dei servizi di telegestione degli AG forniti direttamente da Telecom Italia: per questi servizi vengono assegnati indirizzi IP privati.

Inoltre, ci si sta preparando all'offerta di servizi basati su IPv6. Questo comporterà l'assegnazione di indirizzi IPv6 in aggiunta a quelli IPv4.

## 2.2.3 Policy enforcement

La sessione cliente autorizzata e che ha ottenuto il suo indirizzo IP viene caratterizzata sulla base di parametri definiti in sede di contratto (banda allocata, QoS, eventuali restrizioni all'accesso,...). Per ogni accesso sul BNAS viene configurata una limitazione a livello di Banda di Picco, sempre attiva in presenza o meno di congestione. Tale limite corrisponde alla capacità massima del valore contrattuale del collegamento del cliente (es. Alice 7Mega, Alice 20Mega). Altri elementi caratterizzanti e distintivi del profilo cliente prevedono ad esempio:

- per clienti Small Business la configurazione di una Banda Minima Garantita, ripartita dal BNAS tra gli accessi in caso di congestione;
- per clienti Residenziali la configurazione di restrizioni all'accesso verso i server di Telecom Italia nel caso dei servizi ToIP e di telegestione e l'eventuale redirectione verso portali Telecom Italia per comunicazioni importanti alla clientela.

Una volta assegnato il profilo di connettività, questo rimane normalmente immutato per tutta la durata della connessione (e più in generale per tutta la durata del contratto). È tuttavia possibile cambiare "in corsa" le caratteristiche del profilo cliente per realizzare servizi a richiesta. Un esempio in fase di studio è un servizio di tipo "Turbo button", grazie al quale un cliente con una banda di picco di 7 Mbps potrebbe accedere ad un portale e richiedere in tempo reale un incremento di velocità passando a 20 Mbps; pagherà in modo differente il periodo di tempo in cui ha usufruito della velocità più alta.

Questa variazione viene realizzata tramite funzionalità specifiche del protocollo RADIUS denominate CoA (*Change of Authorization*). A comandare questa variazione di profilo è chiamata una piattaforma di controllo denominata Policy Manager (vedi BOX).

## 2.2.4 Deep Packet Inspection

In Figura 3 si può osservare come tra il BNAS e i router del backbone IP/MPLS siano collocati apparati di DPI (*Deep Packet Inspection*), in grado di classificare il traffico su base protocollo e specifica ap-

## Policy Control

La realizzazione di servizi evoluti e caratterizzati da un elevato grado di dinamicità richiede un'orchestrazione complessiva delle funzionalità di controllo messe a disposizione dai dispositivi di rete deputati all'effettivo instradamento del traffico. Scopo del *Policy Control* è appunto quello di assicurare questo coordinamento, nel rispetto di politiche di gestione dei servizi specificate dall'operatore e realizzando logiche di ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse trasmissive.

Il *Policy Control* si basa sulla disponibilità di un sistema, genericamente denominato *Policy Manager*, che, agendo a livello di piano di controllo, sia in grado di interagire in real-time con i nodi di rete e di modificare (su base richiesta utente o su base condizione di rete) le politiche di trattamento del traffico da questi attuate.

Nel contesto dei servizi legati al *Policy Control*, è quindi compito del *Policy Manager* controllare gli elementi di rete, forzando l'applicazione di regole di trattamento del traffico rispondenti al servizio o alla prestazione di rete desiderati.

Si rende così possibile la realizzazione di politiche di *Traffic Management*

differenziate su base caratteristiche statiche (ad esempio: profilo utente, terminale in uso, ...) e dinamiche (ad esempio: localizzazione, tipo di copertura radio, ...) relative alla specifica sessione trattata. È inoltre possibile l'attuazione di politiche di servizio dinamiche su base richiesta esplicita da parte dell'utente (ad esempio inrementato di banda su richiesta).

La soluzione di *Policy Manager* realizzata da Telecom Italia è denominata CPM (*Common Policy Manager*). Al CPM è affidata la gestione dei servizi fissi e mobili di utenza Residenziale, Business e Top, come illustrato nella Figura 2A.

La scelta di avere una soluzione di *policy management* comune tra le reti fissa e mobile offre numerosi vantaggi, tra cui:

- abilita la definizione sinergica di servizi convergenti fisso/mobile;
- minimizza l'effort di dispiegamento della soluzione;
- ottimizza l'utilizzo degli skill acquisiti;
- rappresenta un trend tecnologico sempre più evidente tra i vendor di soluzioni di *policy management*.

Il dispiegamento attuale della soluzione CPM prevede l'interfacciamento di

questa piattaforma con i nodi GGSN per il controllo dei servizi di rete mobile e con le sonde DPI ed i nodi BNAS per la realizzazione di quelli di rete fissa. La funzionalità DPI riveste un ruolo molto importante nella realizzazione dei servizi legati al *Policy Control*, rendendo possibile l'attuazione di *policy* che agiscono selettivamente solo su specifiche tipologie di traffico, di applicazioni o di utenti.

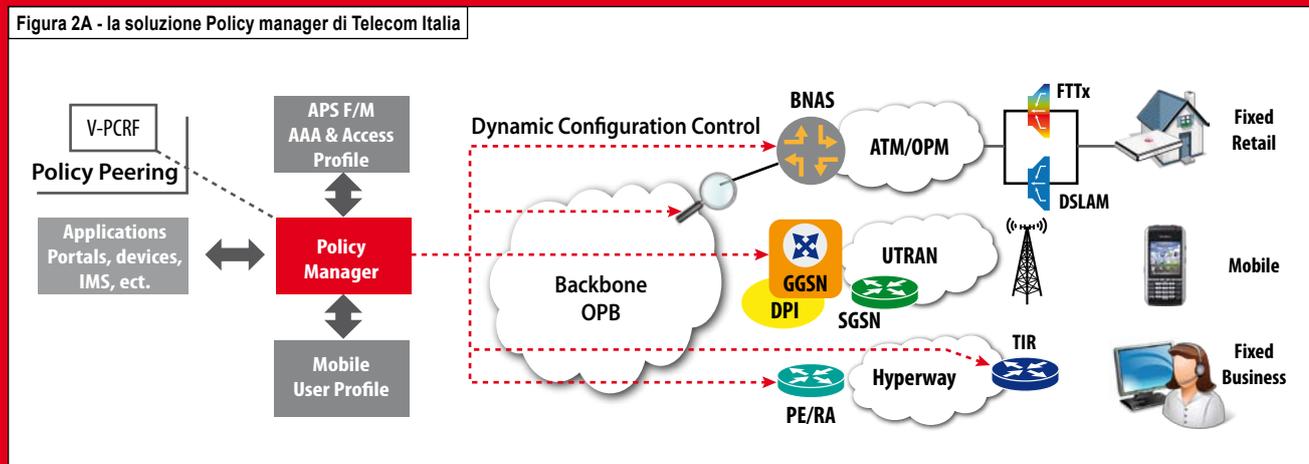
Un esempio di prestazione realizzata è la limitazione della banda di alcune applicazioni o di alcuni utenti nei casi di congestione di rete, per migliorare la fruibilità dei servizi da parte di tutti gli utenti.

Nella rete mobile, è realizzato il controllo ed eventuale limitazione del volume totale del traffico dei clienti per specifiche offerte ("*Unlimited*") oppure per evitare l'utilizzo (che può essere molto costoso) della rete dopo l'esaurimento del credito ■

[angelo.garofalo@telecomitalia.it](mailto:angelo.garofalo@telecomitalia.it)

[massimo.l.sassi@telecomitalia.it](mailto:massimo.l.sassi@telecomitalia.it)

Figura 2A - la soluzione Policy manager di Telecom Italia



plicazione. Tale classificazione fine consente un efficace monitoraggio del traffico: è possibile in questo modo misurare l'incidenza dei diversi tipi di applicazioni utilizzati dai clienti sul traffico totale trasportato in rete, come mostrato in Figura 4.

Inoltre gli apparati di DPI consentono di effettuare un efficace *Traffic Management* volto a garantire un uso equo delle risorse di rete a tutti i clienti. Con questo scopo gli apparati DPI sono impiegati nella prevenzione dei disagi dovuti a fenomeni di congestione sui collegamenti tra alcuni DSLAM di più vecchia generazione e la rete di aggregazione ATM (sui siti Telecom Italia viene riportata l'evidenza delle centrali, aree e fasce orarie interessate dalla soluzione): per i clienti attestati a questi DSLAM viene realizzata una limitazione selettiva del traffico di applicazioni Peer-to-Peer nelle fasce orarie di massimo carico a beneficio delle applicazioni caratterizzate da una minore richiesta di banda (ad es. web browsing o e-mail), che risulterebbero, altrimenti, penalizzate dalle prime.

La soluzione TI di *Traffic Management* mette in pratica una *Fair Use Policy*, che permette alla totalità dei clienti un utilizzo soddisfacente della rete. Le funzionalità presenti in rete su piattaforma DPI consentono di non penalizzare il traffico di specifici clienti, ma di applicare la limitazione di banda all'insieme dei clienti simultaneamente utilizzatori di applicazioni P2P, gestiti in modalità anonima.

### 3 Gli Enti di standardizzazione

A differenza di quanto avviene per la rete mobile, non vi è un modello realizzativo univoco per i servizi di rete fissa. Sono infatti emersi nelle implementazioni degli operatori vari modelli che fanno tutti riferimento a meccanismi e protocolli standard, a volte standardizzati dopo che erano già stati adottati da qualche *early adopter*. Vi sono differenze nella scelta tipo sessione (PPP per molti, ma altri hanno adottato il modello delle cosiddette sessioni IP), nei protocolli di autenticazione (RADIUS è cer-

tamente la scelta più diffusa, ma non l'unica possibile), addirittura nell'architettura: alcuni operatori hanno scelto un approccio denominato *Single Edge*, in cui tutti i servizi sono gestiti da un'unica piattaforma di Edge, mentre altri hanno seguito l'approccio *Multiple Edge*, dove esistono piattaforme di Edge dedicate per ciascun servizio. La diversità di scelta è dipesa da vari fattori: il target di clientela a cui ci si rivolge, i modelli di tariffazione, l'organizzazione interna delle strutture tecniche degli operatori, ecc.

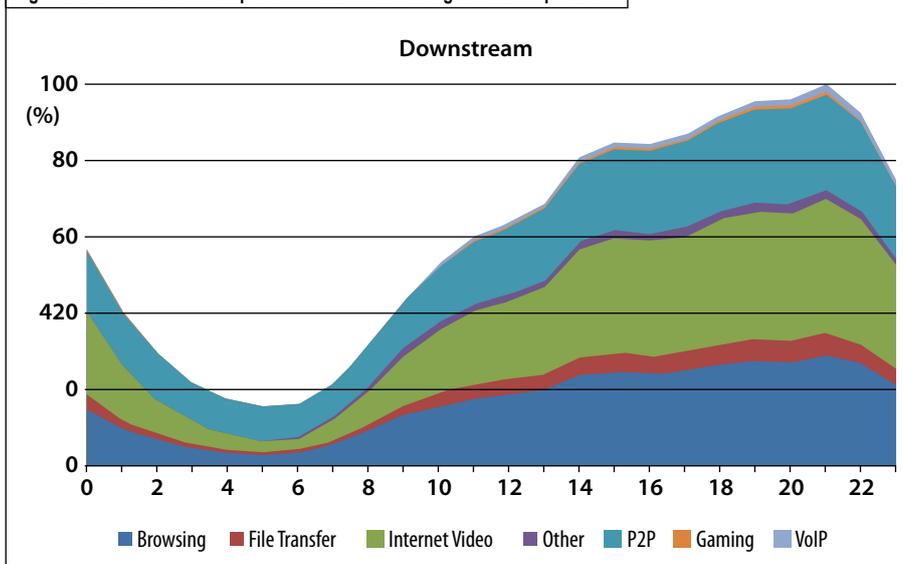
Questa situazione ha radici nella natura del coordinamento tecnico di Internet, basata su pochi e fondamentali principi architetturali e rivolta alla standardizzazione delle soluzioni a specifici problemi puntuali, a volte anche di più soluzioni per uno stesso problema. L'ente di standardizzazione di riferimento per i protocolli di Internet è l'IETF (*Internet Engineering Task Force*) [2]: nello spirito dei pionieri di Internet l'IETF non fornisce indicazioni implementative sugli apparati, né modelli di servizio end-to-end.

Per colmare questa lacuna si è invece affermato più recentemente il BBF (*BroadBand Forum*) [3]. La sua attività si concentra sulle architetture e sugli apparati, con l'obiettivo di garantire l'interoperabilità end-to-end delle catene di servizio, pur in uno scenario in cui sono possibili più modelli realizzativi per lo stesso servizio.

### 3.1 IETF

L'IETF è un ente internazionale che si occupa della standardizzazione dei protocolli per la rete Internet.

Figura 4 - Profilo del traffico proveniente da Internet registrato ad Aprile 2012



Ciò che differenzia l'IETF da enti ed organizzazioni di standardizzazione più tradizionali è la sua struttura aperta: il lavoro viene svolto da gruppi di lavoro che operano soprattutto tramite *mailing list*, aperte alla partecipazione di chiunque sia interessato. Al lavoro svolto dall'IETF contribuiscono esperti tecnici e ricercatori provenienti dai principali costruttori di apparati di rete, dai maggiori operatori e dalle principali università del mondo.

I gruppi di lavoro si occupano ciascuno di uno specifico argomento tecnico e sono organizzati in aree tematiche, in modo da coprire tutte le aree scientifiche e tecnologiche dalla rete: *Applications, Internet, Operations and Management, Routing, Security, Transport*, ecc.

Il risultato del lavoro di ogni gruppo IETF è costituito da documenti denominati RFC (*Request For Comments*). Dalla sua nascita (1986) ad oggi l'IETF ha prodotto più di 6000 RFC contenenti le specifiche di tutti i protocolli utilizzati nella rete Internet: dai protocolli di base come IP, TCP, UDP ai protocolli di routing *unicast* e *multicast*, ai protocolli MPLS per applicazioni VPN e *Pseudowire*. L'IETF sta inoltre lavorando da diversi anni alla definizione del protocollo IPv6: ovvero il successore del protocollo IPv4 oggi utilizzato per l'indirizzamento della rete Internet, in quanto lo spazio di indirizzi IPv4 disponibili è stato esaurito all'inizio dello scorso anno. Le specifiche IPv6 di base sono ormai consolidate; negli ultimi tre anni l'IETF si è concentrata sulla definizione di tecniche di migrazione e coesistenza IPv4/IPv6 basate su meccanismi di *tunneling* IPv6 su IPv4 e IPv4 su IPv6 o di traduzione di protocollo.

Le RFC costituiscono l'elemento fondamentale su cui si basano le specifiche tecniche della maggior parte degli apparati di rete. Le RFC vengono solitamente citate da Telecom Italia nei requisiti delle gare per i nuovi apparati. Telecom Italia partecipa da anni all'IETF ed è tra gli autori di alcune RFC e di numerosi documenti di lavoro (*internet drafts*) sulle tematiche IPv6, IP/MPLS e *performance monitoring*.

### 3.2 Broadband Forum

Il BBF è l'ente che si occupa della standardizzazione dell'architettura della rete *broadband* di accesso, aggregazione e Edge IP. Questo ente, nato originariamente come *DSL Forum* in quanto focalizzato sulle tecnologie di livello fisico in rete di accesso, si è negli anni evoluto fino a coprire tematiche architetture *end-to-end* sui differenti segmenti di rete, grazie anche alla fusione con l'IP/MPLS Forum, che tradizionalmente si occupava della definizione delle architetture per reti IP/MPLS.

Al BBF partecipano costruttori di apparati dei differenti segmenti di rete e operatori provenienti da tutto il mondo.

Le aree tematiche di competenza del BBF si possono logicamente suddividere in tre categorie :

- **Broadband Network:** definizione di architetture e requisiti di apparato per la rete di accesso, di aggregazione ed Edge al fine di garantire soluzioni di rete di interoperabili e scalabili a livello *end-to-end*;
- **Broadband User:** specifiche degli apparati *Residential Gateway* per la *home network*;

- **Broadband Management:** specifiche per la gestione degli apparati della *home network*.

Nel corso degli ultimi anni il BBF ha guidato l'evoluzione della rete Broadband con la pubblicazione di documenti di specifica per i BNAS/BNG e per i nodi di accesso. In particolare il BBF ha dapprima specificato i requisiti base per i BNG in termini di routing, *Subscriber Manager* per sessioni PPP e QoS, per poi affrontare le problematiche connesse con la migrazione ATM-Ethernet. Tra i temi più recenti, vi è la migrazione IPv4/IPv6. Il passo successivo nell'evoluzione della rete Broadband è costituito dalla definizione dell'architettura e dei requisiti dei nodi (nodi di accesso, BNG e nodi di aggregazione) per la rete Broadband Multi-servizio.

### 4 L'evoluzione delle tecnologie di Edge

Una linea guida importante nell'evoluzione dei router di Edge IP è determinata dalla necessità di ridurre i costi a seguito del rallentamento del tasso di crescita dei servizi broadband nei paesi più evoluti, dell'incremento della banda per linea cliente e della diminuzione dei ricavi per unità di banda.

In questo contesto si assiste da parte dei principali costruttori alla razionalizzazione delle linee di prodotto con l'offerta di apparati sempre più *general purpose* al posto di apparati dedicati per segmento di clientela e/o funzionalità di rete. In particolare i nuovi apparati di Edge IP business e residenziale sono realizzati a partire da *switch* IP/MPLS, inizialmente proposti per il segmento metro, equipaggiati con schede dotate

di *packet processor* evoluti molto flessibili, che permettono lo sviluppo di funzionalità complesse di *Subscriber Management*.

Le nuove soluzioni di Edge IP sono caratterizzate da un sostanziale incremento della capacità di commutazione per scheda e per apparato: essendo piattaforme pensate per la rete di aggregazione, sono già in grado oggi di gestire *throughput* per scheda nell'ordine di 100 Gbps, con *throughput* per macchina che raggiungono e superano 1 Tbps; capacità destinate a raddoppiare nell'arco di un anno. La scalabilità di questi apparati cresce inoltre in modo sensibile anche in termini di numero di utenti gestiti (128 k sessioni di utenti residenziali per apparato, con un target di 256 k, circa 5 k sessioni BGP con un target di 10-12k).

L'impiego della stessa tipologia di apparati a livello di Edge e a livello di aggregazione Metro, lascia per altro la possibilità di una scelta architetturale nuova: collassare le funzionalità di Edge e di aggregazione in un solo apparato, "soluzione Edge distribuito", che è di particolare interesse in contesti, in cui il traffico è più localizzato e/o è economicamente conveniente una redistribuzione capillare di contenuti attraverso soluzioni di *cacheing* o di *content delivery*.

In ogni caso, sia optando per una architettura di rete tradizionale, con separazione tra Edge ed aggregazione, sia optando per la soluzione Edge distribuito, l'aspettativa è che l'evoluzione tecnologica permetta una sostanziale riduzione del numero di apparati complessivi in rete (e quindi del *Total Cost of Ownership*).

Una direzione evolutiva importante per gli apparati di Edge IP

è quella che permette di fornire funzionalità di servizio di livello 4-7 attraverso l'integrazione di schede di elaborazione general purpose, eventualmente modulari in termini di CPU e memoria. L'integrazione di queste schede è oggi considerata per tre applicazioni specifiche:

- **Carrier Grade NAT**, per gestire la scarsità di indirizzi IPv4 attraverso l'assegnazione agli utenti di indirizzi privati e lo spostamento della funzionalità di NAT in rete per accesso a Internet;
- **Deep Packet Inspection**, per realizzare servizi che richiedano qualità differenziata su base applicazione e/o analisi statistiche sul traffico generato dagli utenti a livello applicativo;
- **Caching/Content Distribution** di contenuti video, per ottimizzare il traffico in rete a fronte di richieste multiple per lo stesso contenuto.

Queste funzioni sono oggi normalmente realizzate da apparati dedicati inseriti all'interno del PoP. L'integrazione sugli apparati di Edge riduce il numero totale di apparati e di interfacce in rete, portando quindi a una possibile riduzione dei costi di investimento e dei costi operativi. Un altro beneficio atteso è la semplificazione nella configurazione dei servizi, in quanto si ha sempre un unico punto in rete in cui sono configurate tutte le funzionalità di *Subscriber Management*: una maggiore segmentazione dell'offerta richiede ad esempio di fornire funzionalità di NAT o di Content Distribution solo ad un sotto-insieme dei clienti, operazione che può risultare complessa se realizzata su apparati diversi da quelli che autenticano il cliente e ne gestiscono il profilo di connettività.

Per contro l'integrazione di queste funzioni sul nodo di Edge presenta due problemi principali:

- la de-ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse rispetto al caso di apparati dedicati che possono essere condivise tra più apparati di Edge,
- possibili problemi di scalabilità sulle macchine di Edge stesse dovute al numero di schede *general purpose* equipaggiabili e alle capacità di queste ultime che potrebbero essere inferiori a quelle di apparati dedicati.

L'integrazione di funzionalità di *processing* all'interno dei nodi di Edge, in alcune visioni evolutive ha un ruolo che va oltre le semplici funzionalità precedentemente descritte: diventa un elemento che permette una migliore integrazione dei servizi di Telecomunicazione con i Servizi IT ed in ultima analisi uno dei fattori abilitanti per una fase evoluta del *Cloud Computing* (da alcuni anche denominato in questo contesto *Fog Computing*), in cui le risorse informatiche da centralizzate si distribuiscono in maniera sempre più capillare.

Un ulteriore aspetto evolutivo di interesse è la progressiva introduzione di soluzioni che permettano di utilizzare più apparati in *cluster* come un unico apparato logico, prevedendo un'integrazione a livello di piano di controllo e di gestione. Su questo aspetto in assenza di standard di riferimento le soluzioni proposte dai costruttori non sono completamente in linea tra loro e assumono anche denominazioni diverse come *Virtual Chassis* (soluzione proposta ad esempio da Juniper e Cisco) o *Virtual Router* (soluzione proposta ad esempio da ALU). A titolo di esempio, si considera in questo contesto la sola soluzione *Virtual*

*Chassis*, che genericamente prevede:

- collegamento tra gli apparati sul piano dati attraverso interfacce standard di livello 2;
- almeno un *Route Processor* per apparato con gestione in ridondanza calda (unico processo di routing e unica tabella di *forwarding* per i due apparati); a seconda dell'implementazione può essere richiesto un collegamento tra i *Route Processor* distinto dal collegamento sul piano dati;
- gestione delle schede di interfaccia in modo trasparente rispetto all'apparato su cui sono fisicamente inserite;
- possibilità di gestire con il protocollo LAG (*Link Aggregation Group*) interfacce inserite su apparati differenti.

Si noti che non è richiesto che gli apparati siano collocati nella stessa sede: il funzionamento viene garantito anche nel caso siano in sedi separate da qualche centinaio di chilometri. Questa soluzione è quindi promettente per realizzare una architettura di rete che permetta di garantire continuità di

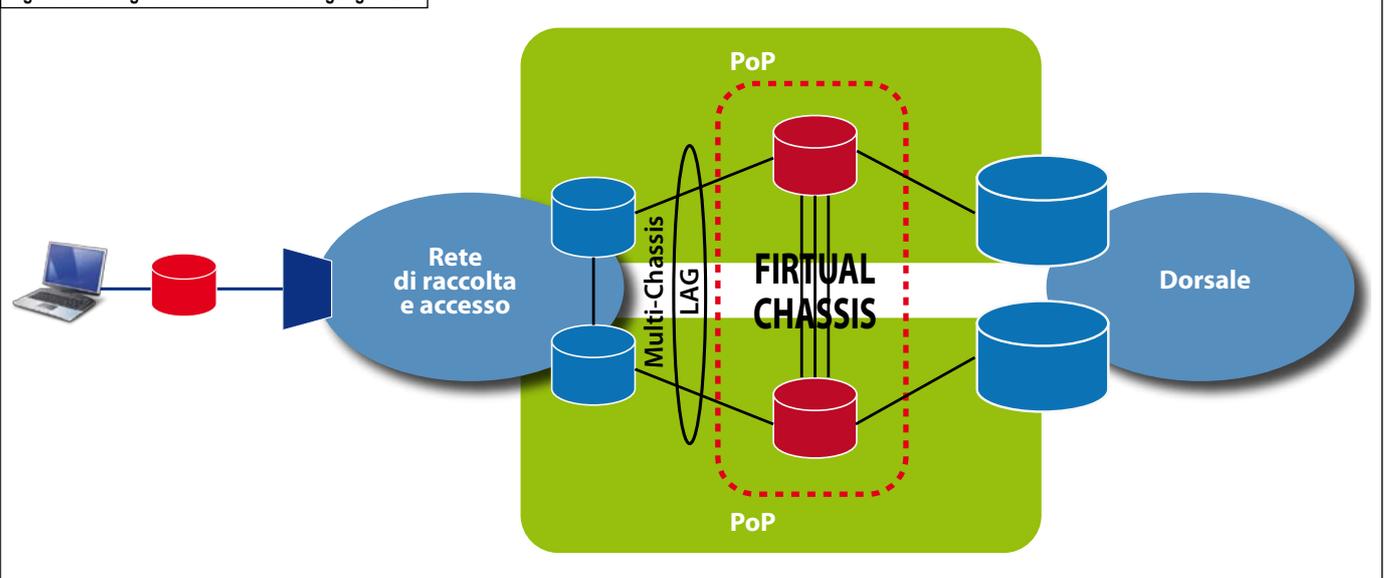
servizio anche in caso di guasto catastrofico che coinvolga un'intera sede. Nel caso di apparati collocati nella stessa sede il vantaggio affidabile, pur non nullo, è di entità modesta.

Per contro la necessità di collegamenti tra i due apparati sul piano dati è un punto debole proprio nel caso di diversificazione di sede, avendo un impatto significativo sui costi: nel caso di due apparati i collegamenti devono essere dimensionati almeno al 50% del traffico aggregato, in quanto i router di backbone bilanceranno il traffico sulle interfacce verso i due apparati indipendentemente dal posizionamento fisico delle interfacce d'accesso.

Un esempio del contesto di rete in cui può essere inserita la funzionalità *Virtual Chassis* è riportato in Figura 5, dove il Nodo di Edge è un BNAS distribuito su due PoP che termina sessioni PPP e fornisce servizi di connettività IP a clientela residenziale e small business: nel caso di guasto dell'intera sede A, le connessioni PPP sono protette sulla sede B.

Passando dal breve al lungo termine, le linee di sviluppo del livello di Edge IP non sono ancora chiaramente definite: ampio dibattito è in corso sulla necessità/opportunità di dotare i router di interfacce aperte sul piano di controllo che permettano di istanziare politiche di routing complementari o sostitutive rispetto a quelle tradizionali, basate su protocolli di comunicazione tra gli apparati. Questo nuovo approccio alle reti dati, che è conosciuto come SDN (*Software Defined Networking*) [4] ed è embrionalmente sperimentato da qualche anno con sviluppi essenzialmente guidati da un ambito accademico (si vedano le iniziative legate al protocollo *Openflow* [5]), trova potenzialmente nei nodi di Edge il punto di naturale applicazione: fattibilità, scalabilità ed effettiva rispondenza alle esigenze del mercato sono tuttavia ancora incognite. Per contro alternative che portino ad una estrema semplificazione dell'offerta di servizio e quindi delle funzionalità dei nodi di Edge, al fine di **minimizzare** i costi, non possono essere escluse.

Figura 5 - Configurazione di ridondanza geografica



## 5 Il Modello Seamless MPLS

La tecnologia IP/MPLS è utilizzata da più di dieci anni all'interno delle reti dorsali dei principali operatori a livello mondiale. Telecom Italia, con la rete OPB è stata pioniera nell'adozione di IP/MPLS per il trasporto sia del traffico dati sia del traffico di fonìa nei collegamenti a livello di dorsale. L'esperienza operativa sviluppata ha reso evidente l'elevata maturità tecnologica di IP/MPLS, sia a livello di standard sia per l'ampia disponibilità di prodotti.

Questa maturità consente oggi la realizzazione di reti a pacchetto estese in grado di offrire funzionalità che fino a qualche anno fa erano considerate tipiche delle sole reti di trasporto SDH quali: strumenti gestionali evoluti, possibilità di monitoraggio costante della qualità del servizio di trasporto, meccanismi di re-instradamento molto veloci. Oltre a questi benefici le reti IP/MPLS presentano il grande vantaggio di disporre di un piano di controllo automatico che consente una drastica semplificazione delle attività operative, nonché il vantaggio di trasportare in maniera molto efficiente ed affidabile, rispetto ad altre soluzioni, i servizi *video live* (tramite funzionalità di *multicast*) e servizi per reti private virtuali *any-to-any* a livello Ethernet e IP.

Per questi motivi, l'utilizzo della tecnologia IP/MPLS è stato adottato anche nella maggior parte delle reti di aggregazione realizzate dai principali Operatori in tutto il mondo. Non fa eccezione la rete metro regionale OPM di Telecom Italia, realizzata inizialmente nel 2005 a supporto del lancio dei Servizi *Triple Play* (dati, voce, IPTV), in sostituzione della

infrastruttura di raccolta ATM che iniziava a manifestare limitazioni nella possibilità di fornitura di servizi più avanzati, è diventata oggi una robusta rete multi-servizio in grado di raccogliere il traffico di servizi di rete fissa e mobile della clientela residenziale e business sia di Telecom Italia sia di altri operatori.

La rete OPM, è stata realizzata fin dall'inizio con apparati *multilayer switch*, in grado di trattare il traffico sia al livello 2 (*switching Ethernet*) sia a livello IP, sia a livello MPLS. Questo elevato grado di flessibilità ne ha consentito una graduale evoluzione a partire da una fase iniziale in cui la rete era utilizzata come infrastruttura di raccolta di puro livello 2 per la maggior parte dei servizi, privilegiando gli aspetti legati alla semplicità dei protocolli Ethernet, ad una fase successiva in cui si è passati ad un utilizzo sempre più spinto di soluzioni di trasporto IP e MPLS per far fronte ai limiti riscontrati nella tecnologia Ethernet costituiti principalmente dalla scalabilità in termini di massimo numero di identificativi di VLAN (12 bit disponibili nel formato di una frame Ethernet) e dai ridotti meccanismi automatici di ripristino dai guasti (tempi di convergenza dei protocolli *Spanning Tree* e *Rapid Spanning Tree*). Il modello oggi adottato per OPM è basato sulla tecnologia Ethernet over MPLS per il trasporto dei flussi Ethernet e sulla tecnologia IP per il routing di alcuni servizi direttamente a livello IP: in generale quindi il Piano di Controllo (ossia l'insieme dei protocolli che regolano l'instradamento dei servizi in rete) è di tipo IP/MPLS.

Una possibile direzione evolutiva della rete di Telecom Italia prevede l'estensione di questa

omogeneità tecnologica basata su IP/MPLS fino ai nodi di accesso (DSLAM) e ai nodi di Edge IP (BNAS e PE). Questo modello architetturale prende il nome di *Seamless MPLS* [6][7] e si pone l'obiettivo di creare una soluzione di rete uniforme per tutti i segmenti di rete (dall'accesso, all'aggregazione, al PoP e alla dorsale), in grado di sfruttare i benefici della tecnologia IP/MPLS con il suo piano di controllo omogeneo su tutta la rete, per offrire differenti tipi di servizio in modo uniforme, flessibile e scalabile.

Nell'architettura *Seamless MPLS* i nodi di Edge IP sono denominati SN (*Service Node*) mentre i router della rete di aggregazione (nel caso di Telecom Italia, OPM) e della rete dorsale (nel caso di Telecom Italia OPB) sono denominati TN (*Transport Node*); i nodi di accesso sono denominati AN (*Access Node*).

La soluzione *Seamless MPLS* sfrutta il piano di controllo IP/MPLS per la creazione automatica di una magliatura di LSP (*Label Switched Path*), utilizzati per garantire la connettività tra i nodi appartenenti al dominio MPLS, mentre utilizza gli PW (*Pseudowire*) per realizzare le direttrici di servizio.

In Figura 6 sono riportate, a titolo di esempio, tre diverse tipologie di collegamenti logici di tipo PW, questi ultimi permettono di stabilire in modo semplice ed uniforme, mediante configurazioni limitate ai soli punti terminali del collegamento, la connettività necessaria all'erogazione dei vari servizi.

Scendendo più nel dettaglio, per il piano di controllo, il modello *Seamless MPLS* utilizza i seguenti protocolli di routing:

□ **OSPF** (*Open Shortest Path First*): per consentire la mu-

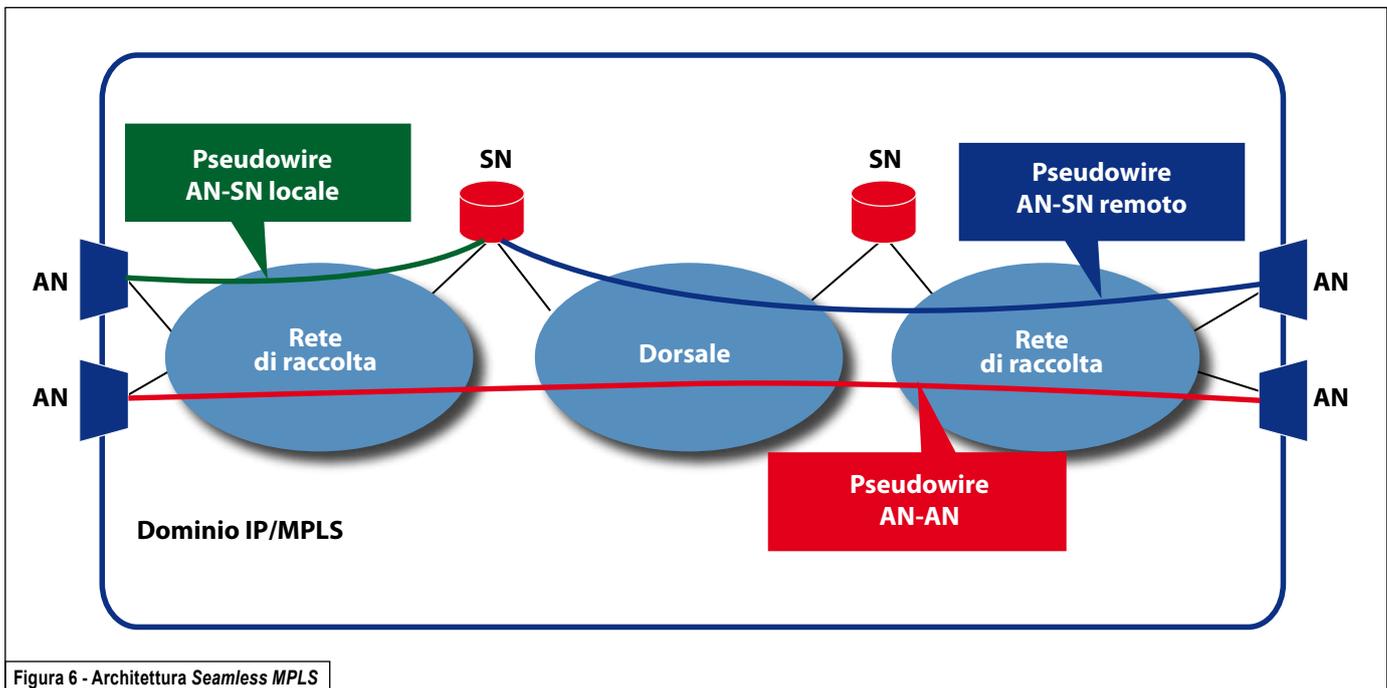


Figura 6 - Architettura Seamless MPLS

tua raggiungibilità IP tra tutti i nodi intermedi e i Service Node;

- **BGP (Border Gateway Protocol):** per propagare all'interno della rete gli indirizzi IP degli Access Node; l'impiego del BGP si rende necessario per motivi di scalabilità, in quanto il numero di AN può essere molto elevato e quindi non gestibile con il protocollo OSPF;
- **Routing statico:** tra l'Access Node ed il Transport Node a cui è attestato. L'obiettivo è minimizzare il numero di requisiti per l'Access Node escludendo l'impiego di protocolli di routing dinamici e limitando il più possibile il numero di prefissi IP da memorizzare. L'impiego del routing statico è sufficiente in quanto l'AN rappresenta un nodo terminale all'interno della rete, con grado di connettività molto basso (uno o due al massimo).

Per quanto riguarda la distribuzione delle label MPLS la soluzione

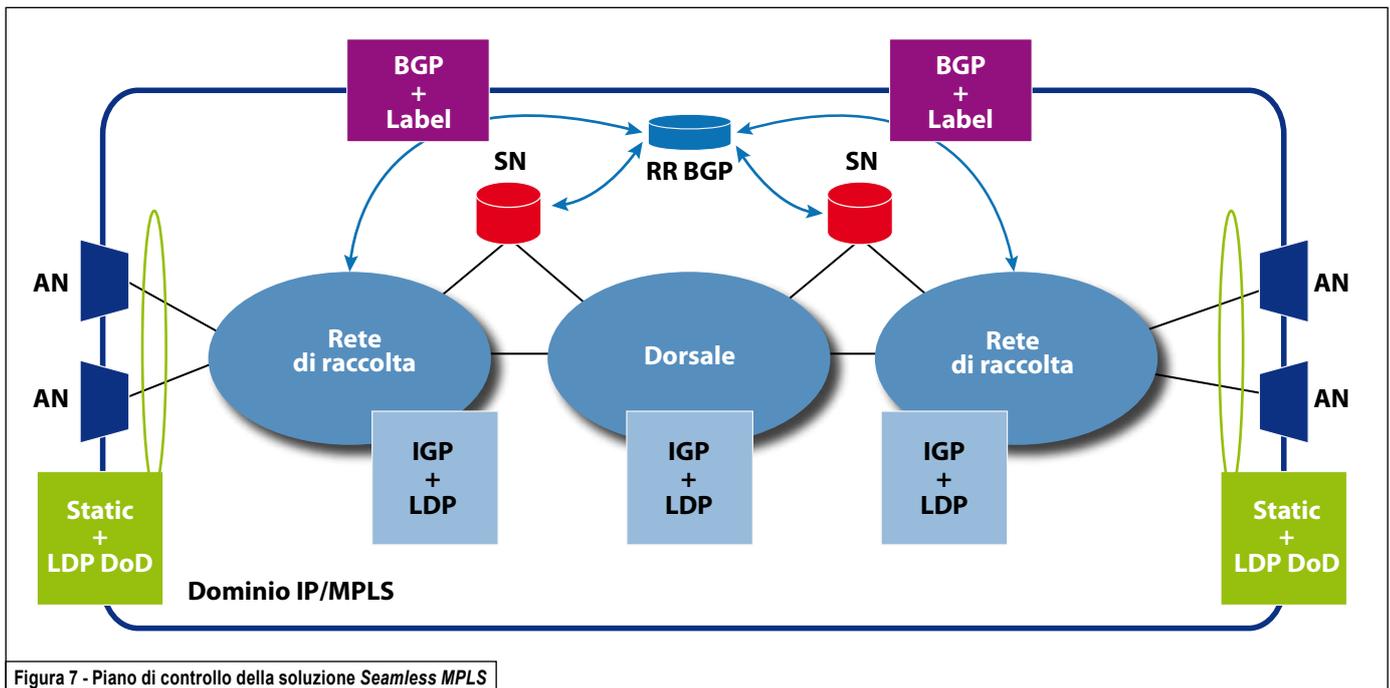
Seamless si avvale dei seguenti protocolli:

- **LDP (Label Distribution Protocol):** utilizzato per la segnalazione delle label MPLS e la creazione degli LSP tra tutti i TN e i SN;
- **LDP DoD (Downstream-on-Demand):** utilizzato esclusivamente tra un AN e il TN a cui è attestato, per limitare la complessità dell'AN fa sì che quest'ultimo istanzi esclusivamente gli LSP verso i nodi a cui deve inviare traffico;
- **BGP (Border Gateway Protocol):** utilizzato per la segnalazione delle label MPLS associate agli indirizzi IP degli Access Node. Le sessioni BGP utilizzate nel piano di routing sono in realtà sessioni IPv4+Label secondo RFC 3107 [8].

Il protocollo di segnalazione per la creazione di uno Pseudowire è T-LDP (*Targeted-LDP*), cioè la versione di LDP che permette l'instaurazione di sessioni LDP tra nodi non adiacenti. La sessione T-LDP è

creata direttamente tra i punti terminali dello Pseudowire. La Figura 7 rappresenta schematicamente gli elementi del Piano di Controllo del modello Seamless MPLS.

Il modello *Seamless MPLS* permette di disaccoppiare logicamente l'infrastruttura della rete di trasporto dall'architettura logica di servizio, consentendo una più elevata flessibilità nella collocazione dei nodi di servizio, in funzione di fattori quali la tipologia del servizio stesso, la fase di sviluppo ed il grado di penetrazione previsto. Oltre al beneficio di unificazione di tutti i servizi offerti su una stessa tecnologia IP/MPLS, con conseguente semplificazione dei processi di attivazione dei servizi stessi, i vantaggi salienti della soluzione *Seamless MPLS* sono legati alle funzionalità del piano di controllo IP/MPLS. Quest'ultimo consente di realizzare e mantenere in modo automatico e scalabile la connettività *any-to-any* tra qualunque coppia di nodi

Figura 7 - Piano di controllo della soluzione *Seamless MPLS*

in rete ed è in grado di sfruttare la presenza di cammini multipli tra *sorgente* e *destinazione* sia per distribuire i flussi di traffico tra i vari percorsi (bilanciamento del traffico) e quindi ottimizzare l'utilizzo delle risorse disponibili, sia per re-instradare automaticamente il traffico in caso di guasto in modo rapido (con tempi di re-instradamento anche inferiori a 50ms). L'utilizzo di MPLS nella rete di accesso e aggregazione consente inoltre di superare i limiti di scalabilità legati al numero massimo di identificativi di VLAN disponibili (vale a dire dei servizi trasportabili) ed introduce la possibilità di estendere meccanismi di protezione *end-to-end*, basati su *Pseudowire* fino ai nodi di accesso.

Come emerge da queste considerazioni, l'architettura *Seamless MPLS* mira ad estendere i benefici della tecnologia IP/MPLS ai nodi Accesso, mantenendo però limitata la complessità e di conseguenza i costi di questi apparati,

tradizionalmente semplici e presenti in numero molto elevato in rete.

Inoltre il modello *Seamless MPLS* favorisce la creazione di reti *multi-vendor*, grazie alla collaudata interoperabilità del piano di controllo IP/MPLS. Proprio per le sue caratteristiche di semplicità e scalabilità, unite alla possibilità di convergere verso un approccio uniforme nell'erogazione dei servizi di rete, mantenendo allo stesso tempo una notevole flessibilità nel loro dispiegamento, questo modello ha registrato un significativo interesse da parte dell'industria. Alcuni tra i principali Service Provider europei (es. DT, FT-Orange) ed i maggiori costruttori del settore (es. Cisco, Juniper, ALU) si stanno infatti muovendo in questa direzione. L'interesse generale per questo modello architetturale è anche testimoniato dalle numerose attività in corso, in ambito di standardizzazione su questo tema [9] [10][11].

## Conclusioni

Le tecnologie per il segmento di Edge IP hanno un ruolo fondamentale nello sviluppo della rete dati fissa. Le evoluzioni tecnologiche e architetturali previste sono importanti per affrontare i problemi che anni e anni di continua crescita hanno inevitabilmente portato.

La sfida principale che gli operatori hanno di fronte è quella di semplificare il PoP. La stratificazione di diverse generazioni tecnologiche ha lasciato in eredità una notevole numerosità di apparati e configurazioni molto articolate. Altro aspetto particolarmente delicato è legato all'esigenza di incrementare l'affidabilità di questo segmento di rete.

Apparati di nuova generazione dotati di grande scalabilità, integrazione di funzioni e soluzioni innovative per gestire la ridondanza sono certamente di grande aiuto in questa sfida. Così come il

modello *Seamless MPLS* può aiutare a definire una soluzione di networking omogenea e più agevole da gestire ■

## Acronimi

<b>AAA</b>	Authentication, Authorization & Accounting
<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line
<b>AG</b>	Access Gateway
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode
<b>BBF</b>	BroadBand Forum
<b>BFD</b>	Bidirectional Forwarding Detection
<b>BGP</b>	Border Gateway Protocol
<b>BMG</b>	Banda Minima Garantita
<b>BNAS</b>	Broadband Network Access Server
<b>BNG</b>	Broadband Network Gateway
<b>BP</b>	Banda di Picco
<b>BRT</b>	Banda Real-Time
<b>DoD</b>	Downstream on Demand
<b>DPI</b>	Deep Packet Inspection
<b>DSLAM</b>	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
<b>IETF</b>	Internet Engineering Task Force
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>LAG</b>	Link Aggregation Group
<b>LAN</b>	Local Area Network
<b>LDP</b>	Label Distribution Protocol
<b>LLQ</b>	Low Latency Queueing
<b>LSP</b>	Label Switched Path
<b>MC</b>	Mission Critical
<b>MM</b>	Mass Market
<b>MPLS</b>	Multi-Protocol Label Switching
<b>NAT</b>	Network Address Translation
<b>NC</b>	Network Control
<b>OPB</b>	Optical Packet Backbone
<b>OPM</b>	Optical Packet Metro
<b>OSPF</b>	Open Shortest Path First
<b>PE</b>	Provider Edge
<b>PoP</b>	Point of Presence
<b>PPP</b>	Point-to-Point Protocol

<b>PW</b>	Pseudowire
<b>QoS</b>	Quality of Service
<b>RADIUS</b>	Remote Authentication Dial-In User Service
<b>RFC</b>	Request for Comments
<b>RT</b>	Real-Time
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy
<b>SDN</b>	Software Defined Networking
<b>SOHO</b>	Small Office – Home Office
<b>TIR</b>	Terminazione Intelligente di Rete
<b>ToIP</b>	Telephony over IP
<b>VLAN</b>	Virtual LAN
<b>VPLS</b>	(Virtual Private LAN Service)
<b>VoIP</b>	Voice over IP
<b>VPN</b>	Virtual Private Network
<b>WFQ</b>	Weighted Fair Queueing



## Bibliografia

- [1] M. Bianchetti, G. Picciano, L. Venuto, “NGN2: la parte metro”, Notiziario tecnico Telecom Italia, Anno 17, numero 2, agosto 2008.
- [2] <http://www.ietf.org>
- [3] <http://www.broadband-forum.org/>
- [4] <https://www.opennetworking.org/>
- [5] N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, J. Turner, “OpenFlow: enabling innovation in campus networks”, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Volume 38 Issue 2, April 2008.
- [6] M. Billotti, “Come cambiano le piattaforme di rete”, Notiziario tecnico Telecom Italia, Anno 19, numero 2, 2010.
- [7] K. Kompella, “MPLS in the access”, 11th MPLS Conference 2008, Washington, Ottobre 2008.
- [8] Y. Rekhter, E. Rosen, “Carrying Label Information in BGP-4”, RFC3107, 2001
- [9] N. Leymann, B. Decraene, C. Filsfils, M. Konstantynowicz, D. Steinberg,

“Seamless MPLS Architecture”, draft-ietf-mpls-seamless-mpls-01, 2012

- [10] Broadband Forum, “Multi-service Broadband Network Functional Modules and Architecture”, WT-145
- [11] Broadband Forum, “Multi-service Broadband Network Architecture and Nodal Requirements”, WT-178

paolo2.fasano@telecomitalia.it  
domenico.marocco@telecomitalia.it  
giovanni.picciano@telecomitalia.it



### Paolo Fasano

dottore di Ricerca in Ingegneria Elettronica, è in azienda dal 1993 e ha dedicato la propria attività lavorativa all'innovazione delle reti a pacchetto.

Si è inizialmente occupato di reti e servizi a larga banda partecipando alle prime sperimentazioni geografiche a livello europeo di reti in tecnologia ATM (*Asynchronous Transfer Mode*).

Ha spostato successivamente i suoi interessi sui servizi di rete basati sull'Internet Protocol (IP); dal 1995 al 2001 ha partecipato attivamente a numerosi gruppi di lavoro dell'IETF (Internet Engineering Task Force) ed è stato pioniere sul tema IPv6 in Telecom Italia.

È oggi il responsabile della funzione Data Networks Innovation che si occupa dell'innovazione relativa al backbone IP/MPLS, alla rete metro regionale multi-servizio e alle piattaforme di Edge IP fisso, residenziale e business.



### Domenico Marocco

laureato in Ingegneria Elettronica, è entrato in Azienda nel 1987. Ha collaborato a diversi progetti sia in ambito Rete che nell'allora Direzione Business, contribuendo allo sviluppo delle maggiori reti dati pubbliche (ATM, Interbusiness, OPB, GBE, ecc.) e dell'Intranet aziendale (Rete Dati di Gruppo - Dacon).

Dopo aver ricoperto diversi ruoli, oggi è responsabile della Funzione IP Edge & Services Engineering in ambito Tilab.

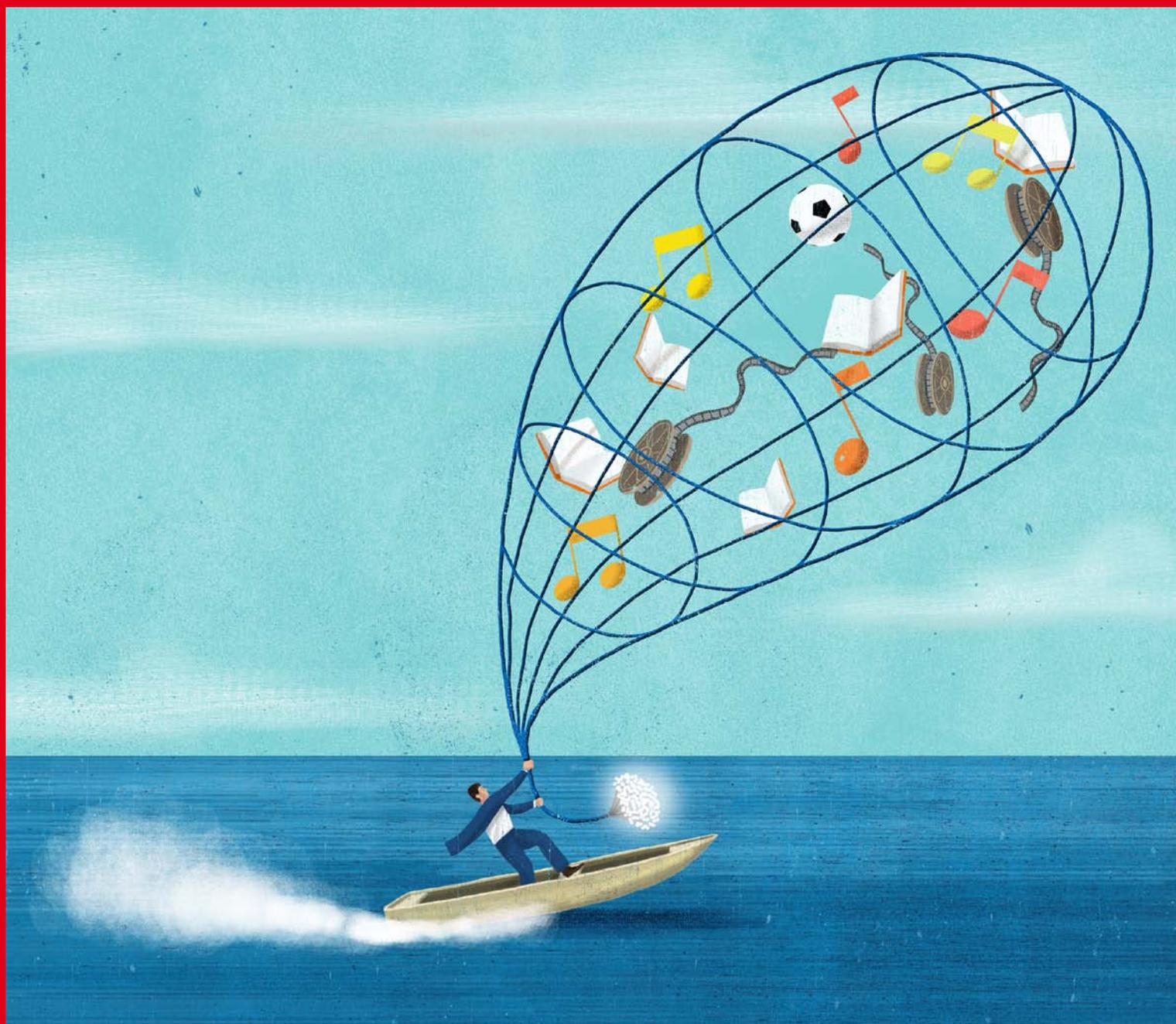


### Giovanni Picciano

ingegnere elettronico, presso l'Università La Sapienza di Roma, dal 1996 opera nell'area Technology della Direzione Generale di Telecom Italia dove fino al 2002 ha curato le attività di industrializzazione dei sistemi di gestione per le reti di trasporto (SDH e WDM) e successivamente ha coordinato le attività di industrializzazione degli apparati per reti metropolitane e regionali in tecnologia xWDM, Ethernet, IP e MPLS. Nel 2006 ha assunto la responsabilità della funzione Wireline Access Engineering, in ambito Telecom Italia Lab, con il compito di assicurare le attività di ingegnerizzazione della rete di accesso e di aggregazione metro-regionale di Telecom Italia (OPM). Dal 2011 Oggi è responsabile della funzione Wireline Access Innovation and Engineering che include anche la responsabilità delle attività di innovazione in rete di accesso principalmente in ambito NGAN e nuove tecniche di trasmissione su portanti rame.

# EVOLUZIONE DEL CONTROL LAYER DELLA RETE FISSA DI TELECOM ITALIA

Andrea Nespoli, Marina Petrachi, Roberto Procopio



**D**ieci anni fa si concretizza l'avvio del dispiegamento del VoIP in Italia, primo caso in Europa di contaminazione fonia-dati di dimensioni nazionali, di voce che si trasforma in pacchetti e passa lungo la dorsale di transito OPB (*Optical Packet BackBone*), del traffico dati, e che consente di sostituire e progressivamente smantellare la vecchia maglia a circuito degli SGT (*Stadi di Gruppo di Transito*), virtualizzando in IP il traffico inter-distrettuale long distance. Oggi, a distanza di dieci anni il BBN (*BackBone Nazionale*), seppur anziano, è ancora la rete di transito di riferimento, e nel frattempo il Control Layer si è complessivamente evoluto introducendo nuove piattaforme per la gestione di servizi VoIP per i diversi segmenti di clientela e per la relazione con gli Operatori interconnessi.

## 1 Introduzione

La piattaforma BBN è stata realizzata in un momento storico caratterizzato da forte incremento del traffico dati sia business sia residenziale, grazie alla sempre più rapida diffusione di Internet e di conseguenza alla richiesta sempre più massiccia di tecnologie a banda larga.

Dal punto di vista delle infrastrutture telefoniche, il BBN ha permesso di ottenere importanti sinergie e ottimizzazioni delle reti di trasporto, permettendo di conseguenza di ridurre in modo significativo i costi di sviluppo/manutenzione ad esse associati.

Il BBN ha così coniugato i tradizionali obiettivi delle infrastrutture e delle reti (efficienza, evoluzione tecnologica, ottimizzazione) con quello dei servizi, quindi col punto di vista cliente, che ha maturato competenze sempre maggiori e affinato le proprie esigenze, ri-

chiedendo servizi multimediali di qualità e a costi competitivi.

Quest'ultima considerazione ci consente di aprire una parentesi su alcune caratteristiche di qualità che distinguono i servizi offerti dalle infrastrutture Telecom Italia, da quelli offerti dalla maggior parte dei provider di tipo Over The Top, rispetto ai quali come Azienda siamo in grado di garantire standard di qualità elevati e costanti piuttosto che best effort:

- il traffico VoIP BBN in uscita dai MG (*Media Gateway*) è instradato su una magliatura di tunnel MPLS-TE (*Multi Protocol Label Switching-Traffic Engineering*), che ne assicura la completa separazione dal resto del traffico IP/MPLS che transita su OPB;
- attraverso un opportuno margaggio, ai pacchetti VoIP viene assegnato un profilo di qualità del servizio (QoS) a massima priorità, che discrimina i pacchetti VoIP dal resto del traffi-

co dati e gli consente di avere la meglio nei casi ad es. di congestione del traffico.

- la rete OPB garantisce sicurezza al traffico VoIP BBN, in quanto il piano d'indirizzamento è di tipo "privato", non visibile quindi dal resto del mondo Internet "pubblico".

Queste caratteristiche valgono in generale e si applicano alle diverse piattaforme Telecom Italia che erogano servizi VoIP. Proviamo dunque a passare in rassegna la situazione attuale del Control Layer e le tendenze evolutive su cui stiamo ragionando.

## 2 Stato attuale del Control Layer

L'architettura della piattaforma BBN è basata su 24 PoP (*Point of Presence*), organizzati in 12 coppie e distribuiti nelle stesse sedi OPB: rispetto alla precedente maglia dei 66 SGT presenta quindi

un alto livello di concentrazione, mantenendo nel contempo la doppia attestazione geografica degli SGU e garantendo la copertura dei 232 distretti e delle 33 Aree Gateway nazionali.

Il traffico interdistrettuale fra gli SGU appartenenti al generico bacino BBN viene commutato a circuito nel PoP BBN, mentre quello interdistrettuale long distance fra i bacini viene pacchettizzato dai Media Gateway del PoP BBN e trasportato sul backbone IP.

Gli oltre 600 SGU, facenti parte della rete PSTN, raccolgono, mediante oltre 10000 Stadi di Linea, tutta l'utenza telefonica POTS e ISDN, pari a circa 23 milioni di accessi, delle diverse aree di centrale del territorio nazionale per l'erogazione del servizio di telefonia fissa: si tratta di un grande patrimonio infrastrutturale e di una

grande ricchezza, anche sul profilo sociale, per il sistema Paese.

Tutta questa tecnologia necessita però oggi di ammodernamento per far fronte alle sempre più innovative esigenze di servizio.

A riprova di ciò si veda la nuova architettura di riferimento per la fornitura di servizi multimediali session-based su accessi broadband (Figura2).

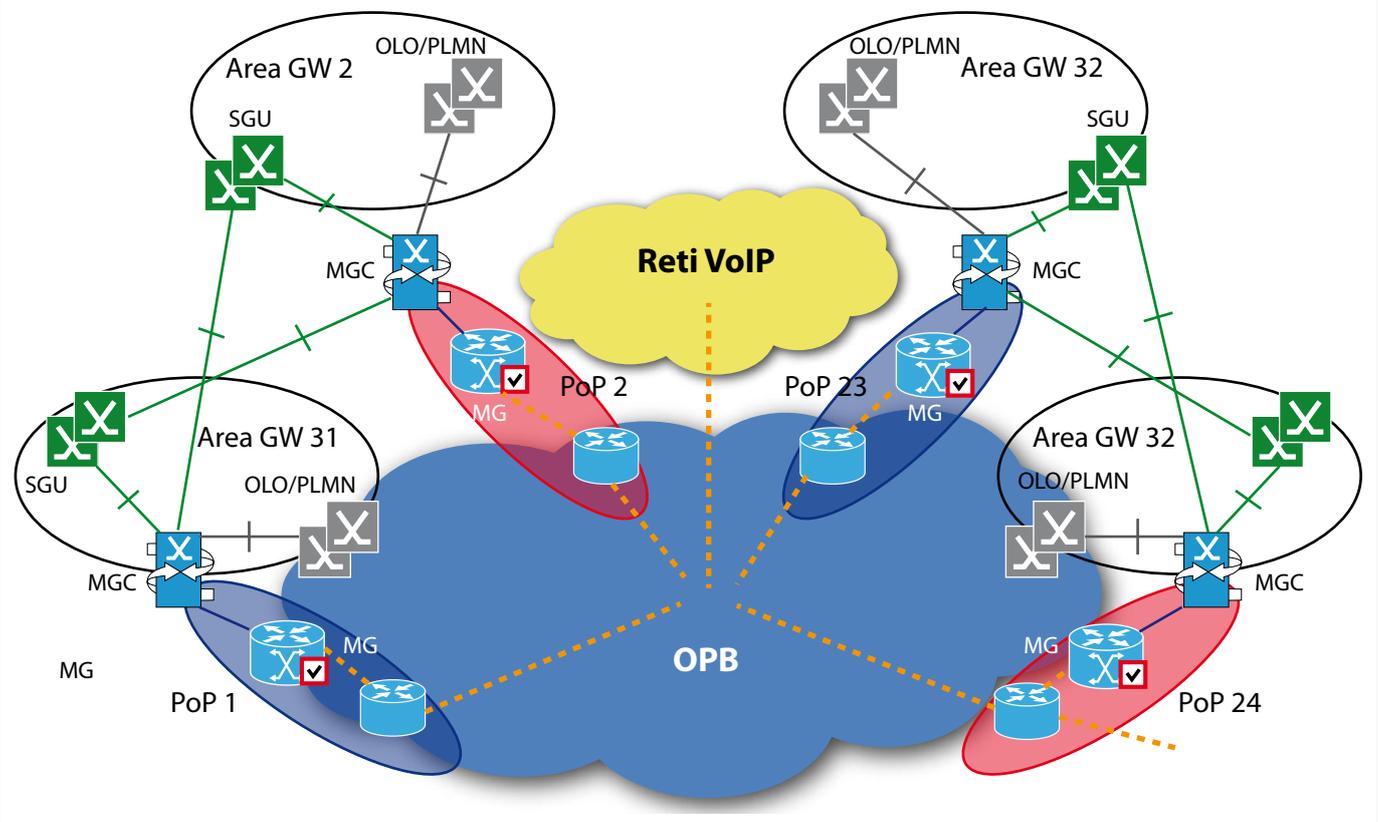
La principale caratteristica dell'architettura individuata è quella di rappresentare una Piattaforma Orizzontale, ovvero una piattaforma multiservizio programmabile, in grado di fornire in tempi brevi servizi innovativi a valore aggiunto. L'architettura definita si basa infatti sul concetto di separazione funzionale dei seguenti livelli:

- livello di servizio che racchiude le logiche di servizio e abilita

quindi la creazione e la composizione di nuovi servizi;

- livello di controllo realizzato secondo logiche che ne garantiscano l'indipendenza dai servizi, affinché l'introduzione di nuovi servizi abbia impatti solo sullo strato relativo;
- livello delle informazioni che prevede la memorizzazione dei dati di profilo degli utenti broadband in data base esterni e funzionalmente centralizzati, in modo che tali dati siano accessibili a tutte le applicazioni che li richiedono;
- livello di trasporto, basato sulla infrastruttura IP, per il trasporto dei flussi di segnalazione e del media delle sessioni multimediali,
- livello utente dove risiedono le logiche "client" dei servizi sviluppati sui server applicativi.

Figura 1 - La piattaforma BBN nel contesto Telecom Italia



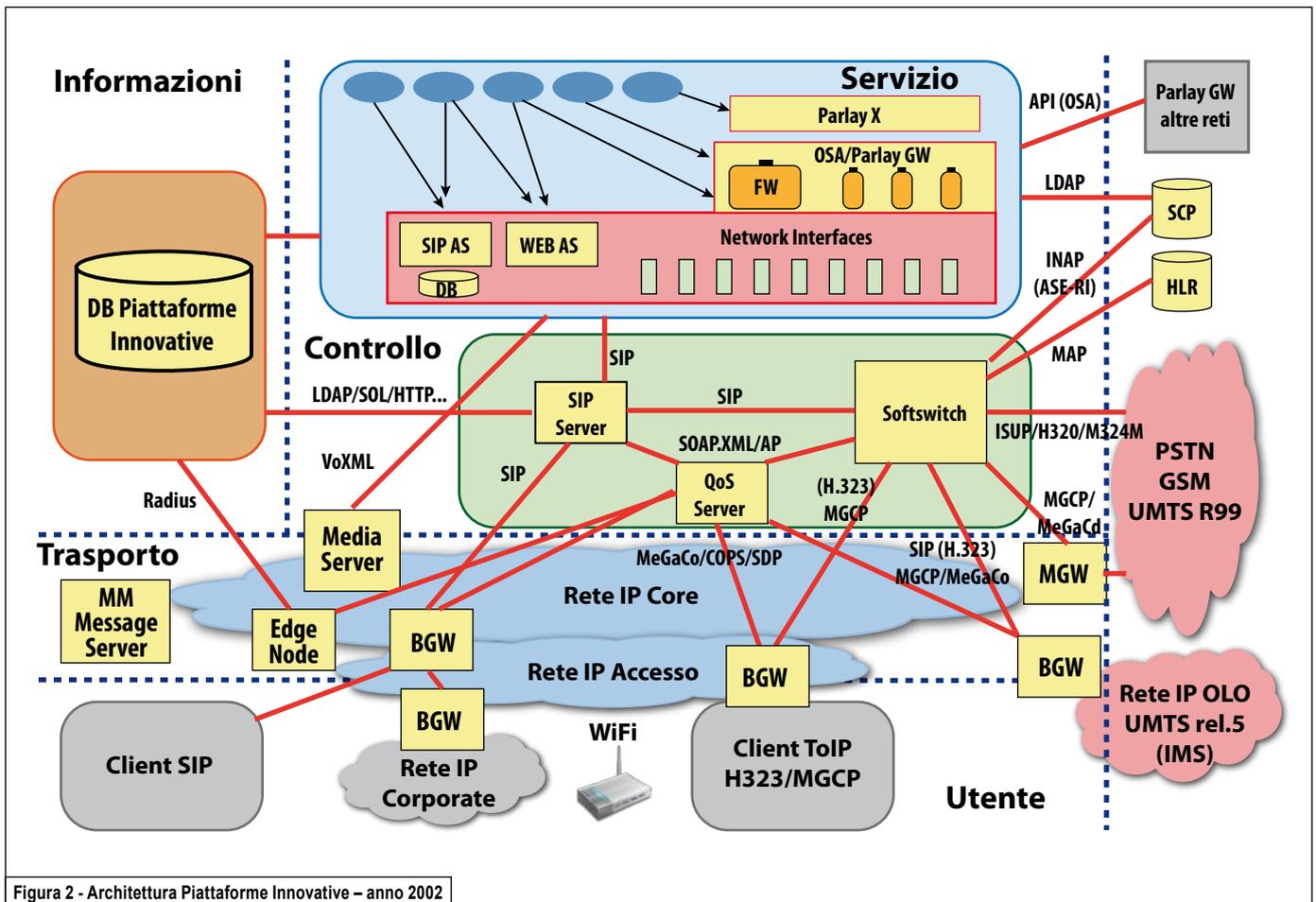


Figura 2 - Architettura Piattaforme Innovative - anno 2002

Sulla base di tale architettura sono state pertanto successivamente individuate e indirizzate le relative soluzioni tecniche per i diversi segmenti di mercato. Le soluzioni, analizzate, studiate e ingegnerizzate nel corso degli anni, sono le seguenti:

- soluzione Package 3 (PK3): la più innovativa, basata completamente sullo standard IMS e quindi con protocollo SIP; per sua natura viene rivolta al segmento residenziale;
- soluzione Package 0 (PK0): più "tradizionale", in quanto basata su nodi di commutazione (Softswitch) con interfacce IP e protocollo di controllo SIP e/o H.323; viene rivolta al segmento business;

- soluzione MSAN: integra funzionalità di accesso Broadband e PSTN/ISDN controllati da nodi Softswitch in protocollo H.248.

## 2.1 La Soluzione PK3

Il primo servizio che è stato offerto esclusivamente su architettura PK3 (Figura 3) è stato il servizio di telecomunicazione RTG SIP, che permetteva ai clienti dotati di accesso POTS di effettuare delle videochiamate utilizzando un apposito terminale fornito e certificato da Telecom Italia.

A seguire è stato lanciato il servizio di Alice Voce, che prevedeva la fornitura alla clientela di termina-

li innovativi cordless e che consentiva di assegnare ad un utente, avente già un numero su accesso POTS, altre numerazioni telefoniche fino ad un massimo di 5.

L'offerta Alice Voce è stata poi affiancata dall'offerta Alice Casa ... che di fatto rappresenta il primo passo importante per la PSTN Replacement. Infatti, aderendo a questa offerta, l'utente finale non dispone più di una linea telefonica tradizionale ma esclusivamente VoIP. La nuova offerta commerciale è analoga all'offerta Alice Voce con la differenza che anche la numerazione RTG viene portata sulla piattaforma VoIP. L'utente può comunque mantenere i suoi terminali, in quanto il RGW (o anche AGW) dispone di porte FXS

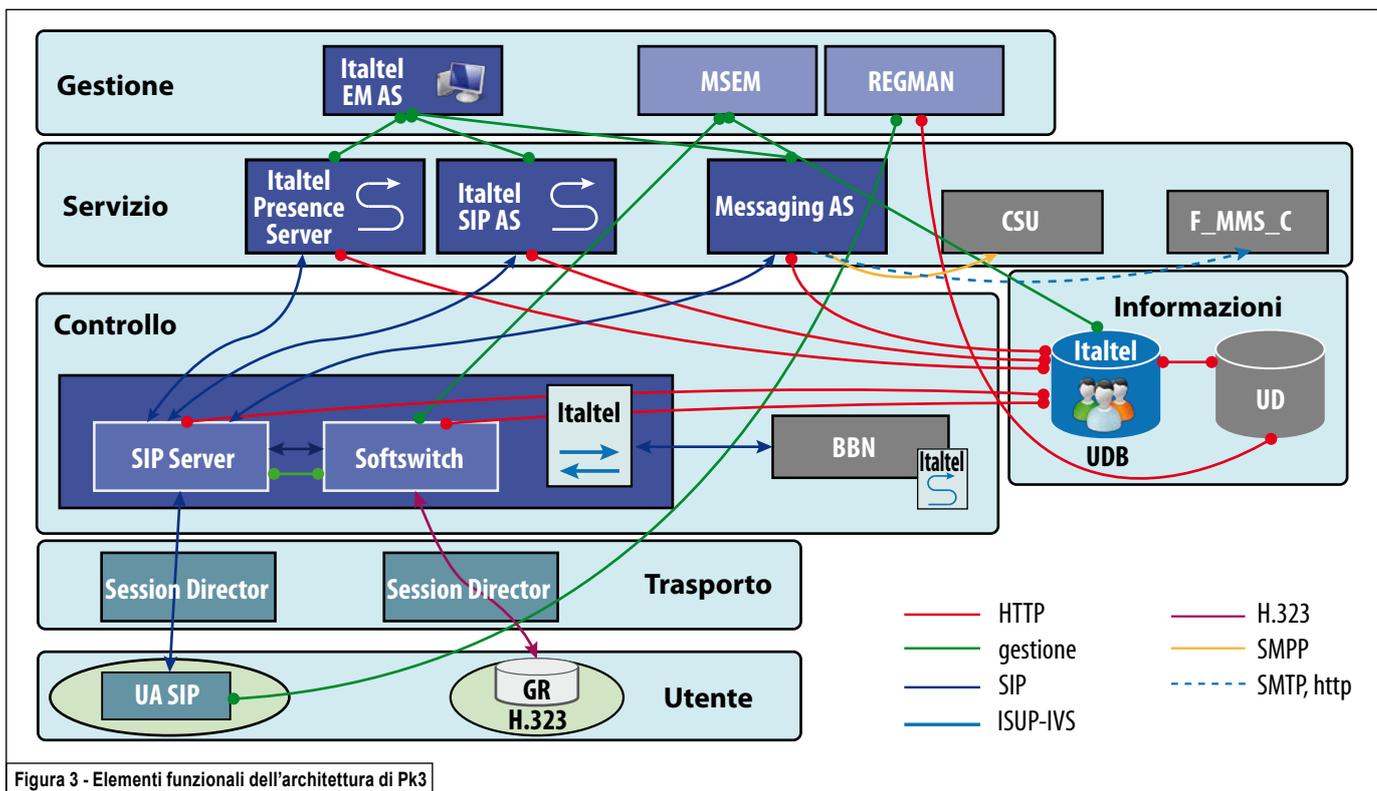


Figura 3 - Elementi funzionali dell'architettura di PK3

integrate, ossia le porte analogiche a cui si attestano i classici telefoni PSTN o il doppino dell'intero impianto domestico. Le offerte VoIP sono state poi estese al segmento Business (Offerta Business Voce). Ma riprendiamo in esame la soluzione architetturale Pk3, facendo seguire una panoramica sui suoi elementi/funzionalità fondamentali.

Il livello di controllo è composto dal SIP Server e dal Softswitch.

Il SIP Server svolge fondamentalmente il trattamento della chiamata SIP (Registrar, Autenticazione, Proxy, ...), mentre il Softswitch svolge tutte le funzioni "non SIP" ossia di interlavoro verso le reti legacy (PSTN, Rete Intelligente, OLO,...).

Il livello delle informazioni, esterno e funzionalmente centralizzato, ha il ruolo fondamentale di detenere il DB dei profili d'utente per il controllo, la gestione e l'erogazione dei servizi verso i clienti fi-

nali. Il nodo di riferimento è l'UDB (*Universal Data Base*). Sul livello di trasporto sono invece collocati i Session Director, dedicati all'interconnessione tra reti IP per servizi real time (audio, video). Tali nodi sono utilizzati fondamentalmente per disaccoppiare la rete di accesso (pubblica o privata dell'utente) dalla core network.

Gli Application Server si posizionano funzionalmente nel Service Layer: si occupano quindi di eseguire le logiche dei servizi a loro delegati. Nella piattaforma di Pk3 si hanno le seguenti tipologie di AS:

- *SIP AS*: elemento di rete in cui vengono installati i Service Package relativi ai servizi di Videcomunicazione, Alice Voce e Business Voce;
- *Messaging AS*: espleta i servizi di SMS/MMS per l'utenza VoIP;
- *Softswitch*: funzionalità di AS per le prestazioni di Lawful e Carrier Selection/ Preselection;

- *Presence Server*: memorizza, aggrega e rende disponibili alle applicazioni le informazioni relative allo stato dell'utente (free, busy, on line, off line, away, ecc). Infine, richiamando il livello di gestione, le funzioni di fault, configuration, performance e security sono svolte dai seguenti nodi:

- EMAS per gli elementi funzionali/nodi del livello di servizio SIP AS; MSEM per il livello di controllo e di informazioni (Sip Server, Softswitch e UDB);
- Regman per la parte RGW/Terminali IP.

## 2.2 La soluzione PK0

Come precedentemente accennato, la soluzione architetturale PK0 supporta i servizi di comunicazione IP per il segmento di mercato Enterprise. La soluzione prevede l'utiliz-

zo di un nodo di controllo specializzato, i-SSW per Enterprise, che gestisce l'interfaccia di rete con le piattaforme IP PBX, sia con protocollo di segnalazione SIP sia con protocollo di segnalazione H.323 (quest'ultimo oramai poco diffuso). Gli scenari architetturali possibili sono i cosiddetti Hosted e Managed, e differiscono sostanzialmente per il diverso trattamento delle chiamate on-net. Nel caso Managed, che è l'architettura oramai più diffusa, le chiamate on-net si richiudono nella rete privata del cliente e di conseguenza alcuni dei servizi offerti vengono erogati direttamente dall'IP PBX.

La Figura 4 illustra l'architettura di riferimento per le soluzioni IP PBX SIP e/o H.323.

La soluzione di rete prevede l'interoperabilità tra il nodo i-SSW e l'apparato IP PBX (SIP o H.323) sulla base delle seguenti caratteristiche:

- il dialogo tra l'IP PBX e i terminali ad esso attestati (effettua-

to su protocollo SIP, H.323 e/o proprietario) non è controllato dalla rete;

- il Session Director è l'elemento che disaccoppia la rete d'utente (es. VPN MPLS) dalla core network di Telecom Italia;
- il Call Control è il nodo i-SSW che controlla con protocollo SIP o H.323 le sessioni entranti ed uscenti dal centralino IP PBX;
- il profilo delle numerazioni pubbliche (GNR o numerazioni singole) è configurato su appositi moduli del i-SSW; i singoli derivati, nel caso di GNR, sono invece configurati soltanto sull'IP PBX;
- la registrazione dei singoli terminali avviene direttamente sull'IP PBX (e non sugli apparati di rete centralizzati);
- la localizzazione dell'IP PBX, nel caso di chiamata terminata verso un utente attestato a IP PBX, è gestita direttamente dal nodo i-SSW, o con l'ausilio del SD, che provvede poi ad instra-

dare la chiamata verso il terminale d'utente.

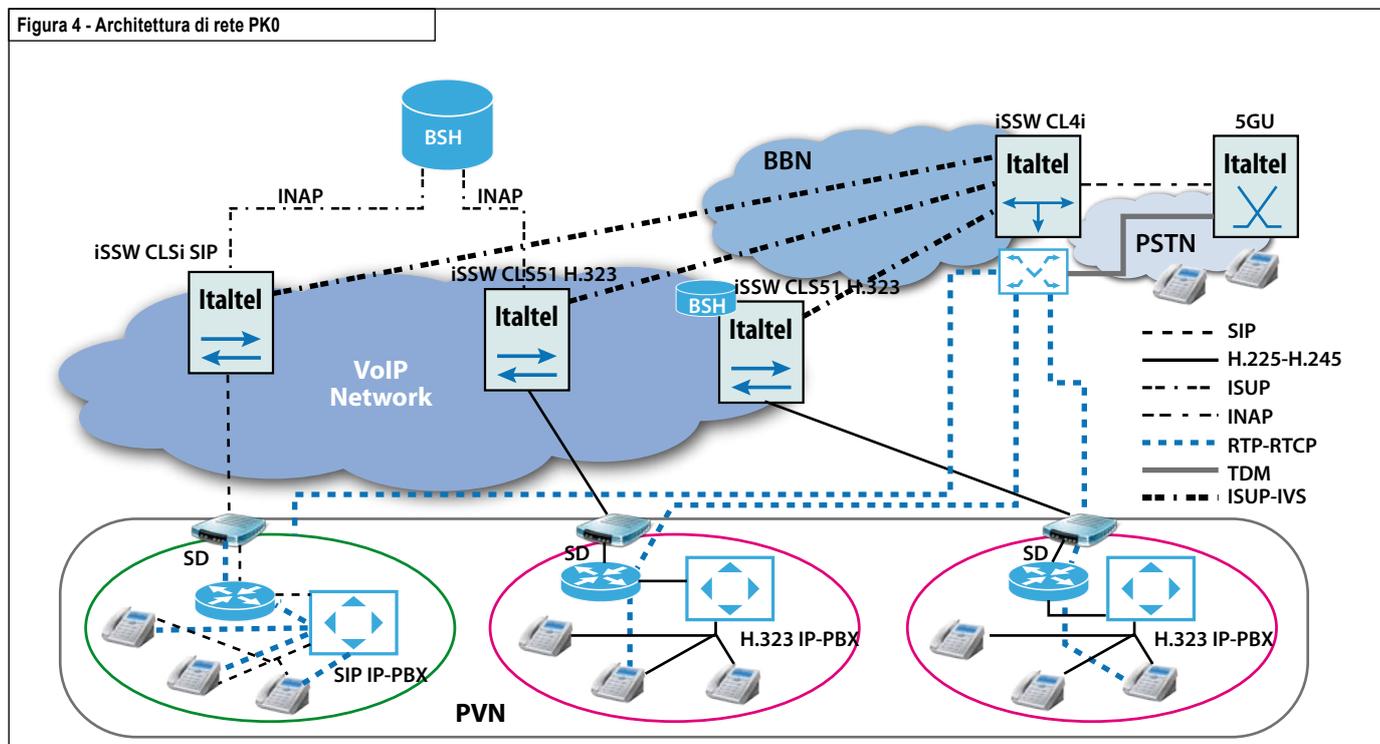
Una nota importante è che la scelta del vendor/tipo di centralino IP PBX non è completamente demandabile all'utente. I centralini IP PBX, prima di essere attestati alla soluzione PKO, devono infatti subire un accurato processo di certificazione, in seguito al quale entreranno nella lista degli IP PBX che Telecom Italia può offrire.

### 2.3 La soluzione MSAN/H.248

Al fine di avviare il replacement della rete PSTN e/o poter coprire aree di nuova edilizia non ancora raggiunte dal servizio di telefonia generale, una possibile soluzione tecnica è quella MSAN/H.248.

La soluzione, basata su standard TISPAN PES, prevede la presenza in rete di un nodo di controllo (softswitch) che consente il controllo in IP di utenza POTS e

Figura 4 - Architettura di rete PKO



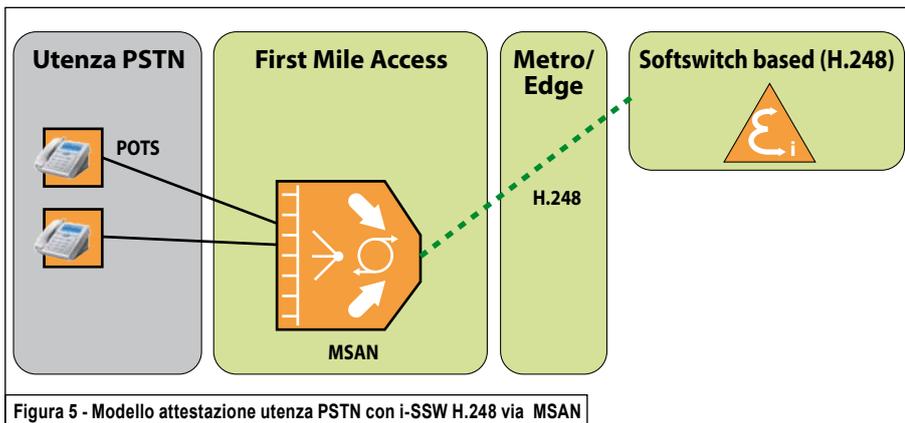


Figura 5 - Modello attestazione utenza PSTN con i-SSW H.248 via MSAN

ISDN tramite l'utilizzo del protocollo H.248 (Figura 5).

### 3 Una prima evoluzione: la piattaforma ToIP

Nell'ambito del processo evolutivo dell'erogazione dei servizi VoIP, sono stati individuati alcuni step di evoluzione della piattaforma.

I driver che hanno portato alla realizzazione della piattaforma ToIP sono fondamentalmente:

- l'arricchimento dei servizi all'utente finale;
- il passaggio a soluzioni aderenti allo standard di riferimento;
- la possibilità di offrire/attestare servizi di natura diversa dalla telefonia di base;
- la razionalizzazione dell'infrastruttura di rete.

La nuova piattaforma ToIP è composta dalla rete PK3, precedentemente illustrata, cui si affiancano nuove funzionalità, sia a livello di Control Layer che di Service Layer. Il livello di Control Layer è infatti integrato da un nuovo nodo, denominato  $\Delta$  Proxy, che introduce l'aderenza allo standard IMS, sia lato interfaccia d'utente che lato interfaccia Application Server. Con tale soluzione è pertanto possibile utilizzare terminali d'utente SIP commerciali, conformi

allo standard IMS, e AS di terze parti. A livello di AS viene inoltre introdotto un nuovo nodo, il TITAS, che offre ulteriori servizi VoIP a standard IMS.

Infine, il livello di gestione viene semplificato ed i sistemi EMAS e MSEM confluiscono sul nuovo EM denominato Snodo.

Questo è stato un passaggio chiave che ha permesso a Telecom Italia di offrire i seguenti nuovi servizi:

- *Virtual PBX*: uno dei servizi richiesti nell'ambito della suite di UCC (*Unified Communication & Collaboration*) destinato ad utenza business (4-8 Users). L'utente dispone presso la propria sede solo di terminali IPPhone (Soft/Hard) commerciali mentre tutte le logiche di servizio sono in rete;
- *Collabor@*: un servizio di conference e collaboration;
- *Nuovo profilo VoIP su NGAN*: è il rilancio della PSTN Replacement che utilizza l'accesso NGAN (es. FTTCab);
- *Contact Center*: con l'obiettivo di migrare su un'unica piattaforma integrata tutti i servizi di accoglienza e di routing operator, sia nell'ambito delle soluzioni di rete fissa che di rete mobile.

Nella Figura 6 viene rappresentata l'architettura di riferimento per la piattaforma ToIP.

Nella stessa figura si può notare anche l'introduzione di un DNS/ENUM Server in grado di espletare varie funzionalità, come la Number Portability e le soluzioni di Disaster&Recovery.

### 4 Descrizione delle reti di servizio: Soluzioni di Contact Center

L'attuale architettura di Contact Center di Telecom Italia è caratterizzata dalla presenza di piattaforme per la gestione e l'erogazione di servizi Human e Not Human.

Tali servizi vengono espletati in rete Telecom Italia secondo le seguenti tre fasi:

- Qualifica;
- Accoglienza;
- Routing Operatore.

Durante la fase di *Qualifica* sono recuperate le informazioni sul cliente dal DB dei profili, al fine di individuare un trattamento della chiamata consono alla tipologia di utente.

Nella fase di *Accoglienza* è offerto un albero fonico al cliente, al fine di determinare la sua esigenza o individuare l'ambito di interesse.

Nella fase di *Routing Operatore* la piattaforma di CC individua un operatore, con skill adeguato alle esigenze del cliente e gli trasferisce la chiamata.

Nell'ottica evolutiva della piattaforma dei servizi di Contact Center sono stati considerati i seguenti driver/obiettivi:

- Bacino operatori unico, che include operatori dotati di postazioni SIP e non SIP;
- Architettura convergente Full-IMS, che da un lato abilita funzionalità evolute proprie di una rete SIP-based (quali messaggistica testuale, file sharing, etc.), dall'altro offre una serie

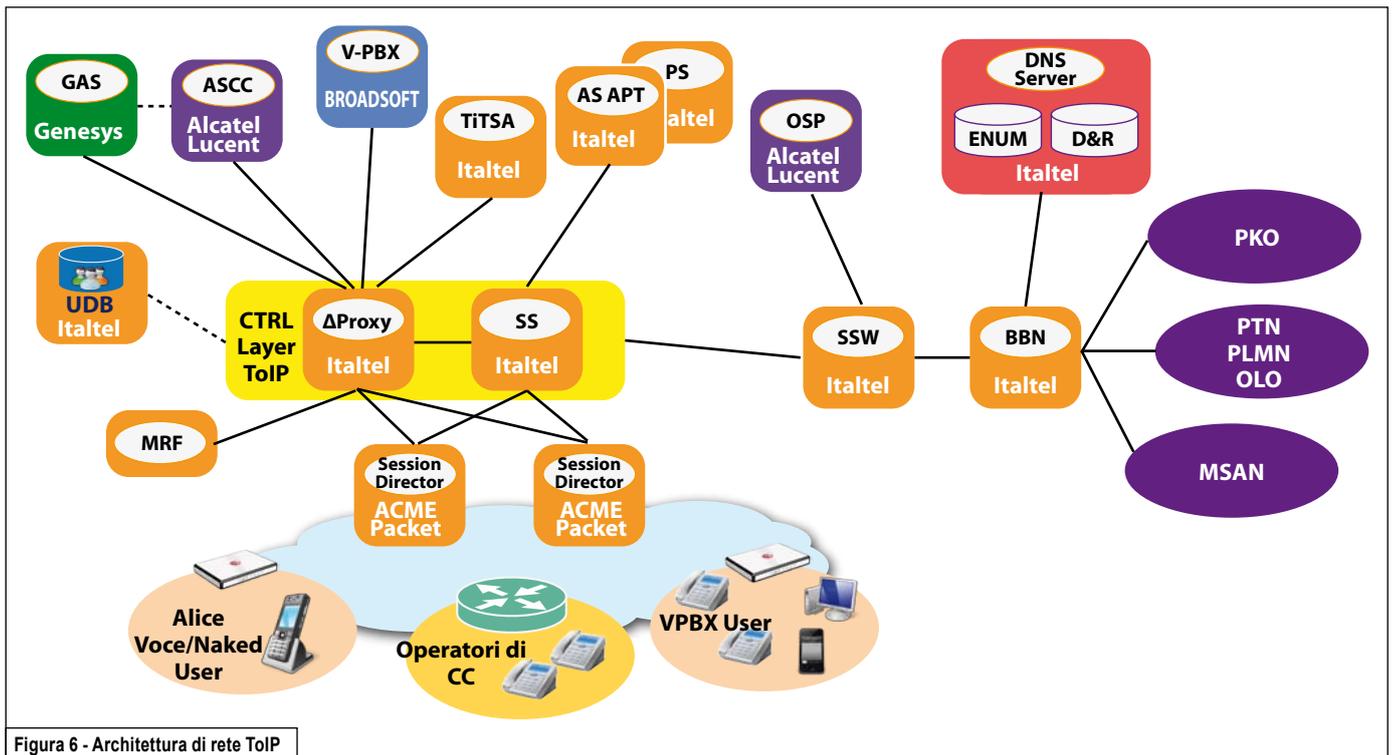


Figura 6 - Architettura di rete ToIP

NETWORK  
CONFERENZE  
REGOLATORIO  
SERVIZI  
INNOVAZIONE

di vantaggi (quali riduzione del Time-to-market, cost saving, etc.) grazie al passaggio da una struttura a Silos ad una a Layer (separazione tra livello di servizi e rete di trasporto);

- Riutilizzo dell'attuale infrastruttura e salvaguardia dell'attuale user experience, per garantire una migrazione trasparente per l'operatore;
- Architettura flessibile aperta all'integrazione con nuovi servizi e nuovi canali di comunicazione.

Sulla base di tali punti, la soluzione evolutiva trova una naturale intesa con l'architettura ToIP (si veda Figura 6), in cui il livello di servizio viene espletato da appositi Application Server:

- ASCC per i servizi e la fase di accoglienza (servizi Not Human);
- GAS (*Genesys Application Server*) per l'attestazione degli operatori, ossia per la fase di Routing Operatore (servizi Human).

Completano il quadro:

- i nodi di MRF (*Media Resource Function*), affiancati agli AS, per la riproduzione dei menu fonici recitati al cliente in fase di Riconoscimento e Accoglienza e la raccolta dei dati e le scelte fatte dal cliente (tramite digits);
- le postazioni degli operatori di CC, dotate di terminali SIP a standard IMS.

### 5 Evoluzione delle piattaforme del Class 4 layer

La rete di commutazione Telecom Italia è dunque composta, in estrema sintesi:

- da una piattaforma a commutazione di circuito costituita da oltre 600 SGU che costituisce l'infrastruttura di supporto ai servizi PSTN/ISDN attualmente forniti;
- da una piattaforma di transito costituita da 24 PoP BBN che

supporta la tecnologia VoIP per le chiamate interdistrettuali e per quelle da/verso la piattaforma VoIP dispiegata da T.I.;

- da una piattaforma VoIP per la fornitura di servizi su IP, voce ed evoluti, a clientela dotata di accessi broadband.

La piattaforma BBN, come si diceva, è stata sostanzialmente congelata, e la sua evoluzione è rappresentata da una nuova piattaforma denominata GateWay Metropolitano (GTW/M), recentemente introdotta in rete. Il GTW/M è nato per affiancare il BBN nel ruolo di nodo di transito e assorbirne parte del traffico, in particolare di parte del traffico negli scenari di chiamata tra l'utenza della rete VoIP PK3 e l'utenza attestata alla rete PSTN.

Il GTW/M fornisce inoltre funzionalità di interworking di segnalazione ISUP-SIP, ciò che ha consentito lato rete tradizionale, per alcuni dei 232 distretti telefonici (definiti metropolitani pro-

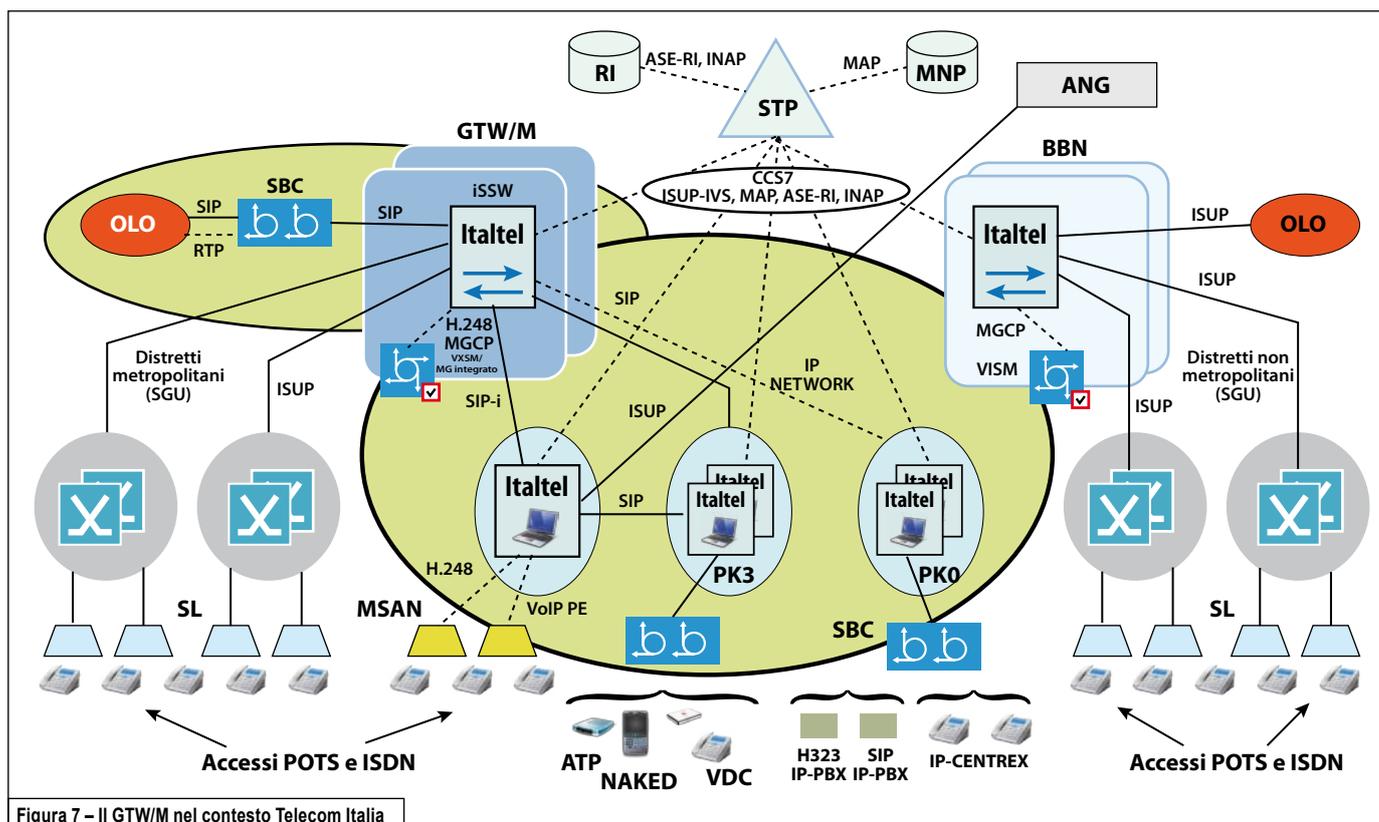


Figura 7 - Il GTW/M nel contesto Telecom Italia

prio per associarli al GTW/M), di interconnettere in ISUP uno o più SGU tandem direttamente ad una coppia di nodi GTW/M anziché a nodi BBN. In futuro la relazione con una coppia di nodi GTW/M è prevista per tutti i distretti.

Lato rete VoIP, invece, tutti i nodi PKx prevedono una relazione in segnalazione SIP con tutti i GTW/M. In virtù delle caratteristiche funzionali e di conversioni abilitate, il GTW/M rappresenta anche un ideale bordo IP come nodo di controllo tra Telecom Italia e gli OLO, per cui l'evoluzione degli studi e gli sviluppi dedicati hanno portato ad ingegnerizzare il GTW/M, prevedendone un ampliamento di ruolo in particolare per i seguenti istramenti del traffico telefonico:

- tra rete VoIP (inizialmente PK3 ma in seguito anche PK0 e VoIP PE) e rete PSTN (distretti metropolitani);

- verso OLO interconnessi in IP (migrando gradualmente, con progetto ad hoc per singolo operatore, il traffico per tutti i servizi previsti ai Punti di Interconnessione su BBN e su SGU).

## 6 Evoluzione verso una piattaforma di interconnessione IP verso OLO fissi e mobili

Il GTW/M è l'elemento della rete fissa di Telecom Italia individuato per svolgere il ruolo di nodo di controllo per il traffico d'interconnessione IP con gli OLO, e ad esso è demandato anche il compito di produrre la documentazione delle chiamate per la successiva fatturazione.

L'interconnessione IP consente di instaurare chiamate con OLO IP, originate e/o dirette sia su rete

VAS (PK0, PK3 e VoIP PE), sia su rete Legacy. L'OLO IP può essere sia mobile sia fisso.

Nell'ambito di un'interconnessione IP con OLO, gli altri elementi deputati alla definizione dei modelli architetturali della soluzione sono:

- i POP OPB, che rappresentano le sedi di raccolta/consegna del traffico di interconnessione da/verso OLO e rappresentano i bacini di raccolta del traffico con OLO IP;
- i SBC (*Session Border Controller*), che rappresentano i punti di terminazione dell'interfaccia di rete (NNI) SIP, e correlati ciascuno ad una coppia di GTW/M.

La rete Telecom Italia espone ai fini dell'interconnessione IP 32 PoP OPB, ciascuno dei quali può essere sede di SBC. I 232 distretti sono ripartiti in 16 Aree Gateway IP.

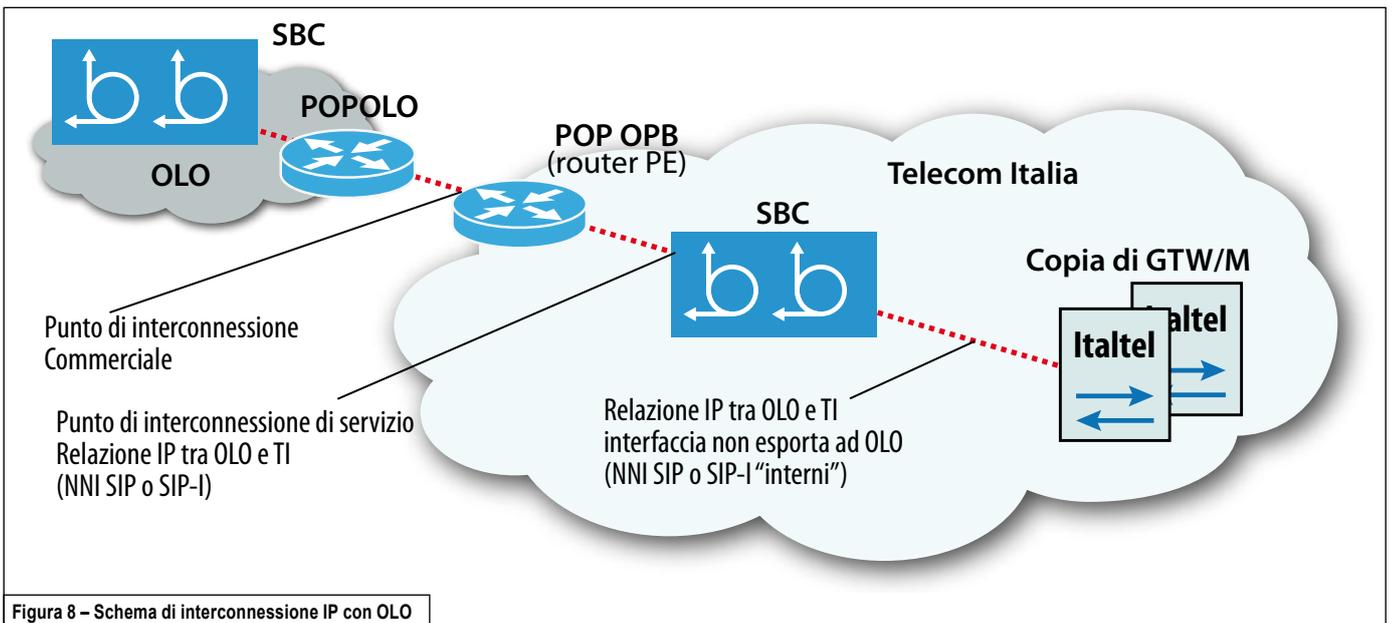


Figura 8 – Schema di interconnessione IP con OLO

## 7 Evoluzione del Class 5 layer

Il Control Layer fisso costituisce uno dei segmenti di rete sul quale è prevedibile una significativa evoluzione nel corso dei prossimi anni, anche perché dovrà sempre più di garantire l'accesso alla rete ad utenti attestati su fibra ottica, su ethernet, su ADSL e VDSL e su accessi concatenati (come ad esempio VDSL e WLAN). Per alcune di queste tipologie di rete di accesso si rivelerà tecnicamente molto complesso ed economicamente non sostenibile garantire la coesistenza con la telefonia tradizionale PSTN per cui sarà necessario individuare nuove forme di controllo dei servizi di rete. Inoltre l'eterogeneità degli accessi fissi richiederà che la soluzione di Control Layer da dispiegare sia capace di controllare i servizi erogati a ciascun singolo utente indipendentemente dall'accesso utilizzato e dalla profilo di utilizzo degli accessi stessil controllo quindi della nomadicità di un utente tra differenti accessi fisici

IP sarà quindi una delle maggiori flessibilità richieste al Control Layer. Per le stesse ragioni congiuntamente alla nomadicità anche il supporto di molteplici dispositivi per lo stesso utente sarà determinante per il raggiungimento di una completa maturità della rete. Il percorso evolutivo del Control Layer della rete fissa prevede sostanzialmente l'introduzione dell'architettura IMS (*IP Multimedia Subsystem*) che presuppone che la terminazione d'utente sia un'interfaccia IP e pertanto capace di supportare terminali IP nativi oppure terminali PSTN tradizionali attestati su un Residential Gateway. Il Residential Gateway situato a casa dell'utente espone verso la rete IMS interfacce IP sulle quali la segnalazione e la fonia (media voce) sono trasportate su IP. Verso l'ambiente domestico il Residential Gateway espone interfacce PSTN (porte FXS) ed altre interfacce IP native come Ethernet e WLAN. L'architettura di controllo IMS per utenza residenziale è descritta nella Figura 9.

L'architettura IMS per utenza residenziale è suddivisa in tre insiemi di funzionalità: Control Layer, Service Layer e Data Layer. Il Control Layer contiene la funzionalità di IBCF (*Interconnection Border Control Function*) che garantisce la separazione tra l'ambiente trusted dell'operatore con l'ambiente non trusted tipico dell'interfaccia d'utente. L'IBCF protegge la rete dell'operatore da possibili utilizzi anomali dell'interfaccia d'utente e nasconde la topologia dell'operatore all'utente finale. L'IBCF può essere collocata con la funzionalità di P-CSCF (*Proxy Call State Control Function*) che costituisce il primo punto di contatto verso cui indirizzare la segnalazione SIP per i terminali d'utente. Tra le altre funzionalità supportate dal P-CSCF una delle più importanti è costituita dalla possibilità di discriminare le chiamate d'emergenza al fine di garantirne un trattamento differenziato. Il vero cuore del Control Layer IMS è rappresentato dal S-CSCF che gestisce la registrazione degli utenti (ad esempio effettuandone

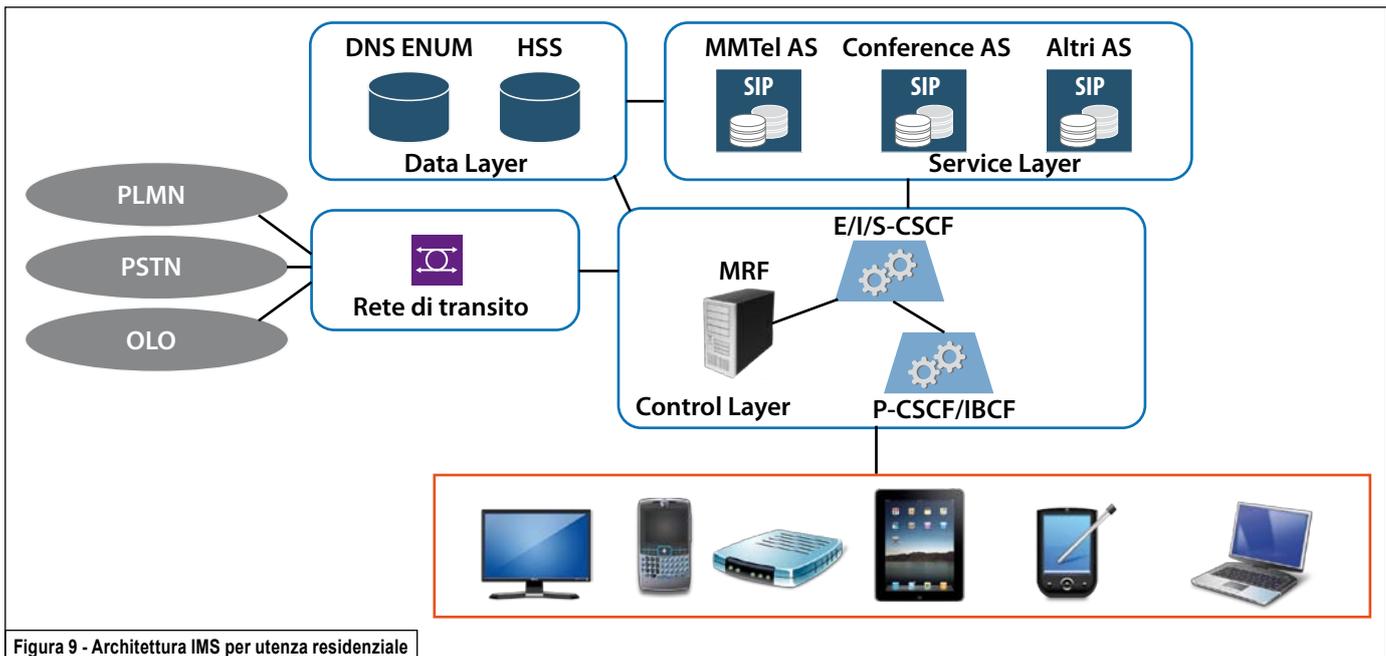


Figura 9 - Architettura IMS per utenza residenziale

## Videocomunicazione ad alta definizione

Il mercato della videocomunicazione è stato in passato ed è ancora oggi fortemente limitato dalla carenza di interoperabilità tra le soluzioni esistenti. Infatti, le attuali soluzioni di videocomunicazione implementate da Service Provider come gli Over The Top (Skype, Google, etc..) e le piattaforme di videoconferenza sul mercato (es. telepresence room) sono soluzioni proprietarie e verticali; mentre in passato soluzioni implementate da altri Operatori sono risultate poco appetibili a causa delle inevitabili limitazioni tecnologiche che ne hanno caratterizzato la bassa qualità del servizio.

Nel corso del 2011 Telecom Italia insieme ad altri Operatori quali Deutsche Telekom, Orange-France Telecom e Telefonica ed importanti manifatturieri ha definito un profilo di servizio di VDC HD (*Videoconferenza HD*) finalizzato a dimostrare, primo caso al mondo, un profilo di servizio standard, multi-operatore, multivendor ed indipenden-

te dalla tecnologia d'accesso utilizzata (sia Fisso che Mobile).

Lo standard di riferimento del profilo VDC HD è basato su 3GPP IMS. All'interno di tale standard, il profilo ha identificato un insieme minimo di prestazioni che rete e terminali devono supportare per garantire l'interoperabilità del servizio end-to-end in ambiente Multivendor e Multi Operatore.

Nel dettaglio la profilatura del nuovo servizio VDC HD ha riguardato i seguenti aspetti:

- indicazione delle procedure SIP mandatorie richieste sulle interfacce verso il terminale;
- modalità di instaurazione di una chiamata video diretta o aggiungendo il media video ad una sessione voce già esistente;
- supporto delle identità in formato SIP URI sia in formato alfanumerico che telefonico (E.164);
- definizione di un sottoinsieme di Servizi Supplementari MMTel che devo-

no essere necessariamente supportati nella videocomunicazione;

- scelta di opportuni codec sia audio che video come AMR, G.711 e G.722 per la voce e H.264 per il video;
- indicazione dei meccanismi di set up della conferenza;
- supporto del screen-sharing (mediante l'aggiunta di un video stream alla sessione SIP).

La profilatura del servizio di Videocomunicazione ad Alta Definizione ha riguardato sia l'accesso fixed broadband che quello mobile, comprendendo ed ampliando un analogo lavoro di profilatura per i servizi video su LTE (PRD IR.94), cui la GSM Association ha lavorato come estensione del servizio Voce su LTE (PRD IR.92). Allo stato attuale il nuovo profilo VDC HD è in carico alla GSM Association che lo includerà nelle specifiche di prossima realizzazione.

La soluzione VDC HD ha delle caratteristiche distintive rispetto alle altre soluzioni, dovute allo standard di rife-

l'autenticazione) e che controlla le sessioni d'utente verificando la coerenza delle richieste dell'utente con il profilo sottoscritto, realizzandone il routing, garantendo la corretta interazione tra tutti i servizi implementati nel Service Layer e generando le informazioni di documentazione del traffico di segnalazione. Congiuntamente al S-CSCF, l'E-CSCF (*Emergency-CSCF*) gioca un ruolo analogo al S-CSCF per le chiamate d'emergenza. Una scelta comune nelle implementazioni prevede l'integrazione della funzionalità di I-CSCF (*Interrogating-CSCF*) con S-CSCF ed E-CSCF. L'I-CSCF ha la funzionalità di effettuare le interrogazioni verso l'HSS, al fine

di garantire l'identificazione del corretto S-CSCF sul quale l'utente dovrà essere registrato oppure il corretto S-CSCF che serve l'utente nella fase terminata della sessione. Nel Control Layer è anche presente la funzionalità di MRF (*Multimedia Resource Function*) che consente di erogare annunci all'utente finale, di gestire servizi che prevedono l'interazione dell'utente mediante toni e di gestire i media che concorrono alla realizzazione di una conferenza multimediale.

Il Data Layer è costituito dalla funzionalità di HSS (*Home Subscriber Server*) contenente i dati di sottoscrizione permanenti dell'utente come ad esempio i

servizi sottoscritti, le credenziali di autenticazione ed i dati di configurazione dei servizi sottoscritti dall'utente. L'HSS contiene anche dati temporanei relativi allo stato di registrazione dell'utente come ad esempio l'indirizzo del S-CSCF che serve l'utente stesso. Il DNS/ENUM nel Data Layer svolge un ruolo di supporto al routing delle sessioni, traducendo i numeri telefonici digitati dall'utente in indirizzi logici instradabili in rete e garantendo il supporto necessario all'espletamento della prestazione di number portability.

Il Service Layer consiste nell'insieme di funzionalità che implementano le logiche applicative di servizio ciascuna delle quali

rimento IMS sul quale si basa il profilo. Tali caratteristiche sono:

- riutilizzo delle stesse infrastrutture di rete utilizzate per il dispiegamento di soluzioni di telefonia su IMS, con l'introduzione delle sole funzionalità per la gestione della videoconferenza e per la gestione della QoS per flussi di traffico video;
- l'interoperabilità e2e, infatti avendo profilato sia l'interfaccia UNI che la NNI si sono forniti gli strumenti per garantire interoperabilità da terminale a terminale di qualunque rete indipendentemente dall'operatore e dalla tecnologia;
- possibilità di utilizzo di identità telefonica e non telefonica. La scelta del formato è lasciata all'operatore;
- gestione integrata dei servizi video con il servizio voce (una sessione video può essere downgradata ad una sessione solo voce e viceversa una sessione di sola voce può essere upgradata ad una sessione video), inclusa la possibilità di applicazione dei servizi supplementari telefonici, in base alle scelte dell'operatore;

- possibilità di utilizzare il profilo NNI per interconnettere con altre reti soluzioni di videocomunicazione già esistenti ovvero per consentire l'interoperabilità tra soluzioni di video comunicazione diverse;
- supporto del più ampio numero di terminali e piattaforme possibili, sia di tipo fisso che mobile, sia per applicazioni business che per scenari consumer, dagli smartphone, tablet, PC, alle videocamere IP, televisori connessi, apparati di videocomunicazione fino alle più sofisticate telepresence room.

Dal punto di vista degli impatti architetturali, il profilo VDC HD come già indicato, riutilizza la stessa infrastruttura IMS prevista per la voce. Le funzionalità che bisogna introdurre per consentire anche il dispiegamento del servizio di videoconferenza HD sono:

- introduzione del supporto dei codec video in rete (ad esempio per garantire l'intercettazione legale);
- introduzione in rete di MRF in grado di supportare videoconferenze HD;
- implementazione delle logiche di

conferenza multipunto (Dial-IN, Dial-OUT, AD Hoc) a livello di AS di conferencing;

- il collegamento a piattaforme di prenotazione di conferenza esterne all'AS;
- introduzione di una piattaforma di interlavoro con le soluzioni di videocomunicazione già esistenti in TI che consenta di uniformare al protocollo SIP IMS profilo VDC HD eventuali protocolli non SIP (es. H323) o SIP proprietari.

VDC HD essendo una soluzione standard, per sua stessa natura, consente una riduzione dei costi della tecnologia e della gestione del servizio rispetto alle soluzioni proprietarie di videoconferenza, integrate verticalmente, cui siamo abituati oggi. Ma uno dei punti di forza che la rende una soluzione accattivante e distintiva è sicuramente la sua semplicità d'utilizzo: per videochiamare o essere videochiamati sarà possibile riutilizzare il proprio numero telefonico ■

daniela.barcariol@telecomitalia.it  
maurizio.depaola@telecomitalia.it

è realizzata all'interno di un AS (*Application Server*). Tra gli AS di maggiore rilievo per la fornitura di servizi ad utenza Consumer, i più rilevanti sono il MMtel AS (*Multimedia Telephony AS*) ed il Conferencing AS. L'implementazione degli AS può prevedere la coesistenza dei due AS anche sulla stessa piattaforma. L'MMtel AS garantisce la fornitura dei Servizi Telefonici Supplementari (come ad esempio la deviazione di chiamata) non solo per il servizio voce, ma consente di estendere l'applicabilità degli STS a qualunque media (come ad esempio video, messaging). Il Conferencing AS garantisce la realizzazione di conferenze multimediali. Analogamente a quanto già detto per l'MMtel AS, il Conferencing AS consente di realizzare conferenze non solo tra media voce, ma tra comunicazioni composte da più media anche non omogenei (ad esempio partecipazione di una chiamata voce ad una videoconferenza). L'insieme degli Application Server dispiegabili sul control layer

IMS non è limitato solo a quelli menzionati precedentemente, ma si può decidere di dispiegare anche altri AS che implementano altre logiche del servizio. L'unico requisito è che gli AS implementino le interfacce standard richieste dal control layer come ad esempio l'interfaccia ISC tra S-CSCF e AS e la Sh tra HSS ed AS. Gli AS possono implementare servizi innovativi come ad esempio nel caso del messaging oppure logiche del servizio già esistenti in Telecom Italia come nel caso dell'IPCC *IP Contact Center* e del V-PBX precedentemente menzionati.

Appare quindi evidente che il servizio di telefonia erogato comporterà una differente percezione da parte dell'utente, in quanto ci saranno servizi e prestazioni presenti nella telefonia tradizionale che non potranno essere replicati (ad esempio tele alimentazione) e servizi e prestazioni che saranno modificati nella modalità d'interazione. Per questa ragione gli Operatori che implementeranno

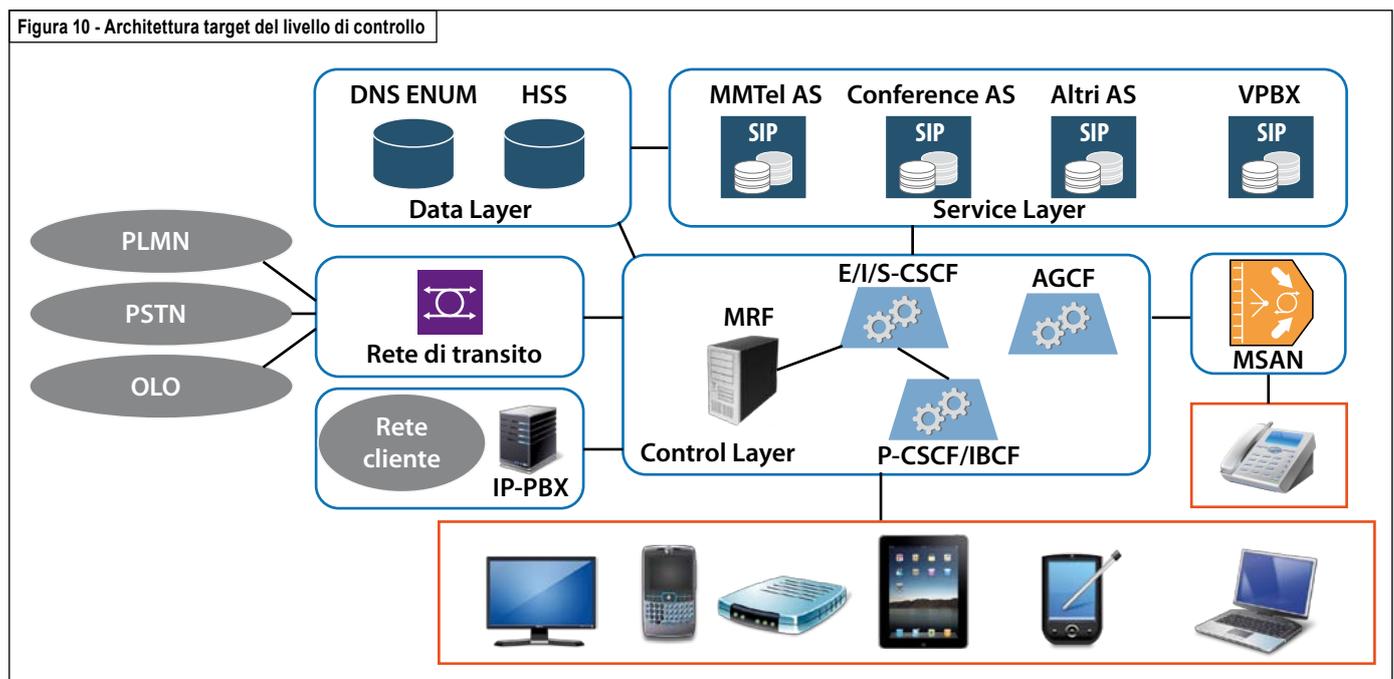
un servizio di telefonia sulla nuova piattaforma, fermi restando gli obblighi regolatori, tenderanno a definire un nuovo profilo di telefonia che minimizzerà gli scostamenti significativi dalla telefonia tradizionale. L'innegabile vantaggio di poter integrare molteplici servizi sulla stessa piattaforma di Control Layer costituisce una delle ragioni per le quali IMS rappresenta la più interessante alternativa sulla quale basare il control layer della core network di medio lungo termine.

## Conclusioni

Il Control Layer di rete fissa sta evolvendo verso una soluzione capace di supportare applicazioni multimediali su molteplici accessi IP nativi.

Infatti come indicato nell'architettura target descritta in Figura 10, il Control Layer IMS potrà ulteriormente evolvere per supportare accessi PSTN (mediante l'u-

Figura 10 - Architettura target del livello di controllo



tilizzo di Access Gateway Control Function) ed anche per supportare gli accessi da reti Corporate mediante IP-PBX. Nel lungo termine sarà quindi possibile individuare una soluzione tecnologica con un unico livello di controllo IP multiservizio, multidispositivo e multiaccesso che contribuirà ad un miglioramento complessivo della user experience e dell'offerta Telecom Italia ■



### **Andrea Nespoli**

ingegnere delle Telecomunicazioni, dopo una prima esperienza in British Telecom, nel 1999 entra a far parte del gruppo Telecom Italia nell'ambito della Direzione Rete dove si occupa di Specifiche delle reti di telefonia di nuova generazione (VoIP). Dal 2001 al 2005 cura vari progetti innovativi e partecipa, nell'ambito della Commissione Ministeriale, alla definizione delle specifiche tecniche di interconnessione tra OLO. Dal 2005 al 2006 gli viene assegnato il ruolo di Project Manager per i nuovi servizi/ soluzioni per il mercato fonia residenziale. Dal 2007 conduce il gruppo Architetture e Technologie VoIP nell'ambito del Control Layer Engineering di rete fissa.



### **Marina Petrachi**

ingegnere elettronico, nell'1992 entra in Azienda. Fino al 2010 si occupa di Element Manager del dominio di Commutazione e Rete Intelligente, dapprima seguendone gli aspetti economici / di piano lavori per poi coordinare il processo di industrializzazione. Negli anni 2003-2005, che vedono l'avvento dei servizi VoIP, coordina l'industrializzazione di nuovi sistemi a supporto delle nuove piattaforme di rete/cliente. Dal 2005 al 2007 coordina la Gara Poste VoIP per la componente OSS. Nel 2011 torna nell'Ingegneria di Rete nell'ambito del Control Layer e lavora sul rilancio dei servizi VoIP e sugli scenari di evoluzione delle reti di controllo e servizio verso gli standard IMS.



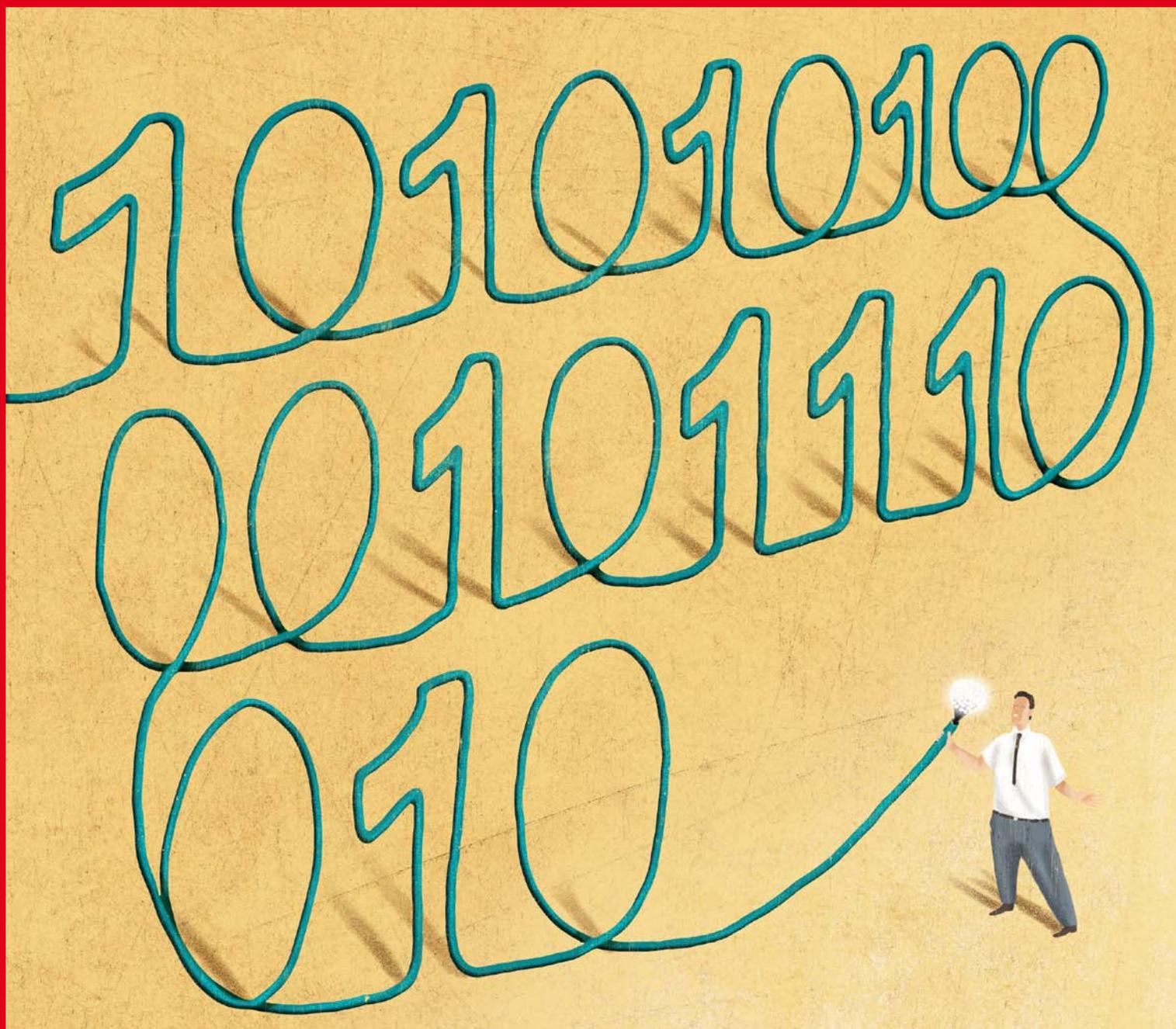
### **Roberto Procopio**

ingegnere in telecomunicazioni, è dal 1998 in Azienda inizialmente come ricercatore su aspetti di qualificazione degli apparati di commutazione mobile e poi nel campo delle soluzioni di rete per servizi dati su rete mobile (GPRS). Dal 2001 partecipa alle attività di standardizzazione in 3GPP. Dal 2001 al 2004 collabora alle attività di supporto alle partecipate estere sulle tematiche di UMTS ed IMS. Dal 2004 ha coordinato come Project Manager le attività di innovazione della core network mobile correlate ad UMTS ed IMS. Dal 2008 coordina come project manager le attività di innovazione della core network fissa e mobile di Telecom Italia su aspetti relativi ad IMS, data layer, segnalazione diameter ed interconnessione IP.

[andrea.nespoli@telecomitalia.it](mailto:andrea.nespoli@telecomitalia.it)  
[marina.petrachi@telecomitalia.it](mailto:marina.petrachi@telecomitalia.it)  
[roberto.procopio@telecomitalia.it](mailto:roberto.procopio@telecomitalia.it)

# LA CONTENT DELIVERY NETWORK DI TELECOM ITALIA

Francesco Calonico



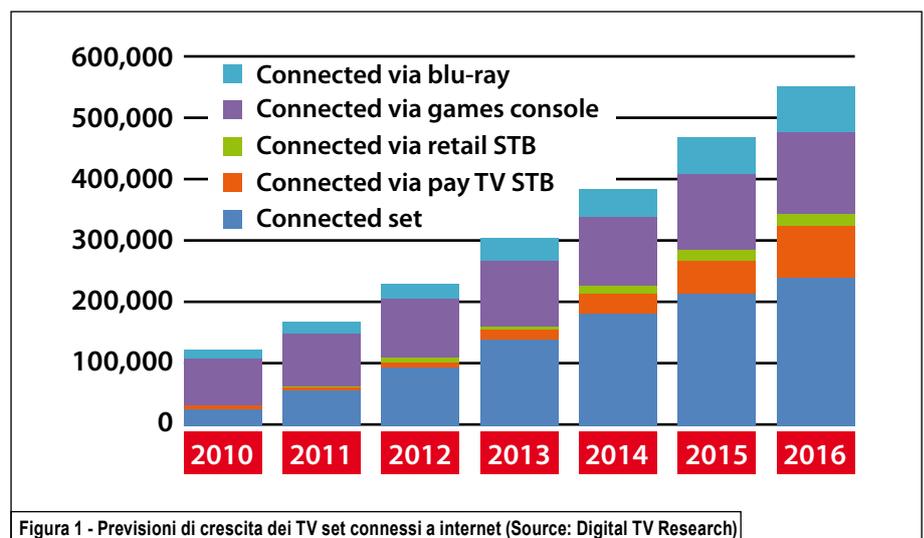
**servizi di CDN (Content Delivery Networks) sono sempre più richiesti dalle Aziende per distribuire contenuti (testi, audio, video, ...) verso i fruitori finali. Da qualche tempo, gli interlocutori sono diventati soprattutto i Telco: lo scopo è quello di superare le limitazioni di Internet in termini di Qualità di Servizio percepita, soprattutto per i servizi in streaming.**

Evolve quindi un nuovo business per gli incumbent, come Telecom Italia, che investono in questo tipo di infrastruttura per vendere servizi capaci di generare nuovi margini e per ottenere nel contempo un migliore utilizzo delle reti.

## 1 Introduzione

Il mercato delle telecomunicazioni, negli ultimi anni, si è evoluto verso un scenario nei quali la trasmissione di contenuti multimediali è ormai predominante: la fruizione di video live o "on demand" è possibile su una pletera di device a portata di tutte le tasche e sono pochissime le Aziende che non sfruttano queste possibilità a fini commerciali. Inoltre, anche se la quasi totalità delle trasmissioni vengono effettuate in modalità best effort, i content provider iniziano ad essere interessati anche alla qualità della visione da parte dei fruitori finali come elemento differenziante del servizio. Questa crescente importanza della QoE (*Quality of Experience*) sta avendo enorme impatto sulla infrastruttura di rete a banda larga da utilizzare e sui modelli di business attualmente in campo.

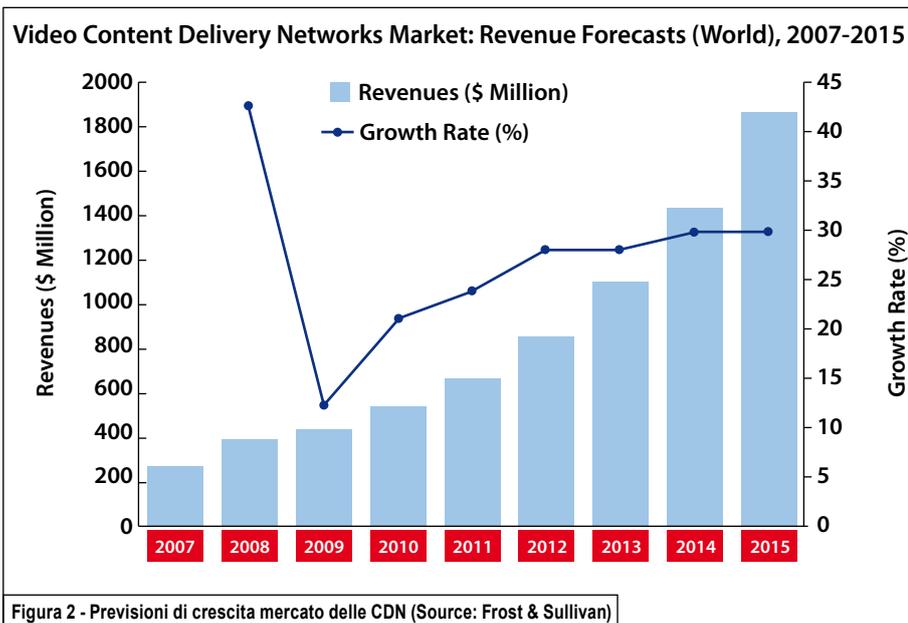
Il trend per i prossimi anni non potrà che essere in aumento, anche perché saranno sempre di più i device che potranno accedere a



contenuti in rete e fra questi soprattutto le TV (Figura 1).

Da parte loro, i Telco, cercano di rispondere alla duplice sfida di fornire sia una struttura coerente ai mutati scenari, sia un'alta qualità di experience ... e magari generare entrate. Per tale motivo i servizi di CDN (*Content Delivery Network*) hanno raccolto tanta attenzione e per loro si attende un'analogha crescita per i prossimi anni (Figura 2).

I servizi erogati tramite le CDN, già da qualche anno, aiutano le Aziende che ne usufruiscono a raggiungere i clienti con i propri contenuti, senza doversi sobbarcare di costi extra dovuti a servizi di pura connettività. Per gli operatori, la riduzione dei margini dovuti alla sempre minore propensione da parte delle Aziende di dotarsi di connettività all'aumentare del traffico, può essere bilanciata proprio dalla fornitura



di tali servizi, da vendere sempre di più, non soltanto agli operatori del mercato Multimedia (Broadcaster o Content provider), ma a chiunque abbia necessità di veicolare contenuti in rete, monetizzando qualcosa a fronte dell'enorme mole di traffico che interessa le loro reti.

## 2 Principi di funzionamento e vantaggi attesi

Il concetto di fondo su cui si basa il funzionamento della CDN è relativamente semplice: i contenuti vengono replicati (memorizzati) su cache locate nel PoP di accesso degli utenti finali e fruiti direttamente tramite queste ultime nel momento della richiesta d'utente. Il contenuto viaggerà in rete solo una volta per raggiungere la cache remota, che si occuperà, poi, di replicare la trasmissione di tale contenuto per tutte le richieste relative, a lei afferenti successivamente.

I benefici che ne derivano si hanno: sia lato utente finale che ha

il contenuto richiesto molto più vicino (fisicamente); sia per l'Azienda che utilizza il servizio di CDN che, a differenza dell'erogazione classica dal centro servizi, risparmia banda di connettività e offre agli utenti finali una qualità maggiore; sia per il Telco che vede il suo backbone interessato da un numero di sessioni di trasmissione molto minore.

Di seguito le principali funzioni offerte dal servizio di CDN:

- 1) copia i contenuti sulle cache site il più vicino possibile ai fruitori finali;
- 2) reindirizza le richieste degli utenti relative ai contenuti verso la copia memorizzata sulla cache più vicina all'utente stesso;
- 3) aggiorna le copie in modo che l'utente finale trovi sempre il contenuto come se fosse erogato direttamente dal centro servizi d'origine;
- 4) fornisce tutta la documentazione necessaria al Cliente che potrà verificare le prestazioni del servizio e gestire la porzione del ciclo di vita del

contenuto relativa alla distribuzione.

In pratica, si ottiene una fruizione geograficamente distribuita, con criteri di prossimità, di contenuti multimediali Live o VOD.

Si ottengono per il Cliente una serie di vantaggi:

- maggiore qualità di fruizione del contenuto (meno hop di rete tra contenuto e cliente, indipendenza dalla congestione di rete, indipendenza dall'overload del data center, ...);
- maggiore velocità di downloading file (maggiore banda disponibile);
- maggiore availability del contenuto (indipendenza dalla situazione contingente di rete);
- riduzione tempo di apertura file;
- maggiori successi di connessione;
- minore delay e minore perdita pacchetti.

La distribuzione geografica della CDN è un aspetto cruciale. Infatti i punti di forza precedentemente detti migliorano al crescere della distribuzione geografica sul territorio (contenuti sempre più vicini al Cliente). Un punto distintivo della CDN Telecom Italia è proprio la sua distribuzione geografica, che avvicina, virtualmente a un solo hop, i contenuti ai clienti. Nessun CDN provider in Italia può vantare una tale distribuzione e questo può essere motivo di distinzione in fase di offerta, ma anche si riverbera in una reale maggiore qualità percepita da parte del cliente.

È chiaro che tale vantaggio si accoppia ad un altro di posizionamento: Telecom Italia è un incumbent e quindi ancora oggi detiene la maggioranza del mercato di accesso adsl: la collocazione delle cache con gli apparati di ac-

cesso avvantaggia notevolmente gli utenti che accedono tramite Telecom Italia e rende nel contempo l'offerta di servizi CDN TI più appetibile per le Aziende che vedono i propri contenuti fruiti con maggiore qualità e quindi con maggiore soddisfazione da parte dell'utente finale. Si innescava insomma un circolo virtuoso che rende l'adozione di tali servizi vincente per tutti: per Telecom Italia che monetizza, scarica il backbone dal traffico e soddisfa i propri utenti adsl; per le Aziende che risparmiano, evitano problemi di gestione e sono sicure della qualità di fruizione finale; per i fruitori finali che percepiscono maggiore qualità.

### 3 A chi si rivolge

#### 3.1 Content Provider e OTT

I content provider, senza un servizio di distribuzione, devono erogare da una propria struttura centralizzata il traffico, con costi insostenibili di banda e di gestione. Fra questi, ma non solo, ci sono gli OTT player, che chiedono sempre di più:

- il supporto di protocolli di streaming di tipo adaptive per poter trasmettere in best effort, ma con un certo livello di qualità;
- il controllo dell'intero ciclo di vita del contenuto.

Gli OTT player sono molto effervescenti sul mercato. La possibilità di utilizzare i protocolli adattativi, dà loro il vantaggio di poter trascurare la qualità del trasporto (che richiedono in best effort senza costi aggiuntivi), inondando le reti dei Telco di contenuti live e Vod. LA CDN da questo punto

di vista, diventa un asset che gioca due ruoli, quello di difesa per il Telco, che evita di vedere le proprie reti saturate da traffico per il quale non percepisce grandi ricavi e quello di abilitatore per il gli OTT che vogliono differenziare la loro offerta con una maggiore qualità (best effort sì, ma con tutti i parametri descritti precedentemente, migliori).

#### 3.2 Broadcaster

Un'altra categoria cui si rivolge la CDN sono i Broadcaster (grandi e piccoli), che oggi hanno la necessità di:

- distribuire una grande quantità di contenuti disponibili, via rete;
  - diversificare l'offerta e trovare nuovo pubblico (giovane) lontano dai vincoli del palinsesto.
- Anche laddove il modello DTT evoluto con canale di ritorno broadband (bollino gold DGTVi) dei broadcaster risulti parzialmente vincente sul mercato, comunque, sarà necessario avvicinare il contenuto all'utente garantendo la banda ed i servizi necessari.

È chiaro che per il broadcaster la qualità riveste un punto importante: il cliente televisivo non è abituato a vedere trasmissioni di scarsa qualità o a semplici interruzioni della visione. Questa necessità viene amplificata nei servizi di tipo premium, pagati direttamente al broadcaster da parte dell'utente finale che, in caso di problemi, rivolgerà direttamente al broadcaster stesso le eventuali lamentele.

Il broadcaster quindi riconosce ad un Telco come Telecom Italia, con i suoi servizi, un ruolo fondamentale, in quanto associa i normali servizi di CDN al governo

dell'accesso, garanzia di qualità verso il fruitore finale. Telecom Italia avrà perciò l'opportunità di ricoprire un ruolo chiave e distintivo che, partendo dalla fornitura della CDN, si estende fino a servizi a valore aggiunto quali profiling, advertising geolocalizzato e personalizzato, e si completa con i servizi di accesso alla rete.

#### 3.3 Portali

Non bisogna però dimenticare che i servizi di CDN vengono indirizzati anche a chi gestisce Portali, mediante le funzionalità di caching standard. Validi esempi sono i portali degli editori (e.g. quotidiani come il Giornale o la Repubblica), oppure alcuni che hanno una quota prevalente di contenuti (e.g. FS Holding), ma anche quelli che sporadicamente trasmettono contenuti in streaming (e.g. Vaticano).

#### 3.4 Mercato di nicchia

Infine, da non sottovalutare, il Mercato di nicchia (e.g. portali contenuti delle squadre di calcio), perché interessati alla loyalty degli utenti, garantita dalla migliore qualità della CDN e dalla alta availability dei contenuti distribuiti: il cliente finale si fidelizza maggiormente, creando, per le community, un circolo virtuoso.

L'integrazione della CDN con le piattaforme dell'ecosistema Multimedia di TI, abilita nuove offerte e modelli di business verso i content provider. In particolare, l'integrazione con il DAM consente di dare al CP il completo controllo sul ciclo di vita del contenuto.

A ciò si aggiungano le potenzialità del DAM, come ad esempio la gestione da parte del CP del suo storage virtuale o elementi di gestione editoriale e si comprende come queste capacità dell'architettura TI rendono possibile scenari di business anche, ad esempio, di tipo wholesale.

### 3.5 CDN e cloud TV

Un esempio classico di Cloud TV è YouTube. Questo è caratterizzato da un infinito numero di contenuti a disposizione, che aumentano ad una velocità altrettanto indefinita, che sono tutti disponibili allo stesso livello mediante search, caricati in real time dagli utenti da tutto il mondo.

Ma proprio queste caratteristiche non ne fanno il servizio ideale da "cacheare":

- l'alta aleatorietà della scelta degli utenti e l'infinito numero di contenuti a disposizione rendono bassissima la probabilità di trovare beneficio dalle tecniche di cacheing (transparent);
- esistono problemi derivanti da aspetti legali sui diritti dei contenuti e di tracciabilità legale;
- i contenuti non sono statici e bisogna utilizzare tecniche non banali per fare caching.

Eppure, le statistiche danno una serie di info, che non sono da sottovalutare per l'impatto crescente che tali siti possono avere per una rete di un Telco: l'83% delle views su YouTube avviene tramite pc, il 10% su smartphone e tablet, il 7% su televisori collegati a Internet. E dal 2012 il peso dei PC migrerà verso il 50%, a vantaggio delle connected tv. Una prima, logica conseguenza sarà la crescita dei format di lunga durata:

talk, reality e sport. Ma in generale assistiamo a un cambiamento di modalità di fruizione da parte dell'utente soprattutto se giovane: la TV diventa il device per accedere al cloud TV.

Per il Telco che ha anche una CDN, la via preferibile è quella di raggiungere un accordo con l'Owner (i.e. YouTube) per un servizio standard di CDN sui contenuti più scaricati e sui canali più frequentati, ottenendo non solo di monetizzare finalmente qualcosa, ma anche l'off-loading del backbone.

## 4 L'architettura CDN di Telecom Italia

### 4.1 Livelli logici

Possono essere identificati i seguenti livelli logici, nell'architettura di CDN (Figura 3).

- **Ingestion layer:** Questo livello è responsabile della fase di "content acquisition" e delle successive operazioni di mani-

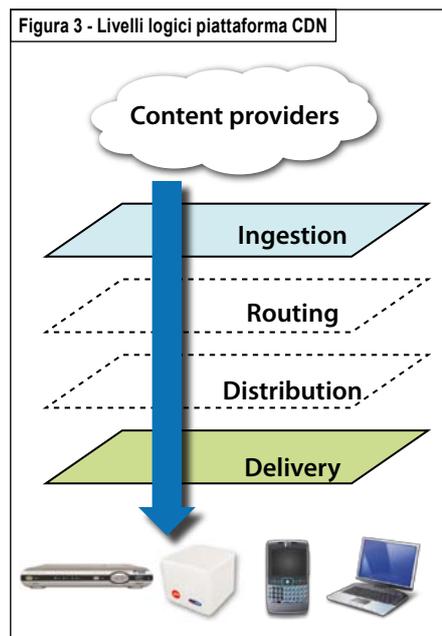
polazione del contenuto prima di essere distribuito. (i.e. trasformazione del format nativo in uno nuovo, classificazione e storage del contenuto, metadata production, ...). In questo livello vengono definite le interfacce e le applicazioni messe a disposizione dei CP per la ingestion.

- **Distribution layer:** Questo livello è responsabile delle policy di distribuzione dei contenuti nella architettura di CDN (i.e. definizione dei CDN Service, definizione delle policy di distribuzione, allocazione dei contenuti e modalità di cancellazione, cache storage management, ...).
- **Content Routing layer:** Questo livello è responsabile della definizione logica e dell'applicazione delle regole di reindirizzamento verso le cache della CDN.
- **Delivery layer:** Questo livello è responsabile della distribuzione fisica dei contenuti verso gli utenti finali.
- **Managements layer:** Questo livello è responsabile dell'implementazione del servizio di management della piattaforma e dei servizi associati (i.e. configurazione device, supervisione dei servizi, logging, reporting, ...).

### 4.2 Elementi della Piattaforma

Facendo riferimento alla suddivisione a livelli precedentemente descritta, di seguito, una breve descrizione delle azioni che vengono effettuate dai principali elementi della CDN (Figura 4).

Gli *Origin Server* possono essere considerati come dei master repository dove "arrivano" i contenuti



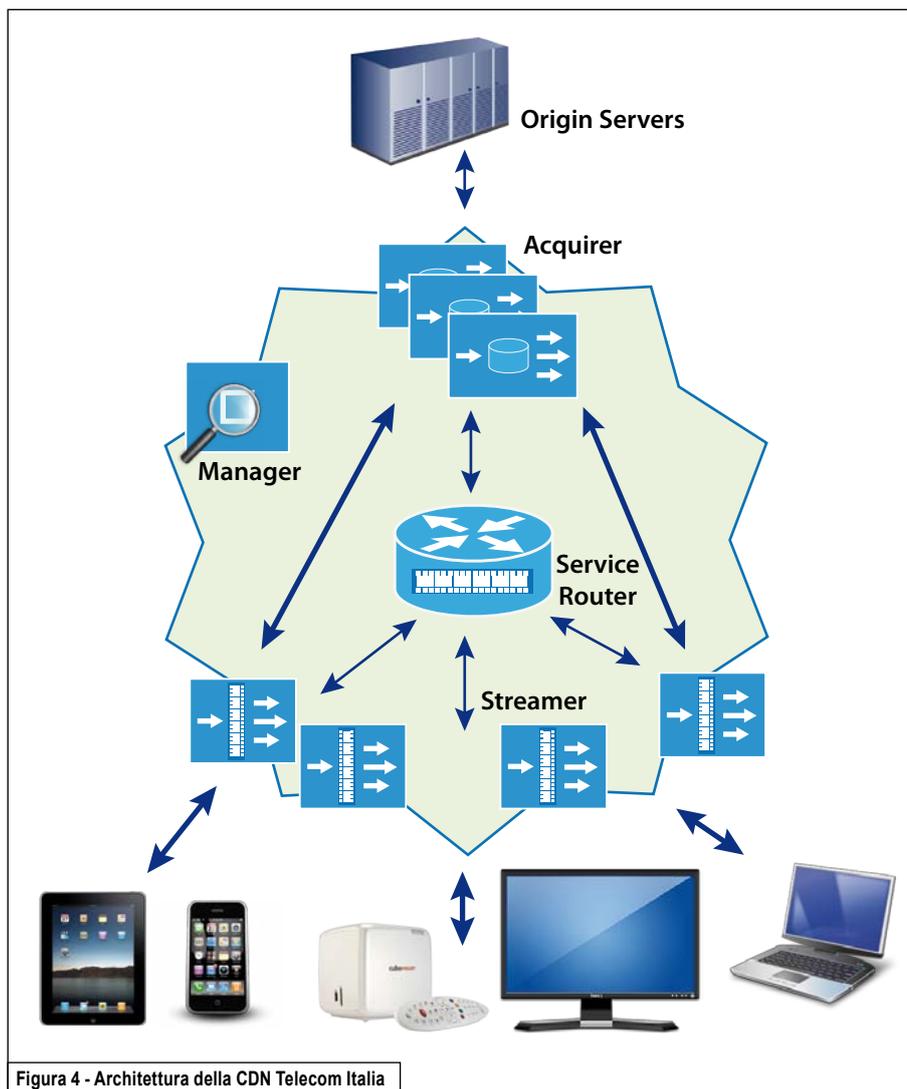


Figura 4 - Architettura della CDN Telecom Italia

provenienti dai Content Provider per essere messi a disposizione della CDN. Nel caso di contenuti live, gli origin possono essere direttamente degli encoder.

Gli Acquirer sono responsabili della corretta "ingestion" dei contenuti nella CDN cioè della loro distribuzione sui nodi di erogazione. Gli Acquirer prelevano i contenuti dagli Origin server. In genere, i contenuti VoD possono essere "ingestati" in anticipo rispetto alle richieste degli utenti finali oppure dinamicamente al momento della richiesta. I contenuti vengono replicati tra PoP in

base alla particolare gerarchia topologica del servizio.

Alla richiesta di un contenuto da parte dell'utente, entra in gioco il SR (*Service Router*).

La funzione primaria del service router è il bilanciamento del carico e il reindirizzamento, verso il corretto dispositivo di erogazione (*Streamer*), della richiesta fatta dal client utente, sulla base del carico e della locazione delle cache. Il SR utilizza le metriche di routing (BGP, OSPF) importate dinamicamente dalla rete (OPB). La "chiave" principale utilizzata per la localizzazione del POP ot-

timale è la "community BGP" associata all'indirizzo IP del client. Il POP selezionato è quello con il "costo" di rete più basso. Il meccanismo (standard) di redirection delle richieste utilizzato è la "redirect 302". Nella scelta del POP ottimale il SR tiene in conto anche dello stato delle singole macchine, monitorate in tempo reale (ogni 2 sec.) sui seguenti parametri: CPU, Memoria, I/O dischi, sessioni contemporanee, guasti HW. Una macchina guasta o sovraccarica viene posta "fuori farm" dal SR. Appena i parametri si stabilizzano viene riadde in servizio in modo automatico e trasparente per gli utilizzatori. In conclusione, il fruitore finale scaricherà il contenuto dalla cache "migliore", cioè dal PoP ottimale.

Infine, gli Streamer sono i nodi di erogazione veri e propri che si occupano di trasmettere il contenuto agli utenti finali. Mediante la Figura 5 si può seguire sequenzialmente cosa accade nel momento in cui un utente finale richiede un contenuto che viene servito dalla CDN.

## 4.3 CDN e device mobili

I meccanismi di re-indirizzamento sono particolarmente utili in caso di device mobili. I terminali mobili, infatti, accedono alla rete pubblica tramite i nodi GGSN posizionati in alcuni dei POP OPB. Tutti gli attuali POP OPB sede di nodo GGSN sono anche sede di POP CDN. Gli indirizzi IP pubblici assegnati ai terminali mobili per la navigazione Internet hanno le stesse "community BGP" di quelli assegnati agli accessi da rete fissa. Quindi, nel caso di richiesta di un contenuto CDN da parte di un terminale mobile, il

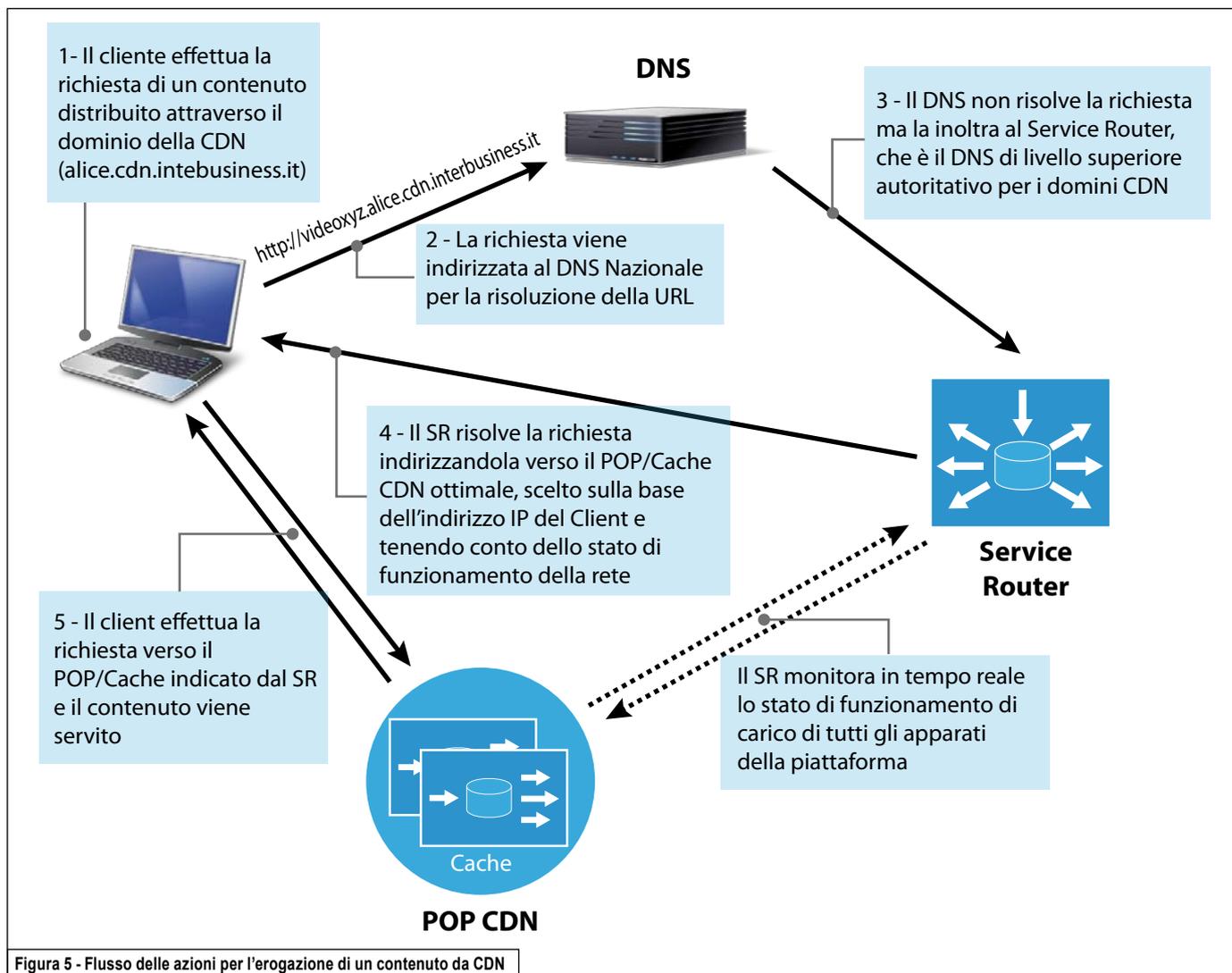


Figura 5 - Flusso delle azioni per l'erogazione di un contenuto da CDN

SR selezionerà in prima scelta il POP collocato con il nodo GGSN, dal quale è arrivata la richiesta. Ne deriva una ottimizzazione del traffico in Rete e dei tempi di risposta del servizio (Figura 6).

Nel caso il servizio non fosse erogato tramite CDN, tutte le richieste sarebbero concentrate verso gli Origin Server attraverso la Rete Pubblica (non ottimizzato). Attualmente ad esempio, tutti i servizi Cubovision per Iphone, iPad e terminali Android, vengono erogati tramite la CDN Telecom Italia migliorando l'experience qualitativa dell'Utente finale.

#### 4.4 Situazione attuale CDN Telecom Italia

L'attuale CDN di Telecom Italia ha le seguenti caratteristiche:

- È distribuita al momento su 19 POP della rete OPB (in prossimità dei clienti finali) con POP di RM e MI ridondati.
- Distribuzione delle richieste verso i POP su base metriche di Rete (BGP/OSPF) per gli utilizzatori di un qualunque operatore di TLC (vedi considerazioni successive).
- Ripartizione automatica delle richieste anche su base dell'u-

tilizzo in tempo reale delle singole Cache (supporto *redirect 302*).

- Supporto per contenuti codificati in diversi formati, distribuiti tramite i più diffusi protocolli disponibili, comprensivi delle modalità ABR su HTTP (Smooth Streaming, HLS, ...).
- Rapida scalabilità delle capacità (Gbps) del singolo POP in caso di necessità.
- Servizio di caching e distribuzione dei contenuti Web e OTT.
- Servizi di reportistica, relativi all'utilizzo dei servizi offerti, personalizzabili sia sulla base

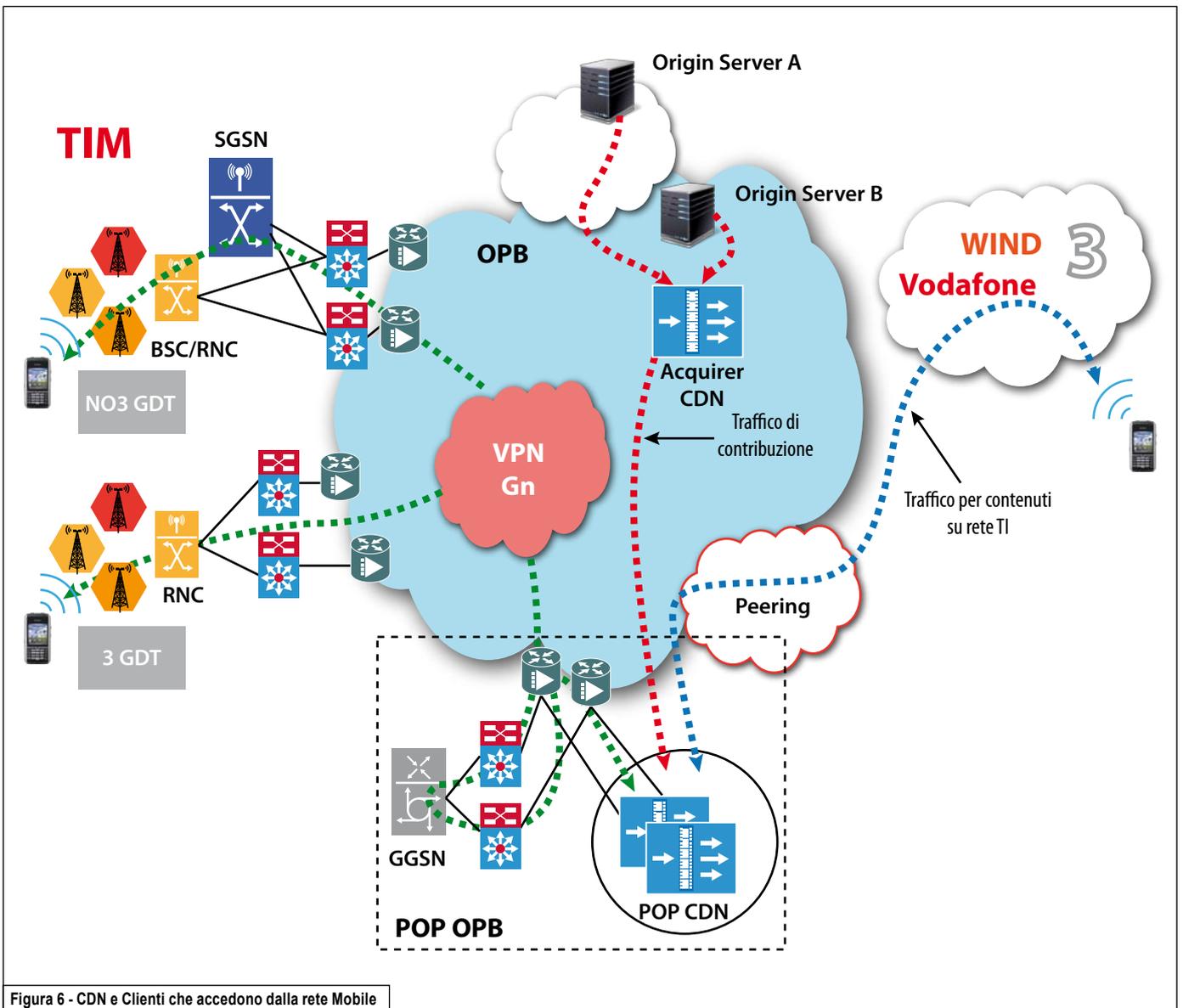


Figura 6 - CDN e Clienti che accedono dalla rete Mobile

del servizio sia sulla base del Content Provider .

- Automatismi di fault tolerance e ridondanza (locale e geografica) trasparenti per l'utente finale.
- Throughput attuale (end 2011): 40 Gbit/s come somma dei flussi in tutte le tipologie di encoding . Raddoppia circa con gli interventi previsti e attualmente in corso.

È importante sottolineare che le richieste provenienti da clienti con

accesso da altri operatori, potranno accedere alle cache della CDN di Telecom Italia, in quanto distributrici dei contenuti richiesti, ma non potranno giovare di avere l'accesso co-locato coi i PoP della CDN, perdendo in pratica molti dei vantaggi che la distribuzione dei contenuti tramite CDN garantisce. Infatti il percorso che farebbe il traffico di erogazione in questo caso non sarebbe più Utente - Accesso TI - CDN, ma Utente - Accesso OLO - rete OLO - peering - rete TI - CDN.

## 4.5 PoP CDN

Ogni singolo POP della CDN è strutturato logicamente secondo la seguente figura (Figura 7), con un livello di traffic collection, al quale viene offerto il traffico per tutte le cache direttamente connesse. Tale livello connette inoltre le cache alle VLAN di accesso di OPB.

Di seguito la descrizione degli apparati coinvolti in un generico PoP CDN e layout relativo (Figura 8) .

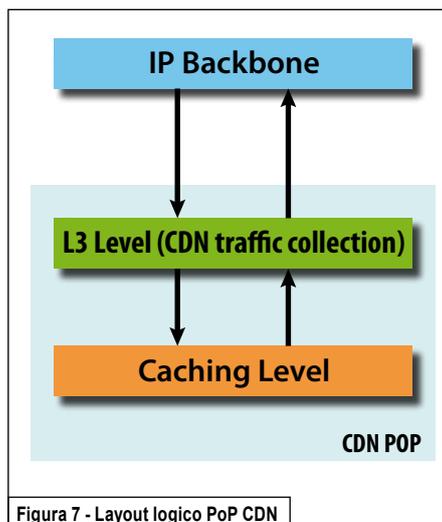


Figura 7 - Layout logico PoP CDN

## 5 CDN Interconnection

L'interconnessione fra CDN permette di estendere l'offerta di servizi anche su altre aree geografiche e quindi su clienti con servizio d'accesso fornito da altri operatori.

Mediante tali accordi, è possibile presentarsi al Cliente Content Provider con un'area geografica (footprint) coperta dai servizi di CDN che è la somma delle aree coperte dalle singole CDN interconnesse. Non necessariamente il Content Provider deve conoscere la soluzione tecnica adottata, cioè con quali e quanti altri operatori sono stati stipulati accordi di interconnessione. Gli basterà conoscere il footprint totale. È chiaro che mediante l'interconnessione i Telco possono aumentare i loro Clienti, approcciando tutti quelli che hanno necessità di distribuire i loro contenuti su più aree geografiche e che oggi possono rivolgersi solo a CDN player globali come AKAMAI. Ma questi ultimi non avranno la capillarità dei PoP sulle singole aree che invece potranno garantire i Telco e non

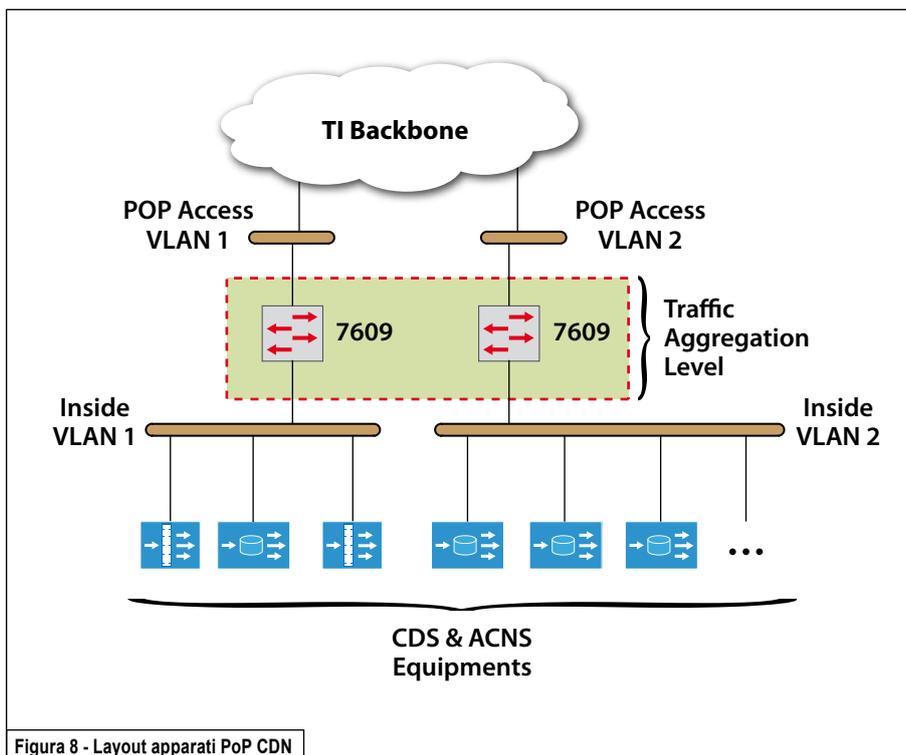


Figura 8 - Layout apparati PoP CDN

## Transparent Cacheing Vs CDN

Perché i telcos dovrebbero usare una CDN e non implementare una soluzione trasparente di caching? La risposta è che queste due soluzioni non fanno lo stesso lavoro e che in realtà si può avere bisogno di entrambi.

### Caching trasparente

Mediante tale tecnica, le richieste di contenuti effettuate dagli utenti finali, vengono intercettate (per esempio da sonde) e tutto il traffico che è di controllo viene inoltrato in modo trasparente verso il sito originario. Quando la sessione inizia a trasmettere i contenuti, questi vengono intercettati e cacheati, mentre la sessione viene lasciata in piedi per trasparenza. Alla prossima richiesta dello stesso contenuto, sarà la cache direttamente a scaricarlo verso il client.

È possibile scaricare con tale tecnica qualsiasi contenuto HTTP purché sia regolare e statico.

È una tecnica trasparente per i browser, ma non per i content publisher. Questi editori non consentono a chiunque di ridistribuire il loro contenuto e questo potrebbe essere causa di questioni giuridiche.

Inserirsi nella consegna dei contenuti con una soluzione di caching trasparente, viola gli accordi giuridici tra fornitori di contenuti (proprietary) e publisher di contenuti. Molti paesi hanno leggi che impediscono agli operatori telefonici di toccare il contenuto in alcun modo.

I Publisher semplicemente non sanno ciò che accade con il loro contenuto quando è memorizzato nella cache: anche se la soluzione di caching è in grado di fornire le informazioni relative, il publisher di contenuti, non saprebbe

avranno soprattutto la gestione dell'accesso.

In generale:

- può garantire una maggiore qualità ai fruitori finali rispetto a soluzioni dei CDN Service Provider (e.g. AKAMAI);
- è di grande appeal per i mercati etnici;
- permette di formulare offerte verso Clienti internazionali che però non vogliono rapportarsi con più di un operatore;
- innesca un circolo virtuoso che ottimizza il traffico sul backbone internazionale e su quello nazionale: è un complemento forte ai modelli di peering oggi esistenti;
- ha senso per un incumbent come Telecom Italia soprattutto se fatta con altri incumbent di altre nazioni in modo da po-

ter offrire i servizi di delivery ai propri clienti anche su quelle aree, sfruttando le sinergie tra CDN e accesso degli incumbent interconnessi;

- strategicamente rappresenta una risposta forte che i Telco possono utilizzare contro ISP come AKAMAI o verso "invasori" come Google.

Il principio di funzionamento è abbastanza semplice. Una volta interconnesse, le CDN, riescono a identificare sia la provenienza della richiesta, sia dove il contenuto oggetto della richiesta risiede. A questo punto basterà inviare il contenuto alla CDN di destinazione, cioè quella più vicina all'utente richiedente, e questa si incaricherà della trasmissione finale come in un normale servizio di delivery domestico.

Ad oggi si sta lavorando alacremente in sede IETF per la definizione degli standard tecnici per l'interconnessione di CDN e ci si aspetta che potremo avere in campo una soluzione funzionante e in produzione per metà 2013. Nel frattempo Telecom Italia partecipa attivamente ad un Trial denominato Cisco Pilot CDN Interconnection Trial, basato su tecnologia Cisco e al quale partecipano numerosi Telco owner di CDN (BT, Telstra, Orange, KDDI, Swisscom, KT,...).

Si prevede che i Telco owner di CDN si interconnetteranno in modo libero, una volta che lo standard sarà disponibile. Ma è chiaro che l'interconnessione ha senso se non si creano situazioni di concorrenza sui singoli territori: non è opportuno interconnettersi con

che il contenuto è memorizzato nella cache, che i report sono disponibili o come ottenerli, visto che non ci sono rapporti commerciali diretti con il telco

Problemi inoltre possono esserci, nell'uso di una soluzione di memorizzazione nella cache, per contenuti non statici come ad esempio gli stream di Youtube.

### Differenze con i servizi di CDN

La CDN è non trasparente sia tecnicamente sia da un punto di vista com-

merciale, perché l'editore dei contenuti controlla esattamente quali contenuti vengono distribuiti attraverso la CDN e ottiene i relativi report dettagliati in modo da poter garantire i suoi accordi con la produzione di contenuti e i partner pubblicitari. Insomma lo scopo principale della CDN è di monetizzare la rete con la vendita di risorse agli editori di contenuti.

In definitiva, se ne deduce che il Caching trasparente è un metodo buono per il download dei generici contenuti

statici HTTP che non sono premium e / o non limitati da aspetti legali, senza un accordo commerciale con i Content Owner/publisher, mentre le CDN servono maggiormente a vendere servizi di distribuzione di contenuti (specie premium), regolati da accordi commerciali con i Content owner/publisher.

## Caching trasparente e CDN possono essere considerati complementari

**Transparent Cacheing** è un metodo valido per ottimizzare l'utilizzo di risorse (i.e. banda, tempi di accesso) per lo scarico di generici contenuti statici via HTTP, non vincolati da accordi legali o leggi.

È da capire:

- Per quali e quanti contenuti è applicabile senza incappare in problemi legali?
- Quale beneficio effettivo apporta alla rete (es: % di traffico)?
- Esiste una classe di contenuti per cui è conveniente?

Le **CDN** servono per la distribuzione di tutti i contenuti *premium*, con qualsiasi protocollo e con introduzione di Servizi a Valore Aggiunto:

- è non trasparente né tecnicamente né da un punto di vista commerciale: l'Editore controlla esattamente quali contenuti sono distribuiti
- scopo principale è quello di monetizzare la rete con la vendita di servizi e risorse agli Editori di contenuti.

## La CDN del Gruppo Telecom Italia

Il progetto "CDN del Gruppo TI" ha definito le linee guida ed i piani per una federazione tra le CDN delle Società del Gruppo, che consenta:

- l'interconnessione "seamless" tra le CDN in Italia, Brasile, Argentina e la rete internazionale di Sparkle;
- una gestione delle CDN fatta in modo "indipendente" dalle singole Società, ma in grado di fornire servizi con QoS e2e;
- una riduzione dei costi di gestione del traffico IP nei backbone nazionali e nel backbone internazionale;
- l'interconnessione con le CDN di altri operatori, OTT/CP, pure CDN players

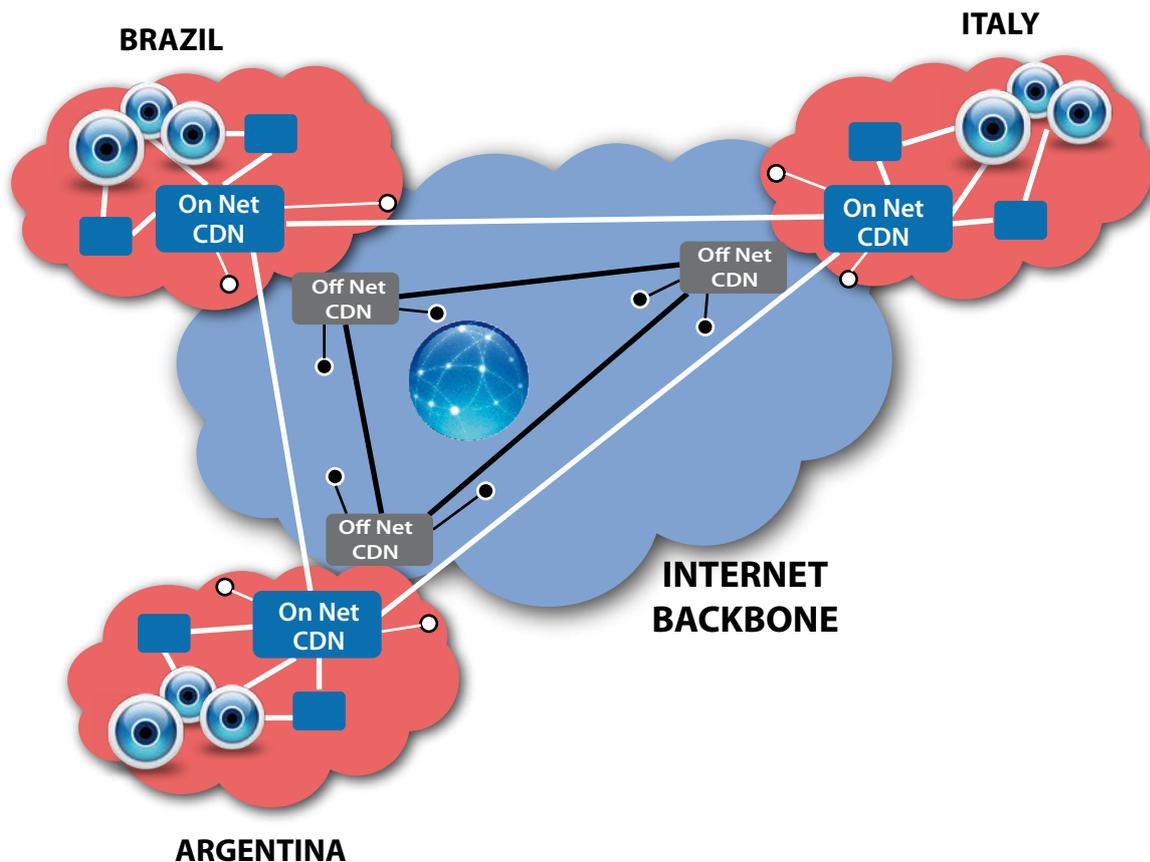
(come ad esempio Akamai e Lime-light);

- di abilitare l'offerta verso OTT/CP di servizi di content delivery, con qualità garantita e2e, ai clienti di rete fissa e mobile (circa 140 milioni) delle Società del Gruppo. La qualità e2e richiede anche altre funzionalità sul backbone IP e sulla rete di accesso radio.

L'architettura CDN sviluppata all'interno delle reti delle Società del Gruppo (deep CDN) è l'elemento distintivo che crea valore per la CDN di Gruppo, rispetto alle piattaforme di CDN offerte dai cosiddetti "pure CDN players", tradizionalmente sviluppate solo fino ai bordi (Off

Net) dei backbone degli operatori, poiché consente di garantire migliori prestazioni ed in particolare la QoS e2e. La qualità ha un forte impatto sul fatturato di OTT/CP (ad esempio è stato rilevato che un ritardo di 1 secondo nella risposta alle richieste sul WEB causa un peggioramento del 16% nella soddisfazione degli utenti, ed una riduzione dell'11% nel numero delle pagine visitate) ed è quindi molto importante per il successo commerciale della CDN di Gruppo. Prova ne è il fatto che alcuni "pure CDN players" leader di mercato (es. Akamai) stanno facendo proposte/accordi per realizzare infrastrutture deep CDN (cioè

Figura 9 - CDN di Gruppo



per portare la loro piattaforma “dentro” le reti degli operatori) al fine di migliorare la qualità di consegna del traffico e la fruizione dei contenuti da parte dei clienti finali.

Il progetto “CDN del Gruppo TI” si inquadra nello scenario più generale della strategia di “IP Interconnection and Sustainability”. A causa della continua crescita del traffico IP (in uno scenario dominato dai “dati” e non più dalla “voce”), OTT e CP ottengono ricavi crescenti da pubblicità e dagli stessi Clienti Finali, mentre gli Operatori devono sostenere costi incrementali per l'evoluzione tecnologica e la crescita dimensionale delle reti, a fronte di ricavi flat dai Clienti retail di rete fissa e di una forte competizione sui prezzi nei servizi mobili. D'altra parte OTT/CP hanno necessità, per lo sviluppo dei propri business, di qualità nel delivery ai clienti finali (si pensi alla visione di filmati a pagamento, ai giochi multi-player on-line, ecc...). Una soluzione a questo problema di Sostenibilità, consiste nel passare ad un nuovo ecosistema in cui gli Operatori offrano, oltre al “best-effort”, servizi di “delivery con qualità”, a fronte dei quali possano ottenere adeguate remunerazioni dagli OTT/CP che generano il 70-80% del traffico IP in rete. L'interconnessione diretta con OTT/CP, e l'offerta di QoS, permette agli Operatori di proporre nuovi modelli di business basati ad es. su Revenue Sharing, valorizzando i propri asset principali: l'infrastruttura di rete fissa e mobile, ed il bacino dei clienti finali direttamente serviti ■

lorenzo.magnone@telecomitalia.it  
daniele.roffinella@telecomitalia.it

operatori di CDN operanti sullo stesso territorio e soprattutto che abbiano footprint minori di Telecom Italia (si darebbe loro un vantaggio commerciale).

## 5.1 La CDN del Gruppo

Un obiettivo strategico del 2012 per Telecom Italia è quello di testare le funzionalità e identificare le potenzialità di una interconnessione di CDN che interessi le tre maggiori aziende del Gruppo: Telecom Italia, Telecom Argentina e TIM Brasil. A tal scopo, si sta procedendo con la progettazione tecnica di un ambiente di trial che metta in comunicazione i CDN test plant nelle tre regioni domestiche in modo da simulare l'interconnessione. Una volta in produzione, una tale architettura (v. box a lato), permetterebbe non soltanto ai singoli attori di presentarsi ai rispettivi Clienti domestici con un footprint che comprenderebbe Italia, Argentina e Brasile, ma anche approssimare Clienti internazionali (e.g. Netflix), interessati a distribuire i propri contenuti in questi paesi, presentandosi come Gruppo che copre un footprint vasto e con garanzia di qualità di servizio.

## 5.2 Strumenti Gestionali

Nell'ottica di arricchire gli strumenti a disposizione dei Clienti della CDN Telecom Italia, è stato creato un portale web per il monitoraggio e la reportistica dei servizi, con viste dedicate alle competenze del singolo CP. La console accessibile via portale web, sintesi e raggruppa elementi indi-

cativi dello stato del servizio. Tali valori sono riportati in forma aggregata su base oraria, ovvero con un dettaglio a intervalli di 10 min. Vengono fornite tutte le informazioni necessarie al controllo: informazioni sulla payload erogato, sugli errori rilevati, sui tempi di servizio.

I dati vengono aggiornati ogni 10 minuti. Questo è molto importante, in quanto per un Content provider, ma soprattutto per un Broadcaster, avere la possibilità di controllare l'andamento del servizio con un gap temporale così limitato è fondamentale.

La console dà anche la possibilità di consultare in modalità grafica alcune statistiche per eventuali ed ulteriori approfondimenti di analisi da parte dei CSP. Anche i grafici in questione sono aggiornati in near real time.

Chiaramente tutte le informazioni sono aggregabili in vari modi per agevolare le viste necessarie: per singolo CP, Servizio, Server, Orario, ...

Inoltre, è stato invece creato un tool, sempre accessibile via web, capace di interagire con i parametri più significativi dei diversi Delivery Services. Le risorse messe a disposizione dal sistema sono profilabili (Content Provider, VOC, Admin, etc.) e assicurano un'iterazione con le funzionalità basilari per la gestione della CDN, dando la possibilità al singolo CP di rendersi autonomo e di interagire direttamente con la piattaforma.

Oltre a questo strumento, è disponibile una piattaforma di reportistica evoluta: Skytide (Figura 10). Questa analizza ed elabora i log transazionali della CDN e, sulla base di questi, organizza report e grafici con statistiche relative al traffico e ai contenuti veicolati dalla CDN.

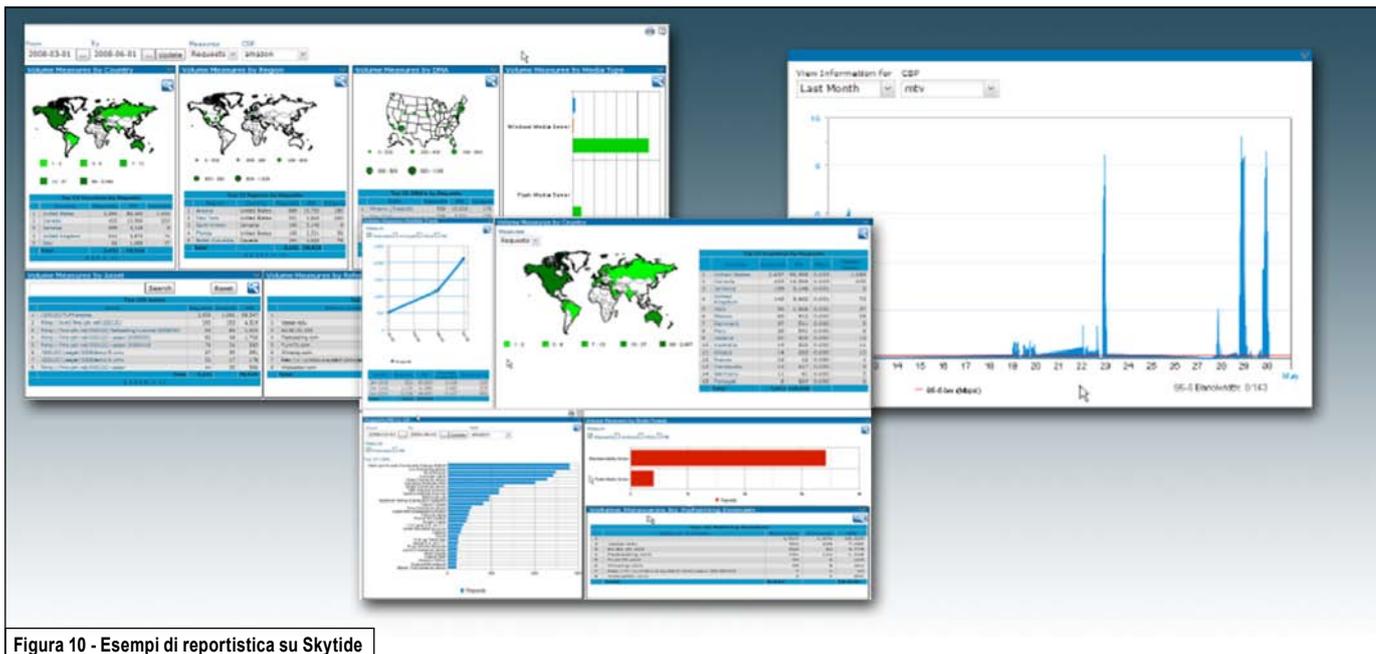


Figura 10 - Esempi di reportistica su Skytide

## Conclusioni

Si può concludere che la Content Delivery Network rappresenti per Telecom Italia un asset strategico. I servizi di distribuzione dei contenuti, infatti, sono sempre più richiesti dai Content Provider che non vogliono investire più grandi quantità di denaro in servizi di pura connettività, cercano di risparmiare sul numero di server totale da impiegare e non desiderano affrontare problemi gestionali. Analogamente il

cliente finale percepisce una qualità maggiore nella fruizione dei contenuti da CDN, fidelizzandosi sia al CP che al telco da cui ha comprato l'accesso. Per Telecom Italia l'interconnessione delle tre CDN domestiche (Italia, Argentina e Tim Brasil), renderà possibile proporre, sia ai Clienti dei tre mercati domestici che a quelli di tipo internazionale, servizi di delivery dei contenuti su una CDN di Gruppo con un footprint che comprende le tre aree geografiche, aprendo così nuove e interessanti opportunità di business ■

### Acronimi

<b>ABR</b>	Adaptive Bit Rate
<b>CDN</b>	Content Delivery Network
<b>CP</b>	Content Provider
<b>DAM</b>	Digital Asset Management
<b>OTT</b>	Over The Top
<b>PoP</b>	Point of Presence
<b>VOD</b>	Video on Demand

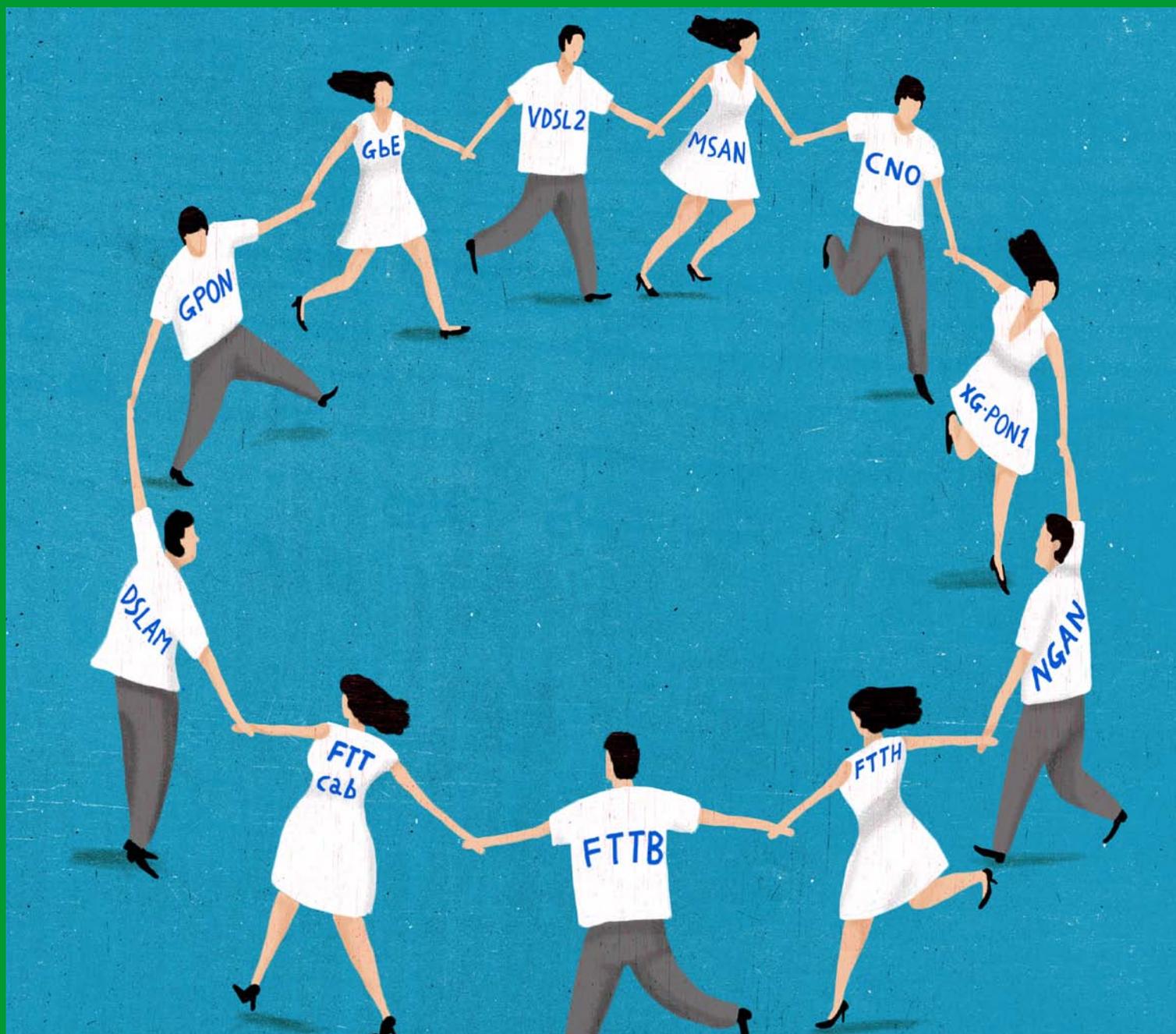
**Francesco Calonico**

ingegnere informatico, dopo un'esperienza presso il CNR nell'ambito del Progetto Finalizzato Telecomunicazioni, è stato assunto in British Telecommunication Italia.. Dal 2000 lavora in Telecom Italia, dove si è occupato inizialmente dell'industrializzazione della rete B-NAS e poi dell'ingegneria dei servizi a valore aggiunto (videocomunicazione, Voip, IPTV, DAM, ...). Oggi è responsabile della funzione Multimedia Solution in Telecom Italia Lab.

# EVOLUZIONE DELLA RETE DI ACCESSO FISSA

CONFERENZE

Michela Billotti



**U**n momento di confronto tra varie realtà aziendali, svoltosi a Torino il 13 aprile scorso, su come e perché stia evolvendo la rete di accesso fissa di Telecom Italia. Una Giornata di Studio che ha offerto spunti e risposte sui principali snodi tecnologici dell'innovazione nell'UBB fissa, spaziando dalla situazione in Italia sino all'America Latina entro e oltre l'arco di Piano (2012-2014), ed approfondendo alcuni modelli di partnership e gli impatti della Regolamentazione italiana. In questo articolo si fornisce una sintesi ragionata dei vari interventi.

A dare il via ai lavori, dopo il benvenuto di **Sandro Dionisi, Giovanni Picciano** che ha spiegato come l'evoluzione della rete di accesso in ottica NGAN sia da Telecom Italia effettuata principalmente con le architetture FTTH e FTTCab." La soluzione FTTH - ha dettagliato Picciano - sarà per lo più realizzata utilizzando la soluzione GPON con fattore di splitting 1:64 ed, in parte molto minore, con soluzione

GbE punto-punto per un sottoinsieme degli accessi richiesti dalla clientela Top. La soluzione FTTCab sarà invece realizzata mediante l'installazione di un apparato VDSL2 in prossimità degli armadi ripartilinea, utilizzando così collegamenti in fibra ottica in rete di accesso primaria e collegamenti in rame in rete di accesso secondaria fino alle sedi cliente". Con questa soluzione FTTCab Telecom Italia prevede di

poter offrire, in prospettiva, accessi a 50 Mbit/s in downstream e oltre 10 Mbit/s in upstream ad una sempre più elevata percentuale di clienti; in aggiunta, mediante l'applicazione di tecniche di vectoring, le velocità di accesso raggiungibili potranno essere ulteriormente incrementate. Inoltre è stato sottolineato come, se da punto di vista degli accessi broadband si stia ormai assistendo alla conver-

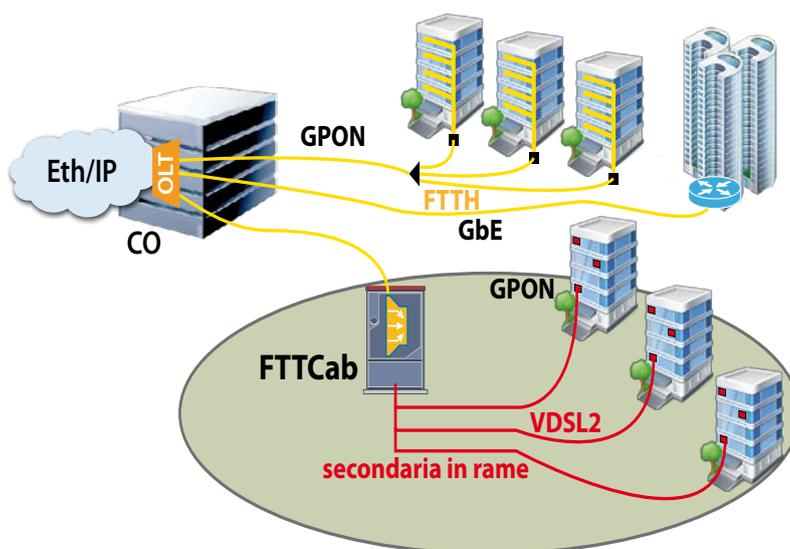
Figura 1 - Le soluzioni FTTH e FTTCab proposte da Telecom Italia

**Soluzione FTTH:**

- GPON 1:64
- GbE per clienti Business/TOP

**Soluzione FTTCab:**

- ONU-Cab (MiniDSLAM VDSL2) in sopralzo su armadio ripartilinea.
- 48 porte VDSL2 per armadio ripartilinea
- POTS Splitter per offerte sia VoIP sia POTS
- Telealimentazione da centrale con doppiனி dedicati
- Possibili evoluzioni:
  - Ampliamento dell'ONU-Cab VDSL2
  - Copertura FTTH dell'area armadio



genza di tutte le tipologie di accesso su un unico apparato di accesso multiservizio MSAN (*Multi Service Access Node*) in grado di raccogliere accessi sia in rame (ADSL, VDSL, SHDSL) sia in fibra ottica (FE e GbE), sia dati sia voce (POTS e ISDN), sia Eth sia legacy (2 Mbit/s ATM e TDM), l'evoluzione della rete di aggregazione potrebbe prevedere un uso sempre più spinto di tecnologia WDM, allo scopo di evitare 'colli di bottiglia', semplificare le attività operative e aumentare l'affidabilità della rete di raccolta.

A corredo di questa affermazione l'intervento di **Francesco Montalti** che ha sottolineato "come operativamente nella prima fase di evoluzione della rete d'accesso fissa venga studiata e realizzata la sola rete primaria (cavi da 144 fibre) e si preveda l'installazione di CNO (*Centri Nodali Ottici*) collegati agli armadi riparti linea con cavi a 24 fibre e poi, solo al momento del passaggio da FTTCab a FTTH, sarà studiata e realizzata la rete secondaria e i CNO saranno equipaggiati per la rete GPON a 64". In considerazione delle varie tipologie di installazione

in rete di accesso e all'interno di edifici Telecom Italia ha infatti optato per l'impiego di fibre di nuova generazione bend insensitive, e per fibre a coating ridotto (200 micron), che permettono di sviluppare cavi ad alta potenzialità senza aumentarne il diametro esterno e quindi compatibili con le nuove minitecnologie (minicavi e minitubi).

Ma l'innovazione non si limita alle sole tecniche di scavo, coinvolge anche la centrale nella quale sarà individuato uno spazio (isola ottica) che progressivamente accoglierà un nuovo permutatore ottico sul quale saranno convogliati sia i cavi di rete sia quelli provenienti dagli apparati, in modo da poter instradare il segnale mediante permutate con bretelle ottiche. "In questo caso la sfida tecnologica - conclude Montalti - consiste nello studiare ed introdurre in campo quelle soluzioni di permutatore ottico che minimizzino la percentuale di errori di cablaggio, trovando così un giusto compromesso tra la complessità delle regole di cablaggio e il presidio che si deve avere del permutatore".

Ha preso poi la parola **Gianfranco Ciccarella** che ha richiamato l'attenzione sull'impatto che gli obblighi di accesso, imposti agli Operatori incumbent, hanno per lo sviluppo delle reti di nuova generazione.

"In Italia, caso unico in Europa - ha precisato Ciccarella - gli obblighi di accesso per la NGN comprendono tutte le opzioni previste dalla corrispondente Raccomandazione europea ed il Regolatore, nel caso di fibra spenta "end to end", ha introdotto un obbligo non previsto in nessun altro Paese Europeo.

L'AGCOM italiana ha quindi adottato un modello regolamentare che prescrive la massima apertura della rete di accesso di nuova generazione di Telecom Italia senza per altro prevedere, almeno per ora, alcuna simmetria degli obblighi per la rete sviluppata dagli altri operatori".

La sostenibilità economica dei progetti NGAN è stata un altro punto oggetto di analisi. In particolare è stata evidenziata l'importanza delle iniziative di partnership, che Telecom Italia sta sviluppando sia con Pubbliche Am-

Figura 2 - La miniaturizzazione delle sedi di posa

**Viene quintuplicato il numero di cavi utilizzabili a parità di spazio occupato**

**TRADIZIONALE**



**Diametro 40 o 50 mm**

**Scavi di sezione di qualche cm**

**MINIATURIZZATO**



**Diametro 10/14 mm (Interno/esterno)**

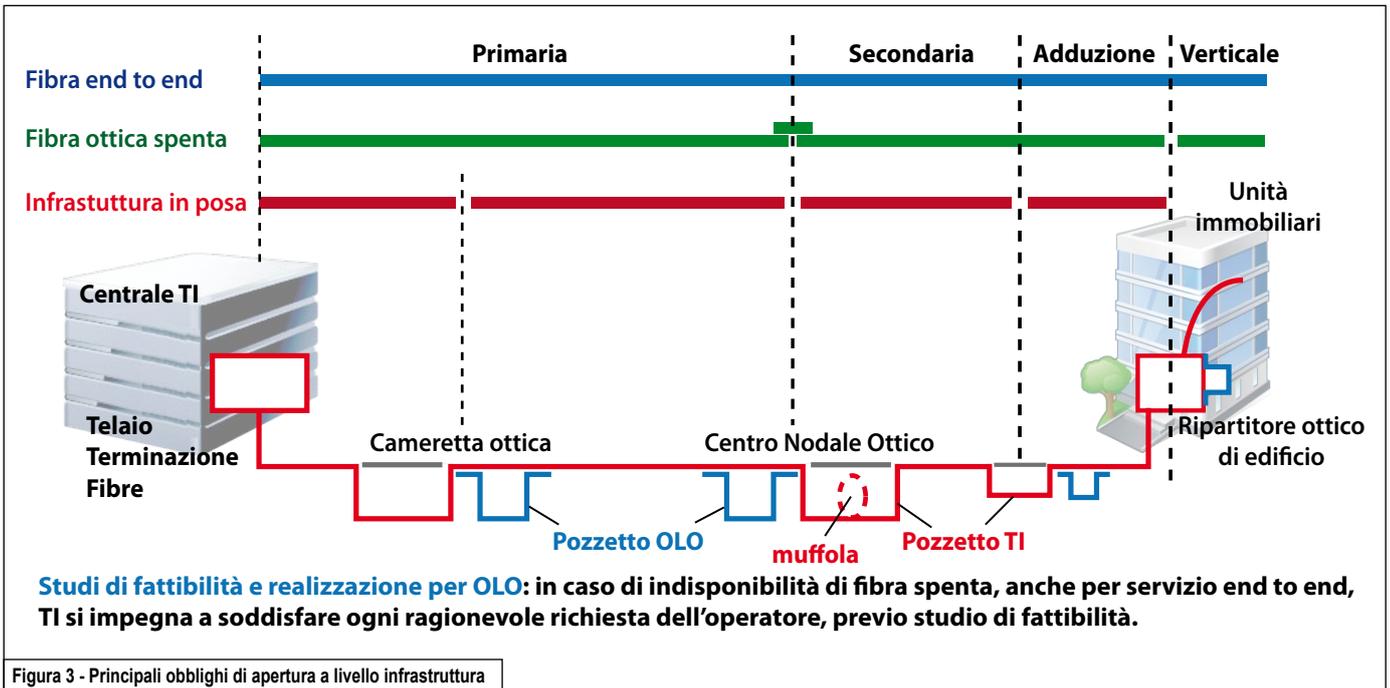
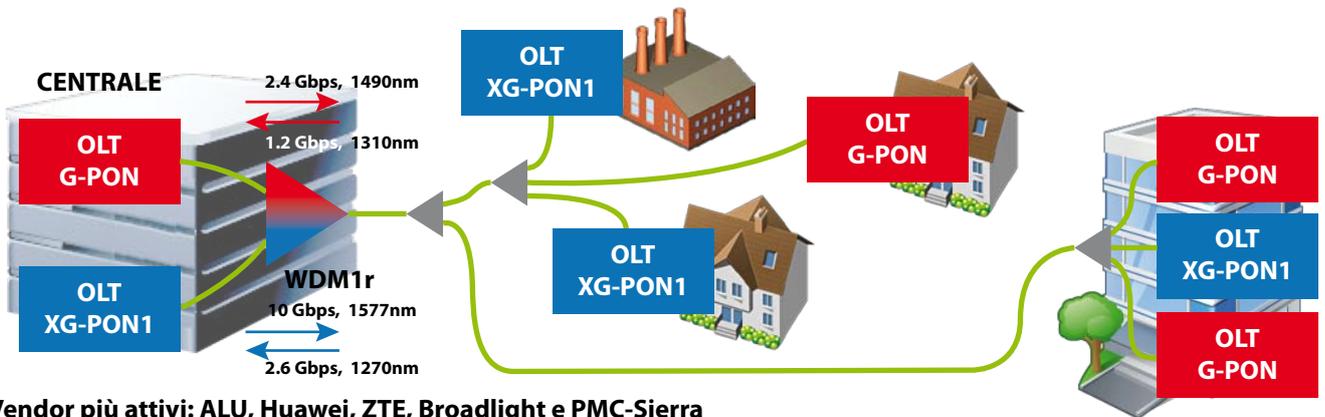


Figura 4 - XG-PON1: Evoluzione delle GPON verso i 10 Gbps

- **10 Gbps Downstream + 2.5 Gbps Upstream**
- **Interoperabilità OLT-ONT ereditata dai sistemi GPON**
- **Coesistenza GPON e XG-PON1 sulla stessa infrastruttura ottica passiva**



**Vendor più attivi: ALU, Huawei, ZTE, Broadlight e PMC-Sierra**  
**Disponibili i primi prodotti, maturità nel corso del 2013-2014**  
**Primi Trial: Verizon, China Mobile, China Telecom, China Unicom, Etisalat**

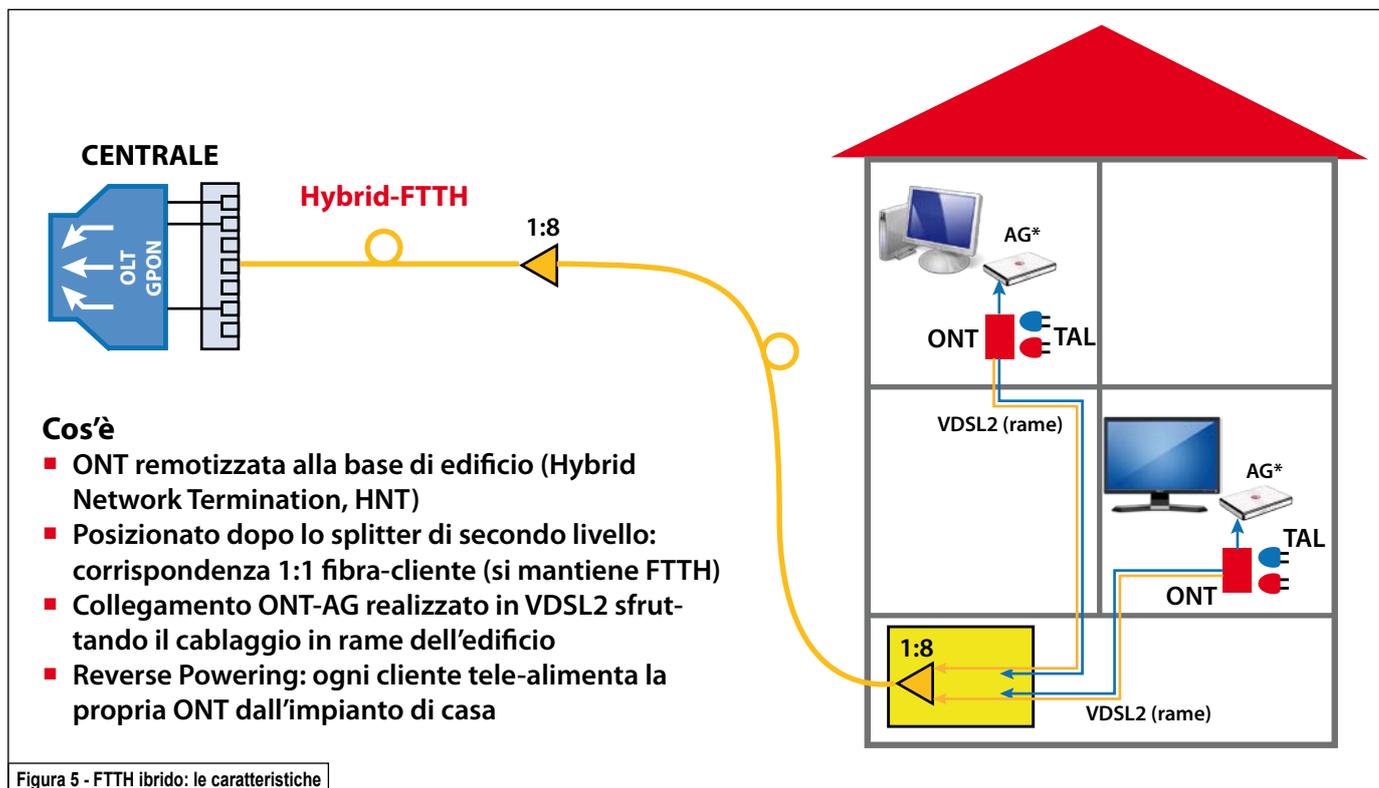
ministrazioni locali, come ad esempio l'accordo stipulato con la Provincia Autonoma di Trento per la realizzazione di una rete Multi GPON che raggiungerà il 60% delle unità immobiliari, sia con altri soggetti privati.

**Alessandro Capurso e Paola Cinato** hanno invece proposto i temi caldi in

esame per l'evoluzione della rete d'accesso "oltre l'arco di Piano 2014". Le tecnologie trasmissive, sia ottiche che su rame, stanno infatti evolvendo per offrire prestazioni sempre più spinte e a costi sostenibili.

"Lo standard XG-PON1 - ha esemplificato Capurso - permetterà rate fino

a 10 Gbps condivisi e potrà essere dispiegato in rete sulla stessa infrastruttura ottica su cui è già presente la GPON; la tecnologia NG-PON2, in via di definizione nell'ente di standardizzazione FSAN, si spingerà quindi verso rate ancora superiori, sfruttando la moltiplicazione in lunghezza d'onda".



In questo contesto, per abilitare un deployment massivo, diventa chiave l'interoperabilità tra vendor differenti per tutte le tecnologie, così come ingegnerizzare soluzioni che risolvano i problemi oggi riscontrati in campo. Da qui l'interesse, anche a livello internazionale, verso soluzioni che permettano il riuso del verticale in rame e sfruttano la tele-alimentazione lato cliente, come FTTH Ibrido, allo studio. “Queste soluzioni - ha spiegato Cinato - si collocano tra le architetture denominate FTThDP (*Fiber To The distribution Point*), per le quali è in via di definizione una nuova tecnologia trasmissiva su rame che, sulle distanze contenute tipiche del verticale, potrebbe offrire velocità aggregate fino a 500Mbps- 1 Gbps (G.fast)”.

Dopo l'exkursus futuribile, l'illustrazione e il commento ai numeri e ai progetti in campo sull'evoluzione della rete d'accesso, previsti in Italia nel triennio 2012-2014, sono stati curati da **Giancarlo D'Orazio** e **Raoul Pieroni**.

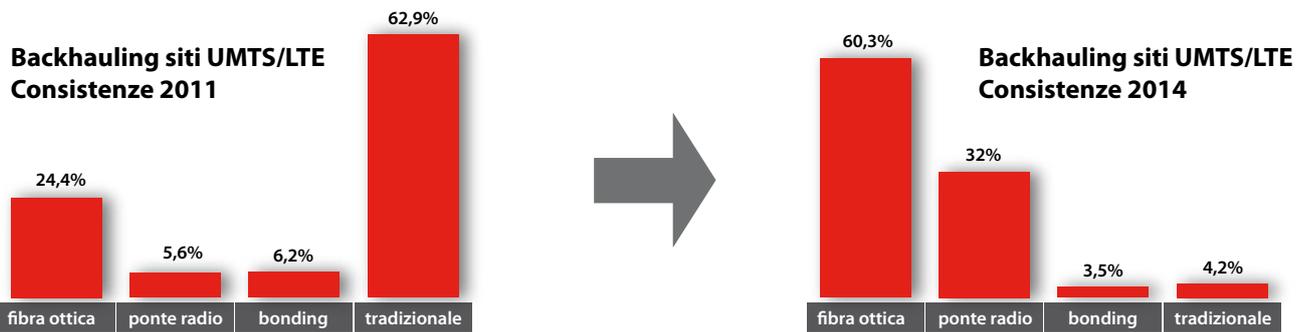
Nello specifico D'Orazio ha precisato che in Italia, così come nel resto del mondo, nei prossimi anni continuerà la crescita inarrestabile del traffico dati, sostenuta soprattutto dalla diffusione dell'Internet video e dal mobile broadband. Anche nel segmento della rete di accesso fissa è previsto un trend di crescita molto consistente, guidato soprattutto dall'incremento dello “usage” dei clienti.

“Il piano 2012-2014 di Telecom Italia - ha ribadito D'Orazio - costituisce un momento di discontinuità rispetto al passato, e vede nello sviluppo delle reti “ultrabroadband” uno dei principali capisaldi. In questo contesto, la rete fissa è destinata a giocare un ruolo particolarmente cruciale, non solo per garantire gli obiettivi di sviluppo della rete NGAN, ma anche perché essa è coinvolta nella realizzazione delle piattaforme di accesso mobile di nuova generazione (4G e LTE), per le quali la fibra ottica nel segmento di backhauling costituisce un requi-

sito fondamentale. Lo sviluppo della rete NGAN avverrà prevalentemente in modalità FTTCab (*Fiber To The Cabinet*), che consente un deployment veloce e guidato dal mercato, a costi molto inferiori a quello della soluzione FTTH (*Fiber To The Home*). L'accelerazione nell'introduzione della fibra ottica in rete di accesso porterà, per la prima volta, e già nel corso del corrente anno, al superamento delle realizzazioni in fibra ottica rispetto a quelle tradizionali in rame”.

A compendio di questo intervento quello di Raoul Pieroni che ha ribadito come sia sempre più fondamentale saper governare in maniera costante il cambiamento e l'innovazione, coniugandoli con funzionalità delle piattaforme e degli apparati, semplicità nelle fasi di Creation, Delivery ed Assurance, compatibilità ambientale, e time to market.

“Per dirla con Aristotele - ha semplificato Pieroni - il passaggio dalla *potenza* all'*atto* non è mai un processo semplice: un esempio per tutti noi tecnici



**A fine Piano oltre il 90% dei siti 3G/4G sarà dotato di backhauling evoluto in fibra ottica o in ponte radio**

Consistenze BH siti UMTS/LTE	2011	2012	2013	2014
Tipo BH per UMTS/LTE	12.917	13.617	15.547	18.107
Fibra ottica n° siti	3.154	6.364	8.576	10.921
Pone radio n° siti	727	1.567	3.555	5.799
Bonding n° siti	788	788	738	638
Tradizionale (nxE1 n° siti)	8.248	4.898	2.678	749

Figura 6 - L'accesso fisso al servizio di backhauling mobile

Figura 7 - Gli obiettivi per un efficace deployment in campo

Ingegnerrizzazione	Qualificazione	Sistemi a supporto	Installazione	Esercizio
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trattandosi di apparati stradali, <b>ingegnerizzazione del contenitore tale da consentire adeguate condizioni di funzionamento</b> all'elettronica ed adeguata protezione da tentativi di effrazione o aperture indebite</li> <li>Caratteristiche di ingombro e di rumore tali da consentirne una <b>accettabile compatibilità ambientale</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fasi di qualificazione (PVV,PQR) contenute nei tempi, <b>rispondenti alle esigenze di time to market</b> e comprensive di PCL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Funzionamento in catena completa prima dell'inserimento in esercizio</b> (piena integrazione con le catene gestionali di creation, delivery, assurance) in tutte le proprie parti e per tutti i prodotti/servizi resi disponibili</li> <li><b>Modellizzazione nei data base legacy</b> per consentire agevolmente l'estrazione di dati di esercizio dell'intero apparato o di proprie parti significative; possibilità di misurare efficacemente ed a costi ragionevoli le prestazioni della rete e dei servizi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase di installazione e collaudo <b>semplice e veloce</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Tempi contenuti per la risoluzione delle inevitabili anomalie residue</b></li> <li>Capacità di diagnosi, <b>autodiagnosi e ripristino da remoto</b> superiori a quelle degli apparati della precedente generazione</li> </ul>

- tasso di guasto del complesso "apparato + rete di accesso residua" inferiore - o al più uguale - a quello della sola rete di accesso preesistente
- tasso di guasto intrinseco dell'apparato outdoor dello stesso ordine di grandezza dei fratelli indoor

## Rete Metro

## MSAN e Rete Secondaria

## Provisioning Cliente

## Rete Interna

## Access Gateway



Utilizzo della rete metro in FO acquisto con AES ATIMUS



Posa MSAN su palo e Rete secondaria corta



Permuta nel MDF di palazzo



Rete verticale già disponibile nei palazzi



CPE VDSL basic per la fase di lancio

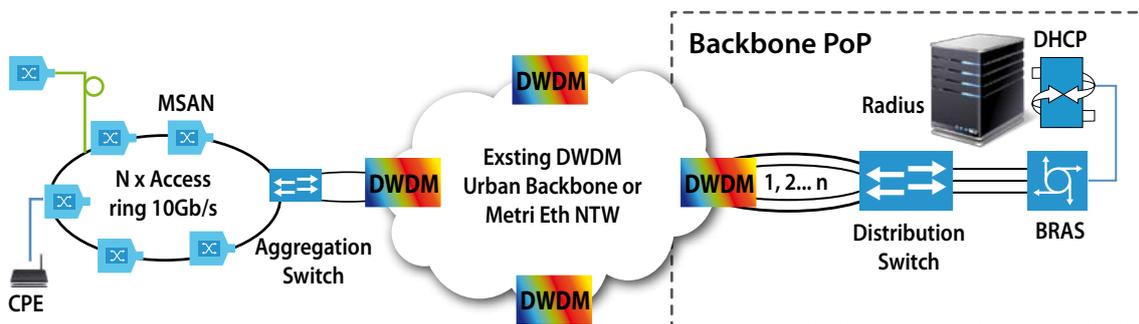


Figura 8 - Evoluzione rete di accesso fissa - UBB fissa in Argentina e Brasile

è costituito dall'apparato MSAN che, dalla fine delle prove di qualificazione, ha richiesto circa un anno e mezzo di "fine tuning" prima di raggiungere un grado di maturazione ed un'affidabilità tali da consentirne un impiego diffuso sulla nostra rete di accesso. E ora, più che mai in futuro, questi tempi non sono più accettabili!"

Dopo la panoramica sull'evoluzione della rete d'accesso fissa in Italia, ha concluso la sessione degli interventi tecnologici **Fabrizio Nanni**, che ha illustrato lo scenario dell'ultrabroadband fissa in Argentina e Brasile. Nello specifico è stato evidenziato come il piano di sviluppo multi-country di Telecom Italia trovi nel mercato Sudamericano delle opportunità di crescita e di sviluppo del business sempre più importanti. "La posizione di leadership detenuta da Telecom Italia in Argentina - ha ricordato Nanni - si consolida attraverso lo sviluppo dell'accesso broadband. Ciò è reso

possibile da un piano di evoluzione della rete fissa in ottica FTTx, ed in particolare FTTC, che prevede, entro il 2014, di inserire nuovi apparati xDSL collegati in fibra ottica e posizionati in 7000 armadi stradali esistenti nella rete in rame; il tutto a beneficio delle performance e dei nuovi servizi offerti ai nostri clienti".

Per il Brasile, invece il Gruppo Telecom Italia sta cogliendo un'opportunità storica: "entro l'estate di quest'anno - ha chiarito Nanni - è infatti previsto il lancio a San Paolo e successivamente a Rio de Janeiro di un'offerta ultra broadband fissa, erogata attraverso piattaforme tecnologiche basate sull'utilizzo di fibra ottica in accesso e apparati VDSL2".

A seguire la tavola rotonda, moderata da **Enrico Maria Bagnasco**, che ha invece focalizzato l'attenzione sulle opportunità commerciali che le varie offerte UBB del Gruppo offrono ai clienti; da qui il dibattito, che ha visto,

**Alessandra Bucci, Paolo D'Andrea, Stefano Nocentini, Silvio Laureti, Andrea Parisi e Luigi Zabatta** ribadire l'importanza delle soluzioni cloud, il rilancio del VOIP, la continua valorizzazione di proposte xDSL in ambiente domestico, a favore di una sempre più innovativa Digital Home, oltre che il proseguimento di concorrenziali offerte Wholesales in ottica end-to-end; il tutto esercito da personale qualificato e continuamente formato.

A conclusione dalla Giornata l'intervento di **Roberto Opilio** che sinteticamente ha ribadito come "sia strategico per Telecom Italia far evolvere, in maniera redditizia, la rete per offrire dei servizi avanzati, che siano amati e apprezzati dai nostri clienti" ■

michela.billotti@telecomitalia.it

**Michela Billotti**

Giornalista, direttore responsabile del Notiziario Tecnico di Telecom Italia, è passata dal mondo delle lettere classiche, in cui si è laureata nel 1993, al settore delle telecomunicazioni. Da oltre quindici anni in Telecom Italia ha dapprima collaborato all'organizzazione di eventi nazionali e internazionali, poi gestito i rapporti con i media interessati all'evoluzione dell'ICT; ora coordina i vari aspetti della comunicazione tecnica. È autrice di articoli e di libri sull'evoluzione del mondo delle telecomunicazioni scritti per un pubblico di "non addetti ai lavori".

# LA REGOLAMENTAZIONE DELL'ACCESSO NGAN

Giovanni Battista Amendola

REGOLATORIO



**L**e reti di nuova generazione (NGAN) rappresentano l'ambito più dibattuto della regolamentazione europea e nazionale. In particolare, gli *incumbent* paventano gli ostacoli per lo sviluppo di queste reti rappresentati da una regolamentazione troppo invasiva e non proporzionata alle reali condizioni del mercato. Gli Operatori Alternativi OLO (*Other Licensed Operators*), invece, sostengono che la transizione alle NGAN potrebbe determinare forti restrizioni della concorrenza. La Commissione Europea e le Autorità nazionali di regolamentazione si sono, pertanto, trovate ad individuare nuovi assetti regolamentari, in grado, da un lato, di non scoraggiare ma, anzi, promuovere gli investimenti nelle reti in fibra e, dall'altro, di preservare l'assetto competitivo che è stato progressivamente raggiunto nella fornitura dei servizi basati sulle reti in rame. Nel seguito si fa chiarezza sul tema.

## 1 La Raccomandazione NGAN

### 1.1 Gli obiettivi della Raccomandazione

Il 20 settembre 2010, la Commissione Europea ha pubblicato la Raccomandazione<sup>1</sup> sulle reti NGAN<sup>2</sup>. Il documento indica alle NRA (*Autorità nazionali di regolamentazione*) le linee guida da seguire nella definizione delle regole da applicare alle reti fisse di accesso di nuova generazione.

In particolare, con questo documento, la Commissione cerca di identificare le modalità più idonee per assicurare una transizione efficace alle reti NGAN che promuova gli investimenti, tenga in considerazione i rischi sostenuti dalle imprese investitrici e, al tempo stesso, consenta di mantenere un adeguato livello di concorrenza.

La pubblicazione della Raccomandazione UE sulle reti NGAN

s'inquadra nel più ampio ambito delle attività che la Commissione ha avviato per promuovere lo sviluppo della banda larga ed ultra larga in Europa, attività che si sono concretizzate nella definizione dell'Agenda Digitale Europea.

In particolare, nell'ambito dell'Agenda Digitale, la Commissione Europea si pone l'obiettivo sfidante di consentire a tutti i cittadini europei di usufruire di servizi a larghissima banda entro il 2020 e di colmare così il divario che l'Europa ha nei confronti di altri paesi come USA, Corea e Giappone.

Gli obiettivi dell'Agenda Digitale sono molto ambiziosi: entro il 2020, il 100% dei cittadini europei dovranno avere la possibilità di accedere ad una rete con velocità superiore a 30 Mbit/s, ed almeno il 50% delle famiglie europee dovranno essere abbonate ad Internet con connessioni al di sopra di 100 Mbit/s.

Con la Raccomandazione, la Commissione europea si è posta anche l'obiettivo di armonizzare gli interventi regolamentari delle NRA, al fine di porre rimedio alle divergenze di approccio che si erano, fino allora, manifestate nei diversi Stati membri. Tuttavia, a distanza di quasi due anni dalla sua emanazione, siamo ancora ben lontani dall'identificazione di una *common practice*, in quanto le NRA hanno adottato approcci regolamentari non uniformi e non solo per adeguarsi alle differenti situazioni dei mercati nazionali.

### 1.2 I contenuti della Raccomandazione

La Raccomandazione definisce le reti fisse di accesso di nuova generazione (NGA) come le "reti di accesso cablate costituite in tutto o in parte da elementi ottici e in grado di fornire servizi d'ac-

1 La Raccomandazione è uno strumento normativo emanato dalla Commissione avente carattere non vincolante. Tuttavia qualora una NRA decidesse di non applicare quanto disposto da una Raccomandazione dovrebbe fornire una adeguata giustificazione.

2 Raccomandazione relativa all'accesso regolamentato alle reti di accesso di nuova generazione (NGA).

cesso a banda larga con caratteristiche più avanzate (quale una maggiore capacità di trasmissione) rispetto a quelli forniti tramite le reti in rame esistenti. Nella maggior parte dei casi le reti NGA risultano dall'aggiornamento di una rete di accesso già esistente in rame o coassiale<sup>3</sup>. Si tratta dunque di reti sviluppate principalmente con le tecnologie FTTH (Fiber To The Home), FTTB (Fiber to the Building) e FTTN (Fiber to the Node), nonché con innovazioni tecnologiche delle reti TV via cavo<sup>3</sup>.

In particolare, la Raccomandazione definisce le regole per le reti NGAN con riferimento al mercato dell' "Accesso all'ingrosso (fisico) alle infrastrutture di rete in postazione fissa" (cd. mercato 4) ed al mercato dell' "Accesso a banda larga all'ingrosso (bitstream)" (cd. mercato 5).

Tali regole riguardano essenzialmente gli obblighi di accesso e le condizioni economiche e tecniche con le quali l'accesso deve essere fornito dagli operatori SMP (Significant Market Power) agli operatori alternativi OLO (Other Licensed Operator).

La Raccomandazione prevede un'ampia gamma di obblighi di accesso, che riguardano tutti i livelli della rete locale. In particolare, le NRA possono scegliere i seguenti obblighi di accesso:

- infrastrutture passive (cavidotti, pali, pozzetti, ...);
- segmento terminale di rete in fibra (cablaggio di edificio più un'eventuale porzione di tratta orizzontale) per reti FTTH;
- *unbundling* (ULL) della fibra (per reti FTTH)
- *sub-loop* in rame (per reti FTTN);
- *backhaul* in fibra o *Ethernet* (per reti FTTN);

- co-locazione o co-locazione "equivalente" negli armadi di distribuzione per reti FTTN.

Per quanto riguarda l'ULL della fibra da centrale, nel caso in cui non possa essere tecnicamente realizzato, ad esempio nelle reti punto-multipunto (GPON), la Raccomandazione prevede comunque che tale obbligo sia imposto, a prescindere dall'architettura. La sua implementazione viene in tal modo rinviata alla disponibilità futura di tecnologie (es: WDM (*Wavelength Division Multiplexing*)) che potranno consentire l'ULL della fibra anche su reti punto-multipunto. E' comunque concesso alle NRA che, in via transitoria, sia possibile imporre la fornitura di prodotti alternativi equivalenti (come il VULA (*Virtual Unbundling Local Access-Disaggregazione virtuale dell'accesso locale*)).

Oltre agli obblighi di accesso alle infrastrutture fisiche, le NRA possono anche scegliere di imporre obblighi di accesso "virtuale" alla NGAN. In particolare, è prevista la possibilità di imporre la fornitura di offerte all'ingrosso (*bitstream*) che consentano agli OLO di replicare tecnicamente ed economicamente le offerte al dettaglio dell'operatore SMP.

Altri aspetti di rilievo della Raccomandazione sono:

- i) il riconoscimento delle differenze nelle condizioni concorrenziali esistenti tra le differenti aree geografiche, che possono giustificare una diversa modulazione degli obblighi (ad esempio, non imposizione dell'ULL della fibra in caso di coesistenza di più reti FTTH/cavo in una specifica area geografica o non imposizione del bitstream, ove sia ritenuta efficace la regolamentazione del

mercato 4 in una determinata area);

- ii) la promozione di iniziative di co-investimento e di ripartizione del rischio imprenditoriale fra gli operatori (questa ultima, ad esempio, tramite la possibilità di applicare degli sconti a volume e/o contratti a lungo termine);
- iii) la possibilità di imporre obblighi di accesso simmetrici, cui eventualmente assoggettare tutti gli operatori che detengono il controllo di infrastrutture che possano costituire strozzature concorrenziali (*bottleneck*, come previsto dal testo dell'art. 12 della Direttiva Quadro);
- iv) la remunerazione del rischio di investimento (*risk premium*), fatto salvo il principio generale dell'orientamento al costo per i servizi all'ingrosso.

Con riferimento a quest'ultimo punto, la Raccomandazione prevede che in alcuni casi può essere riconosciuta, nel calcolo dei prezzi all'ingrosso, una quota aggiuntiva che tiene conto dell'incertezza insita nell'investimento nella rete di nuova generazione. La Commissione riconosce così la presenza di un livello di rischio più elevato per gli investimenti nelle reti NGAN e stabilisce anche i criteri da considerare per il suo calcolo.

Il riconoscimento del *risk premium* rappresenta un aspetto importante per lo sviluppo delle reti NGAN, in quanto va ad incidere positivamente sulla redditività attesa dagli investimenti in nuove infrastrutture e quindi sulla capacità dell'impresa di attrarre i capitali necessari alla costruzione di un'infrastruttura che, secondo le attese della Commissione, dovrebbe a regime coprire in modo capillare il territorio europeo.

<sup>3</sup> Ci si riferisce, in particolare, all'utilizzo del protocollo DOCSIS 3.0

## Generalità sull'elemento di rischio

Uno dei problemi principali alla base del ritardo europeo nella costruzione delle nuove reti è rappresentato dalle politiche di tipo "attendista" degli operatori che, in assenza di adeguate certezze in materia di ritorno degli investimenti, ritardano a compiere il "primo passo".

Gli operatori non investono a causa delle incertezze riguardanti sia la domanda che le regole di accesso.

Il *risk premium* è stato introdotto per incentivare gli operatori SMP ad investire pur in presenza di obblighi di accesso ■

La Raccomandazione identifica anche una serie di misure per garantire la trasparenza verso gli OLO, quali, l'obbligo di pubblicare un'offerta di riferimento, l'obbligo di fornire informazioni sulle infrastrutture passive disponibili (localizzazione e disponibilità di dotti, pali, ecc.), sugli edifici connessi, sullo sviluppo futuro della rete in fibra, al fine di consentire agli OLO un'adeguata pianificazione degli investimenti.

La Raccomandazione prevede anche tutele per gli OLO nel caso di migrazione dei servizi da rete in rame a rete in fibra. Nello specifico, la rete in rame afferente ad una centrale potrà essere dismessa, di norma, solo previo preavviso agli OLO di almeno 5 anni. Inoltre, l'operatore SMP deve fornire i sistemi di supporto ed elaborare le procedure operative per consentire agli OLO la migrazione dei servizi tra le due reti.

## 2 Analisi di mercato e delibera 1/12/CONS

Ancor prima della pubblicazione della Raccomandazione (2010), l'Autorità italiana (AGCOM) ha avviato (2009) l'iter regolamentare volto alla definizione delle regole NGAN.

Già con la Delibera 731/09/CONS, a conclusione del secondo ciclo di analisi del mercato dell'accesso al dettaglio ed all'ingrosso, AGCOM – in anticipo rispetto alla gran parte dei paesi europei – aveva formulato alcune previsioni rivolte alle reti NGAN, quali l'obbligo per Telecom Italia di fornire accesso alle infrastrutture civili ed alla fibra spenta. Una parte significativa delle norme in materia di reti NGAN contenute nella delibera 731/09/CONS riprendeva peraltro quanto previsto dagli Impegni di Telecom Italia che AGCOM aveva accettato e reso vincolanti nel dicembre 2008 con la delibera 718/08/CONS.

Questo percorso, che è stato successivamente condizionato dalla pubblicazione della Raccomandazione, ha raggiunto un impor-

tante traguardo con l'approvazione della delibera 1/12/CONS (gennaio 2012), concludendo un lungo iter proseguito con le due Delibere di consultazione pubblica 1/11/CONS (gennaio 2011) e 301/11/CONS (maggio 2011), che ha visto anche la partecipazione attiva della Commissione europea e dell'Antitrust nazionale in fase di commento delle proposte AGCOM.

Con lo schema di provvedimento sottoposto a consultazione pubblica con la Delibera 301/11/CONS, AGCOM aveva proposto un significativo ampliamento degli obblighi, specialmente con riferimento al mercato delle infrastrutture fisiche (mercato 4) rispetto alla Delibera 731/09/CONS, come illustrato in Tabella 1.

Il provvedimento finale (Delibera 1/12/CONS) prevede l'introduzione di un ventaglio di rimedi asimmetrici, passivi ed attivi, piuttosto ampio.

In sintesi, Telecom Italia è tenuta a garantire in primo luogo l'*unbundling* fisico alle proprie infrastrutture passive, ma solo in presenza delle condizioni tecni-

Tabella 1 - Confronto degli obblighi risultanti dalle delibere 731/09/CONS e 301/11/CONS

Obblighi imposti a Telecom Italia con Delibera n. 731/09/CONS	Nuovi obblighi o modifiche degli obblighi esistenti proposti con Delibera n. 301/11/CONS
a) cavidotti e fibra spenta in primaria a prezzi "equi e ragionevoli"	a') cavidotti e fibra spenta in primaria a prezzi "orientati ai costi"
b) cavidotti e fibra spenta in secondaria a prezzi "equi e ragionevoli"	b') cavidotti e fibra spenta in secondaria a prezzi "orientati ai costi"
c) giunzione fibra spenta tra primaria e secondaria	
d) co-locazione in centrale e servizi accessori	d') co-locazione in centrale e negli altri punti di concentrazione e servizi accessori
	e) cavidotti e fibra spenta nella tratta di accesso in centrale
	f) cavidotti e fibra spenta in adduzione
	g) terminazione in fibra (FTTH)
	h) accesso <i>end-to-end</i> in fibra (servizi a-g)
<i>Subloop unbundling</i> rame al cabinet (FTTC)	
	<i>Subloop unbundling</i> rame al building (per FTTB OLO)

che e di mercato atte a consentirlo (cfr. art. 3 e 4); di fatto, Telecom Italia è tenuta a fornire in via transitoria il cosiddetto servizio *end to end*, ma solo nel caso in cui sia compatibile con il proprio piano di investimenti (anche tramite la programmazione degli ordini e studi di fattibilità); in ogni caso, Telecom Italia è invece tenuta a garantire un *unbundling* di tipo virtuale, ovvero il servizio VULA – una sorta di *bitstream* più controllabile dal punto di vista della configurazione dei servizi dagli OLO (cfr. art. 5) – o ancora un servizio *bitstream* in senso tradizionale.

Il provvedimento finale accoglie così la principale richiesta di Telecom Italia: l'ULL della fibra è un obbligo di tipo prospettico. In alternativa all'ULL della fibra, l'Autorità ha confermato, l'obbligo di fornitura del servizio "end to end", attenuandone però in modo significativo la portata rispetto alla proposta originaria, attraverso l'esplicita introduzione di un principio di "ragionevolezza e proporzionalità" delle richieste di *building blocks* degli OLO; principio, quest'ultimo, che dovrà essere declinato in relazione al piano degli investimenti NGAN pubblicato da Telecom Italia.

Inoltre, in caso di indisponibilità di risorse riguardanti una o più tratte componenti il servizio "end to end" e qualora Telecom Italia abbia concluso positivamente le proprie verifiche di fattibilità, la modalità di *pricing* da applicarsi per il servizio "end to end" sarà quella di un contratto IRU pluriennale (in luogo del canone mensile inizialmente previsto da AGCOM nel documento di consultazione).

In definitiva, con l'introduzione del principio di ragionevolezza e

proporzionalità della richiesta e degli studi di fattibilità, AGCOM ha accolto gran parte dei rilievi tecnici sollevati da TI in merito alla formulazione iniziale della disciplina dell'accesso ai *building blocks* che, di fatto, sembrava imporre alla Società il ruolo di costruttore di infrastrutture per "terze parti".

Passando al *pricing* del *bitstream* su fibra, AGCOM, nonostante i rilievi critici della Commissione europea e dell'Antitrust, ha confermato la limitazione geografica dell'obbligo di orientamento al costo alle sole aree NGAN "non competitive".

Un ulteriore aspetto chiave delle regole NGAN riguarda la limitazione a soli 60 giorni del periodo che dovrà intercorrere tra la pubblicazione dell'Offerta di Riferimento dei servizi *bitstream* su fibra di TI, approvata da AGCOM, e la successiva commercializzazione delle proprie offerte *retail*. Con tale previsione, AGCOM ha inteso privilegiare l'obiettivo di accelerare la diffusione dei servizi di accesso *ultrabroadband* rispetto ad una completa aderenza alla Raccomandazione NGAN che avrebbe suggerito un periodo minimo di 6 mesi tra la pubblicazione della nuova offerta *wholesale* NGAN di Telecom Italia e quella dei corrispondenti servizi *retail*.

### 3 Le Offerte di Riferimento 2012 pubblicate da Telecom Italia per i servizi NGAN

#### 3.1 I servizi offerti

La Delibera n. 1/12/CONS ha già prodotto effetti concreti immediati: entro 60 giorni dalla sua entrata in vigore Telecom Italia ha dovuto infatti pubblicare la pro-

pria Offerta di Riferimento (OR) per i servizi *wholesale* NGAN individuati da AGCOM. In particolare, Telecom Italia ha pubblicato in data 19 marzo 2012 tre distinte OR per i seguenti servizi NGAN:

- Infrastrutture di posa locali, Tratte di adduzione, Fibre ottiche primarie e secondarie, Segmenti di terminazione in fibra ottica;
- *End to End*;
- *Bitstream* NGAN e VULA.

#### 3.1.1 Infrastrutture di posa locali, Tratte di adduzione, Fibre ottiche primarie e secondarie, Segmenti di terminazione in fibra ottica

Telecom Italia garantisce l'accesso in modo disaggregato alle proprie infrastrutture di posa e alla propria fibra ottica nella rete locale di accesso, al fine di consentire agli OLO la realizzazione delle proprie reti NGAN.

Nello specifico, Telecom Italia offre, su tutto il territorio nazionale, i servizi di accesso a:

- Infrastrutture di Posa Locali;
- Tratte di Accesso alle Centrali; ed offre, esclusivamente nelle Aree di Centrale dove realizza la propria rete NGAN, i servizi di accesso a:
- Tratte di Adduzione, laddove utilizza la rete NGAN FTTH;
- Fibre Ottiche in Rete Locale di Accesso Primaria, su rete NGAN;
- Fibre Ottiche in Rete Locale di Accesso Secondaria, su rete NGAN FTTH;
- Segmenti di Terminazione in Fibra Ottica, su rete NGAN FTTH.

I suddetti servizi di accesso disaggregato sono i "Building Blocks" che gli OLO possono scegliere di volta in volta, in funzione del loro grado di infrastrutturazione, per

costruire la propria rete. Nella Figura 1 è riportato un esempio di come un OLO può realizzare una rete FTTH con i *Building Blocks* offerti da TI.

Inoltre, Telecom Italia offre agli OLO i seguenti servizi accessori:

- Interconnessione delle Fibre Ottiche tra Rete Primaria e Rete Secondaria;
- Interconnessione delle Fibre Ottiche tra Rete Secondaria e Segmento di Terminazione;
- Co-locazione presso le Centrali locali.

### Infrastrutture di Posa Locali

Il servizio di accesso alle Infrastrutture di Posa Locali consiste nella cessione all'OLO in IRU (*Indefeasible Right of Use*) per 15 anni di 1 Minitubo per Tratta per Operatore sulle Infrastrutture di Posa Locali esistenti e disponibili per la fornitura.

Richieste di quantitativi maggiori, superiori a 1 Minitubo per Tratta per OLO, sono valutate da Telecom Italia sulla base della di-

sponibilità residua, anche considerando le previsioni di sviluppo del mercato per la Tratta in esame. Il servizio di accesso alle Infrastrutture di Posa Locali è fornito in seguito ad una manifestazione di interesse dell'OLO e ad uno studio di fattibilità effettuato da Telecom Italia.

Laddove TI realizza nuove Infrastrutture di Posa Locali in aree NGAN, posa 1 Minitubo da dedicare agli OLO, indipendentemente dalla lunghezza dello scavo.

In caso di scavi superiori a 2.500 m consecutivi, Telecom Italia invita, con un annuncio pubblicato sul portale *wholesale*, 6 mesi prima della data di inizio dei lavori, tutti i soggetti interessati a realizzare in maniera congiunta tale infrastruttura. L'OLO può altresì prenotare il Minitubo disponibile, sul tracciato di scavo pubblicato, in anticipo rispetto all'effettiva disponibilità. Il Minitubo viene assegnato secondo la regola *First In First Out*.

### Tratte di Accesso alle Centrali

Il servizio consiste nella possibilità per l'OLO di realizzare una propria infrastruttura che collega il "Pozzetto Uno" dell'Infrastruttura di Posa locale (che l'OLO ha acquisito da Telecom Italia) ad un pozzetto dell'OLO esterno alla centrale (da posizionare nelle vicinanze del "pozzetto adiacente alla Cameretta Zero" di Telecom Italia).

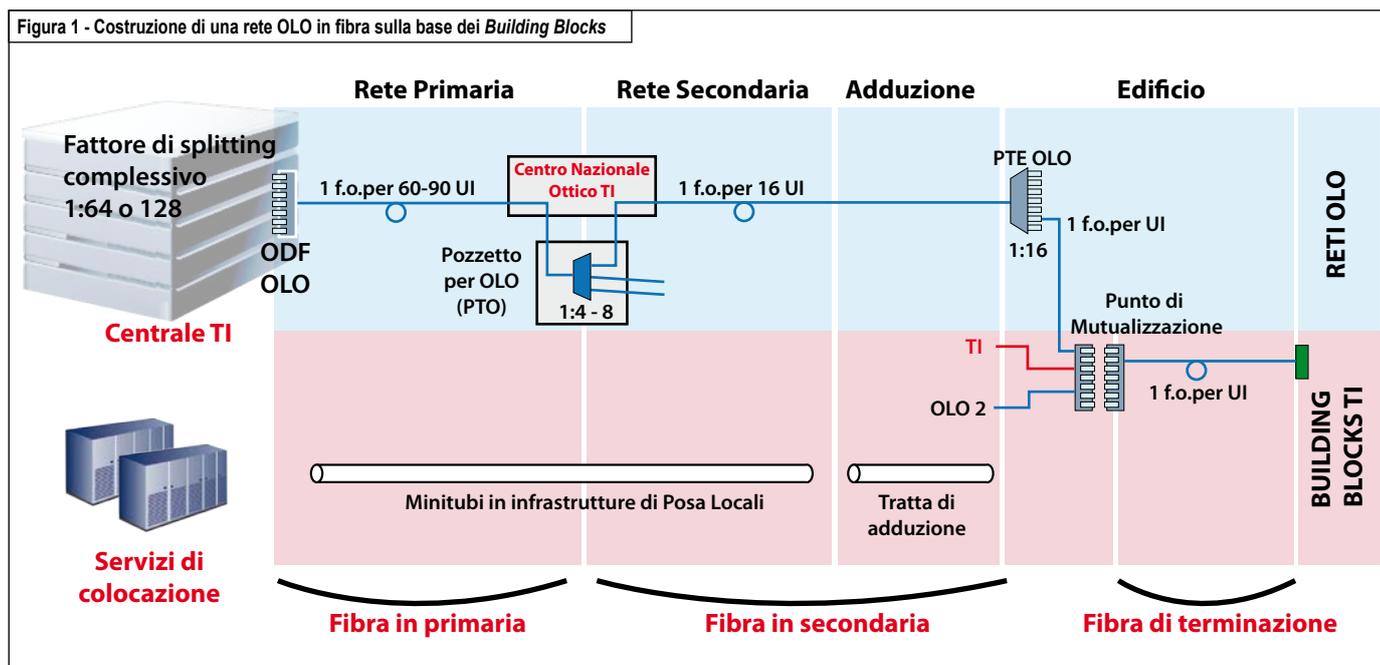
Una volta realizzata tale infrastruttura, l'OLO, per accedere con il proprio cavo all'interno della centrale di Telecom Italia, utilizza il servizio di "Pozzetto adiacente alla Cameretta Zero". La realizzazione dell'infrastruttura è a cura dell'OLO.

### Tratte di Adduzione

Il servizio consiste nella cessione all'OLO in uso esclusivo IRU per 15 anni di una Tratta di Adduzione di Telecom Italia in aree NGAN FTTH.

La Tratta di Adduzione consiste in 1 Minitubo all'interno di una

Figura 1 - Costruzione di una rete OLO in fibra sulla base dei *Building Blocks*



NETWORK

CONFERENZE

REGOLATORIO

SERVIZI

INNOVAZIONE

Infrastruttura di Adduzione esistente e disponibile in aree NGAN FTTH che collega l'interno di un edificio con il primo pozzetto o cameretta di Telecom Italia della rete locale di accesso in prossimità all'edificio stesso.

Gli OLO possono utilizzare la Tratta di Adduzione per posare un proprio cavo ottico che collega la propria rete di accesso locale ottica con gli impianti posizionati all'interno dell'edificio.

Il servizio è fornito a valle di una manifestazione di interesse dell'OLO e di uno studio di fattibilità effettuato da Telecom Italia, che verifica lo stato di occupazione dell'Infrastruttura di Adduzione nella tratta richiesta.

#### Fibre Ottiche in Rete Locale di Accesso Primaria e/o Secondaria

Il servizio di accesso alle Fibre Ottiche in Rete Locale d'Accesso Primaria e/o Secondaria consiste nella cessione di Diritti IRU per una durata di 15 anni su collegamenti in fibra ottica in Rete di Accesso, Primaria o Secondaria, posata da Telecom Italia per la realizzazione di reti NGAN (cfr. Figura 2 e Figura 3):

- la Fibra Ottica in Rete Primaria è offerta sulle reti NGAN FTTCab e FTTH di Telecom Italia;
- la Fibra Ottica in Rete Secondaria è offerta sulla rete NGAN FTTH di Telecom Italia.

L'OLO può richiedere:

- in Rete Primaria, un collegamento in fibra ottica da un PTO (*Punto di Terminazione OLO*) verso il PTC (*Punto di Terminazione in Centrale*) o ODF (*Optical Distribution Frame*) della Centrale di attestazione di Telecom Italia, dove l'OLO è co-locato;
- in Rete Secondaria, un collegamento in fibra ottica da un

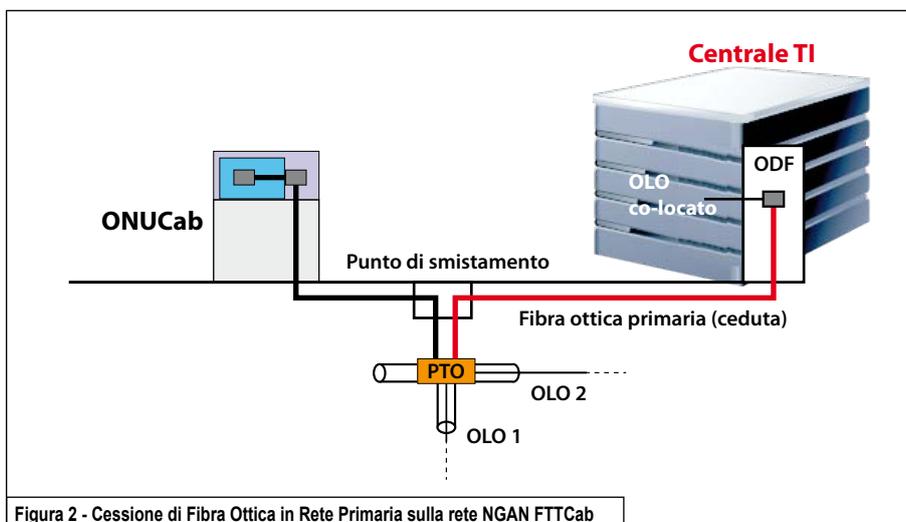


Figura 2 - Cessione di Fibra Ottica in Rete Primaria sulla rete NGAN FTTCab

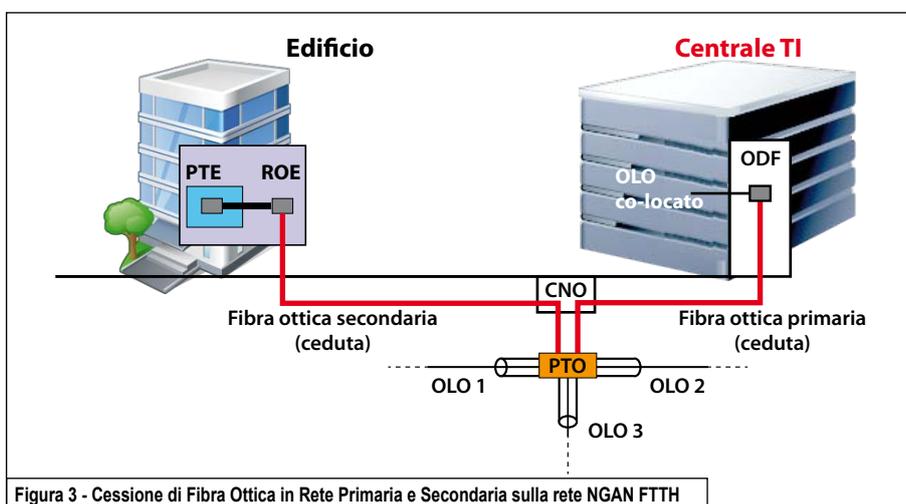


Figura 3 - Cessione di Fibra Ottica in Rete Primaria e Secondaria sulla rete NGAN FTTH

Edificio Connected/PTE (Punto di Terminazione di Edificio) disponibile e d'interesse dell'OLO verso il PTO di pertinenza.

Un "Edificio Connected" è un edificio raggiunto dalla Rete Secondaria FTTH di Telecom Italia, dove le fibre ottiche sono attestate ad un ROE (*Ripartitore Ottico di Edificio*) di TI all'interno dell'edificio stesso.

Il servizio è fornito a valle di una richiesta, da parte dell'OLO, di uno studio di fattibilità effettuato da Telecom Italia, che tiene conto della disponibilità della fibra ottica richiesta. Il servizio non è fornito quando, a valle dello studio di

fattibilità, è riscontrata l'indisponibilità di fibra ottica.

L'OLO può anche richiedere il servizio accessorio di Interconnessione:

- tra una Fibra Ottica in Rete Primaria e una Fibra Ottica in Rete Secondaria nel PTO (rete FTTH);
  - tra una Fibra Ottica in Rete Primaria/Secondaria e una fibra ottica dell'OLO presente nel PTO.
- Per gli annunci relativi alla realizzazione congiunta, in aree NGAN, di nuove Infrastrutture di Posa Locali pubblicati da Telecom Italia sul portale *wholesale*, l'OLO può richiedere, fino ad

esaurimento delle fibre ottiche disponibili per gli OLO, la prenotazione di collegamenti in Fibra Ottica in Rete Primaria dalla Centrale a uno dei punti intermedi indicati nel tracciato della nuova infrastruttura da realizzare, in anticipo rispetto alla effettiva disponibilità. Ai fini dell'assegnazione delle Fibre Ottiche vale la regola *First In First Out*.

**Segmenti di Terminazione in Fibra Ottica**

Il servizio consiste nel noleggio all'OLO di una singola Fibra Ottica per ciascuna UI (*Unità Immobiliare*) dell'edificio, definita a partire dal PMI (*Punto di Mutualizzazione di Immobile*) fino alla borchia ottica d'utente interna alla UI stessa (cfr. Figura 4).

Telecom Italia fornisce agli OLO, tramite il portale *wholesale*, le informazioni relative agli indirizzi degli "Edifici Connected" per i quali gli OLO possono richiedere studi di fattibilità per Segmenti di Terminazione in Fibra Ottica.

Il servizio non viene offerto qualora:

- non vi sia disponibilità di risorse di rete sufficienti alla fornitura del servizio;

- sussistano insormontabili ostacoli tecnici alla fornitura del servizio.

Il PMI è il punto in cui Telecom Italia fornisce il servizio di Fibra Ottica nel Segmento di Terminazione, quindi il punto in cui Telecom Italia cede la Fibra Ottica che connette la UI all'OLO richiedente. Esso è dotato di connettori ottici in modo da consentire ai clienti di scegliere liberamente l'operatore nell'ambito degli operatori presenti nell'Edificio *Connected*.

**3.1.2 End to End**

Telecom Italia assicura l'accesso *End to End* alla propria rete NGAN FTTH, consistente nella fornitura congiunta ed unitaria dei servizi "Fibre ottiche primarie e secondarie, Segmenti di terminazione in fibra ottica".

Il servizio *End to End* è offerto esclusivamente in Aree di Centrale dove Telecom Italia realizza la propria rete NGAN in configurazione FTTH G-PON.

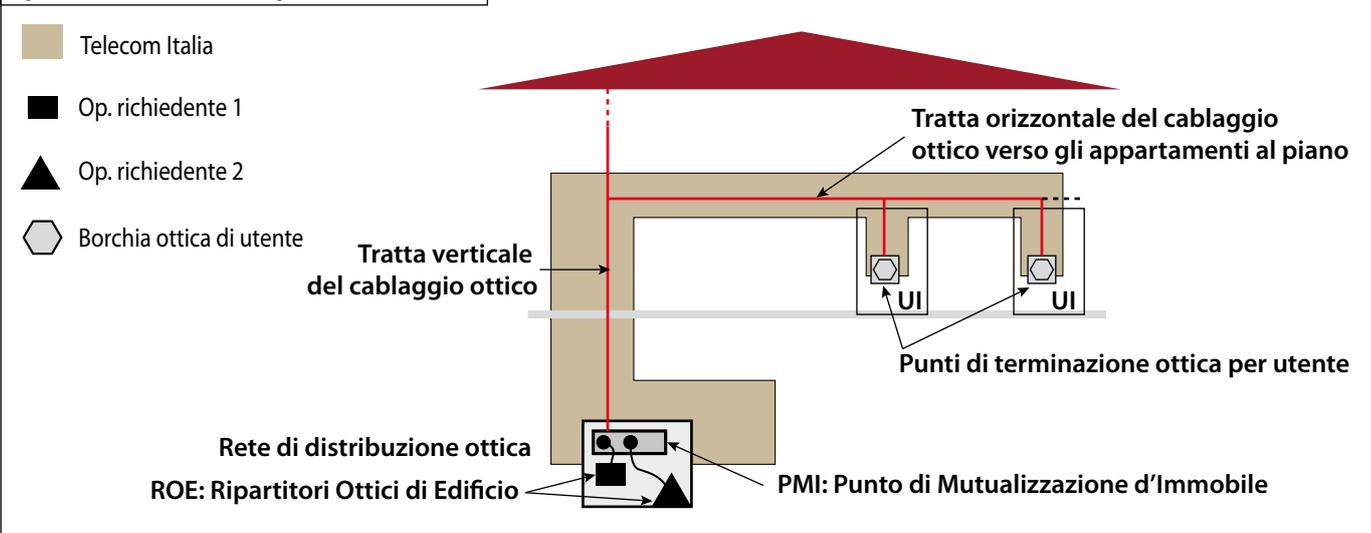
Il servizio *End to End* consiste nel noleggio all'OLO di una singola Fibra Ottica *End to End* per UI di un Edificio *Connected*, a partire dalla Centrale di Telecom Italia, dove l'OLO è collocato fino ad una borchia ottica d'utente presso l'UI. L'*End to End* è realizzato da Telecom Italia utilizzando i seguenti servizi di Accesso NGAN: una Fibra Ottica in Rete Primaria NGAN FTTH, una Fibra Ottica in Rete Secondaria NGAN FTTH, un Segmento di Terminazione in Fibra Ottica ed i servizi accessori di Interconnessione.

Il servizio *End to End* non sarà offerto qualora:

- non vi sia disponibilità di risorse di rete sufficienti alla fornitura del servizio;
- sussistano insormontabili ostacoli tecnici alla fornitura del servizio;
- l'OLO richieda risorse/capacità di rete riservate per le attività tipiche di esercizio e manutenzione.

Il servizio è fornito a valle di una richiesta da parte dell'OLO e di uno studio di fattibilità da parte di Telecom Italia, che terrà conto

Figura 4 - Servizio di accesso al segmento terminale in fibra



della disponibilità dell'End to End richiesto.

Il punto di cessione dell'End to End avviene:

- presso la centrale di Telecom Italia, al PTC/ODF;
- presso la borchia d'utente interna all'UI.

Non è prevista la cessione di End to End in punti della rete diversi da quelli sopra descritti.

### 3.1.3 Bitstream NGAN e VULA

I servizi *bitstream* NGAN e VULA sono basati sulla rete *broadband Ethernet* di Telecom Italia, articolata su tre livelli: Accesso locale, AdR (Area di raccolta), MA (Macroarea di Raccolta).

Attraverso il *backbone IP* può essere fornito il collegamento tra macroaree con il servizio di trasporto *Long Distance*.

I servizi *bitstream* NGAN ed il servizio VULA si configurano come servizi di trasporto dati su tecnologia *Ethernet* e si basano sull'integrazione delle tecnologie trasmissive FTTCab / FTTH lato

cliente finale con la consegna a livello *Ethernet* all'OLO. Gli elementi che compongono il servizio sono:

- l'accesso al cliente finale basato su architettura FTTCab VDSL2 (rame) o FTTH GPON (fibra ottica);
- la banda *Ethernet*;
- la consegna all'OLO a livello *Ethernet*.

Nella Figura 5 è rappresentata schematicamente l'architettura della rete di accesso per i servizi *bitstream* NGAN e per il servizio VULA.

La catena impiantistica di un accesso FTTCab prevede: Collegamento in rame dalla sede del cliente finale fino all'ONU (*Optical Network Unit*), ONU VDSL2, Trasporto GbE (*Gigabit Ethernet*) fino all'OLT (*Optical Line Termination*), OLT. Su questa catena impiantistica sarà inizialmente disponibile il profilo di accesso 30/3 Mbit/s *downstream/upstream*.

La catena impiantistica di un accesso FTTH prevede: ONT in sede cliente finale, singola fibra tra ONT e ROE, ROE, trasporto

GPON dal ROE fino all'OLT, OLT. Su questa catena impiantistica saranno inizialmente disponibili i profili di accesso 100/10, 40/40 e 100/100 Mbit/s *downstream/upstream*.

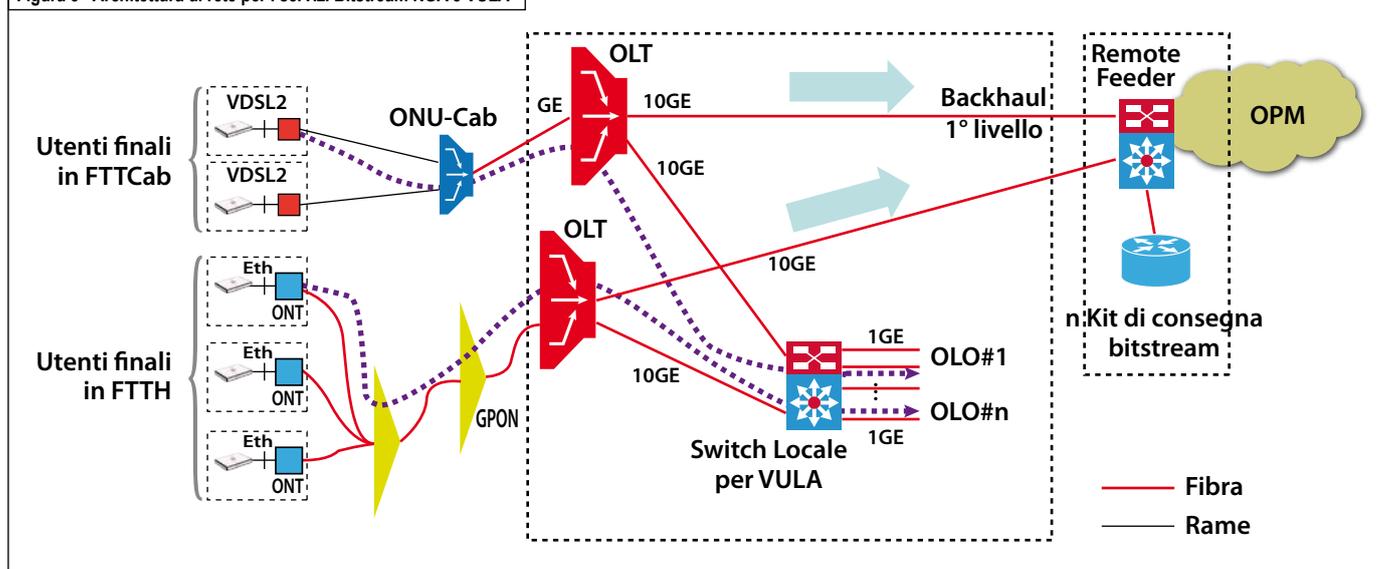
In Figura 5 sono anche evidenziati il nodo locale per la gestione della banda e la consegna dei servizi all'OLO in modalità VULA (Nodo di consegna VULA), ed il nodo remoto OPM (*Optical Packet Metro*) per la consegna del *Bitstream* al nodo *Parent*.

Ogni accesso al cliente finale è caratterizzato da:

- tecnologia: FTTCab/VDSL2 oppure FTTH;
- tipologia di accesso: condiviso oppure *naked*; l'accesso condiviso è disponibile solo per FTTCab e solo se è associato ad una linea telefonica *retail* o WLR (*Wholesale Line Rental*) in tecnologia analogica di tipo *simplex*;
- profilo: velocità *downstream* ed *upstream*;
- fino a quattro User VLAN, ciascuna caratterizzata da una specifica banda di picco.

La consegna del servizio VULA alla rete dell'OLO avviene attra-

Figura 5 - Architettura di rete per i servizi Bitstream NGA e VULA



verso un kit di consegna composto da:

- una porta GbE sul Nodo Locale di Telecom Italia;
- un collegamento GbE tra il nodo di Telecom Italia ed il PoP dell'OLO richiedente il servizio, oppure raccordi interni nel caso in cui il PoP dell'OLO si trovi presso la centrale di Telecom Italia.

La consegna dei servizi *Bitstream* NGAN alla rete dell'OLO avviene attraverso un kit di consegna composto da:

- una porta GbE sul nodo *Parent/Distant* di Telecom Italia;
- un apposito apparato di terminazione L2 installato presso il PoP OLO o in uno spazio a lui dedicato nella centrale di Telecom Italia;
- un collegamento GBE tra il nodo di Telecom Italia ed il PoP dell'OLO richiedente il servizio, oppure raccordi interni nel caso in cui il PoP dell'OLO si trovi presso la centrale di Telecom Italia.

Su questo kit di consegna, Telecom Italia offre anche il servizio di consegna congiunta dei servizi di accesso *Bitstream* NGAN e *Bitstream* xDSL. La consegna congiunta dei due servizi avviene comunque su aggregati di banda separati e dedicati.

Per entrambi i kit di consegna, le condizioni tecniche ed economiche dei collegamenti trasmissivi e dei raccordi interni di centrale sono riportate nelle relative OR per servizi trasmissivi a capacità dedicata e per servizi di Colocazione.

I servizi di accesso offerti sono i seguenti:

- Servizio VULA a livello di Area di centrale;
- Servizi *bitstream* NGAN a livello di AdR, di MA e con inter-

connessione al nodo remoto *IP level*.

Vengono inoltre forniti il servizio di trasporto *Long Distance* e la funzionalità di *multicast* IP al nodo *Distant*.

## 3.2 La proposta economica

La proposta economica è stata formulata da Telecom Italia sulla base dei costi previsti, tenendo conto dei volumi attesi sulla base di previsioni di domanda formulate da TI.

### 3.2.1 Il modello di costo adottato

In coerenza con il dettato normativo, Telecom Italia ha provveduto allo sviluppo di un modello di costo per la valutazione delle condizioni economiche di offerta 2012. Tale modello è stato necessariamente ispirato a criteri e logiche prospettiche, dovendo valutare costi e prezzi afferenti a servizi di accesso ancora in fase di sviluppo. In tal senso, ai fini della valutazione dei costi unitari dei servizi presenti in offerta, è stata applicata la metodologia DCF (*Discount Cash Flow*) su un arco temporale di 15 anni definito anche in coerenza con l'arco temporale utilizzato per le offerte in IRU dei servizi di accesso fisico alla rete NGAN.

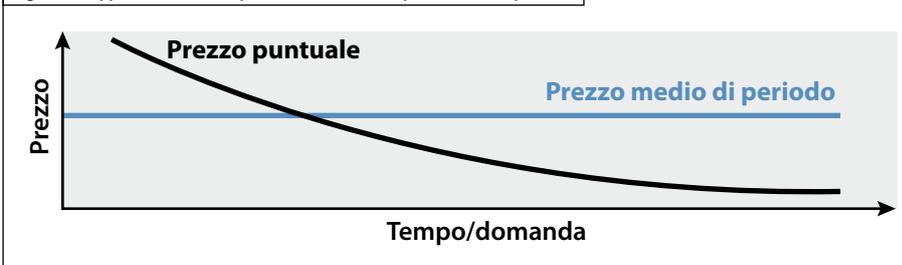
L'approccio adottato, descritto nella Figura 6, individuando un valore medio di periodo, consente evidentemente di evitare prezzi troppo elevati nella fase iniziale di sviluppo dei nuovi servizi, ma allo stesso tempo assume il mantenimento del medesimo livello di prezzo allo scopo di assicurare nel futuro il recupero delle perdite registrabili nelle fasi iniziali di sviluppo dei servizi NGAN.

In particolare, il modello ha quindi tenuto conto della migliore stima:

- dei volumi attesi dei servizi NGAN nell'arco temporale di riferimento (domanda interna delle divisioni commerciali di Telecom Italia, ed esterna degli OLO);
- di sviluppo degli investimenti NGAN per i prossimi anni, separando inoltre le nuove realizzazioni dall'utilizzo di risorse esistenti al fine di valutare, sulle prime, non solo l'attuale remunerazione del capitale definita da AGCOM (WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) *pre-tax* pari al 9,36%) ma anche una stima di Telecom Italia per il premio di rischio;
- dei costi operativi annui dei servizi, valutati come ricarico percentuale degli investimenti relativi a ciascun anno del periodo di riferimento del DCF, diversificato in base alla tipologia dei servizi offerti.

Rileva anche evidenziare che il modello è stato sviluppato assicu-

Figura 6 - Approccio adottato per la definizione dei prezzi medi di periodo



rando inoltre le relazioni verticali tra i vari servizi oggetto di valorizzazione in coerenza con le relazioni esistenti tra i diversi livelli della «scala degli investimenti» degli OLO. Le scelte metodologiche ed i criteri di valutazione dei costi afferenti ai servizi infrastrutturali a monte (rappresentati dai gradini più alti della cosiddetta «scala degli investimenti») rivestono una particolare rilevanza per tutto il modello di *accounting*: i loro effetti si ripercuotono infatti sul livello di costo di tutti i servizi regolamentati NGAN a valle (ad esempio, il VULA necessita della fibra; a sua volta la fibra richiede l'uso dei cavidotti e così via). Alla luce di quanto sopra, si fornisce una sintesi della metodologia applicata nello specifico per la valorizzazione dei soli canoni relativi a ciascuna tipologia di servizio presente nelle OR NGAN attualmente proposte.

#### A) Metodologia per la valutazione dei servizi di accesso ai cavidotti

Il modello alloca:

- le risorse incrementalmente utilizzate per ospitare i nuovi cavi in fibra nelle infrastrutture di posa esistenti della rete di accesso in rame (solo sottotubazioni);
- le nuove infrastrutture di posa inferiori a 2.500 m consecutivi e relative sottotubazioni;
- le infrastrutture di posa esistenti non utilizzate dai servizi di accesso in rame ed utilizzabili per NGAN (Socrate) e relative sottotubazioni.

Il servizio di accesso ai cavidotti rappresenta il gradino più elevato della scala degli investimenti oltre il quale c'è la costruzione in proprio della nuova rete di accesso. La definizione di prezzi orientati ai costi incrementalmente efficienti rappresenta quindi un incentivo

all'infrastrutturazione, agevolando il raggiungimento di economie di scala e di scopo da parte degli OLO che utilizzano gli spazi disponibili nelle infrastrutture di posa di proprietà di Telecom Italia.

#### B) Metodologia per la valutazione dei servizi di accesso alla fibra spenta

Il modello di costo prevede l'allocazione sul servizio di accesso alla fibra spenta dei costi (investimenti e costi operativi) relativi a:

- *Opere civili e sottotubazioni*: l'allocazione avviene tenendo conto dell'utilizzo dei cavidotti da parte di Telecom Italia, per la realizzazione della propria rete di accesso in fibra in primaria e secondaria, e da parte degli OLO, per l'acquisto dei minitubi;
- *Posa dei cavi in fibra all'interno dei cavidotti*: costi specifici associati alla posa della fibra necessaria per la realizzazione della nuova rete di accesso, nell'anello di primaria e nelle tratte di secondaria e di adduzione.

La domanda di fibra considerata per l'applicazione del criterio DCF è stata stimata a partire dalle necessità di Telecom Italia ai fini NGAN:

- fibra in primaria – realizzazione della rete di accesso FTTCab e avvio della rete FTTH GPON a seguito della saturazione degli armadi;
- fibra in secondaria – realizzazione della rete di accesso FTTH GPON.

#### B1) Metodologia per la valutazione del servizio di Segmento di Terminazione

Nel caso di soluzioni di accesso in FTTH il modello valorizza inoltre il servizio relativo al Segmento di Terminazione ovvero la c.d. risalita verticale degli edifici che si prevede saranno cablati in fibra. Ai fini della valorizzazione del servizio, il modello considera le seguenti

componenti di costo (investimenti e costi operativi):

- ROE posto al punto di terminazione di edificio;
- cablaggio verticale di edificio associato a ciascun ROE;
- sbraccio orizzontale verso l'abitazione del cliente finale e relativa borchia.

Gli investimenti considerati dal modello si riferiscono solo a quanto effettivamente realizzato o di prevista realizzazione da parte di Telecom Italia sulle aree del territorio nazionale in cui sono stati previsti investimenti in FTTH GPON, che sono ad oggi identificate nelle sole zone in cui è reso disponibile il servizio Easy IP.

La curva di domanda presa in considerazione per l'applicazione del criterio DCF è analoga a quella prevista per il servizio VULA su FTTH GPON di Telecom Italia, comprensiva sia delle esigenze delle funzioni commerciali di Telecom Italia (domanda *retail*), sia della domanda di servizi *wholesale* da parte degli OLO (VULA e *bitstream*), in uno scenario di *overlay*.

#### C) Metodologia per la valutazione dei servizi VULA

Il modello di *accounting* per i servizi VULA considera due configurazioni della rete in fibra previste nei piani di sviluppo di Telecom Italia: FTTCab e FTTH, e dimensiona l'infrastruttura NGAN in base ai criteri di progettazione previsti da Telecom Italia, in coerenza con le rispettive catene produttive.

## 4 Ulteriori sviluppi regolamentari

La delibera NGAN 1/12/CONS sarà «completata» da alcuni provvedimenti AGCOM aperti a feb-

braio 2012, relativi alla disciplina FTTCab/*Vectoring* e alla condivisione dei cablaggi verticali per reti FTTH, introdotti a seguito di esplicita richiesta di Telecom Italia.

In particolare, AGCOM ha avviato due procedimenti finalizzati, rispettivamente, a valutare:

- a) l'impatto regolamentare dell'introduzione di nuove tecniche trasmissive, quali il *Vectoring*, al fine di riesaminare l'obbligo di fornitura del *sub-loop unbundling*, alla luce dei recenti orientamenti della Commissione e delle decisioni di alcune Autorità di altri Paesi UE;
- b) l'opportunità di introdurre obblighi "simmetrici" di accesso alle infrastrutture fisiche di rete (*in primis*, il cablaggio verticale in fibra) in capo a tutti gli operatori, indipendentemente dalla notifica SMP.

L'introduzione delle suddette norme assume particolare rilevanza per Telecom Italia, in quanto verranno definite le condizioni regolamentari di riferimento per il *Vectoring* e per l'accesso al cablaggio verticale di altri operatori. Inoltre, è stato avviato, sempre a febbraio 2012, un ulteriore procedimento per la definizione di un modello a costi incrementali di lungo periodo di tipo *bottom-up* (BU-LRIC) per la determinazione:

- dei prezzi dei servizi di accesso all'ingrosso NGAN (cavidotti, fibra spenta, *end-to-end*, verticale, *bitstream*);
- delle aree geografiche nelle quali sussiste competizione infrastrutturale NGAN e, quindi, dove non può essere imposto l'obbligo di orientamento al costo del servizio *bitstream*; nell'ambito di tale procedimento sarà, inoltre, definita l'entità del "risk premium" da ricono-

scere a Telecom Italia per le infrastrutture NGAN di nuova realizzazione.

Il nuovo modello BU-LRIC per i servizi *wholesale* NGAN sarà applicato a partire dall'OR 2013.

Con la Delibera 1/12/CONS, l'Autorità ha inoltre istituito una «Unità di monitoraggio» con l'obiettivo di:

- promuovere la fase di avvio dei servizi, anche con riferimento al co-investimento ed al *risk sharing* nello sviluppo delle reti;
- acquisire richieste di interpretazione della regolamentazione o di intervento in relazione a comportamenti ostativi;
- verificare il funzionamento degli studi di fattibilità e del meccanismo di programmazione degli ordini.

Infine, in data 18 maggio 2012, AGCOM ha avviato i procedimenti per la valutazione delle OR NGAN 2012 di Telecom Italia che, sulla base della durata prevista di 60 giorni<sup>4</sup>, dovrebbero portare all'approvazione e alla ri-pubblicazione quanto meno dell'OR *Bitstream* entro inizio ottobre 2012, condizione regolamentare necessaria per il lancio delle offerte *retail* di Telecom Italia entro dicembre 2012<sup>5</sup>.

Perché sia rispettato tale piano commerciale occorrerà anche che l'offerta *retail* proposta da Telecom Italia per servizi su rete FTTCab e FTTH sia valutata, entro novembre 2012, replicabile da AGCOM sulla base dei prezzi delle OR.

## 5 Transizione all'Equivalence NGAN

Con la creazione di *Open Access* e l'adozione degli Impegni nel 2008, Telecom Italia ha promosso in Italia un modello regola-

re di *equivalence* all'avanguardia in Europa, dove l'unico precedente era costituito dall'esperienza inglese.

*Open Access* offre in sostanza servizi di accesso "on an *Equivalence of Output basis*", fornisce cioè alle Direzioni commerciali ed agli OLO lo stesso prodotto nel rispetto della parità di trattamento, ma non necessariamente nella medesima modalità. Il Modello adottato è rappresentato in Figura 7:

Nello specifico il modello di *equivalence* è finalizzato a garantire:

- *Parità di trattamento di tipo tecnico* (misurata per i processi di *delivery* ed *assurance* attraverso il sistema di *Key Performance Indicators*);
- *Parità di trattamento economica* (*Open Access* deve cedere i propri servizi alle Funzioni *Retail* di Telecom Italia ed agli OLO "allo stesso prezzo", applicando "transfer charge al prezzo" e ponendo in essere "contratti di servizio interni");
- *Pubblicazione Trasparente delle informazioni necessarie agli OLO* per competere con Telecom Italia (es. sulla Pianificazione e Sviluppo della Rete di Accesso in rame e NGAN);
- *Adozione di Codici Comportamentali e realizzazione di azioni che hanno impatto sullo sviluppo di una cultura dell'Equivalence in Azienda* (es. formazione ad hoc per il personale, predisposizione di un sistema di incentivazione manageriale con obiettivi connessi all'*equivalence*).

Dall'approvazione degli Impegni ad oggi, l'*equivalence legacy-based* ha recepito sia le esigenze del mercato e degli Operatori, sia le istanze dell'Autorità di settore e dell'Organo di Vigilanza per la definizione di un sistema sempre

<sup>4</sup> Fatte salve le sospensioni per le richieste di informazioni e documenti, calcolate sulla base delle date dei protocolli dell'Autorità in partenza ed in arrivo. I termini del procedimento possono essere prorogati dall'Autorità con determinazione motivata.

<sup>5</sup> Come detto sopra, devono intercorrere almeno 60 giorni tra la pubblicazione dell'OR dei servizi *bitstream* su fibra di TI, approvata da AGCOM, e la successiva commercializzazione delle offerte *retail* di TI

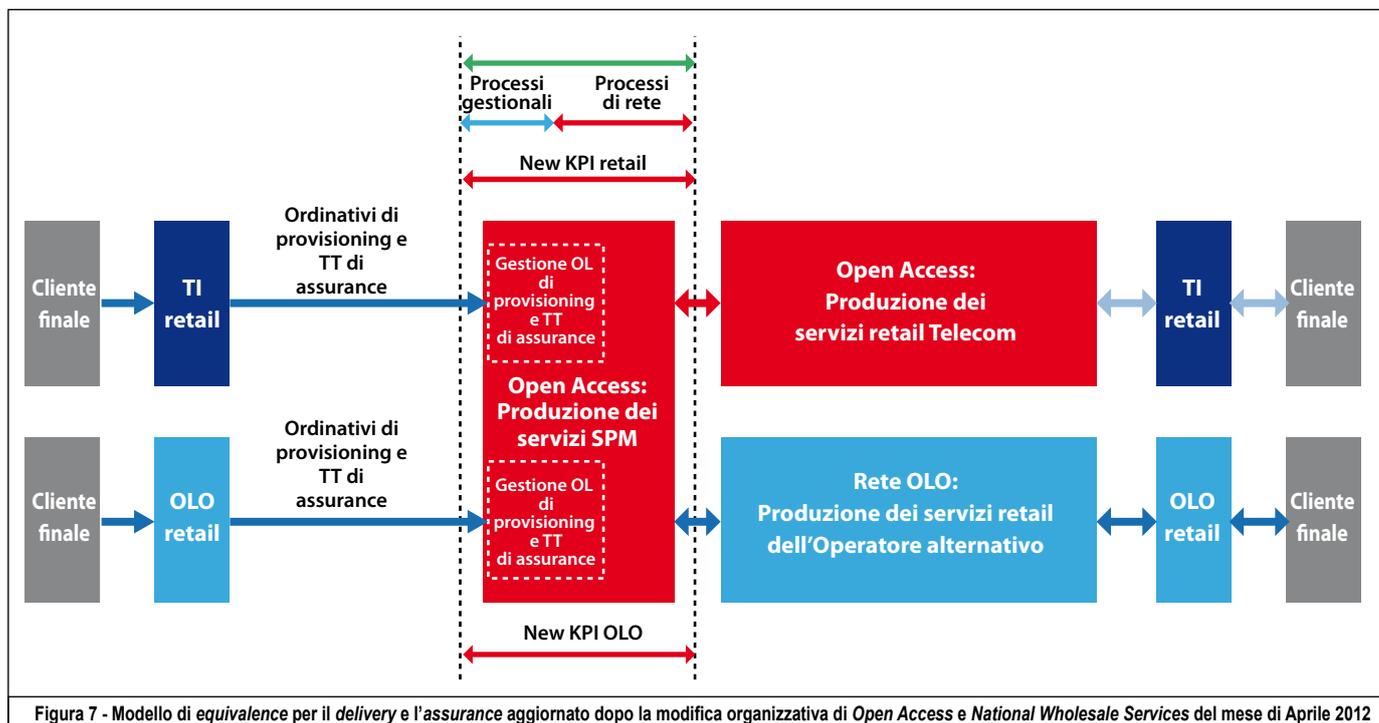


Figura 7 - Modello di equivalence per il delivery e l'assurance aggiornato dopo la modifica organizzativa di Open Access e National Wholesale Services del mese di Aprile 2012

più solido e performante a garanzia della parità di trattamento.

Il successo dell'*Equivalence* sulle reti di accesso in rame è stato confermato dalla recente delibera 600/11/CONS che ha archiviato i procedimenti sanzionatori pendenti su Telecom Italia, nonché ha affermato l'efficacia sostanziale del modello di *equivalence* proposto e implementato da Telecom Italia. La previsione di un modello di *equivalence* per reti e servizi NGAN trova la propria base regolamentare nell'Impegno 9.4. Il disposto in questione stabilisce che "gli Impegni relativi ai Servizi SPM si applicheranno anche ai suddetti servizi, entro 6 mesi dalla pubblicazione del relativo provvedimento dell'Autorità, qualora l'Autorità, ad esito delle proprie analisi di mercato, designi Telecom Italia quale operatore SMP e le imponga l'obbligo di fornire a condizioni non discriminatorie uno o più servizi intermedi di accesso mediante le reti NGAN.

Le caratteristiche della rete di accesso rappresentano un elemento di assoluta rilevanza nella definizione della parità di trattamento. Pertanto, il modello di *equivalence* pensato per assicurare e garantire agli OLO un accesso equivalente alla rete in rame, necessita di una ridefinizione che tenga conto delle peculiarità delle reti NGAN. A valle della Delibera 1/12/CONS, con cui Telecom Italia è stata, in qualità di operatore SMP, designata a fornire i servizi di accesso NGAN illustrati precedentemente, è in fase di svolgimento un importante processo regolamentare di verifica circa l'effettiva replicabilità e applicabilità delle disposizioni contenute negli Impegni: i risultati raggiunti a seguito di questa attività ridefiniranno "una nuova geografia degli Impegni".

Nella costruzione di un modello di *equivalence* NGAN si terrà conto da un lato delle sostanziali differenze che esistono tra i servizi di accesso alla rete in rame e quelli

in fibra, dall'altro degli obblighi di accesso imposti in capo a Telecom Italia dalle analisi dei mercati regolamentati svolte da AGCOM.

Si evolverà, dunque, verso un modello di *equivalence* NGAN che, se nella sostanza rimarrà fedele ai principi ispiratori del modello di *equivalence* per la rete in rame, dovrà necessariamente adattarsi alle caratteristiche delle reti NGAN.

## Conclusioni

Il lungo e complesso percorso regolamentare, avviato nel 2009 da AGCOM, sta finalmente conducendo allo sviluppo delle prime offerte commerciali NGAN su vasta scala.

Il quadro regolamentare appena definito consente a tutti gli operatori alternativi di competere con le offerte *retail* di Telecom Italia, utilizzando l'accesso alla rete di

Telecom Italia, sia in modalità passiva che attiva.

D'altronde, i segnali di una crescente competizione sui servizi a banda ultra-larga di rete fissa sono sempre più numerosi: si pensi agli annunci di marzo 2012 dei piani NGAN di F2I-Metroweb, ai tentativi di accordo multi-operatore in specifiche realtà locali, in fase più o meno avanzata di definizione (es. Trento e Milano), alle richieste di sperimentazione di *sub-loop unbundling* da parte di Fastweb e di alcuni operatori locali.

L'Autorità italiana ha adottato un modello regolamentare che ha imposto la massima apertura della rete NGAN di Telecom Italia. Si dovrà verificare, alla prova dei fatti, se queste regole riusciranno a creare maggiori incentivi per gli OLO ad investire in infrastrutture di accesso alternative, oppure se, al contrario, porteranno, anche per le NGAN, verso un modello di competizione basato soprattutto sui servizi all'ingrosso di Telecom Italia.

Alla luce dei prossimi sviluppi di mercato, quindi, AGCOM dovrà valutare nei prossimi anni, l'adeguatezza delle attuali regole NGAN alle reali caratteristiche del quadro di mercato che si determinerà in seguito alla realizzazione dei piani di Telecom Italia e delle altre eventuali iniziative di investimento nelle nuove reti nei diversi ambiti geografici locali ■



### Giovanni Battista Amendola

laureato in Scienze Statistiche e Demografiche, con un PhD in Science and Technology Policy Studies all'Università del Sussex, è oggi responsabile della funzione Regolamentazione nell'ambito della Direzione Public & Regulatory Affairs di Telecom Italia. In tale veste ha seguito i recenti sviluppi del quadro regolamentare italiano in materia di reti e servizi NGAN. Ha partecipato a numerosi convegni e congressi nazionali e internazionali ed ha inoltre pubblicato molteplici articoli su temi di economia industriale, economia internazionale e politica regolamentare.

# IL LABORATORIO ACCREDITATO PROVE DI TELECOM ITALIA

Carlo Mogavero, Marco Ottolenghi



**A**lla fine degli anni '80 nasceva a Torino il LAP (Laboratorio Accreditato Prove) orientato a offrire servizi di test e certificazione verso clienti esterni tramite laboratori mutuamente riconosciuti in ambito europeo denominati EUROLAB. Oggi il contesto competitivo, globalizzazione, delocalizzazione dei vendor, tempi di deployment rapidissimi rendono sempre più difficile mantenere e certificare la qualità. Da qui l'importanza della struttura accreditata che ha incrementato i suoi laboratori, i servizi offerti e il numero di clienti.

## 1 Introduzione

Il LAP ha una organizzazione, in linea con la norma europea UNI EN ISO/IEC 17025 (precedentemente UNI EN ISO/IEC 45001), costituita da un direttore, un responsabile tecnico, un responsabile della qualità ed un responsabile delle operations. Al di sotto della struttura gestionale operano i responsabili di laboratorio che coordinano l'attività dei Settori Tecnici Operativi, cuore del LAP. Ogni settore tecnico presidia una certa area di attività dove le risorse hanno competenze molto elevate e sono il riferimento nazionale, e a volte anche internazionale, nel loro campo. Tutte le risorse della struttura fanno oggi parte dei Testing Labs di Telecom Italia Lab. La mission del LAP può essere riassunta in poche parole: "svolgere attività di test in regime di elevata qualità verso clienti esterni". Obiettivo del LAP è quindi il presidio della qualità che si applica, in senso stretto e formale, ai suoi

settori tecnici operativi attraverso l'accreditamento, con ricadute in termini di best practices (requisiti) per gli aspetti gestionali e tecnici definiti nella norma di riferimento per la competenza dei laboratori di prova e taratura (17025 sopra citata). La parte gestionale assicura e mantiene un sistema qualità con procedure, programmi ed istruzioni per la qualità dei servizi offerti; la parte tecnica garantisce tracciabilità, ripetibilità, riferibilità e competenza delle prove/tarature nel rispetto del sistema stesso.

Oggi, grazie al supporto e alla collaborazione con l'Ente ACCREDIA, riusciamo annualmente a proporre ed avviare nuovi accreditamenti per servizi riconosciuti a livello nazionale e internazionale.

## 2 Breve excursus storico

Il LAP viene progettato a fine anni '90 nell'ambito dei progetti europei CTS avendo, fin dalle sue pri-

me fasi, un respiro internazionale (Figura 1).

Nel 1991 diventa laboratorio designato del Ministero delle Telecomunicazioni ed entra nella associazione internazionale dei laboratori designati (ADLNB); l'anno seguente viene registrato il marchio LAP. Il '94 è un anno importante perché vede il riconoscimento del laboratorio metrologico che viene accreditato dal SIT (*Sistema Italiano di Taratura*) e diventa un riferimento nazionale per la calibrazione e la metrologia.

Nel '96 si ottiene un altro importante riconoscimento con il laboratorio di compatibilità elettromagnetica che diventa Notified Body a livello europeo ed è, ancora oggi, considerato tra i principali centri di competenza nazionale sull'elettromagnetismo (EMC).

Ad inizio del nuovo millennio il LAP raggiunge i 12 settori tecnici. Nel 2005, mantenendo la struttura e gli accreditamenti, si integra nel sistema qualità di Technology di Telecom Italia (UNI CEI ISO 9001, 14001 e 27001).

NETWORK  
 CONFERENZE  
 REGOLATORIO  
 SERVIZI  
 INNOVAZIONE

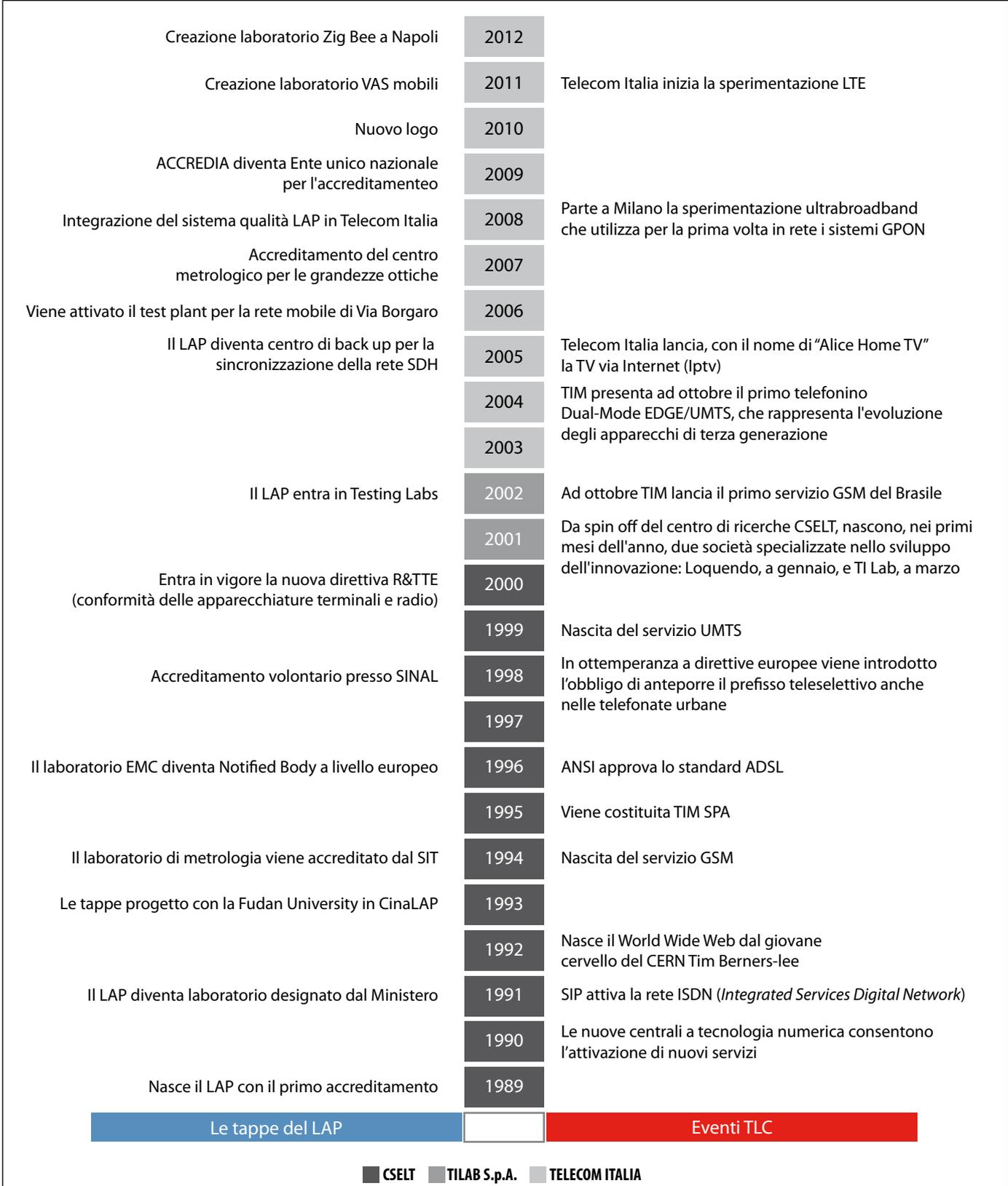


Figura 1 - La storia del LAP

Negli anni recenti la creazione dei due grandi test plant, che riproducono la rete fissa e mobile di Telecom Italia, e la nascita di due nuovi laboratori innovativi per i servizi VAS mobili per la tecnologia Zig Bee consentono al LAP di offrire oggi servizi di prova in catena end to end e di interoperabilità con le reti di differenti tecnologie.

### 3 Le competenze

Le competenze del LAP vanno dalle conoscenze sulle tecnologie ai materiali di rete, per passare alla metrologia e agli aspetti funzionali e sistemistici.

#### 3.1 Competenze tecnologiche

La competenza più di lungo periodo è quella relativa alla compatibilità elettromagnetica, finalizzata a svolgere verifiche su sistemi/prodotti per controllarne la compatibilità con l'ambiente di installazione e l'ade-

## Sapevate che?

- Il LAP ha realizzato negli anni 90 un sistema, denominato IPATS, per il testing dell'accesso primario ISDN venduto in parecchie decine di copie per un valore superiore ai 4 milioni di euro.
- Ha sottoposto a complesse prove ambientali (vibrazione e umidità) il cabinet utilizzato per fornire servizi ultrabroadband alle nuove edificazioni predisposte per i terremotati dell'Aquila. Tale sistema nella fase iniziale non rispondeva assolutamente ai criteri antisismici ed è stato messo a punto in fasi successive dal vendor.
- Gli esperti LAP delle tecnologie WiFi hanno lavorato in questi anni in contesti molto particolari: dal mare aperto, per la comunicazione tra Luna Rossa e il centro controllo, ai treni Freccia Rossa

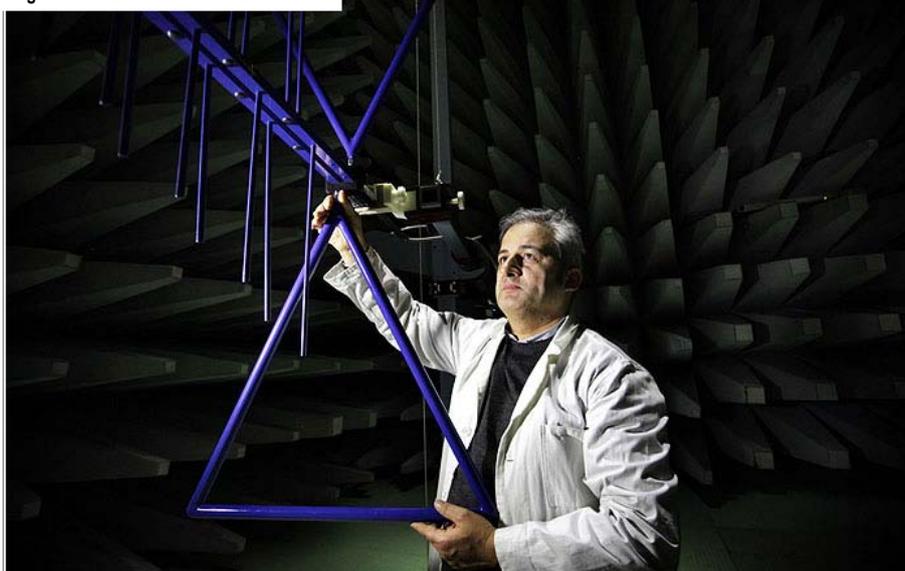
a 300 km/ora per mettere a punto i sistemi 'WiFi on train'.

- Il laboratorio posto alla sommità della torre TILab di Torino (80 m di altezza) è stato accreditato come sito per la prove di antenna collegata con una stazione terrestre di trasmissione situata a 1330 mt. di distanza.
- È stata svolta un'attività di "ghostbusting" finalizzata a individuare la sorgente di un disturbo presente sulle linee telefoniche della rete di accesso di Monza. Per identificare la causa si circolava per la città con un rivelatore di campo elettromagnetico installato sulle ruote... la fonte del disturbo è stata identificata nel motore di una pompa dell'acquedotto municipale ■

guatezza del livello di immunità ai disturbi di tipo condotto ed irradiato oltre alla corretta generazione di emissioni che potrebbero interferire con le comunicazioni radio. Il laboratorio EMC è dotato di una CSSA (*Camera Schermata Semi*

*Anecoica*), realizzata in un edificio dedicato all'interno dell'area aziendale, per distanze di misura a 3 metri e a 10 metri (Figura 2). La camera è lunga 22 metri, larga 14 metri, e alta 9 metri ed è rivestita da materiale anecoico composto da 1720 piramidi, lunghe 2,4 metri, è stata realizzata con materiali e tecnologie che consentono di eseguire misure in un ambiente totalmente conforme ai parametri di riferimento NSA e VSWR, su un volume di prova di 4 m di diametro e 2,5 m di altezza, in conformità alle norme internazionali per misure fino a 18 GHz. Altra competenza è quella legata al SAR (*Specific Absorption Rate*), che rappresenta la potenza assorbita da un corpo biologico esposto a radiazione elettromagnetica, per unità di massa (Figura 3). In questo laboratorio si valuta pertanto l'esposizione umana ai campi elettromagnetici a radio-

Figura 2 - La camera schermata anecoica



## Il servizio di test dei VAS mobili

Il laboratorio VAS mobili valuta la corretta fruizione dei servizi a valore aggiunto su terminali mobili erogati da TIM. Per servizi a valore aggiunto, noti anche come servizi Premium, si intendono quei servizi forniti attraverso SMS e MMS erogati attraverso la decade 4 (ossia tramite numerazioni che cominciano con la cifra 4) per l'offerta di loghi, wallpaper, suonerie e videosuonerie, screensaver, giochi, applicazioni, chat/community, news e servizi informativi, voting, etc.

Un altro capitolo importante di indagine riguarda la corretta fruizione degli applicativi e dei giochi disponibili sugli store proprietari di TIM (App Store e Game Store), con la verifica puntuale (in modalità manuale, in modo da recuperare interamente la user experience) su tutte

le anomalie riscontrabili nelle fasi di acquisto, scarico, installazione, esecuzione e tariffazione dei contenuti stessi. Le applicazioni ed i giochi disponibili sugli Store vengono testati a campione sui terminali commerciali maggiormente diffusi in rete, e le anomalie rilevate vengono ri-testate periodicamente per verificare il debug delle anomalie rilevate.

Infine vengono effettuate in modalità automatica (con terminale emulato) misurazioni statistiche su tempi di accesso e completezza e correttezza delle pagine WAP di maggiore fruizione e su una varietà di terminali in grado di rappresentare il parco terminali con maggiore "presence" sulla rete TIM. I test vengono ripetuti a cadenza oraria nell'arco delle 24 ore, 7 giorni su 7, con report di sinte-

si quindicinali che permettono di rilevare rapidamente scostamenti significativi delle prestazioni medie della fruizione di pagine WAP, così come percepite dall'utente finale.

Il settore è accreditato per la verifica su attivazione, fruizione e disattivazione dei servizi in abbonamento secondo il sopra menzionato Codice CASP, che è stato ratificato allo scopo di definire le regole comuni di condotta per i player di settore, ispirate a norme di trasparenza nella comunicazione verso l'utente finale, usabilità dei servizi da parte dell'utente e accessibilità nei confronti dell'utente e del mondo esterno al settore dei servizi Premium ■

[robert.farotto@telecomitalia.it](mailto:robert.farotto@telecomitalia.it)

frequenza, irradiati da un terminale mobile; la prova, oggetto di accreditamento, si pone l'obiettivo di verificare la conformità dei terminali mobili ai limiti di base,

riportati nelle normative Internazionali in termini di SAR. Un ulteriore ambito in cui il LAP dispone di competenze elevate è quello della protezione e sicurezza

elettrica e dei consumi energetici. In materia di protezione elettrica i laboratori del LAP svolgono prove per la verifica della robustezza delle apparecchiature di TLC, esposte alle sovratensioni e/o sovracorrenti e operano inoltre per la valutazione della robustezza meccanica delle apparecchiature, rispetto alle sollecitazioni sperimentabili durante il trasporto, lo storage e l'utilizzo.

Altro laboratorio storico è quello di elettroacustica, accreditato per la verifica di conformità delle caratteristiche elettroacustiche di apparecchi per telefonia analogica e ISDN e delle caratteristiche di accesso di terminali della rete PSTN.

Da molto tempo sono anche attivi due laboratori che provano le tecnologie WiFi e conducono prove prestazionali, di copertura e radio in base agli standard 802.11.

Figura 3 - Il laboratorio SAR (Specific Absorption Rate)



### 3.2 Competenze sui materiali

Nei laboratori possono essere svolte prove di tipo fisico-chimico finalizzate a verifiche di conformità alle specifiche tecniche di materiali di rete, alla valutazione della resistenza a fattori di degradazione ambientale, all'individuazione delle modalità ottimali di smaltimento di prodotti a fine vita. Possono inoltre essere valutati alcuni aspetti di eco compatibilità dei materiali e della sicurezza di impiego degli stessi in particolari ambienti di lavoro.

### 3.3 Metrologia

Il LAP è un Centro di Taratura ed opera sia per il mantenimento della riferibilità del parco stru-

menti aziendale sia per la fornitura di servizi di taratura verso terzi. Il Centro di Taratura (LAT 072) è oggi accreditato da ACCREDIA per le 5 grandezze di metrologia elettrica (tensione, corrente e resistenza in regime continuo, tensione e corrente in regime alternato), la grandezza frequenza e 5 grandezze ottiche di maggior impiego (potenza ottica, linearità in potenza ottica, attenuazione in fibra, linearità di attenuazione e lunghezza d'onda).

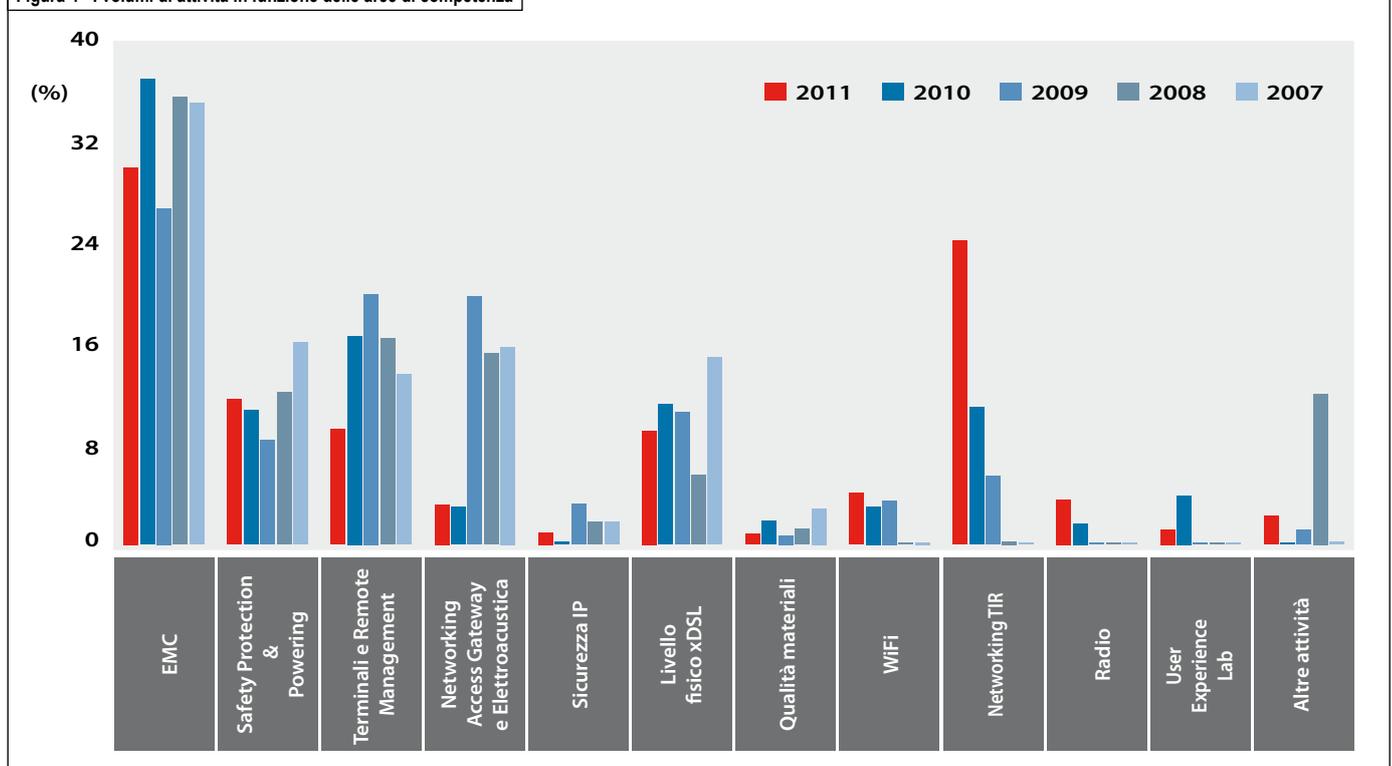
L'impiego di campioni di riferimento ad elevata accuratezza quali i riferimenti allo stato solido in corrente continua, resistori fissi mantenuti in bagno d'olio (al fine di minimizzare i contributi di incertezza dovuti alle variazioni di temperatura), misuratori in corrente alternata, permettono la taratura di strumenti a livelli di incertezza minimi. Ed è proprio l'utilizzo di questi campioni di

riferimento a rappresentare una dotazione di eccellenza nel panorama dei centri attualmente operativi in ambito nazionale.

### 3.4 Competenze sui sistemi e funzionali

Nel corso degli ultimi anni sono notevolmente aumentate le competenze sistemistiche e funzionali nell'ambito di differenti laboratori, da quelli che si occupano del testing dei terminali a quelli che verificano la qualità dei sistemi di rete. La diffusione della rete a larga banda xDSL e la creazione di un servizio IPTV di Telecom Italia hanno consentito di acquisire competenze su set top box e access gateway residenziali e business per servizi triple play (voce, dati e IPTV), sulla qualità video, software upgrade e remote management, conformità dei protocol-

Figura 4 - I volumi di attività in funzione delle aree di competenza



li, sicurezza informatica, test di servizio, GUI e protocolli di zapping.

Parallelamente nel settore di rete, i laboratori hanno acquisito competenze sulle reti Backbone, Metro, Edge IP e Rete di Gruppo, acquisendo la capacità di gestire catene di prova end-to-end, in supporto al lancio di nuove tecnologie e servizi innovativi.

Una lunga tradizione hanno anche le competenze legate all'ergonomia e alla user experience finalizzate a orientare al meglio l'offerta e l'innovazione di prodot-

ti e servizi verso i clienti. Il LAP può contare su ergonome certificate a livello europeo dall'Ente EURERG, psicologhe, sociologhe, esperte in progettazione user-centered, ricerca psico-sociale, statistica psico-metrica e comunicazione.

#### 4 I servizi offerti

Il LAP è in grado di offrire tipologie di servizi differenti a seconda delle esigenze del cliente il modo da con-

sentire costi coerenti con i ritorni previsti dall'attività di collaudo.

Il servizio principale offerto dal LAP consiste nella *verifica di conformità* ad una norma, sia essa nazionale, internazionale o fornita dal cliente stesso. In tal caso il laboratorio verifica puntualmente la coerenza tra quanto specificato nel documento e quanto svolto dal sistema/apparato in prova. Tale verifica può essere svolta tramite delle test list già disponibili o realizzate appositamente per il cliente.

Spesso accade che il cliente non necessiti di una verifica completa

## I nostri servizi

Il LAP è in grado di provare differenti tipologie di apparati e sistemi di TLC sia in modalità stand alone che inseriti nel contesto di rete (fissa e mobile) completamente simulata nei nostri test plant. Possiamo provare:

### Terminali

Verifica delle funzionalità dei terminali fissi e mobili residenziali, business e consumer in tutte le funzionalità hardware e software e di interoperabilità con la rete sia per le tecnologie tradizionali (RTG ISDN, ATM) che per quelle più innovative (IP).

### Apparati di rete

Collaudi e credibility test di apparati di rete (DSLAM, Router, Switch, OLT, Node B ecc) appartenenti ai differenti segmenti di rete: accesso, OPM, core e trasporto

### Portali e siti web

Verifica dell'usabilità e funzionalità di portali/sistemi/prodotti per il web.

### Soluzioni IT

Verifica di soluzioni IT in un contesto di rete end 2 end

### Strumentazione

Collaudo e calibrazione di strumentazione dal punto di vista hardware, funzionale e nel contesto di rete

### Materiali di rete

Analisi e prove di materiali utilizzati nelle reti e negli apparati di TLC (cavi, connettori ecc) inerenti ad aspetti di robustezza, degrado ambientale e con riferimento alle specifiche tecniche di Telecom Italia ed alle norme cui rimandano le stesse.

### Sistemi di commutazione privata

Collaudo di differenti tipologie di PBX con interfacce analogiche, ISDN e IP. Le prove vengono svolte sia sul livello fisico che sui protocolli verificando an-

che l'interoperabilità con altri costruttori e con al rete reale

Per ognuno dei prodotti/sistemi sopra descritti il LAP svolge prove in svariati ambiti tecnologici, quali:

- VoIP
- EMC
- Prove su funzionalità fisiche DSL
- Ambientali (vibrazione, temperatura e umidità)
- WIFI radio, copertura, protocolli e prestazioni
- TR69
- QoS e interworking
- Powering
- Protezioni e sicurezza elettrica
- Sicurezza informatica
- Elettroacustica
- Prove end 2 end

Maggiori informazioni su tipologie di servizi, competenze e laboratori possono essere reperite nel sito web:

<http://lap.telecomitalia.it>

[lap@telecomitalia.it](mailto:lap@telecomitalia.it)

del prodotto, ma abbia la necessità di disporre di una valutazione di massima della sua qualità. In tal caso è possibile svolgere dei *credibility test*, verificando solo le funzionalità principali del dispositivo in prova e focalizzando i test sugli aspetti che sono più critici. Nel caso in cui il cliente sia un operatore che deve acquisire dei sistemi/prodotti il *credibility test* può essere un buon metodo per selezionare i fornitori.

È consolidata anche la capacità di offrire spazi attrezzati per svolgere le prove a vendor esterni con o senza supporto di risorse interne. Questo servizio, denominato *testing park*, consente al cliente di risparmiare sui costi ed eseguire sessioni di prova in completa autonomia.

Il LAP svolge anche attività di collaborazione allo sviluppo su prodotti innovativi: *co-making*. In tali contesti non è sufficiente una semplice attività di collaudo del prodotto, ma è necessaria una vera messa a punto condotta con successive sessioni di prove svolte in stretta collaborazione con i progettisti.

Infine c'è la *taratura* e la calibrazione della strumentazione, offerta agli stessi lab interni di Telecom Italia e ai clienti esterni. La presenza di strumentazione campione ad elevata accuratezza (campioni di prima e seconda linea) rappresenta una dotazione di eccellenza con livelli di incertezza riconducibili a quelli dell'Istituto Metrologico Nazionale.

## Conclusioni

Il LAP sta adattando i suoi servizi, competenze ed asset ai nuovi contesti presenti nel settore delle

## Qualità

Il LAP mantenendo invariati i suoi obiettivi e la sua indipendenza si è adeguato nel corso degli anni all'evoluzione legislativa europea relativa agli enti di accreditamento e alle norme di riferimento. Tale evoluzione si è conclusa a fine 2009 con la designazione di ACCREDIA quale ente unico per l'accreditamento dei laboratori in base al regolamento europeo CE 765/2008. È quindi ipotizzabile affermare che progressivamente gli accreditamenti in essere saranno gestiti dall'ente unico nazionale.

## I nostri accreditamenti

Il LAP, dall'inizio degli anni '90, è accreditato alla norma UNI EN ISO/IEC 17025 presso il Ministero dello Sviluppo Economico (già Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni) ed ACCREDIA (già Sinal e SIT). I servizi accreditati ad inizio 2012 sono:

### Ministero dello Sviluppo Economico

#### Elettroacustica

- Prove elettroacustiche e telefonometriche su terminali per accesso base ISDN;
- Requisiti elettroacustici e telefonometrici di terminali PSTN;
- Requisiti d'accesso di terminali PSTN.

#### EMC

- Apparecchiature e Sistemi per Radiocomunicazione
- Apparecchiature terminali di telecomunicazioni
- Apparecchiature e Sistemi delle Reti Pubbliche di TLC

- Organismo Competente Notificato EMC di Telecom Italia (ON) nell'ambito della direttiva 2004/108/EC

#### Protezioni e sicurezza

- Protezione Terminali di TLC
- Sicurezza elettrica degli apparati ICT
- Sicurezza elettrica apparati radiotrasmettitori

### ACCREDIA

#### Metrologico (Centro di Taratura)

Taratura degli strumenti per le grandezze:

- Tensione, Corrente (cc.e c.a.) e Resistenza (c.c.).
- Frequenza
- Potenza ottica e linearità in potenza ottica
- Attenuazione in fibra e linearità di attenuazione
- Lunghezza d'onda

#### Powering

Misure di powering in condizione di off mode e stand by su apparati di TLC su norma IEC per TLC

#### VAS mobili

Verifica dei Value Added Services (VAS) erogati tramite term. mobili in base alla norma CASP

#### SAR

Verifica dei livelli di potenza assorbita per unità di massa all'interno di un fantoccio antropomorfo omogeneo

telecomunicazioni originati dalla globalizzazione e dalla delocaliz-

zazione della produzione nei paesi emergenti.

Diminuiscono infatti le esigenze di test sugli aspetti hardware ed aumentano invece le richieste di prove funzionali e di servizio end to end. Infatti molte aziende italiane ed europee si trasformano da manifatturiere ad integratori di prodotti sviluppati in oriente. La progettazione dei test set up deve essere fatta con grande attenzione, riducendo al minimo gli investimenti e puntando su servizi di sicuro appeal.

Nel corso degli ultimi anni il LAP ha instaurato una solida collaborazione con il territorio entrando nel polo ICT piemontese per offrire servizi alle PMI della regione e in parallelo, ha realizzato il primo laboratorio a Napoli per attività di testing degli aspetti funzionali dei protocolli Zig Bee (profili home automation e telecom application).

Questo allargamento del perimetro richiederà la modifica di alcuni processi gestionali, passando da una struttura singolo sito ad una multisito, ed in tale ottica andranno anche riviste le modalità di accreditamento e la documentazione relativa alla qualità.

Dunque, dopo più di 20 anni, la storia continua... ■



## Acronimi

<b>ADLNB</b>	Association of Designated Laboratories and Notified Body	<b>ISO</b>	International Standards Organization
<b>AG</b>	Access Gateway	<b>IT</b>	Information Technology
<b>CASP</b>	Codice di Condotta per l'offerta dei Servizi Premium SMS/MMS	<b>LAP</b>	Laboratorio Accreditato Prove
<b>CNAS</b>	China National Accreditation Service	<b>LAT</b>	Laboratorio Accreditato Tarature
<b>CSELT</b>	Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni	<b>MMS</b>	Multimedia Messaging Service
<b>CSSA</b>	Camera Schermata Semi Anecoica	<b>NT</b>	Network Termination
<b>CTS</b>	Conformance and Testing Services	<b>PAN</b>	Persona Area Network
<b>DNV</b>	Det Norske Veritas	<b>PSTN</b>	Public Switched Telephone Network
<b>EMC</b>	Electromagnetic Compatibility	<b>PMI</b>	Piccola Media Industria
<b>EN</b>	European Norm	<b>ROS</b>	Reparti Operativi Speciali
<b>GUI</b>	Graphical User Interface	<b>SAR</b>	Specific Absorption Rate
<b>ICT</b>	Information and Communication Technologies	<b>SDH</b>	Synchronous Digital Network
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission	<b>SGA</b>	Sistema Gestione Ambiente
<b>IMQ</b>	Istituto Marchio Qualità	<b>SGQ</b>	Sistema Gestione Qualità
<b>IP</b>	Internet Protocol	<b>SINAL</b>	Sistema Italiano Nazionale per Accreditamento Laboratori
<b>IPATS</b>	ISDN Primary Access Testing System	<b>SIT</b>	Servizio Tarature Italiano
<b>IPTV</b>	Internet Protocol TeleVision	<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>ISDN</b>	Integrated Services Digital Network	<b>SQ</b>	Sistema Qualità
		<b>TLC</b>	Telecomunicazioni
		<b>TTS</b>	Thermal Transfer Standard
		<b>TIR</b>	Terminazione Intelligente di Rete
		<b>VAS</b>	Value Added Services
		<b>WAP</b>	Wireless Application Protocol
		<b>xDSL</b>	Digital Subscriber Loop



### **Carlo Mogavero**

in azienda ad inizio anni '80 dopo la laurea in ingegneria elettronica, si è occupato in una fase iniziale di progettazione di sistemi per la trasmissione numerica. Successivamente ha ricoperto incarichi di coordinamento sia in ambito aziendale (rete di trasporto ed accesso) che di normativa (ETSI e ITU). Dal 2009 ricopre il ruolo di Responsabile Tecnico del LAP nell'ambito della funzione Testing Labs di Telecom Italia Lab

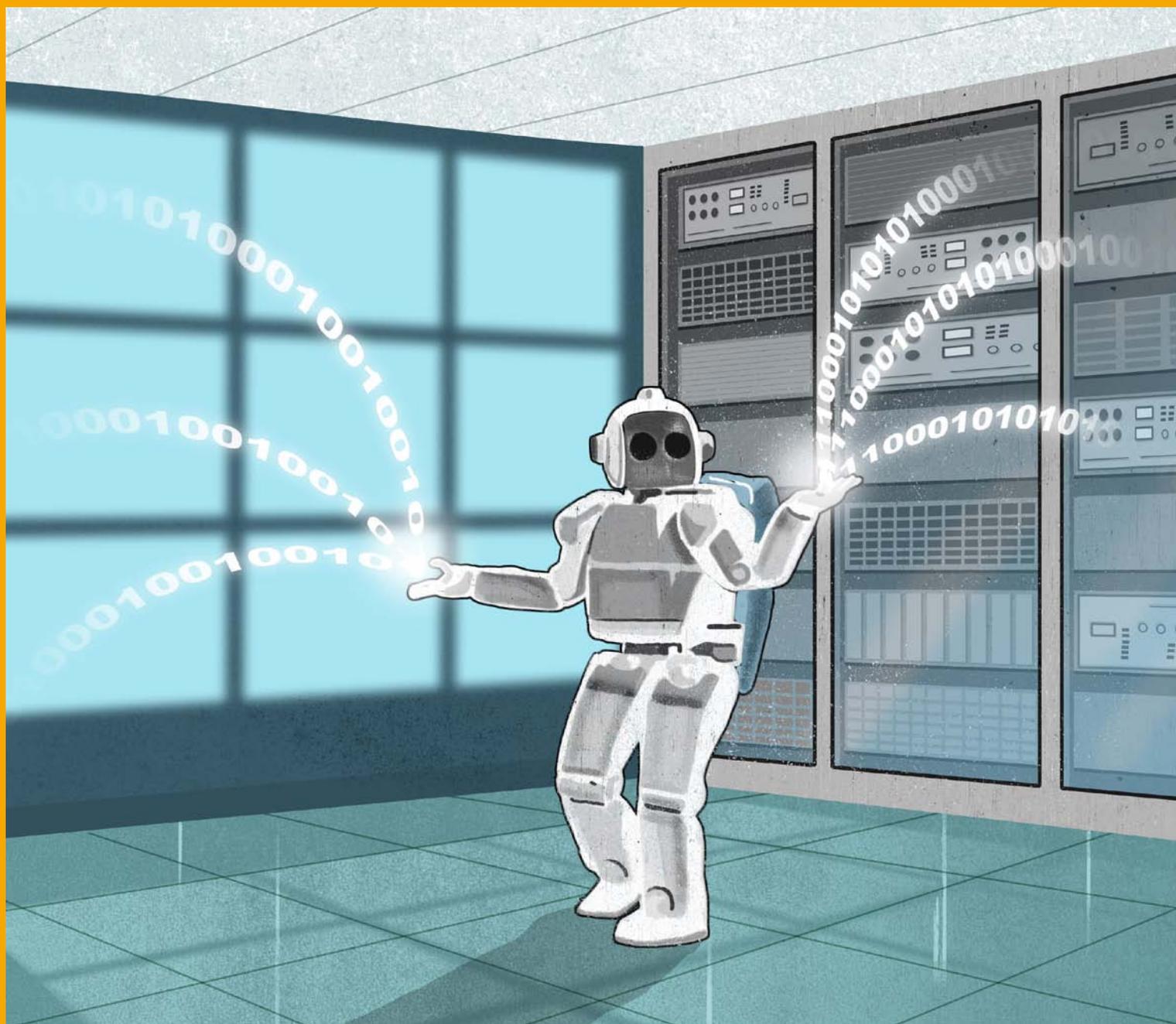


### **Marco Ottolenghi**

in azienda nel 1980, consegue poi il diploma di laurea in Amministrazione Aziendale. Dal '90 si occupa del LAP, ha collaborato attivamente alle evoluzioni della sua struttura e allo sviluppo dei sistemi qualità aziendali e dei laboratori; matura inoltre una significativa esperienza nella definizione di processi gestionali a supporto delle aree tecniche. È auditor interno Telecom Italia per i sistemi qualità 9001 e 17025, oltre che referente qualità delle "Operations" LAP, nell'ambito della funzione Testing Labs di Telecom Italia Lab

# LE PROSPETTIVE DELLA ROBOTICA

Roberto Antonini, Gianpiero Fici, Marco Gaspardone



**L'**interesse crescente di colossi come Google e Amazon e l'emergere di molte promettenti piccole realtà come iRobot e Willow Garage porta alcuni analisti ad affermare che la tecnologia sia matura a sufficienza da permettere di pensare che la Robotica Personale possa essere *"The Next Big Thing After Mobile"*.

Sarà vero? Questo articolo si propone di fornire un quadro degli ultimi risultati nell'ambito della robotica e di presentare le attività che la ricerca di Telecom Italia sta portando avanti in questo campo.

## 1 L'evoluzione dei Robot

Per presentare lo stato attuale della robotica, tracciamo una sintetica storia evolutiva dei robot.

### 1.1 Le origini

Il termine "robot" viene utilizzato per la prima volta nel 1920 nell'opera teatrale R.U.R. [2] (Rossum's Universal Robots) dello scrittore ceco Karel Čapek (1890-1938) [1]. In questo dramma fantascientifico i robot sono esseri sintetici creati per sostituire l'uomo nei lavori manuali (la parola ceca *robot* significa lavoratore forzato, nel senso feudale di servitore) che si rivoltano contro l'uomo. L'opera di Čapek, come altri lavori dello stesso periodo (vedi, ad esempio, il film *Metropolis* [3] di Fritz Lang del 1927 o il romanzo *Brave New World* di Aldous Huxley [4] del 1931), esprime la preoccupazione degli intellet-

tuali dell'epoca di fronte all'avanzare del progresso, ma fornisce anche un segno di speranza nel momento in cui, nell'epilogo del dramma, una coppia di robot, Primus ed Helena, dimostrano di aver sviluppato essi stessi dei sentimenti e si avviano a dare origine ad una rinnovata umanità, come novelli Adamo ed Eva.

I robot descritti nel dramma di Čapek sono in realtà quello che oggi chiameremmo replicanti (come quelli descritti nel romanzo *Do Androids Dream of Electric Sheep?* di Philip K. Dick [5] e rappresentati nel film *Blade Runner* [6] di Ridley Scott), perché sono esseri artificiali creati in fabbrica sulla base di un sostituto chimico del protoplasma (derivato da studi sulla biologia marina) e muoiono dopo vent'anni di utilizzo. Ma tant'è, il termine si è diffuso universalmente come la definizione di "macchina automatica talvolta dotata di organi equivalenti agli arti umani, capace di svolgere alcune funzioni o attività proprie dell'uomo" [7].

Tuttavia, anche prima che fosse adottato il termine "robot", già nell'antichità si narrava di figure meccaniche in grado di operare in modo autonomo. Ad esempio Omero descrive nell'Iliade delle "figure di vaghe ancelle, tutte d'oro, e a vive giovinette simili" [8] create dal dio Efesto come aiutanti femminili *"entro il cui seno aveva messo il gran fabbro e voce e vita e vigor d'intelletto"* [9]. Nella tradizione ebraica è invece presente la figura del Golem [10], un gigante di materia inanimata, a cui viene data la vita tramite rituali magici esoterici e che può essere utilizzato come servo, lavoratore o protettore del popolo ebraico dai suoi persecutori. Anche Leonardo da Vinci descrive, nel Codice Atlantico e in piccoli taccuini tascabili databili intorno al 1495-1497, un "automa cavaliere" [11], ideato probabilmente per animare le feste alla corte sforzesca di Milano. Ma è per essere esposti nelle *Wunderkammer* (gabinetti delle curiosità) che geniali artigiani ed esperti di meccanica creano nel

Settecento alcune delle più sorprendenti realizzazioni di automi meccanici. Come ad esempio "I Tre Automi" [12], lo scrivano, il disegnatore e il musicista, realizzati in Svizzera tra il 1770 e il 1773 dal maestro di orologeria Pierre Jaquet-Droz e da suo figlio Henri-Louis e presentati nel 1775 alla corte di Re Luigi XVI e della Regina Maria Antonietta a Parigi. (Figura 1).

## 1.2 Gli sviluppi

Queste sono però solo curiosità del passato; la vera e propria robotica nasce nel 1961, in uno stabilimento della General Motor del New Jersey, dove viene installato il primo braccio robotico in una catena di montaggio di automobili [13]. Questo robot, denominato Unimate, doveva estrarre dagli stampi di fusione parti incandescenti di automobile (ad esempio

maniglie di portiere) e immergerle nel liquido di raffreddamento prima del passaggio alla rifinitura e lucidatura [14] (Figura 2).

Oggi sebbene la robotica industriale sia tuttora il campo di applicazione predominante, non è più l'unico, dato che nel corso degli anni molti altri ambiti di applicazione sono emersi e si stanno affermando.

Ad esempio importanti finanziamenti vengono utilizzati nel campo della robotica militare, in particolare negli USA, con lo scopo di raggiungere vantaggi tattici diminuendo i rischi umani nella ricognizione tramite droni volanti o nell'esplorazione a terra di campi minati, ma anche per il trasporto di materiale pesante e ingombrante (robot quadrupedi).

Vi è poi l'esplorazione spaziale che sta ultimamente utilizzando sempre più strumenti robotizzati, con l'obiettivo di una riduzione dei costi. Il progetto più importante della NASA riguardante i robot è sicuramente il "Mars Exploration

Rover Project" [15], nel cui ambito sono stati inviati nel 2004 sul pianeta Marte due robot, Spirit e Opportunity, per la raccolta e studio di particelle del suolo (Figura 3).

Un ulteriore campo in cui la robotica viene introdotta con successo è quello medico. In questo caso le applicazioni sono molteplici: si va dalla chirurgia, con celle robotiche per l'esecuzione di operazioni a distanza, all'infermieristica, con robot ospedalieri di supporto al personale e per la distribuzione di medicine, all'assistenza personale, con robot designati per compiti di monitoraggio di pazienti e anziani e per la telepresenza di familiari e medici.

Ma il settore che è sicuramente il più promettente è quello della Robotica Personale.

## 2 La Robotica Personale

La Robotica Personale, o Robotica di Servizio come viene alcune volte chiamata, comprende tutte le applicazioni robotiche il cui scopo è quello di ridurre il lavoro ed il tempo necessario per lo svolgimento di un certo compito, aumentare la sicurezza e la tranquillità nell'ambiente in cui viviamo o lavoriamo e fornire intrattenimento e divertimento. Le applicazioni che rientrano nel campo della Robotica Personale possono essere così riassunte:

- *robot domestici* – questo tipo di robot si assume lo svolgimento di compiti ripetitivi. In questa categoria rientrano solitamente i lavori di pulizia e di manutenzione, quindi in questo segmento ricadono i robot aspirapolvere, i tagliaerba automatizzati, i sistemi autonomi per la pulizia delle piscine, ecc.

Figura 1 - Gli Automi di Droz sembrano solo pupazzi animati, ma sono forniti di una primitiva interfaccia di programmazione



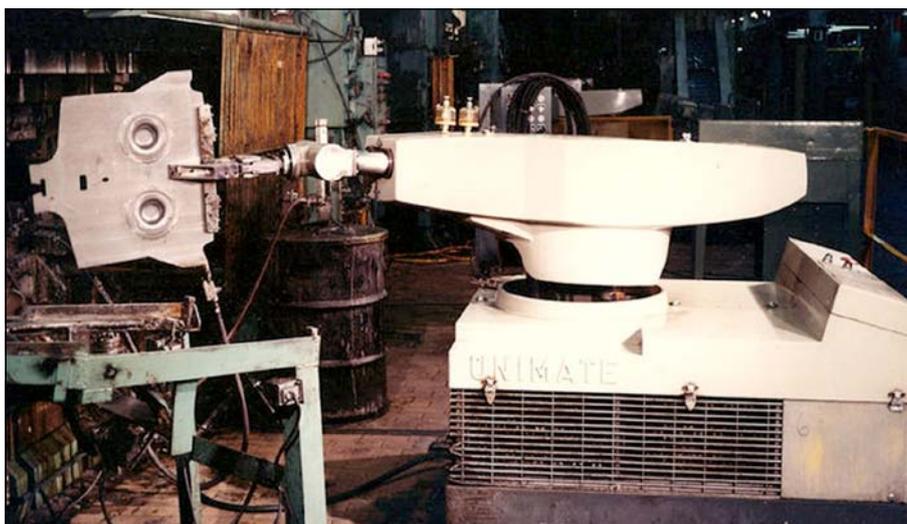


Figura 2 - Il braccio robotico Unimate non assomiglia propriamente ai robot descritti nella fantascienza, sebbene il suo sviluppo fu ispirato dai racconti robotici di Isaac Asimov



Figura 3 - Primi test del Mars Exploration Rover "Spirit" che dalle camere pulite della NASA si è trasferito alle distese sabbiose di Marte

- *telesorveglianza* – anche in questo caso si tratta dell'esecuzione di compiti ripetitivi, ma la caratteristica principale di questo tipo di robot è di poter rilevare situazioni anomale e di Attualmente esistono già in commercio dei sistemi di telesorveglianza, sia in ambito domestico, che aziendale.
- *telepresenza* – questo tipo di applicazioni permettono la pre-

senza virtuale in un ambiente remoto, consentendo all'utilizzatore di interagire a distanza con le persone e le cose tramite un robot dotato di un'interfaccia audio e video. Anche queste applicazioni possono essere utilizzate sia in ambito domestico (ad es. per la cura di pazienti anziani che vivono a casa), sia in ambito aziendale (ad es. per riunioni di lavoro o visite a stabilimenti).

- *robot per l'intrattenimento* – con robot di forma umanoide o animale in grado di interagire e giocare con gli utilizzatori.
- *robot educativi* – usare la robotica è il modo migliore per imparare la robotica, il capostipite di questo tipo di applicazioni è stato il sistema Mindstorms sviluppato dalla LEGO [16]. Tutte queste applicazioni ricadono fondamentalmente in due tipologie di soluzioni che tengono in conto la tipologia di interazione che il robot ha con l'uomo.
- *soluzioni autonome* – sono le applicazioni in cui il robot svolge il suo compito con un alto grado di autonomia e quindi non richiedono una presenza umana;
- *soluzioni augmented* – sono le applicazioni in cui il compito principale del robot è la collaborazione con la presenza umana, fornendo servizi mirati ad aiutare e/o dare informazioni all'utilizzatore tramite un'innovativa modalità di interazione tra uomo e robot.

L'interesse verso la Robotica Personale viene spiegato da molti esperti nel campo con il parallelismo tra lo stato della robotica attuale e quello dell'informatica negli anni '80. Ad oggi però ci sono ancora alcuni problemi che devono essere risolti prima che questo porti a quella rivoluzione rappresentata dall'introduzione della robotica nella nostra vita quotidiana, come è successo con l'introduzione dei personal computer. In primo luogo esiste il problema di consentire ai robot la percezione dell'ambiente fisico in cui si trovano; operazioni semplici e scontate per l'uomo sono compiti difficili per un robot, come il riconoscimento di oggetti e persone, l'orientamento

## ROS

ROS (*Robot Operating System*) è un framework open source per sviluppo software su robot eterogenei e fornisce tutta una serie di funzionalità, tipiche di un sistema operativo, per facilitare la creazione delle componenti (nodi) attraverso linguaggi come C++ e Python, e la gestione ed il debugging delle componenti attraverso comandi ad-hoc (molto simili a quelli di un sistema operativo) e varie interfacce grafiche. ROS, originariamente sviluppato presso i laboratori di Intelligenza Artificiale a Stanford (California), è seguito e ampliato dal 2008 essenzialmente da Willow Garage, un istituto di ricerca sulla robotica con più di 20 istituzioni che collaborano in una sorta di modello di sviluppo federato (sponsorizzato da Google). All'interno del gruppo di lavoro sulla robotica si sta puntando molto su questo framework, ormai divenuto uno standard de-facto per lo sviluppo su robot.

ROS è basato su un'architettura a grafo dove il processamento ha luogo nei nodi, che sono i mattoncini base delle componenti SW sviluppate, e la comunicazione avviene sfruttando diversi paradigmi (Messages, Services e Action)

Il framework e le librerie a supporto di ROS sono disponibili in modo completo solo su Ubuntu che è un sistema operativo Unix-like, su altri sistemi operativi sono ancora in fase sperimentale.

### Modularità

L'accoppiamento molto lasco fra i nodi permette una elevata modularità delle componenti SW, alla base di questo accoppiamento stanno essenzialmente tre paradigmi di comunicazione che a loro volta si basano sul concetto di messaggio scambiato, un messaggio viene descritto in un file di testo compilato opportunamente dal framework ROS. Ecco nel seguito i tre paradigmi di comunicazione.

**Messages:** la comunicazione avviene attraverso il noto meccanismo comunemente definito "publish-subscribe", un nodo ROS semplicemente dichiara a quali topic si sottoscrive e con opportune "callback" verrà notificato ogni qualvolta quel messaggio viene pubblicato su quel topic da altri nodi

**Services:** la comunicazione avviene attraverso il classico meccanismo "request-response", un nodo esegue una richiesta ed attende in modo sincrono una risposta, in questo caso un nodo si comporta da server (accetta richieste e risponde) e l'altro nodo da client ( esegue le richieste ). Sia le richieste che le risposte sono messaggi ROS.

**Actions:** la comunicazione avviene in modo asincrono, un nodo client invia una richiesta ed attende di essere notificato della risposta (result, feedback) su opportuna callback, non appena questa viene resa disponibile dal nodo server. La richiesta può anche essere cancellata.

La modularità delle componenti è una delle condizioni necessarie alla base del concetto di astrazione delle funzionalità del robot

### Astrazione

Un classico esempio di astrazione di ROS è quello del sistema di navigazione: un insieme di nodi generici che implementano algoritmi di localizzazione, planning, gestione mappe; ed una serie di nodi specifici (cosiddetti driver): per la gestione ad esempio del sensore laser della Hokuyo, del robot P3DX della Pioneer. Questi ultimi pubblicano o si sottoscrivono a messaggi "standard", per cui non è necessario costruire due nodi separati per la localizzazione poiché i messaggi rimangono sempre gli stessi. In definitiva, l'utilizzo di ROS permette un certo grado di astrazione dell'HW verso le applicazio-

ni costruite utilizzando il framework, per cui non è più necessario scrivere due applicazioni diverse per eseguire la navigazione di un robot umanoide (NAO) e di un robot con le ruote (iCreate), ma con un'unica applicazione sottoscrivere o pubblicare i messaggi che sovrintendono la navigazione, ci penserà poi ROS a gestire i diversi HW (gestione ruote e/o gambe) con i driver opportuni.

### Distribuzione

Il framework ROS è strutturato attraverso una gerarchia molto funzionale alla distribuzione delle componenti e quindi allo sfruttamento pieno della loro modularità. La gerarchia è così articolata a partire dal basso:

**Nodi:** sono i mattoncini base del framework e sono eseguibili C++ o interpretati Python che in generale gestiscono messaggi ROS attraverso uno o più paradigmi di comunicazione fra quelli definiti sopra

**Package:** è essenzialmente una collezione di nodi ed è riferito alle funzionalità base (astratte) che si vogliono usare, ad esempio il package localizzazione utilizzerà il nodo laser, il nodo AMCL (*Algorithm MonteCarlo Localization*), i driver (nodi) dei robot che si vogliono utilizzare per ricavare le informazioni odometriche del robot stesso. Alcuni nodi sono esclusivi di una package altri possono essere distribuiti con più package.

**Stack:** è una collezione di package ed è utilizzato essenzialmente per la distribuzione SW dei package, è infatti possibile associargli una versione e dichiarare le dipendenze fra i vari package contenuti ■

all'interno degli ambienti, la manipolazione di oggetti. Un altro ostacolo è rappresentato dalla mancanza di standardizzazione nelle architetture robotiche; il codice di programmazione usato in una macchina non può essere applicato a un'altra: ogni volta che qualcuno vuole programmare un nuovo robot, deve ripartire da zero.

Per ovviare a quest'ultimo problema sono nate iniziative che mirano ad arrivare alla definizione di un meta-sistema operativo che permetta di sviluppare applicazioni robotiche indipendentemente dal robot su cui devono essere eseguite. Questo è lo scopo ad esempio di ROS (*Robot Operating System*) le cui librerie e tools di programmazione forniscono un'astrazione hardware di un gran numero di robot.

Ma su cosa si basa l'affermazione, apparsa sul sito Business Insider, che la robotica sia "The Next Big Thing After Mobile" [20]?

### 3 Valore previsto del mercato della Robotica Personale

Delle cifre sul potenziale del mercato per la Robotica Personale ci sono già e sono anche molto promettenti: ricavi che superano i 19 miliardi di dollari nel 2017 (fonte ABI Research [21]) (Figura 5 e Figura 6)

Queste previsioni assegnano la maggior parte delle quote di mercato alle applicazioni di tele sorveglianza e telepresenza, in quanto si traducono sia in un risparmio di denaro e di tempo, sia in un aumento della tranquillità personale o aziendale, e quindi mostrano un ritorno tangibile dell'investimento.

Per quel che riguarda la distribuzione dei ricavi nelle regioni geo-



Figura 4 - Il robot PR2 della Willow Garage ci può prendere una birra dal frigo quando abbiamo sete, è una bella innovazione

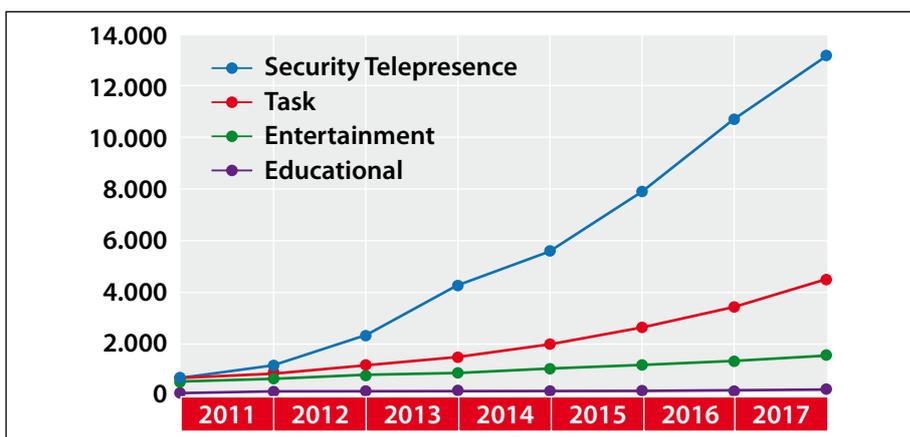


Figura 5 - Previsioni dei ricavi (in milioni di dollari) per segmento (fonte: ABI Research)

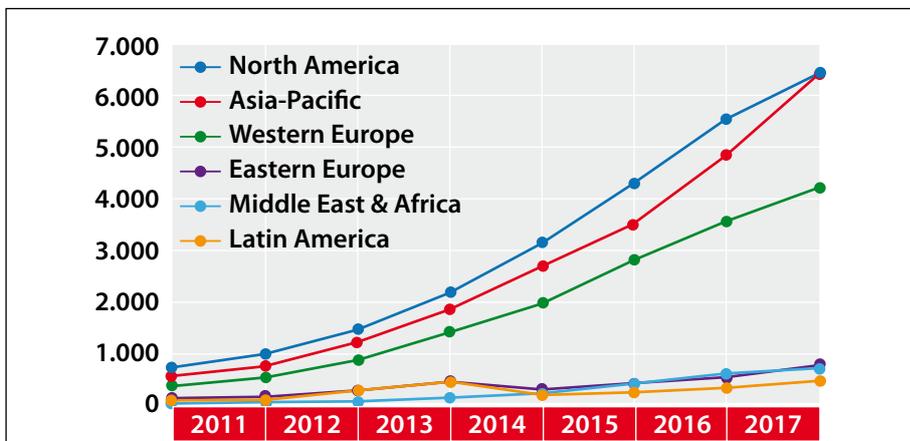


Figura 6 - Previsioni dei ricavi (in milioni di dollari) per regione (fonte: ABI Research)

grafiche le previsioni indicano il nord America, le nazioni asiatiche e l'Europa occidentale come i mercati più ricchi per le applicazioni robotiche.

Anche altre fonti concordano sostanzialmente con questo tipo di andamento, ad esempio Business Insider [20], nel già citato articolo, si aspetta che nel 2015 il mercato della Robotica Personale arrivi ad essere un'industria da 15 miliardi di dollari, con una previsione perfino più ottimistica di quella di ABI Research. L'autore dell'articolo, a supporto dei propri argomenti, cita sia gli ingenti investimenti delle grandi aziende nel campo (Google con la sua *self-driving car*, Amazon con l'acquisizione di KIVA Systems, azienda leader nel campo della logistica robotizzata), sia le numerose piccole aziende che stanno iniziando a commercializzare piccoli robot per l'intrattenimento, tecnologicamente molto avanzati, che si integrano con gli *smart phone* (in particolare iPhone ovviamente) per la realizzazione di quelli che vengono chiamati "smart pet" o "cellbot".

Esempi di queste applicazioni sono Sphero [22] della Orbotix, una pallina robotica delle dimensioni di una palla da biliardo che può essere telecomandata tramite iPhone (e può anche muoversi nell'acqua), Romo [23] della Romotive, un minuscolo cingolato che alloggia uno *smart phone* le cui app possono controllare il suo movimento (tramite comandi inviati da un altro *smart phone*, o comandi vocali, oppure utilizzando la videocamera incorporata), iPuppy del colosso dei giocattoli giapponese Bandai, un piccolo cagnolino che ha un iPhone come faccia ed è una via di mezzo tra un Tamagotchi (sempre della Bandai) e un cagnolino robotico (tipo Aibo della Sony).

Questi prodotti che coniugano la robotica e gli *smart phone* ci conducono ad un punto importante: esiste un legame tra la robotica e le telecomunicazioni?

## 4 Robotica e telecomunicazioni

Tradizionalmente il mondo della robotica e quello delle telecomunicazioni sono piuttosto distanti, perché da un lato le applicazioni robotiche hanno sempre teso ad essere il più possibile *self-contained*, nel senso che i robot vengono sviluppati per svolgere un compito senza bisogno di ulteriori componenti o integrazioni con elementi esterni, e dall'altro le telecomunicazioni hanno sempre trattato il mondo intangibile dell'informazione, vocale o digitale, e non si sono molto interessate all'interazione con il mondo fisico.

Ma questo stato di fatto è destinato a cambiare a causa di alcune novità che stanno emergendo nel campo delle telecomunicazioni e che si adattano particolarmente bene ad alcuni aspetti attualmente poco considerati della robotica. Le parole chiave che modificheranno in profondità la robotica sono: *cloud computing*, *app store* e M2M (*Machine-to-Machine*).

### 4.1 Cloud computing, ovvero: il cervello fuori dal corpo

Durante la conferenza Google I/O del 2011 è stata proposta da sviluppatori di Google e di Willow Garage [24] una sessione dal titolo Cloud Robotics [25]. La loro presentazione proponeva un modo innovativo per favorire l'introduzione della Robotica Per-

sonale: partendo dalla premessa che finora è sempre stato necessario trovare un compromesso tra le funzionalità di un robot ed il suo costo, e che uno dei fattori per cui le prestazioni di un robot sono costose è la capacità elaborativa necessaria, sia in termini di costo *hardware*, sia in termini di consumi elettrici (nel robot PR2 il consumo dei computer è il triplo del consumo dei motori), i relatori suggerivano di realizzare robot meno costosi ed ugualmente performanti spostando il carico elaborativo dal robot alla *cloud*.

Ci sono alcune funzionalità dei robot che si prestano particolarmente bene per essere eseguite remotamente, ad esempio il riconoscimento di oggetti, la creazione di mappe e la pianificazione di percorsi, il riconoscimento e la sintesi vocale, la traduzione del linguaggio, ecc. La *cloud* permette di avere robot più intelligenti, a parità di costo, consentendo la scalabilità della capacità elaborativa e della memoria a seconda delle esigenze e partendo da un *hardware* con meno prestazioni. Inoltre la connessione alla rete non favorisce solo la riduzione delle risorse necessarie a bordo del robot, ma consente anche di realizzare la condivisione delle conoscenze tra robot (come nel progetto RoboEarth) incrementando ancora di più le capacità di *problem solving* delle macchine pur mantenendo un basso livello di intelligenza all'interno del robot stesso.

### 4.2 App store, ovvero: il robot tuttofare

Lo sviluppo delle comunicazioni cellulari ha portato a dei prodotti che sono sempre meno telefoni

e sempre più computer portatili connessi in rete, tanto che i confini tra i due generi è diventato via via più sfumato per perdersi quasi del tutto con i recenti *tablet*.

Una conseguenza di questo progresso è stata la nascita di un mercato per le applicazioni per *smart phone*. Potendo sfruttare una potente CPU ed un'interfaccia grafica dalle notevoli prestazioni lo sviluppo e l'offerta di nuove applicazioni (che possono fornire programmi di elaborazione dati multimediali, connessione ai *social network* del web 2.0, condivisione di contenuti, *augmented reality*, giochi, ecc.) è letteralmente esplosa. Questa è stata certamente favorita dall'introduzione di ambienti di sviluppo come gli SDK (Software Development Kit) di Android e iPhone, ma il fattore chiave che ne ha determinato il successo è stato senza dubbio la possibilità di scaricare le applicazioni direttamente dalla rete e di installarle con un semplice click tramite gli *app store*.

Per questo motivo si può ipotizzare che anche nel caso dei robot gli *app store* possano essere un elemento di successo, anzi già adesso stanno incominciando a nascere alcune iniziative di questo tipo come i siti Robot App Store [26] e MyRobots [27], dai quali è possibile scaricare applicazioni per molteplici piattaforme robotiche (come NAO, Roomba, Aibo, Pleo, ecc.). Tutte queste proposte sfruttano le piattaforme di sviluppo robotiche già esistenti (come LEGO NXT [18], Microsoft Robotics Developer Studio [19], ROS [18], ecc.) per offrire applicazioni disparate e inventive per il *download* sui robot. Come nel caso delle applicazioni per *smart phone* è abbastanza prevedibile che la sola presenza dello strumento favo-

risca lo sviluppo dei prodotti da parte di una base consistente di sviluppatori che, in forza del proprio numero e della propria fantasia, sono destinati a sorprendere per immaginazione ed innovatività.

### 4.3 M2M e le Smart City

L'importanza della rete di telecomunicazioni che unisce le persone impallidisce di fronte alle potenzialità della rete globale che potrebbe unire le "cose". Nel momento in cui un accesso alla rete dati sta diventando la norma anche per oggetti che precedentemente non lo hanno mai necessitato (come i televisori, gli elettrodomestici, i navigatori satellitari, gli apparecchi medicali, i sensori ambientali, o addirittura i vestiti e gli imballaggi delle merci) le possibili applicazioni diventano virtualmente infinite. Questo porta all'affermazione come tematica di grande interesse della comunicazione tra le macchine, M2M, e in particolare la sua standardizzazione.

In questo contesto appare evidente il ruolo che possono giocare i robot nella comunicazione M2M. I robot "connessi" hanno la capacità di diventare tra le fonti principali di informazioni e funzionalità fornite dall'internet delle cose. Tramite essi è possibile esplorare ambienti, interagire con oggetti e persone, effettuare azioni e ottenere risposte, sia tramite telecontrollo, sia lasciandoli liberi di agire in autonomia ma impostando una data reazione ad un dato evento. In questo modo, tramite la rete di telecomunicazioni, si potrebbero usare i robot come avatar per visitare un museo o un ambiente

ostile, oppure come compagni per svolgere un lavoro o collaborare ad un risultato, o come sostituti per svolgere un controllo o un incarico pericoloso o gravoso.

Da queste possibilità nasce anche l'interesse sulla robotica per l'evoluzione delle Smart City con l'opportunità per i comuni e gli enti preposti di disporre di sistemi telecontrollati o semi-autonomi per il controllo del territorio, la sorveglianza di aree a rischio, la supervisione ad hoc nel caso di eventi non prevedibili come incidenti stradali, congestione del traffico, o problemi di ordine pubblico (si pensi ad esempio all'utilizzo di quadricotteri telecontrollati che, dotati di videocamera, possano essere portati sul luogo di interesse in poco tempo per fornire indicazioni alle forze dell'ordine o ai soccorsi). Queste applicazioni di telesorveglianza non saranno le uniche da sviluppare, ma ne potranno essere messe in campo anche altre a supporto dei cittadini con la finalità di fornire informazioni o servizi più efficienti.

In definitiva l'integrazione tra robotica e telecomunicazioni permette di fornire servizi ai robot (sotto forma di capacità di calcolo ed espansione di memoria *on demand*), di ottenere servizi dai robot (sotto forma di informazioni ed eventi dall'ambiente in cui operano e di capacità di effettuare azioni nello stesso) e di incrementare le funzionalità dei robot (tramite il *download* e l'*upgrade* di funzionalità dalla rete).

Per questo Telecom Italia contribuisce attivamente al Technical Committee di ETSI sul M2M e proprio in questo ambito sta portando avanti una proposta di interlavoro tra l'architettura di ETSI M2M e ROS (il *framework* per la programmazione dei robot). Lo

scopo di questo contributo è quello di definire una modalità standard per mettere a disposizione le funzionalità (sia in input che in output) di un robot ad applicazioni remote tramite la rete.

Ma su quali altre attività si sta focalizzando Telecom Italia?

## 5 Le attività di Telecom Italia nel campo della robotica

Da quanto scritto finora si deduce come la robotica abbia raggiunto uno stato di maturità tecnologica sufficiente a far presumere che possa avere le potenzialità di mercato per affermarsi come una delle tematiche tecnologiche emergenti nel prossimo futuro. Quindi non è incongruente che

un operatore come Telecom Italia si interessi alla robotica, ed in particolare alla robotica personale, o di servizio, con l'intento principale di sondare le linee di tendenza evolutive dell'offerta sul mercato e di sviluppare prototipi di piattaforme software ed hardware per validare in campo le potenzialità del mercato.

### 5.1 L'architettura di riferimento

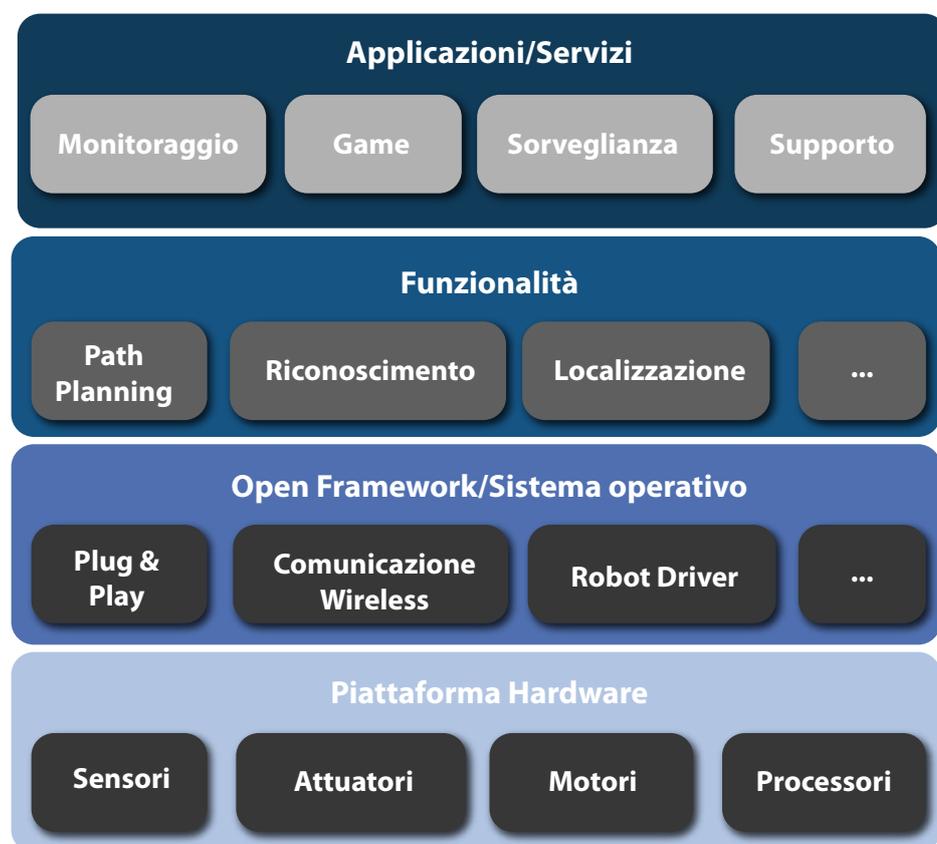
A seguito dell'analisi effettuata, è risultato utile definire un'architettura a cui fare riferimento per favorire lo sviluppo di servizi e applicazioni con un certo grado di indipendenza dallo specifico robot; questa a sua volta è com-

posta da una struttura *multi-layer* concepita per separare, sia logicamente che fisicamente, l'*hardware* del robot (qualunque esso sia: drone volante, terrestre, cingolato, umanoide, ecc.) da quelle che sono le sue funzionalità *software* (localizzazione, *mapping*, *path planning*, *tracking*, ecc.) (Figura 7).

I *layer* di cui si compone l'architettura di riferimento sono:

- **Livello Piattaforme Hardware:** questo è il campo dei costruttori dei robot e dei loro componenti; dei produttori di sensori/attuatori (anche MEMS e NEMS) e dell'elettronica per la parte computazionale; delle aziende che sviluppano la meccanica di precisione; delle imprese che disegnano i propulso-

Figura 7 - Architettura di riferimento per lo sviluppo di servizi basati sulla robotica



ri per gli UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) o i motori per le ruote o i cingoli degli UGV (*Unmanned Ground Vehicle*); ecc.

- **Livello Open Framework/Sistema operativo:** questo è il livello che abilita il disaccoppiamento dell'*hardware* del robot dalle sue funzionalità. È costituito da quei sistemi che permettono al robot di connettersi in rete, di esporre interfacce o *driver* delle risorse (come la lettura dei dati dai sensori o i comandi verso gli attuatori a bordo), ma anche da quello strato *software* che consente agli sviluppatori di funzionalità e applicazioni di astrarre dall'*hardware* fisico dei robot. È grazie a questo *layer* che si può pensare di spostare molti degli sviluppi *software* dei *layer* successivi dal robot stesso (com'era finora) alla rete.
- **Livello Funzionalità:** questo livello è formato da tutti gli *enabler* che, localmente sui robot o remotamente sulle piattaforme in rete, forniscono funzionalità di base in grado di interoperare tra loro grazie a interfacce standard o basate su ambienti di programmazione (lo stesso concetto degli SDK per i sistemi operativi dei cellulari). Questo è il primo livello che consente uno sviluppo *software* con un certo grado di indipendenza dall'*hardware* sottostante.
- **Livello Applicazioni/Servizi:** questo è il livello ICT per eccellenza, dove tutte le applicazioni e i servizi sono realizzati (come la sorveglianza automatizzata, la telepresenza, il monitoraggio, le applicazioni educative e di intrattenimento), sfruttando anche i dati e gli altri sistemi in rete.

## 5.2 La creazione dell'ecosistema

Un'applicazione robotica è fondamentalmente un sistema complesso che raccoglie stimoli ed eventi dall'ambiente ed agisce sull'ambiente stesso in risposta a tali sollecitazioni quindi, da un certo punto di vista, la robotica può essere vista come un'evoluzione delle reti di sensori, che condividono con essa molte problematiche relative al monitoraggio e all'attuazione. Ma le conoscenze acquisite e maturate nello studio delle WSN (*Wireless Sensor Network*) non bastano. Da qui l'esigenza di collaborare, creando ecosistema, sia con il mondo universitario (università di Padova e Torino in primis) sia con il mondo industriale (Comau ad esempio) sia con altri enti di ricerca come CNR e IIT che hanno già maturato esperienze in tale settore.

Al fine di supportare le attività di questo eterogeneo gruppo di ricerca (tra l'altro in continua evoluzione) Telecom Italia ha avviato il Robotics Research Campus [28], con l'obiettivo di connettere fra loro questo insieme di università, centri ricerca e aziende, riunite assieme per indagare lo sviluppo della "Next Robotic Generation". Il portale ha come intento la condivisione all'interno e la divulgazione verso l'esterno delle azioni volte a diffondere la cultura dell'innovazione e della ricerca applicata alla Robotica Personale. La finalità è di rafforzare lo scambio di *know-how* nella ricerca di base, favorire lo sviluppo di nuovi *concept* di servizio, creare le opportunità per la partecipazione a progetti finanziati di ricerca e sviluppo e agevolare l'aggregazione di nuovi attori interessati all'ini-

ziativa, siano essi centri ricerca o aziende (Figura 8).

## 5.3 L'interesse per la robotica umanoide

I criteri che guidano la costituzione di questo ecosistema di università e aziende tengono in particolare considerazione un particolare segmento della robotica personale: la robotica umanoide. Data la difficoltà di realizzazione di un robot antropomorfo potrebbe sembrare poco proficuo perseguire questo obiettivo, ma ci sono almeno due vantaggi che rendono la robotica umanoide interessante:

- la capacità di utilizzare gli stessi attrezzi usati dagli uomini,
- l'interazione tra uomo e macchina seguendo schemi e meccanismi umani.

Lo studio della HRI (*Human-Robot Interaction*) non prescinde in alcun caso dall'aspetto "umano" della comunicazione con un robot (non è infrequente il caso di persone che parlano al proprio aspirapolvere robot), ma nel caso di un robot umanoide si può arrivare ad avere un vero e proprio "rapporto umano" con lui. Questo è vero non solo con i prodotti di "fascia alta" di questo tipo (ad esempio il famoso robot Asimo della Honda), ma anche con altri robot umanoidi di ridotte dimensioni, che stanno iniziando ad avere un buon riscontro anche in termini di vendite. Il più noto tra questi è il robot NAO della Aldebaran Robotics [29].

Questo robot umanoide alto 57 cm. può essere utilizzato per realizzare applicazioni di intrattenimento, o educative, oppure di telepresenza per il contatto con bambini o anziani, inoltre potrebbe fungere da interfaccia per reperire i contenuti multimediali dal web 2.0. Svilupp-

Figura 8 - Una videata del portale del "Robotics Research Campus"

The screenshot shows the 'Activities' page of the Robotics Research Campus. The page features a navigation bar with links for HOME, ACTIVITIES, NEWS & EVENTS, ROBOTS & PORTALS, MEDIA, PARTNERS, and CONTACTS. The main content area is titled 'Activities' and includes a search bar and a 'RECENT POSTS' section. The 'LIST OF THE PROJECTS' section displays several projects with images and descriptions:

- ROSJava Library:** We are experimenting ROSJava library to connect Java to ROS applications, this library is still in alpha version, but is constantly improved. This library paves the way for a clear functional separation amongst what is running on a platform and what is specific for robot. On the platform, ROSJava library can build an interface made of ROS messages talker/listener or server/client, such a messages interface represents the contract between ROS and Java application. On the Robot, all ROS libraries are possible to build specific applications, the interface messages simply need to be published or subscribed.  
Email Contacts: [Roberto Antonini](#), [Marco Gasparдоне](#)
- NAO Tris:** NAO is able to play Tic Tac Toe game thanks to a remote algorithm deployed to a platform. NAO just needs to be switched on and connected to the platform, once doing this everything works. The only requested NAO functionalities are VideoDevice (for shooting photos of Tic Tac Toe schema game), TextToSpeech (for interacting with human adversary) and Motion (for pointing next move); those are all native functionalities running on the robot and being connected by the platform to support the Tic Tac Toe algorithm. It's a very first example on how NAO can exploit a remote process, a first substantial step towards "Cloud Robotics".  
Email Contacts: [Roberto Antonini](#), [Marco Gasparдоне](#)
- ROS implementation of SLAM (Simultaneous Localization and Mapping):** The robot is able to build a map of the environment and to estimate its position within the map, using the approach of this paper! The algorithm takes in input the sensor readings from a laser scanner and provides a map of the obstacles and traversable spaces. Application scenarios include mapping of logistic spaces for management or monitoring purposes, as well as mapping of home environments, for situational awareness and domestic applications.  
Email Contacts: [Luca Carbone](#)
- PIANAO:** (NAO will be able to play simple songs at the piano)  
NAO Robot learns how to play piano by a human teacher. The robot could be a useful tool for a piano teacher or a teacher himself to improve children's piano skills and to encourage them to play and enjoying the instrument! From now the robot recognizes the piano keyboard and localizes all the keys and their names analyzing the relative position between 5 black keys. Further work will focus on learning how to press the right keys in order to play a simple song with two hands independently.  
Email Contacts: [Riccardo Levorato](#)
- Autonomous Robotic Monitoring:** A new robot prototype has been built to inspect industrial site. This prototype is mainly composed by a Icreate robot and a PC mounted on top of it. It's sort of robot platform to test new sensors, ranging from laser to sharp nodes; you simply need to connect the PC via WIFI and a simple application running on it, which manages robot and sensors, allows you to build new service logics.  
Email Contacts: [Roberto Antonini](#), [Marco Gasparдоне](#)

The page also includes a 'TAG CLOUD' section with tags like 3D system App Store Autonomous robotics Cloud Robotics Dance dissemination DRONE haptic humanoid Industrial Robotics iRobot Java NAO New DARPA Next Generation odwex Open Source Piano Play Pileo podcast qbc Robot Robotics Rome Roomba ROS ROSCon 2012 SLAM TicTacToe TurtleBot workers.

pando una funzionalità di questo tipo si potrebbero creare servizi per accedere a informazioni, notizie, richiedere e scaricare canzoni o video, rimanere in contatto con i social network e ricevere/inviare messaggi semplicemente interagendo con un "amico elettronico"

(una sorta *tablet* a due gambe con una interfaccia vocale).

Sempre nel tema della robotica umanoide si inquadra la lettera di endorsement inviata da Telecom Italia alla Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa (altro centro di eccellenza per la robotica), in cui

si esprime interesse e appoggio alla sua proposta di progetto RCC (*Robot Companions for Citizens*) inquadrata nell'ambito dei progetti europei di tipo FET (*Future and Emerging Technologies*) Flagship, che ha come obiettivo della proposta di progetto quello di condurre al "Sustainable welfare through sentient machines".

## 5.4 Proposta di progetto FP7: ROSSUM

Telecom Italia ha anche proposto il progetto ROSSUM (*Robot System for energy Saving via Unmanned Monitoring*), per la realizzazione di un sistema per il monitoraggio dell'efficienza energetica nei data center tramite una rete integrata di robot mobili dotati di telecamere termografiche e sensori fissi.

È un'applicazione della robotica di servizio che deriva dall'esperienza di Telecom Italia con i propri data center, che sono grandi consumatori di energia elettrica, in gran parte destinata al raffreddamento delle macchine. Per questo motivo varie aziende nel mondo cercano soluzioni innovative per il loro condizionamento ma, nonostante tutti gli sforzi di efficientamento, si possono sempre creare all'interno dei data center gli insidiosi hot-spot. Questi sono zone circoscritte di aria a più alta temperatura che si creano a causa di condizioni locali anomale (ad esempio un carico non ottimizzato delle macchine) e possono portare a guasti e ad un'eccessiva usura delle macchine, costringendo per questo motivo ad un costante monitoraggio termico dell'ambiente. Una copertura estensiva dell'ambiente tramite sensori fissi di temperatura o termocamere stabili sarebbe costosa, quindi la soluzione proposta nel

progetto FP7 è quella di un monitoraggio tramite un robot dotato di termocamera a bordo che pattugli costantemente le file dei rack e possa dirigersi verso i punti in cui i sensori fissi rilevano un innalzamento, anche minimo, della temperatura, per un'analisi approfondita dell'eventuale anomalia (Figura 9).

## Conclusioni

È importante sottolineare che la robotica e le telecomunicazioni possono avere una proficua collaborazione: la robotica può sfruttare la possibilità di attingere funzionalità e potenza di calcolo dalla rete; le telecomunicazioni, dal canto loro, possono vedere la nascita di un nuovo soggetto che ha bisogno di app store, di capaci-

tà di banda e di risorse dalla cloud e che può così diventare uno degli utilizzatori fondamentali delle nuove capacità delle "wireless mobile broadband network".

Non è quindi sbagliato da parte di un operatore come Telecom Italia provare ad esplorare queste possibilità che si affacciano, creando collaborazioni con altri attori già esperti nel campo (sia industriali che accademici) e utilizzando le proprie conoscenze per favorire l'integrazione della robotica nella futura Internet of Things ■

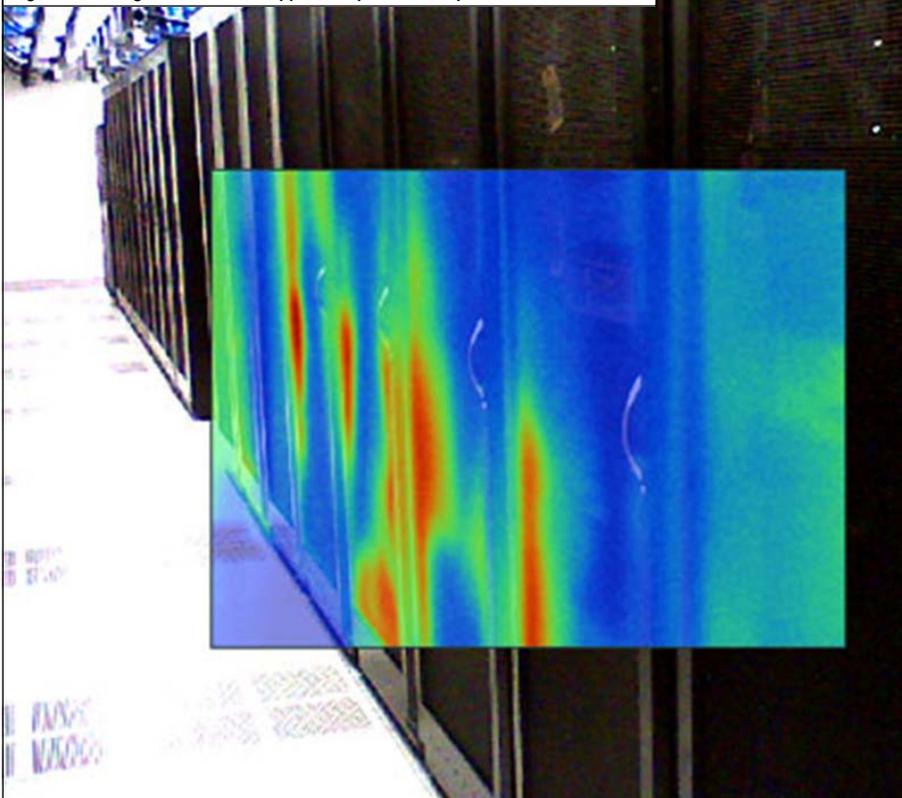


### Bibliografia

- [1] Spiegazione della genesi della parola "robot" dal sito di Karel Čapek: <http://capek.misto.cz/english/robot.html>

- [2] Pagina della Wikipedia sull'opera teatrale R.U.R.: <http://en.wikipedia.org/wiki/R.U.R.>
- [3] Pagina dell'Internet Movie Data Base su Metropolis di Fritz Lang: <http://www.imdb.com/title/tt0017136/>
- [4] Pagina della Wikipedia sul romanzo Brave New World di Aldous Huxley: [http://en.wikipedia.org/wiki/Brave\\_New\\_World](http://en.wikipedia.org/wiki/Brave_New_World)
- [5] Sito ufficiale di Philip K. Dick: <http://www.philipkdick.com/>
- [6] Pagina dell'Internet Movie Data Base su Blade Runner di Ridley Scott: <http://www.imdb.com/title/tt0083658/>
- [7] Dizionario Italiano De Mauro, Paravia, 2000
- [8] Omero, Iliade, libro XVIII, versi 574-576, traduzione di Vincenzo Monti
- [9] Omero, Iliade, libro XVIII, versi 576-578, traduzione di Vincenzo Monti
- [10] Pagina della Wikipedia sul Golem: <http://en.wikipedia.org/wiki/Golem>
- [11] Mario Taddei, I Robot di Leonardo, Leonardo3, 2007
- [12] Pagina dedicata agli automi di Jaquet-Droz in "Le site des androïdes et des animaux artificiels": [http://www.automates-anciens.com/version\\_italienne/pagine\\_principali/androidi\\_jaquet\\_droz.htm](http://www.automates-anciens.com/version_italienne/pagine_principali/androidi_jaquet_droz.htm)
- [13] Pagina della Wikipedia su Unimate: <http://en.wikipedia.org/wiki/Unimate>
- [14] 1961: A peep into the automated future, Paul Mickle, <http://www.capitalcentury.com/1961.html>
- [15] Sito ufficiale del Mars Exploration Rover Project: <http://marsrovers.jpl.nasa.gov/home/index.html>
- [16] Sito di LEGO Mindstorms: <http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>
- [17] Sito del progetto RoboEarth: <http://www.roboearth.org/>
- [18] Sito di Microsoft Robotics Developer Studio: <http://www.microsoft.com/robotics/>

Figura 9 - Immagine termica sovrapposta a quella nello spettro della luce visibile



- [19] Sito del progetto open source ROS (*Robot Operating System*): <http://www.ros.org/wiki/>
- [20] Alyson Shontell, *The Next Big Thing After Mobile*, Business Insider, 6 aprile 2012, <http://www.businessinsider.com/whats-the-next-big-thing-after-mobile-2012-3>
- [21] Personal Robotics, "Task, Security and Surveillance/Telepresence, Entertainment and Education Robots, and Robotic Components Markets Through 2017", ABI Research, 2010
- [22] Sito di Sphero: <http://www.gosphero.com/>
- [23] Sito di Romotive: <http://www.romotive.com/>
- [24] Sito di Willow Garage: <http://www.willowgarage.com/>
- [25] Ryan Hickman, Damon Kohler, Ken Conley, Brian Gerkey, "Cloud Robotics", Google I/O, 2011, <http://www.google.com/events/io/2011/sessions/cloud-robotics.html>
- [26] Sito di Robot App Store: <http://www.robotappstore.com/>
- [27] Sito di MyRobots: <http://www.myrobots.com/>
- [28] Sito del Robotics Research Campus di Telecom Italia, Università di Padova, Politecnico di Torino e CNR: <http://servicerobotics.dei.unipd.it/>
- [29] Sito di Aldebaran Robotics produttore del robot NAO: <http://www.aldebaran-robotics.com/>

**roberto.antonini@telecomitalia.it**  
**gianpiero.fici@telecomitalia.it**  
**marco.gaspardone@telecomitalia.it**



### **Roberto Antonini**

ingegnere elettronico, è in Azienda dal 2001, nel corso degli anni ha collaborato in diversi progetti sia interni che internazionali, come il monitoraggio evoluto della infrastruttura di rete e l'analisi e lo sviluppo con tecnologia 3D di interfaccia utente per fruire contenuti televisivi. Attualmente lavora nel dipartimento di Innovazione di Telecom Italia e si occupa di dimostrare specifici concept della robotica di servizio quando connessa ad una piattaforma in generale alla rete.



### **Gian Piero Fici**

laureato in Scienze dell'Informazione, nel 1988 entra in Azienda. Tra il 1990 e il 1993 è stato coinvolto nel progetto per l'introduzione della Rete Intelligente in Italia. In seguito ha lavorato in altri progetti su piattaforme e architetture per il supporto di servizi in rete (OSA-Parlay, Parlay X, ecc.) e sulla Service Oriented Architecture (Web Services, UDDI, REST, ecc.). Dal 2007 al 2010 ha seguito lo sviluppo della piattaforma WSNC (Wireless Sensor Network Center) per la creazione di applicazioni basate su WSN. Nel 2010 ha iniziato a seguire i lavori del Technical Committee di ETSI sulla tematica Machine-to-Machine (M2M), in cui è rapporteur del work item "Interworking between the M2M Architecture and M2M Area Network technologies". Attualmente è coinvolto nel progetto sulla Service Robotics.



### **Marco Gaspardone**

ingegnere delle Telecomunicazioni, inizia la sua attività in Telecom Italia nel 2001. Nei primi anni è stato coinvolto in progetti per la definizione di servizi sulla "Intelligent Network". Nel 2008 coordina la messa in esercizio della piattaforma di Energy Management per il monitoraggio delle centrali telefoniche Telecom Italia. Attualmente è responsabile delle attività di ricerca e sviluppo nel campo della robotica di servizio. Nel 2010 ha conseguito la graduation per il "Executive Master in Technology and Innovation Management" (Alma Graduate School) e nel 2011 la certificazione PMP® del Project Management Institute. E' anche co-autore di brevetti e pubblicazioni.

#### Notiziario Tecnico di Telecom Italia

Anno 21 - Numero 2, Luglio 2012  
[www.telecomitalia.com](http://www.telecomitalia.com)  
(sezione Corporate - Innovazione)  
ISSN 2038-1921

#### Proprietario ed editore

Gruppo Telecom Italia

#### Direttore responsabile

Michela Billotti

#### Direttore tecnico

Oscar Cicchetti

#### Comitato di direzione

Alessandro Bastoni,  
Francesco Cardamone,  
Gianfranco Ciccarella,  
Sandro Dionisi,  
Daniele Franceschini,  
Stefano Nocentini,  
Roberto Opilio,  
Roberto Saracco,  
Cesare Sironi

#### Segreteria di redazione

Carla Dulach

#### Contatti

Corso d'Italia, 41 - 00148 Roma  
Tel. 0636882550  
[notiziario.redazione@telecomitalia.it](mailto:notiziario.redazione@telecomitalia.it)

#### Progetto editoriale

Peliti Associati

#### Art Director

Mario Peliti

#### Grafica e impaginazione

Marco Nebiolo

#### Copertina e illustrazioni

Alberto Ruggieri

#### Fotografie

Patrizia Valfrè

#### A questo numero hanno collaborato

Shazurawati Abd Karim  
Giovanni Battista Amendola  
Roberto Antonini  
Enrico Maria Bagnasco  
Gian Paolo Balboni  
Daniela Barcarol  
Nestor Gustavo Bergero  
Franco Bertone  
Paola Bordone  
Giovanni Breda  
Sergio Bucciarelli  
Calonico Francesco  
Mario Fernando Capalbo  
Luciano Capanna  
Alessandro Capurso  
Luigi Cardone  
Francesco Castelli  
Riccardo Cavalli  
Leopoldo Cicala  
Gianfranco Ciccarella  
Paola Cinato  
Giancarlo D'Orazio  
Francesco Di Ciaccio  
Sandro Dionisi  
Marco De Bortoli  
Maurizio De Paola  
Gabriele Elia

Umberto Eula  
Robert Farotto  
Paolo Fasano  
Gian Piero Fici  
Andrea Garzia  
Marco Gaspardone  
Clelia Ghibauda  
Fabrizio Guarino  
Giancarlo Lepidi  
Lorenzo Magnone  
Fabian Marchettini  
Flavio Marigliano  
Giorgio Migliarina  
Roberto Minerva  
Carlo Bruno Mogavero  
Francesco Montalti  
Massimo Monacelli  
Chiara Moriondo  
Fabrizio Nanni  
Andrea Nespoli  
Marco Novaro  
Fabio Olimpieri  
Giuseppe Roberto Opilio  
Marco Ottolenghi  
Paolo Perfetti  
Marina Petrachi  
Giovanni Picciano  
Raoul Pieroni  
Martin Pineiro  
Marco Polano  
Roberto Procopio  
Daniele Roffinella  
Antonino Ruggiero  
Roberto Saracco  
Paolo Scritmore  
Maurizio Siviero  
Rogeyro Takayanagi  
Mauro Tilocca  
Maurizio Valvo  
Cinzia Vetranò

#### Stampa

Tipografia Facciotti  
Vicolo Pian Due Torri, 74-00146  
Roma

#### Registrazione

Periodico iscritto al n. 00322/92 del  
Registro della Stampa  
Presso il Tribunale di Roma in data  
20 maggio 1992

#### Chiuso in tipografia

9 luglio 2012

Gli articoli possono essere pubblicati solo se autorizzati dalla Redazione del Notiziario Tecnico di Telecom Italia. Gli autori sono responsabili del rispetto dei diritti di riproduzione relativi alle fonti utilizzate.

Le foto utilizzate sul Notiziario Tecnico di Telecom Italia sono concesse solo per essere pubblicate su questo numero; nessuna foto può essere riprodotta o pubblicata senza previa autorizzazione della Redazione della rivista.

L'editoria di Telecom Italia comprende anche

**Sincronizzando**

[www.telecomitalia.com/it/it/stampa/corporate-magazine.html](http://www.telecomitalia.com/it/it/stampa/corporate-magazine.html)

Carta ecologica riciclata

Fedrigoni Symbol Freelifa Satin

Prodotto realizzato impiegando carta certificata

FSC Mixed Sources COC-000010.

Prodotto realizzato impiegando carta con marchio europeo di qualità ecologica Ecolabel - Rif. N° IT/011/04.



Con la **NUVOLA ITALIANA**  
hai tutto quello che ti serve  
per collegare la tua impresa  
al futuro.

Seguici su: [nuvolaitaliana.it](http://nuvolaitaliana.it)  
[cloudpeople.it](http://cloudpeople.it)



Entra nella Nuvola Italiana di Telecom Italia.  
L'unico cloud computing completo, in grado di offrirti  
TLC, piattaforme informatiche e applicazioni software.

Con la Nuvola Italiana le aziende non dovranno dotarsi di TLC, piattaforme e applicazioni dedicate perché è tutto nella Nuvola. Tutto diventa efficiente, semplice e flessibile perché si usa e si paga solo quello che serve. Grazie alla rete in fibra ottica si accede ai servizi in tempo reale con qualità, con maggiore velocità e assoluta sicurezza. La Nuvola di Telecom Italia consente al Paese di raggiungere maggiore innovazione, efficienza, competitività e opportunità per ognuno di noi.

La **Nuvola Italiana** di Telecom Italia. L'unico cloud con la rete dentro.

