



SPECIALE: STANDARDS

notiziario tecnico



2/2015

IL FUTURO FIRMATO
TELECOM ITALIA.



IL FUTURO FIRMATO
TELECOM ITALIA.



Caro Lettore,
il **Notiziario Tecnico** è un nuovo **social webzine** (www.telecomitalia.com/notiziariotecnico), in cui è possibile discutere in realtime con gli autori i vari temi trattati negli articoli, leggere la rivista ricca di hyperlink multimediali, accedere ai canali social più diffusi; tutto questo continuando ad essere una rivista aumentata, cioè arricchita da contenuti speciali interattivi.

Con l'APP in Realtà Aumentata "**L'Editoria+**" di TIM, è infatti possibile, sul proprio device mobile, visionare videointerviste ad esperti del settore ICT, ricevere approfondimenti multimediali, consultare photo gallery aggiuntive sui vari articoli della rivista.

Per accedere a tutti i contenuti aumentati del Notiziario Tecnico è sufficiente:

- 1) scaricare gratuitamente sul proprio smartphone l'APP "**L'Editoria+**" di TIM, disponibile su Apple Store, Google Play (Android) e TIM Store



- 2) cercare nella copertina della rivista l'icona sottostante;



- 3) attivare l'APP "**L'Editoria+**" e, tenendo il telefonino a circa 20-30 cm di distanza, inquadrare con la fotocamera l'immagine di proprio interesse.

Con questi pochi passi puoi così visualizzare varie icone 3D, che, cliccate singolarmente, ti faranno accedere a un mondo tutto da esplorare.

EDITORIALE

La nostra Azienda è leader riconosciuta a livello internazionale nello sviluppo degli Standard per il mondo ICT; abbiamo infatti 120 colleghi coinvolti in queste attività e occupiamo oltre 20 posizioni nei Board e nei Comitati esecutivi dei vari Enti di standardizzazione mondiali.

In questo numero del Notiziario Tecnico “Speciale Standard”, oltre a dettagliare lo status quo e il “working in progress” per la definizione dei nuovi scenari tecnologici e di servizio, ospitando anche diverse interviste ai Chairman dei vari Gruppi di lavoro, ribadiamo l'importanza del legame sinergico tra standard e brevetti, che di fatto rappresentano il valore industriale e competitivo delle nostre attività su scala internazionale.

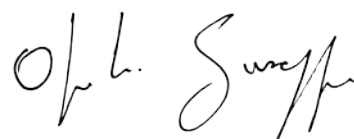
3GPP, GSMA, One M2M, NGMN, OPNFV, ETSI, ITU... sono solo alcuni degli Enti preposti a definire i requisiti delle nuove soluzioni, che poi riconosciute come standard, abilitano nuovi scenari di business, in cui operano come attori di primo piano i Telco, le manifatturiere, i centri di ricerca e altre industry (come l'automotive).

L'ambito della standardizzazione è infatti da sempre un contesto favorevole al confronto tra tutti per la definizione non solo di nuove tecnologie, ma di nuovi scenari abilitanti la “New Connected Life”, il che spiega il nostro investimento in queste attività.

Certo serve fare di più ed è per questo che nei vari tavoli sugli standard favoriamo l'estensione dell'Ecosistema ITC ai settori adiacenti, che sono fondamentali per la pervasività della Connected Life; mi riferisco ai Content provider, inclusi gli OTT, al mondo delle Banche e della Finanza, alle Amministrazioni, alla Sanità, al Wellness, all'Energia... perché sono convinto che solo insieme e nel rispetto di regole condivise si possa dare luogo ad una vera rivoluzione-innovazione del nostro modo di comunicare e vivere.

Buona Lettura!

Giuseppe Roberto Opilio





LA PAROLA A... LUIS JORGE ROMERO

Luis Jorge Romero

PAG. 4



LA PAROLA A... LUIGI LICCIARDI

Luigi Licciardi

PAG. 10



L'EVOLUZIONE DELL'ACCESSO RADIO LTE

Andrea Buldorini, Maurizio Fodri, Gianni Romano

PAG. 18



EVOLUZIONE DEI SISTEMI RADIOMOBILI: IL RUOLO DEL 3GPP

Maria Pia Galante, Giovanni Romano

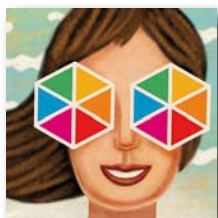
PAG. 38



EVOLUZIONE DELL'ARCHITETTURA E SERVIZI DELLA RETE MOBILE

Maria Pia Galante, Ivano Guardini, Mario Madella

PAG. 52



EVOLUZIONE DEL CONTROLLO MULTIMEDIALE

Antonio Ascolese, Mauro Ficaccio, Roberto Procopio

PAG. 72



LA VIRTUALIZZAZIONE DI RETE: LO STANDARD NFV

Elena Demaria, Andrea Pinnola, Nicola Santinelli

PAG. 84



LE RETI OTTICHE E LA LORO EVOLUZIONE NEGLI STANDARD

Giuseppe Ferraris, Luca Pesando, Maurizio Valvo

PAG. 98



IL RUOLO DELLO STANDARD NEL MONDO DEI SERVIZI E APPLICAZIONI

Cecilia Corbi, Francesco Vadalà

PAG. 118



OPEN SOURCE E STANDARD

Massimo Banzi

PAG. 130



STANDARD & INTERNET DELLE COSE

Michele Lupano, Enrico Scarrone

PAG. 136



STANDARD PER I SISTEMI DI GESTIONE DELLE RETI E SERVIZI DIGITALI

Massimo Banzi, Cecilia Corbi

PAG. 148



EFFICIENZA ENERGETICA

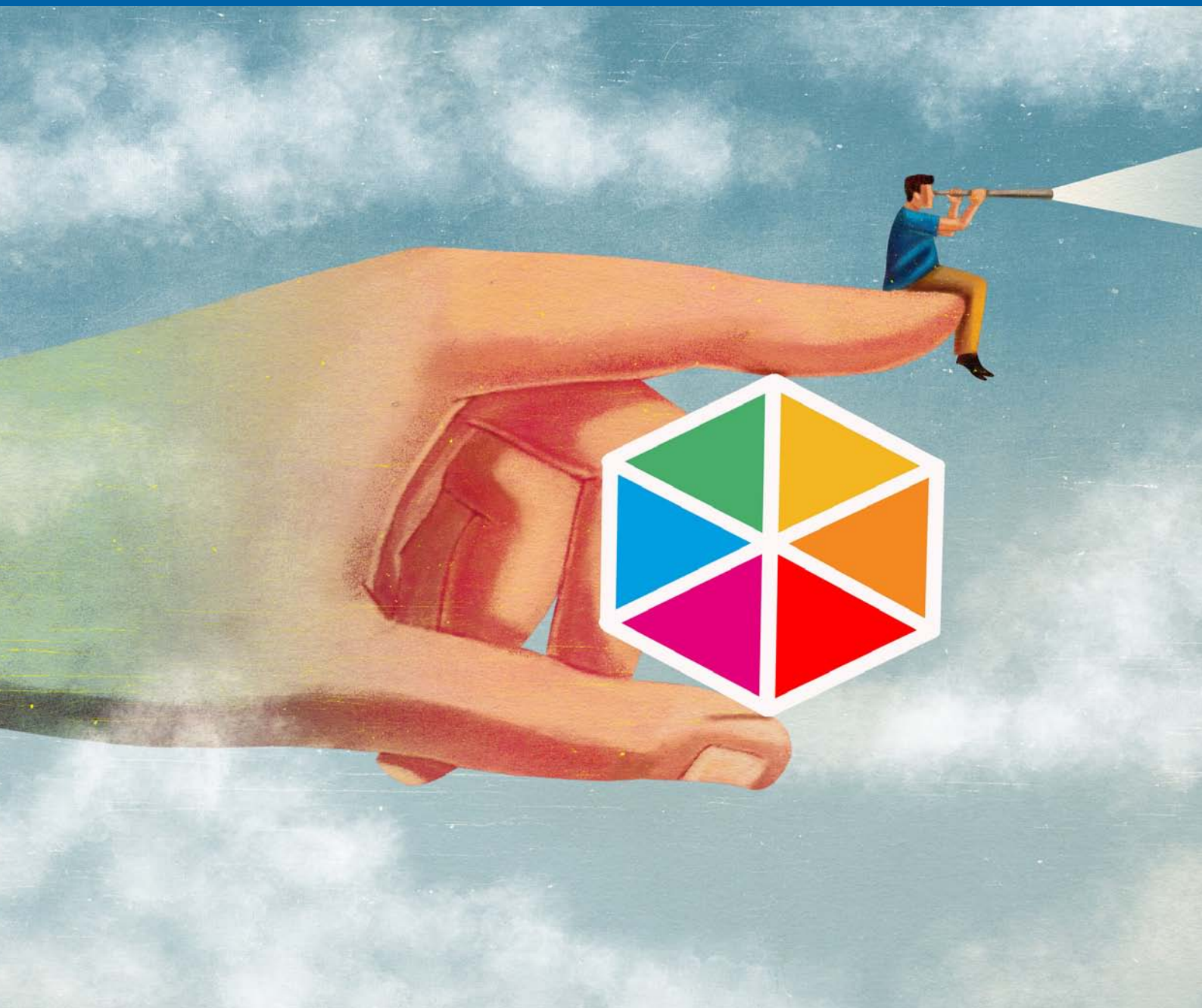
Claudio Bianco, Mauro Boldi

PAG. 158

LA PAROLA A... LUIS JORGE ROMERO

DIRETTORE GENERALE DELL'EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS
STANDARDS INSTITUTE

Luis Jorge Romero



ETSI, the *European Telecommunications Standards Institute*, produces globally-applicable standards for ICT (*Information and Communications Technologies*), including fixed, mobile, radio, converged, broadcast and Internet technologies. ETSI is officially recognized by the European Union as a **European Standards Organization** and **Global Telecoms Business** magazine and website has recently named **Luis Jorge Romero, Director General of ETSI**, as one of the most powerful people in the telecommunications industry worldwide, joining top executives from the industry's leading companies.

As **Director General of ETSI**, Luis Jorge Romero is in a unique position to get a global picture of the ICT industry and speak about the current trends and evolution.

In the global standard community, what is ETSI Role, how do you see its relations with the Ecosystem of other bodies and the impact of ETSI on the ICT Industry?

Thanks a lot for this opportunity. This question is very relevant. If I may, I would like to answer taking it from a slightly different perspective. ETSI is as global and relevant as its members are. Having said that, and being extremely proud of our Membership, I think ETSI strives to be the home for ICT standards, the place where our members feel at home to develop their standards. With that, we will try and be the good neighbours of our other SDO colleagues, for it is in our Members' interest to have fluid relations, helping them globalize their work in standards. And we will try and influence our partner SDOs, to make things easier to our members.



ETSI is recognized as the European reference standard body for Telecommunications in Europe; what is ETSI role in Europe and the relations between ETSI and the European Commission?

My personal view is that ETSI plays, I'd rather say, should be the reference for ICT standardization for the European Commission (EC). The EC should look at ETSI and search for ETSI's advice in any question that relates to ICT standardization.

Because of ETSI's status as recognized standardization development

organization for ICT in Europe, there is a legal requirement for the EC to address its standardization requests to ETSI. However, I think our relationship should go beyond the legal, administrative requirement and evolve into one of a more strategic nature.

We appreciated many enhancement during your mandate. What are the most significant results according to you?

First of all, thanks a lot for your appreciation. Indeed, I have taken

relationships with the EC as a very important objective in my mandate. As outlined before, ETSI is in a privileged position to engage in a strategic relationship with the EC, and both, them and us need to benefit from it. Something I am quite proud of is that since I took my position we have achieved to establish a high level dialogue with EC officials. This shows in the day to day business, where ETSI is more and more regarded as a good example to follow and, beyond, we see how the EC starts turning on us when they have some specific ICT standardization requirements: happened in the Cloud space, where we run the Cloud Standards Coordination activity for the EC, repeated in the Smart Appliances Project that was pushed into TC SmartM2M from the EC, and is seeing some continuation in projects such as the second phase of the Cloud Standards Coordination or the engagement of ETSI in the IoT field which, as we know, is one of the flagship projects of the EC.

ETSI is not only Europe now. We see in the over 800 and more members many companies all over the world, including APPLE. This means a changing role for ETSI in the global scenario and a transformation as a global player in standard . Significant initiatives has been launched in India and US. Can you explain the strategy to be global and the most significant results achieved?

I think that ETSI is as global as the topics it deals with. I am quite convinced that none – or very few – of ETSI members would appreciate an organization that develops standards that are only “locally” applicable. ICT is global in nature. ETSI’s membership is also global in nature. So it is but logical that what ETSI produces is also global in na-

ture. We won’t forget though our strong European roots, and those we should be proud of. As I was saying before, our strong link with the EC gives us a plus, including a nice key to access the European market. Each of the relevant regions in the world have their Standards Development Organization, one or several, as is the case in the US. And their objectives in their parts of the world are equivalent as ETSI’s with regards to Europe.

What ETSI tries to achieve is to be able to cooperate on a peer level with all these different organizations, so that the standards that our members develop – under the umbrella of such cooperation – is almost automatically recognized in the other regions in the world. And under this assumption, we are willing to offer the best services so that our members are proud to be part of our family, not just because we are the nicest, but also because we provide the best return to their investment.

Today ETSI can proudly say that it originated and is one of the biggest contributors to 3GPP (*the 3rd Generation Partnership Project*), home of mobile communications since UMTS (aka 3rd Generation) up to LTE and what will come in the future. Similarly, we also are at the heart and soul of the creation and developments of the oneM2M Partnership Project, in essence similar to 3GPP but this time devoted to the Machine-to-Machine communications, and which has already published its first release of the specifications. And in the middle, we have helped to the creation of the Chinese SDO (CCSA) and more recently to the creation of the Indian ICT SDO (TSDSI).

We saw significant success in launching partnership projects, after 3GPP

the OneM2M initiative . How can this one follow the 3GPP success story? Even some ISG are getting great momentum. How can you explain the success of NFV ISG? What is its future? Do you see any other ISGs recently launched that can be so successful? Why?

Following what I was just saying, oneM2M is now in a very good shape. Its origins were quite bumpy, but now it is running at cruise speed. It will be challenging for oneM2M, as there are already proprietary solutions deployed in the marketplace. Anyway, we are already witnessing developments based on the oneM2M specification, and this is the best sign of the health of a standard: that the industry is ready to develop products to put in the market. If we do it right – and there is a lot of effort being put by the industry to make it right – we will see that time will just make all the different solutions converge (at least, many of them), and oneM2M counts with some of the more relevant players in this space, from all over the world.

ISGs are a great success story. Here, ETSI succeeded in setting up the right “container” to allow companies to come and quickly start working in what they want. With NFV, we could put this excellent container together with the willingness of many – if not most – of the big network operators around the world that believe and are ready to fight for their idea. And we shouldn’t forget that, in this domain, the operators are the customers – hence, are always right. So there you go! It didn’t take long before everybody else wanted to (or had to) join the initiative. And having an instrument like ISGs that allow participation for interested nonmembers makes is additionally attractive.

There are a few ISGs that I believe will also be successful, e.g. MEC (*Mobile Edge Computing*) or mWT (*millimetre Wave Transmission*). The topics are of high interest but, what's more important, there are clear business drivers behind each of them.

For ETSI the future means further exploring the ISG model, probably doing some fine tuning – that has been postponed for a while already, and it's about time to review it. And also we need to further investigate into new models that may bring new opportunities for ETSI to facilitate collaborative work in

standards to our members (current and future).

Thank you for your answers; standard bodies sometime seem far away from normal people's lives, also because standards take time to be developed, transferred into devices and networks and finally have an impact on people's everyday life; how do you see the role of ETSI with regard to the everyday life? What are the most visible signals that Standards have changed and are changing the people life?

This can be the easiest or more difficult question to answer, depending on how you tackle it. Let

me take it from a very pragmatic perspective and develop the case of changing people's lives. I will just relate the case, and let the reader work out what those changes have been, including changes in life styles.

And my case is, yes, of course, mobile communications!

The 80's. We start seeing the first mobile phones (should we say "transportable"?). Only for the few "chosen". Some standards, not global.

The 90's, and because the stubbornness of some and willingness of others, in Europe we achieve to develop



Sophia Antipolis, ETSI's headquarters

GSM. It wouldn't have been possible without the standard. To understand the huge impact this little first step has had into our lives, we need to keep on going with history – and relate it to subsequent standardization initiatives. Did GSM change anything in our everyday lives? As a reminder, during these years we started to hear “I could leave my home without my wallet, never without my mobile”).

GSM spreads across the globe (the standard has enabled it; it is not just technology, it is a full business model and the creation of an ecosystem). And in the late 90's, we see the need of globalizing the standard: UMTS will not only be ETSI (originator), but ETSI decides to partner and create 3GPP (1998). 2000's, and we see the development of a new standard – UMTS/3G – and a number of enhancements – up to HSPA.

Everybody is struggling to make the case for mobile broadband and, all of the sudden (mid 2000's), Apple comes out with its iPhone. This wouldn't have been possible without HSPA (hence, all the standards evolution since late 80's and ongoing). Has this provoked any change in people's lives?

2010's, hunger for data is a fact, and now the run is for the next generation, that comes in the form of yet another standard, son of 3GPP: LTE. Explosion of Smartphones everywhere. Applications. Different from the 80's? And what about life styles? And businesses?

I love this example.

We devoted several questions about the global scenarios, now look at the future, what are the main Standardization Technical Topics and Trends for 2020 and Beyond? Where do you see the ETSI work heading in the next years?

This is a very tricky question! Historically, we have always failed in our predictions of technology for the future. Paraphrasing Bill Gates, we always overestimate what we will achieve in the next 2 years and underestimate what we will do in the next 10. So at the risk that someone will read this in 5-6 years time and see how wrong I was, I will nevertheless look up my crystal ball to say that the technical topics and trends for 2020 and beyond will be: Internet of Things (or everything connected and communicating), security, software-ization (if that's a proper word, that goes beyond virtualization) and, of course, more on the evolution of our communication networks. ETSI should be ready to accommodate all this work and many other different members coming from sectors other than the ICT.

The ICT industry is requiring standards produced with faster delivery time, higher technical quality and greater assurance of interoperability, we see a trend for a stronger role of Open Source Communities, what are your final reflections on the Open Source impact and Standard Evolution? Open Source and Standards are complimentary or alterna-

tive? In which scenario Open Source can have a key role? Is ETSI doing something for Open Source Software?

This is an excellent question. I actually see Open Source from two different angles. One is related to pure technical development and “ways of doing”, i.e. methods and processes. The other relates to licensing and partnership. I think that we need to address both aspects in ETSI, but making sure that we don't mix both up. And we are already taking steps in this direction.

With regards to methods and processes, our aim is learning how the Open Source community – or should I say the IT community – works in fast development and delivery, in short cycles. Whilst not forgetting or relaxing what makes of standards a solid reference for future implementations. Indeed, I think we need to embed the IT ways of doing where relevant in our existing processes, being ready to change/improve our process where feasible.

On the second part, we have started to study the different models and alternatives. This includes both licensing and ways of partnering.

ETSI is of course deeply involved in the analysis of both as we understand it will be part of our future ■



Luis Jorge Romero

Director General of ETSI, has more than 20-years experience in the telecommunications sector. At ETSI he has initiated a global standardization partnership for Machine to Machine communications, oneM2M, has overseen the rapid development of ETSI's Industry Specification Group on Network Functions Virtualization, and has driven the implementation of the ETSI Long Term Strategy, an ambitious plan to prepare the institute for the future. Previously he has held diverse Director positions in Spain, Morocco and Mexico, predominantly with Telefonica. As Global Director for International Roaming and Standards, and Director of Innovation and Standards, he oversaw Telefonica's participation in global standardization activities, and participated directly in the work of the NGMN (*Next Generation Mobile Networks*) Alliance and in the GSM Association (GSMA). Before joining ETSI in July 2011, he held the position of Director General of Innosoft and was also a partner and board member of Madrid-based Innology Ventures •

LA PAROLA A... LUIGI LICCIARDI

RESPONSABILE STANDARDS & TECHNOLOGICAL DISCLOSURE
DITELECOM ITALIA/TIM

Luigi Licciardi



La nostra Azienda è leader riconosciuta a livello internazionale nello sviluppo degli Standard per il mondo ICT; ben 120 colleghi sono coinvolti in queste attività con oltre 20 posizioni nei Board e nei Comitati esecutivi dei vari Enti di standardizzazione mondiali.

Una chiacchierata per meglio capire il “gioco a scacchi” di questa attività internazionale.

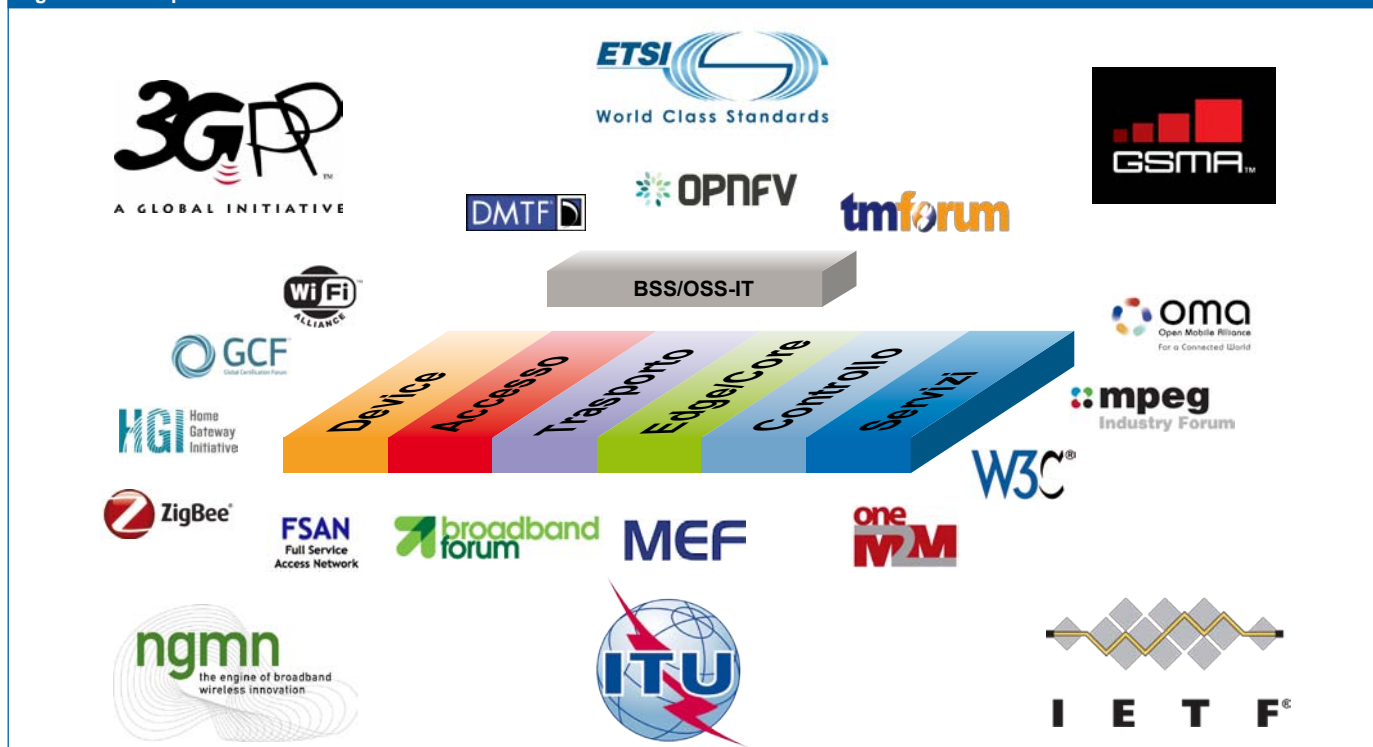
Luigi, il mondo delle TLC è per sua natura fondato su tecnologie e soluzioni tecniche, gli Standard, appunto, che vengono definite, accettate e adottate da una variegata comunità di attori, quali Operatori, manifatturieri e fornitori di tecno-

logia. Ci spieghi meglio questo scenario di riferimento?

Gli Standard sono di fatto fondamentali nel processo di innovazione del modo di comunicare e vivere “digitalmente”, perché garantiscono che le tecnologie interagiscano fra loro efficacemente a livello nazio-

nale ed internazionale e assicurano che le soluzioni dei diversi fornitori inter-operino tra di loro, in modo che le invenzioni e gli algoritmi possano essere messi a fattor comune e adottati dall'intero ecosistema ICT. Le discussioni tecniche vengono assunte in enti riconosciuti inter-

Figura 1 - Principali Enti di Standardizzazione



nazionalmente a livello mondiale (ITU), continentale (ETSI, ATIS ...) o nazionale (CEI). Vista la loro rilevanza, gli Standard e gli aspetti regolatori camminano di pari passo e l'ecosistema si arricchisce, quindi, anche di altri attori, come i rappresentanti delle istituzioni (delegati dei ministeri delle Comunicazioni e della Comunità europea, come l'ET-

SI). Vi presento un esempio, a mio avviso chiarificatore: l'arrivo della telefonia mobile con l'esigenza di usare il terminale in tutto il mondo ha portato a valicare i confini territoriali nazionali e continentali e spinto alla necessità di creare aggregazioni di Enti regionali intorno a un progetto/tecnologia, di cui l'esempio di maggior successo è sicu-

ramente il *3GPP*, che ha appunto specificato e standardizzato sia il 3G sia il 4G, mentre uno degli ultimi Enti, creato specificatamente per la piattaforma del machine to machine, è *OneM2M*.

A questi Enti istituzionali vanno aggiunti altri Enti internazionali più focalizzati su aspetti di business, tra cui il roaming internazionale,

Che cosa è il 5G?

Finora tutte le precedenti generazioni tecnologiche mobili (2G, 3G, 4G) sono partite da un miglioramento delle prestazioni della comunicazione person-to-person: miglioramento della copertura, aumento della banda e riduzione della latenza. Per il 5G, la nuova generazione radiomobile, si vuole invece mirare ad una comunicazione che si estende dalle persone alle cose, dove ai 7 miliardi di persone si aggiungono decine/centinaia di miliardi di oggetti, Internet of Things, Inteconnected Life, i nomi si sprecano.... Una tecnologia quindi in grado di "Connettere Tutto" in modo efficiente, dedicando le risorse necessarie al contesto applicativo, coerentemente con l'esigenza e la capacità di spesa del Cliente. Banda richiesta, latenza,

capacità, mobilità, autonomia di carica del dispositivo, affidabilità cambiano a secondo dello use case e dello scenario applicativo. Questa eterogeneità richiede una "tecnologia speciale" che ottimizzi le risorse in funzione dell'applicazione, del cliente-contesto e che sia sostenibile come costi e come impatto energetico sull'ambiente. Questa è la vera scommessa del 5G. Il 5G quindi non è semplicemente una nuova "super-tecnologia radio", ma la completa armonizzazione di tecnologie già esistenti (LTE e LTE-A in primis) con tecnologie nuove per risolvere specifici problemi di capacità (piccole celle in frequenze millimetriche) in zone circoscritte (MULTIRAT, multi radio-technology) con un significativo ri-uso delle coperture 4G.

In quest'ottica servirà sicuramente un nuovo modo di allocare le risorse radio, di processing, di memorizzazione dei dati, per consentire riconfigurabilità, provisioning dinamico di risorse, non a caso si parla anche di un nuovo Control e Service Layer, semplice e a slicing, che porterà a maturità i concetti di SDN (Software Defined Network) e NFV (Network Functions Virtualization); il che fa del 5G la prima tecnologia NFV/SDN nativa. Tutto ciò spiega anche perché si parli di "Evoluzione nella radio" e "Rivoluzione nel Core". Inoltre il 5G è una tecnologia, la cui genesi va di pari passo con lo sviluppo della rete in fibra ottica, in quanto fisso e mobile sono destinati in futuro ad una sempre maggiore integrazione a beneficio di nuovi servizi. In sintesi ecco le principali caratteristiche del 5G:

- bit rate 1000 volte superiore a quella del 4G, con picchi dell'ordine dei Gigabit/s;
- bassissima latenza;
- nativamente "virtuale";
- sostenibile e "future proof".

in grado quindi di abilitare nuovi scenari di business nell'ambito dell'IoT, come quelli collegati all'innovazione della public safety, della smart mobility, dell'automotive con le self driving car e dell'info-entertainment con un uso massivo del 3D e della Realtà Aumentata ■





Evento Internazionale "5G: What's Myth and Reality?"

Un momento di condivisione sul 5G, spaziando dal mondo degli standard a quello dei primi prototipi realizzati sia da Telecom Italia/TIM sia dai principali player tecnologici; il tutto inquadrato nella prospettiva "Beyond 2020" sull'innovazione di rete e di servizio. Questo l'evento internazionale "5G: what's Myth and Reality?", svoltosi nell'Auditorium TILab di Torino lo scorso 22 giugno.

Per un giorno operatori telefonici ed esperti del settore si sono infatti incontrati per definire gli scenari e gli orientamenti emergenti nel panorama internazionale, a partire dagli standard fino ai primi prototipi realizzati da TIM e dai principali player tecnologici, dalle attività di ricerca fino alle ultime sperimentazioni in campo.

La giornata, aperta da Gabriela Styf Sjoman, direttore di Engineering & TILab, ha avuto l'obiettivo di far conoscere use cases e nuove opportunità tecnologiche e di business, che la tecnologia 5G introdurrà nel mercato a partire dal 2020; un'occasione questa per toccare con mano, specie nella ricca Demo Gallery, la nuova generazione della rete mobile, caratterizzata da capacità fino a 10 Gbit/s, in grado di connettere un altissimo numero di device per km² e da una bassissima latenza.

Nella tavola rotonda, moderata da Sandro Dionisi, direttore Global Advisory Services di Telecom Italia, hanno partecipato: Rachid El Attachi – Head of Network Strategy di Deutsche Telekom, Jonas Näslund – Head of Radio Strategy di Ericsson, Maziar Nekoev - 5G Europe Chief Researcher di Samsung, Arnaud Vanparys – Head of Network Innovation di Orange, Artur Wachtel – 5G Global Strategy Supervisor di Huawei, Volker Ziegler - Chief Architect Technology and Innovation di Nokia. Durante

questo dibattito si è ribadito come la nuova generazione 5G vedrà evoluzioni non solo nell'accesso radio, ma anche nelle architetture di rete, che saranno nativamente di tipo cloud (NFV) e programmabili in funzione delle esigenze di traffico e servizio (SDN).

Nel corso della giornata, in cui si sono susseguiti gli interventi di Luigi Licciardi, responsabile Standard & Techlogical Disclosure, Umberto Ferrero, responsabile Innovation Wireless Network, e Daniele Franceschini, responsabile Piani di Sviluppo, Tecnologico & Cost Analysis, tutti manager di Telecom Italia/TIM, si è anche sottolineata l'importanza dei "benefici tecnologici" del 5G e di come il White Paper del NGMN sia una "pietra miliare" di riconosciuto riferimento tra i vari player internazionali, alla messa a punto del quale ricercatori TIM hanno partecipato alla stesura, in particolare con la leadership del capitolo sugli scenari di Business. "Questo documento è il lavoro di un anno di circa 100 esperti provenienti delle più importanti aziende del settore a livello internazionale - ha detto Licciardi - e a Torino, per la prima volta in Italia, sono stati presentati i risul-

tati di questa attività che abbiamo fatto non solo negli enti di standardizzazione, ma anche nei progetti di ricerca, finanziati dalla Comunità Europea, come Metis. Siamo solo all'inizio, il cammino è lungo: dai requisiti, si dovranno identificare soluzioni e tecnologie abilitanti, reti, piattaforme, e poi servizi che siano efficienti in termini di costi, in modo che si aprano nuove opportunità di business per tutti i partecipanti dell'ecosistema e si creino le premesse per la Connected Life del futuro".

"Un evento questo - come ha concluso Roberto Opilio, Direttore Operations di Telecom Italia/TIM - che conferma il ruolo di capofila europeo della nostra Azienda nella ricerca e nel processo di definizione dello standard del 5G, nell'ambito dei gruppi d'interesse e standard internazionali, quali NGMN, 3GPP, ITU, dei progetti europei, come iJoin, MiWaves e i nuovi XHaul, FlexGware, FANTASTIC5G e METIS 2, perché innovare significa prima di tutto saper fare accadere" ■

michela.billotti@telecomitalia.it

Un momento della Tavola Rotonda



di cui il più significativo è sicuramente la GSMA; se ci spostiamo poi alle specifiche tematiche di gestione e sistemi IT a supporto delle TLC, ricordo il TM Forum. Per il Service Layer riveste importanza OMA, che si occupa della definizione delle network API (per esporre le principali funzionalità Telco verso terze parti) e del modello di esposizione (*Service Exposure*).

Per concludere richiamo il Broadband Forum per gli aspetti legati alla rete fissa a larga banda e NGMN per le reti mobili di nuova generazione, come il 5G.

Ma come funzionano nel dettaglio questi Enti?

In genere le aziende pagano una sottoscrizione fissa o in funzione del loro fatturato; questa quota serve per coprire le spese organizzative, incluso il personale dedicato (office). L'Ente risponde ad un'Assemblea Generale, la quale a sua volta nomina il Board a cadenza temporale prefissata; è quest'ultimo che ha di fatto in carico gli aspetti organizzativi, amministrativi e strategici dell'Ente. La Assemblea Generale e il relativo Board eleggono poi Chairman e ViceChairman per la gestione dei vari meeting. Talora il Board può nominare dei Comitati Esecutivi, per garantire l'operatività dell'Ente e il coordinamento dei lavori tecnici. L'attività tecnica viene invece svolta nei singoli Gruppi Tecnici, Working Group dedicati, che sono coordinati da un Chairman e uno o più ViceChairman. Si distinguono quindi 2 tipologie di leadership: gestionali e strategiche (Board e Comitato Esecutivo) e tecniche (Chairman e ViceChairman dei singoli Comitati Tecnici).

Quale è il ruolo della nostra Azienda all'interno degli Enti di standardizzazione?

Telecom Italia/TIM ha sempre investito come azienda negli enti più importanti e si è distinta per i contributi tecnici, per le competenze dei Chairman e ViceChairman nominati e per le capacità manageriali dei singoli rappresentanti nei vari Board ed Executive Committee. Il nostro Brand è riconosciuto a livello mondiale di eccellente valore; siamo tra gli Operatori TLC, insieme a pochi altri, quali Orange, DT, Vodafone e AT&T, ad essere guida per la standardizzazione, definizione e costruzione delle tecnologie più significative di oggi e di domani; dalle GPON al 3G, passando per l'attuale 4G, per arrivare al nascente 5G. Oggi noi contribuiamo con oltre 100 esperti nei vari Enti di standardizzazione e con oltre 1000 contributi all'anno; ricopriamo circa 30 leadership tecniche, in qualità di Chairman e ViceChairman e oltre 20 cariche manageriali nei Board e nei Comitati Esecutivi.

Indubbiamente un bel impegno. Ma come si combina la partecipazione agli Enti con l'organizzazione Aziendale?

La partecipazione agli standard è cross-funzionale, in modo da raccogliere, a livello di contribuzione agli Enti, le eccellenze tecniche di tutta l'Azienda; all'evoluzione degli Standard partecipano quindi colleghi di TILab & Engineering, Strategy & Innovation, IT, Planning e Global Advisory Services, che, con la funzione *Standard & Technological Disclosure*, coordina tutti i contributi Telecom Italia/TIM agli Enti. L'azione di coordinamento prevede infatti, oltre alla partecipazione diretta, la strategia di selezione degli Enti a cui partecipare, la gestione del budget per le iscrizioni con il relativo piano trasferte, l'organizzazione di incontri dedicati, anche con i fornitori, su temi specifici, nonché

il posizionamento da tenere sugli argomenti da affrontare, concordato con i responsabili delle linee tecnologiche e di business e gli esperti di settore.

Più in generale, quali sono gli impatti sull'Industry?

Lo Standard non è solo tecnologia, infatti dietro alle talora aspre battaglie nei singoli gruppi tecnici ci sono importanti interessi strategici ed economici. Ne cito qualcuno dei più recenti e caldi: l'uso delle bande non-licenziate, il device-to-device, l'utilizzo del LTE per la Public Safety, il ruolo della SIM (dimensioni, NFC, embedded SIM), l'introduzione della Virtualizzazione di Rete. Sui tavoli degli Enti si possono quindi creare nuove opportunità di business, ma se non si persegue una coerente linea strategica, si possono perdere anche rendite da posizioni precedentemente acquisite. Il gioco spesso si fa duro e bisogna muoversi con attenzione, creando le giuste reti relazionali con gli altri Operatori, anche nostri competitor, con le manifatturiere e con i fornitori di tecnologia, insomma con l'intero ecosistema, dove anche gli OTT cominciano ad entrare. Per amor di sintesi: ai tavoli degli standard si gioca sempre a scacchi, muovendosi con destrezza, competenza e laddove possibile con leadership. Come Azienda siamo convinti che il mondo degli standard possa offrirci delle opportunità di business ed è anche per questo che Telecom Italia/TIM coinvolge in queste attività parte "delle sue menti migliori", i nostri inventori. Dichiarare e mettere a disposizione soluzioni innovative brevettate, che, se riconosciute essenziali, vengono inserite nello standard e usate da tutti gli attori dell'ecosistema ICT, crea l'opportunità di chiedere licenze a chi le usa (in modo FAIR e Non Discriminatory).

minatory – FRAND). Sempre più stiamo lavorando e aggregando inventori e partecipanti ai comitati di standard; un nostro brevetto è stato di recente riconosciuto Standard Essential Patent (SEP) LTE, consentendo a TIM di entrare a pieno diritto nel Patent Pool della tecnologia LTE. E questo non è poco!

Spesso si crede che gli Standard siano un mondo tipicamente solo Telco a cui gli OTT non siano interessati; recentemente però l'ETSI ha vissuto alcuni cambiamenti in tal senso...

Già, nulla di più errato! Gli OTT sono entrati in maniera dirompente nel mondo degli standard e si sono aggiunti anch'essi 'al tavolo da gioco'. L'avvento degli OTT ha rivoluzionato il mondo dei servizi digitali all'utente finale ed ha avuto un impatto sulle attività degli standard, mettendo in discussione la validità di alcune soluzioni standardizzate. Gli OTT comunque mirano a rafforzare la loro posizione di fornitori "transnazionali" di servizi¹.

Ecco quindi l'esempio di Apple, di cui il 29 giugno c'è stato l'anniversario del lancio del primo iPhone nel 2007, forse l'OTT più rappresentativo. Non solo questa azienda è entrata nel mondo degli Standard, ma ad oggi Apple ha le maggiori quote di voto alla General Assembly dell'ETSI ed è storica la battaglia fatta e vinta sull'introduzione dello standard della nanosim! La presenza degli OTT spinge ancora di più gli Operatori a valorizzare gli asset che hanno all'interno del loro dominio e la SIM ne è un esempio. Anche Google e Facebook da qualche anno compaiono con sempre più crescente frequenza nei Fora e negli Enti. Questo è sicuramente un aspetto importante e di rilievo per l'evoluzione della Standardizzazione in generale, che

sempre più deve affrontare "interessi" di attori eterogenei.

Tutto ciò evidenzia come sia sempre più importante per gli Operatori che insieme rappresentano più di 3 miliardi di utenti, costituire un fronte comune e sempre più compatto nelle sfide dei prossimi anni.

Un'ultima domanda in senso prospettico; quali sono gli spazi di miglioramento in questo ecosistema?

La complessità delle tecnologie, le legacy con le tecnologie precedenti, gli interessi crescenti in gioco, il proliferare di nuovi argomenti e filoni tecnologici, che creano nuovi Enti, hanno reso la Standardizzazione complessa, frammentata, talora troppo lenta o ambigua nella definizione di linee guida e standard.

Sulla lentezza nell'adozione commerciale dobbiamo certo riconosce-

re il ritardo tra definizione dello Standard e successiva adozione tecnica, ma su questo stiamo già tutti lavorando. Stiamo infatti riducendo questi sfasamento, in modo che gli apparati nuovi, molti dei quali a tutt'oggi indietro di 2 o 3 release rispetto a quanto standardizzato, siano progressivamente in linea con gli aggiornamenti prodotti dagli Enti. In quest'ottica stiamo infatti procedendo, insieme agli altri Operatori, ad una forte sensibilizzazione delle manifatturiere.

Come Azienda abbiamo introdotto una classifica, divisa su 3 tier, per identificare gli Enti più importanti *Figura 2*, su cui come Telecom Italia/TIM dobbiamo investire maggiormente, in modo da selezionare quelli emergenti e di rilievo su cui investire, quelli che hanno esaurito la loro efficacia e sono da abbandonare; questo sia in ottica di ridu-

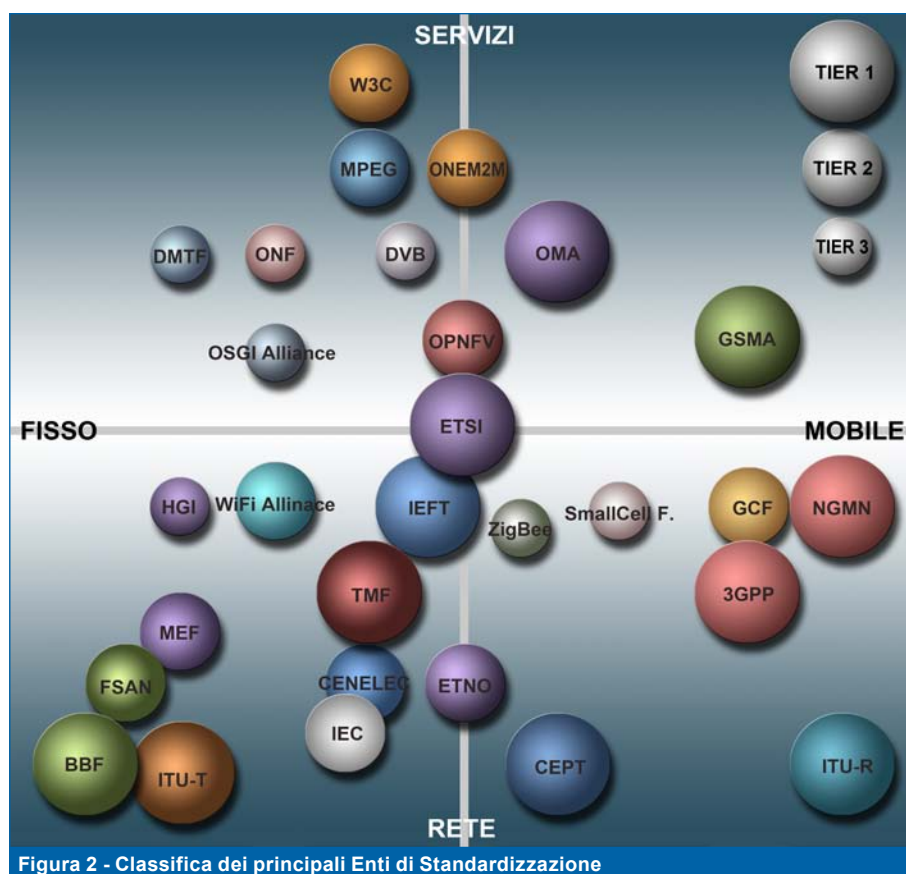


Figura 2 - Classifica dei principali Enti di Standardizzazione

¹ I servizi forniti dagli OTT infatti funzionano trasversalmente su tutti gli operatori, e non sono interessati all'interoperabilità dal momento che sono verticali per definizione, si pensi a WhatsApp ed a quanti contatti nella nostra rubrica vediamo che hanno WhatsApp installato sui loro cellulari

Un caso di successo

Alcuni esempi di successo dell'attività di standardizzazione sono legati alla telefonia mobile basata sull'evoluzione del 2G, 3G fino al 4G, il che ha garantito la possibilità di avere una tecnologia che funziona ovunque, con molti Operatori in tutto il mondo e su tutti i terminali. E in questo processo la "vecchia Europa"

è stata pioniera con un modello fortemente basato sugli standard, sull'interoperabilità e sul roaming, che anche gli Stati Uniti hanno adottato qualche anno dopo. Il 4G (LTE) è infatti una tecnologia mobile unica per tutti ed è stata adottata più rapidamente e dal maggior numero di Stati in tutta la storia delle TLC ■

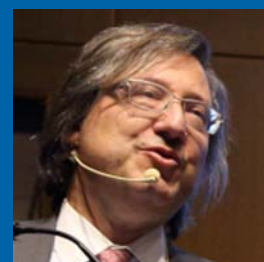
zione di spesa, sia di focalizzazione della nostra strategia.

Focalizzazione dell'impegno, spinta sul mantenimento della pianificazione temporale delle release, identificazione delle priorità da affrontare nelle release sono i punti su cui ci stiamo battendo e impegnando

con gli altri attori dell'ecosistema. E tutto questo perché come Azienda crediamo che la standardizzazione continuerà a giocare un ruolo chiave, per consentire l'evoluzione tecnologica e di business, per garantire una pluralità di attori, la libera concorrenza, l'interoperabilità degli

apparati, la disponibilità dei terminali, la valorizzazione e adozione di invenzioni e soluzioni innovative e... per creare un mondo interconnesso, aperto e facilmente fruibile a tutti.

L'esempio di successo dell'attività di standardizzazione più significativo è legato alla telefonia mobile. L'evoluzione del 2G, 3G fino al 4G, ha garantito la possibilità di avere una tecnologia che funziona ovunque, con molti Operatori in tutto il mondo e su tutti i terminali. E in questo processo la "vecchia Europa" è stata pioniera con un modello fortemente basato sugli standard, sull'interoperabilità e sul roaming, che anche gli Stati Uniti hanno adottato qualche anno dopo. Il 4G (LTE) in particolare è infatti una tecnologia mobile "globale" ed è quella che è stata adottata più rapidamente e dal maggior numero di Stati in tutta la storia delle TLC ■



Luigi Licciardi

Ingegnere elettronico, da circa 30 anni in Azienda, è Responsabile Standards & Technological Disclosure in Global Advisory Services.

Ha ricoperto diversi ruoli manageriali, spaziando dall'hardware al software. in qualità di responsabile, prima delle tecnologie hardware di commutazione e poi del software per reti; nell'ambito dei circuito integrati ha fondato la divisione System on Chip, in partnership STMicroelectronics.

Dopo la responsabilità della rete di accesso e terminali in TILab è passato al Marketing di TIM coordinando le attività di Handsets and Innovative Services e poi Industry Relation.

Oggi nel panorama internazionale degli Standard ricopre le cariche di:

Board Director di ETSI, Alternate Board Director in NGMN, dove è nello Steering Committee sul 5G; inoltre è Executive Committee Member del TM Forum, recentemente è stato nominato nel Board di OPNFV, per lo sviluppo di codice Open Source per la Virtualizzazione di rete.

È anche CTO Advisor in ITU-T ■

L'EVOLUZIONE DELL'ACCESSO RADIO LTE

Andrea Buldorini, Maurizio Fodrini, Gianni Romano



I sistema LTE è stato specificato dal 3GPP nel 2008. Da allora l'innovazione tecnologica non si è mai fermata ed il 3GPP ha definito tutta una serie di funzionalità che hanno permesso di raggiungere prestazioni sempre più elevate, come quelle dell'offerta 4GPLUS di TIM. Questo articolo descrive le innovazioni tecniche che il 3GPP sta sviluppando e che ritroveremo nei nostri smartphones e nella rete TIM a partire dal 2016/2017.

1 Introduzione

Alcuni numeri per iniziare (*Figura 1*): 497 milioni di clienti nel mondo utilizzano LTE (dicembre 2014); 393 operatori hanno lanciato LTE in 138 nazioni (marzo 2015); 3000 modelli di terminale supportano LTE (aprile 2015); 64 operatori

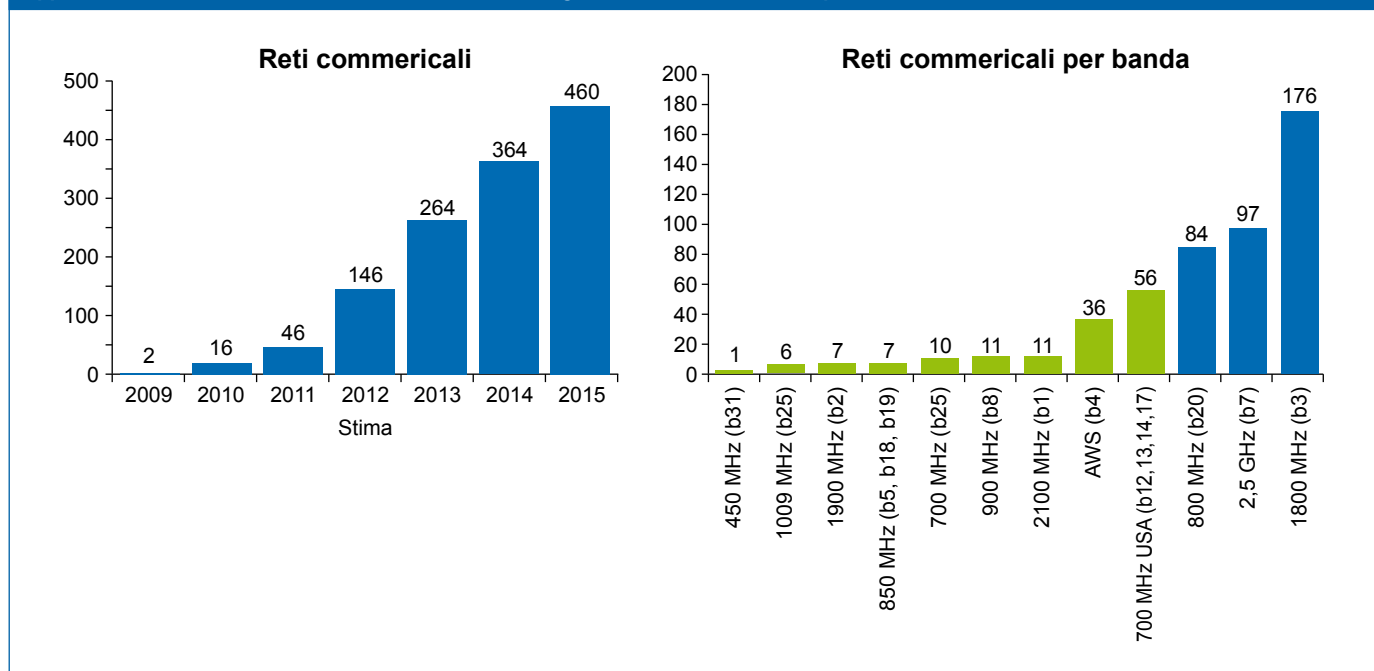
hanno lanciato LTE-Advanced in 39 nazioni (aprile 2015)¹.

In particolare, in *Figura 1b* è riportato il numero di reti commerciali suddiviso per banda di frequenza su cui operano. La rete TIM LTE opera sulle bande 800 MHz (banda 20 in terminologia 3GPP), 1800 MHz (banda 3) e 2,6 GHz (banda 7).

Questi numeri sono solo alcuni degli indicatori del successo di LTE, le cui specifiche tecniche sono state completate dal 3GPP nel 2008, ed il primo servizio commerciale è stato lanciato da TeliaSonera a fine 2009 a Stoccolma ed Oslo.

Il lavoro in 3GPP non si è però mai fermato (*Figura 2*). LTE è stato spe-

Figura 1 - a) Numero di reti commerciali LTE per anno, b) Numero di reti commerciali per banda di operazione. La sigla tra parentesi rappresenta il numero della banda secondo la terminologia 3GPP. Le bande in cui opera TIM in Italia sono evidenziate in blu - Fonte gsacom.com



¹ Fonte: <http://www.gsacom.com>

cificato a partire della Release 8 (dicembre 2008), mentre LTE-Advanced è stato specificato dalla Release 10 (marzo 2011) ed ora grazie alla CA (*Carrier Aggregation*) definita in Release 11 i nostri smartphones sono in grado di fornire nella rete TIM fino a 225 Mbps, aggregando due portanti. Inoltre, appena i terminali saranno pronti, con lo spettro disponibile nella rete TIM si potrà raggiungere la velocità di 300 Mbps aggregando tre portanti.

I driver che hanno portato al continuo sviluppo della tecnologia radio sono l'esplosione del traffico dati, applicazioni web e social network sempre più fruibili da smartphone e l'ingresso di nuovi attori (come le organizzazioni di pubblica sicurezza), interessati ad utilizzare LTE per i loro servizi. Il risultato è stata la definizione di una serie di funzionalità che in parte stiamo già vedendo nei nostri smartphones. Non tutte le innovazioni si riflettono direttamente in prestazioni vendibili al cliente, in quanto molte di queste sono ottimizzazioni della rete di accesso, che hanno l'obiettivo di migliorare la percezione della qualità del servizio offerto.

Nel seguito di questo articolo sono presentate le maggiori innovazioni tecniche sviluppate incluse nella Release 12 (dicembre 2014) e in fase di specifica nelle Release successive.

2 L'evoluzione del Mobile Broadband

Dal punto di vista di un operatore mobile, le nuove tecnologie devono permettere il dispiegamento di reti efficienti in grado di gestire una capacità elevata ed in continua crescita, fornendo al cliente un insieme di servizi ad elevata qualità, quanto più possibile uniforme all'interno dell'area di copertura, garantendo l'accesso ad applicazioni sempre più esigenti in termini di banda e ridotta latenza, tenendo conto del suo profilo nonché del device utilizzato.

Per far fronte all'esplosione del traffico dati e alla sempre crescente domanda di velocità, ci sono tre possibili soluzioni:

- incrementare l'efficienza spettrale;
- incrementare lo spettro radio a disposizione;

- incrementare il numero di stazioni radio base (*network densification*).

La Figura 3 riporta le tre direttrici di evoluzione per raggiungere l'obiettivo di una capacità radio mille volte maggiore rispetto a quella attuale. È chiaro che per ottenere le prestazioni offerte dalle nuove funzionalità si rendono necessari nuovi investimenti in rete o l'adozione di nuovi device d'utente. Uno dei principi guida del 3GPP è però la possibilità per i terminali di vecchia generazione di poter funzionare nella nuova rete, anche se con prestazioni ridotte rispetto ai terminali di nuova generazione. In questo modo l'introduzione di una nuova funzionalità non comporta la cessazione del servizio per quei clienti ancora in possesso di vecchi terminali.

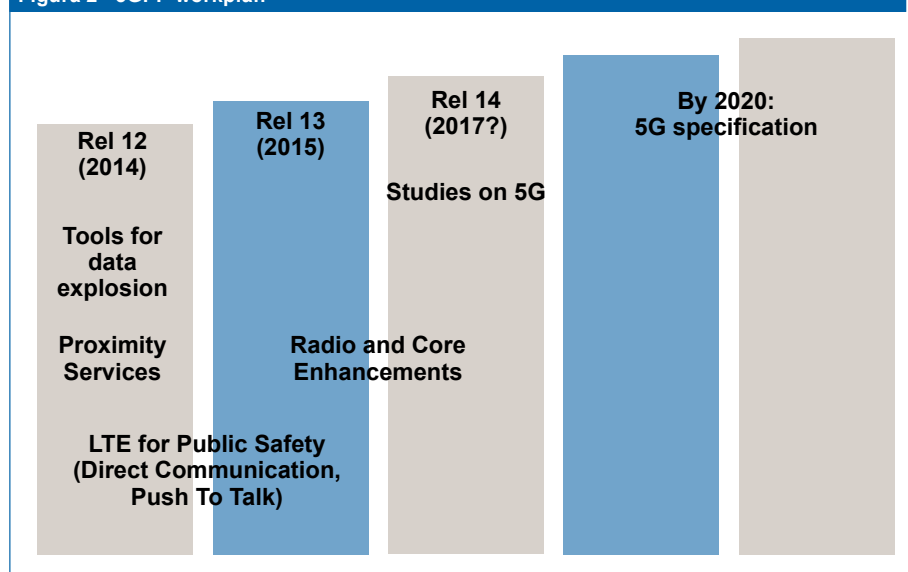
2.1 Funzionalità per incrementare l'efficienza spettrale

Le specifiche 3GPP prevedono numerose tecniche per aumentare l'efficienza spettrale, cioè il numero di bit che possono essere trasmessi nell'unità di tempo e di frequenza (bit/s/Hertz).

2.1.1 Modulazione 256 QAM in downlink

LTE prevede fin dalla sua prima release di standardizzazione l'utilizzo di sistemi di modulazione ad elevata cardinalità, in particolare fino alla 64 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), in grado cioè di portare 6 bit di informazione per ogni simbolo trasmesso. Nell'ambito della Release 12, in presenza di dispiegamenti micro e pico cellulari, il 3GPP ha introdotto in specifica l'utilizzo (nella tratta downlink) della modulazione

Figura 2 - 3GPP workplan



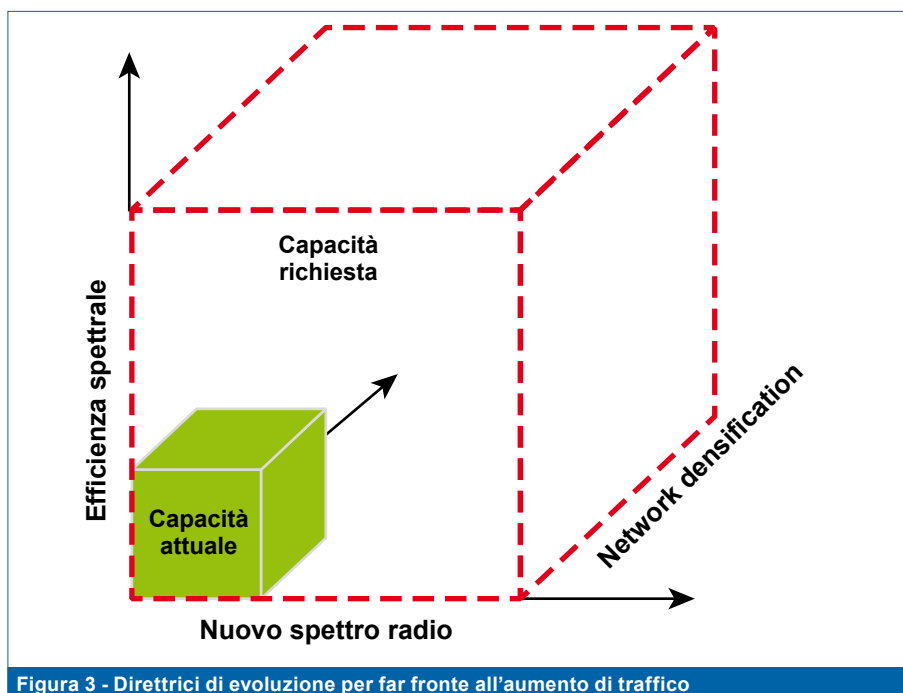


Figura 3 - Diretrici di evoluzione per far fronte all'aumento di traffico

256 QAM, in grado cioè di portare 8 bit di informazione per ogni simbolo trasmesso, contribuendo così all'incremento del throughput di picco. L'aumento della cardinalità dei sistemi di modulazione rende la trasmissione sempre più sensibile al rumore e all'interferenza di cui è soggetto il canale di comuni-

cazione, rendendo questa funzionalità utilizzabile esclusivamente nelle zone in cui il segnale utile è elevato, come nelle vicinanze della stazione trasmittente (eNodeB), condizione quanto più soddisfatta quanto più il raggio di cella è limitato, ovvero quando si impiegano coperture microcellulari.

2.1.2 Minimizzazione dell'interferenza

A partire dalla Release 10 sono state introdotte diverse funzionalità per la gestione dell'interferenza, quali ad esempio le tecniche CoMP (*Coordinated Multi Point*) e ICIC (*Inter Cell Interference Coordinator*). La gestione dell'interferenza permette di migliorare la qualità del segnale a bordo cella, al fine di uniformare quanto più possibile il throughput all'interno della zona di copertura.

L'interferenza è un aspetto maggiormente critico in presenza di coperture "eterogenee", ottenute cioè attraverso il dispiegamento di micro celle nell'area di copertura di una macro cella. Per questo la funzionalità ICIC (e sue evoluzioni) permette di allocare in modo "intelligente" (*Figura 4*) le risorse radio tra macro celle e micro celle che operano nella stessa area. In questo modo gli utenti delle micro celle non sono interferiti dal segnale trasmesso dalla macro (e viceversa) e quindi sperimentano una miglior qualità del servizio.

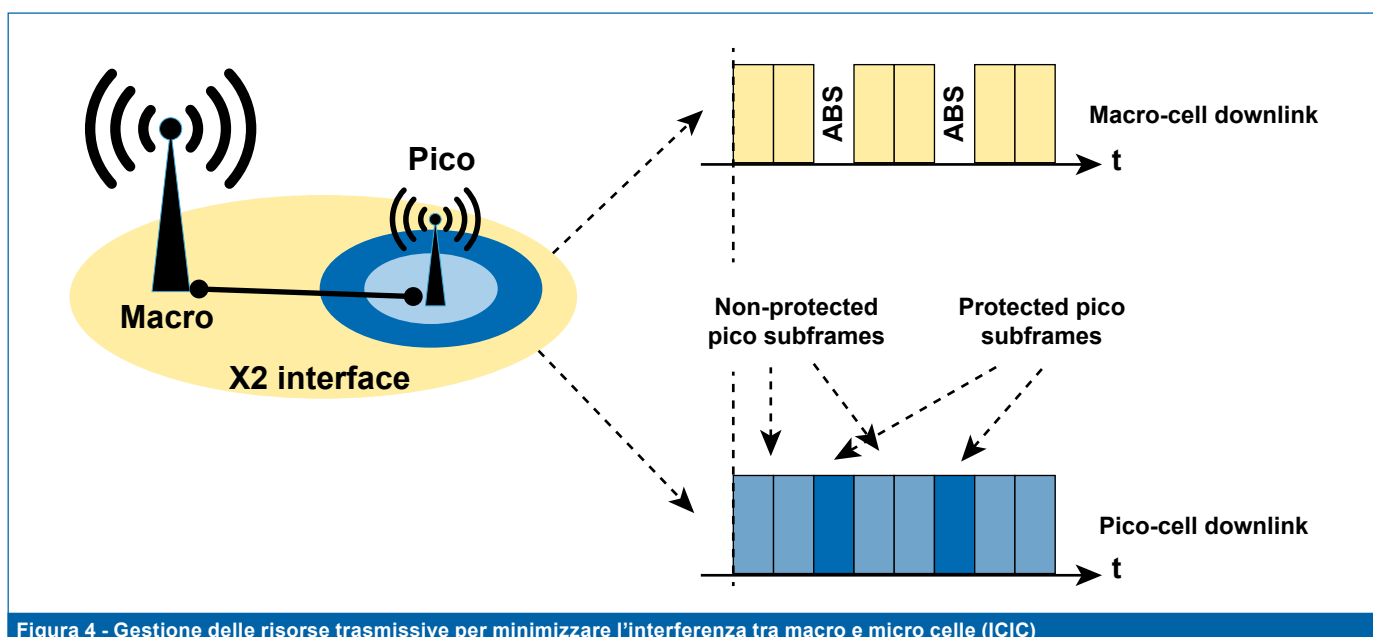


Figura 4 - Gestione delle risorse trasmissive per minimizzare l'interferenza tra macro e micro celle (ICIC)

2.2 Funzionalità per incrementare lo spettro radio

Il principale abilitatore al mobile ultra broadband resta comunque l'estensione della larghezza di banda utilizzata per la trasmissione radio, che permette approssimativamente di incrementare linearmente il throughput d'utente.

Lo spettro radio però è una risorsa molto preziosa e scarsa e, quindi, non è possibile aumentare indefinitamente la banda a disposizione dei servizi mobili, anche per motivi di complessità realizzativa. Per questo motivo il 3GPP ha individuato alcune tecniche per sfruttare porzioni disgiunte o porzioni contigue di spettro in modo tale che la larghezza complessiva possa superare il limite di 20 MHz, definito per un singolo canale LTE.

2.2.1 Carrier Aggregation

La funzionalità di Carrier Aggregation, introdotta nell'ambito della standardizzazione di LTE-Advanced (Release 10 del 3GPP), permette di affasciare a livello trasmissivo fino a 5 differenti canali radio, ciascuno con larghezza massima di 20

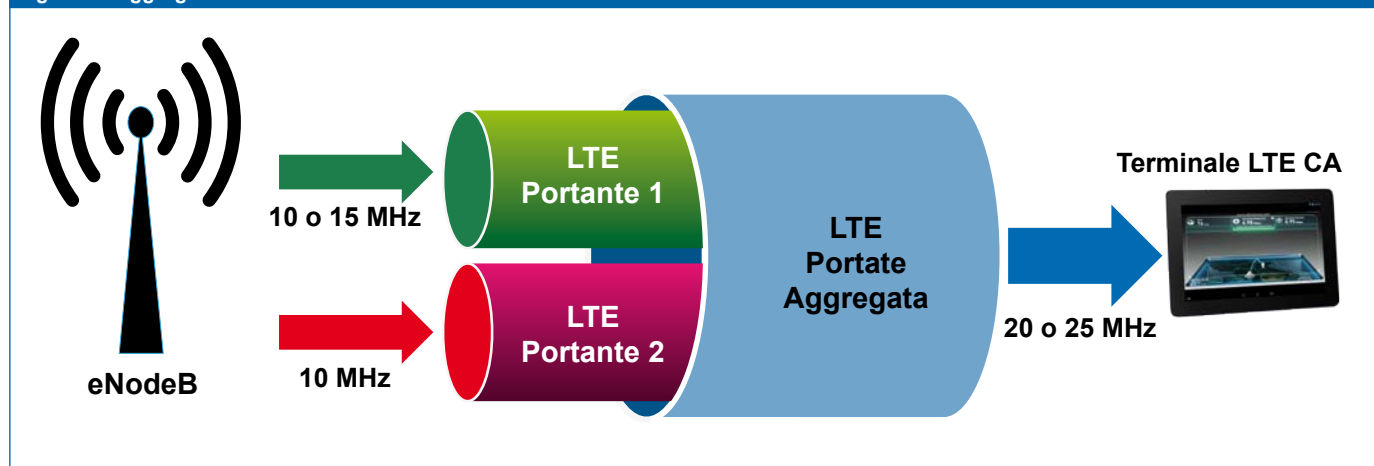
MHz, al fine di ottenere un canale complessivo pari a 100 MHz, in grado di offrire un throughput teorico pari alla somma dei throughput offerti dai singoli canali, cioè fino a 5 volte superiori a quelli raggiungibili senza aggregazione. Ad esempio, considerando una configurazione LTE base di tipo MIMO 2x2, il throughput di picco raggiungibile (funzione della relativa categoria di terminale specificata) passa da circa 150 Mbps su 20 MHz a circa 750 Mbps su 100 MHz di banda aggregata complessiva. La *Figura 5* schematizza il concetto della Carrier Aggregation e le possibili configurazioni di aggregazione (portanti contigue/non contigue e su stessa banda/in bande differenti).

Tale funzionalità rende inoltre possibile una gestione flessibile della banda in scenari eterogenei macro/pico che utilizzino layer frequenziali diversi. Occorre comunque tener presente che la tecnica prevede un unico scheduler centralizzato, che scompone la trasmissione del flusso dati in un numero di flussi pari al numero di canali aggregati. Questo significa che le funzionalità di banda base, dove sono processati i dati trasmessi nelle diverse celle, debbano essere co-locate, oppure che la banda base sia cen-

tralizzata in un unico locale apparati e collegata in fibra ottica con le antenne di trasmissione. In caso di celle co-locate e di frequenze diverse (es. 800 MHz e 1800 MHz), che per le leggi della propagazione radio determinano estensioni di copertura differenti, la funzionalità di Carrier Aggregation potrà essere fruita solo nell'area coperta da entrambe le frequenze. Al di fuori di quest'area il terminale continuerà ad usufruire del servizio, ma in modalità single carrier. In *Figura 6* sono rappresentati i possibili scenari di abilitazione della Carrier Aggregation:

- banda base distribuita (*Figura 6a*): è lo scenario attualmente spiegato con banda base co-locata in ogni sito. L'unico scenario abilitato, considerando ad es. i layers 800 MHz e 1800 MHz, è quello Intra-Sito con i due layer co-locati;
- banda base centralizzata (*Figura 6b*): unico apparato di banda base (cioè in cui la banda base è gestita in pool) che controlla differenti siti non necessariamente co-locati, abilitando la funzionalità di Carrier Aggregation Inter-sito;
- banda base distribuita con coordinatore (*Figura 6c*): la funzionalità come la Carrier Aggregation tra siti non co-locati (cioè di tipo

Figura 5 - Aggregazione di due canali LTE



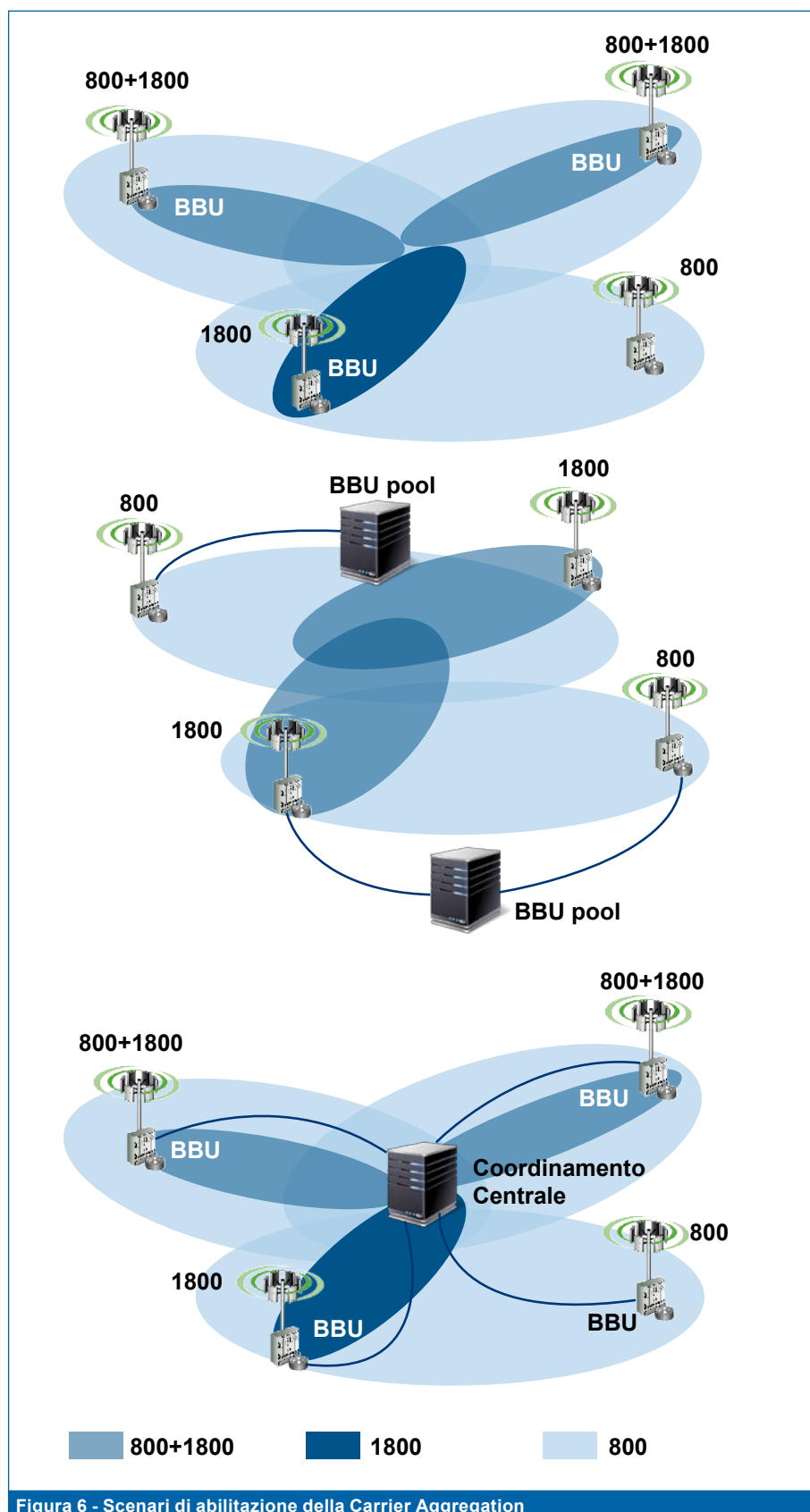


Figura 6 - Scenari di abilitazione della Carrier Aggregation

Inter-sito) può anche essere realizzata mantenendo la banda base distribuita nei vari siti, mediante l'introduzione in centrale di un apparato di coordinamento. Ciò renderebbe non più necessario la centralizzazione con la concentrazione della banda base in centrale.

Ogni combinazione di bande deve essere specificata singolarmente, in modo da definire i requisiti sulle prestazioni radio richieste ai terminali, che possono variare a seconda del numero di canali da aggregare e della banda di frequenza su cui operano. Le combinazioni sono determinate tenendo conto delle allocazioni frequenziali che vengono stabilite dalle amministrazioni dei vari paesi. Il 3GPP nel corso delle varie Release ha specificato, tra le altre, tutte le combinazioni di interesse per l'Italia e per il Brasile.

Al momento le combinazioni specificate prevedono un numero massimo di canali pari a quattro in downlink e due in uplink, anche se in linea teorica già oggi è possibile aggregare fino a cinque canali.

La disponibilità di spettro crescerà in futuro, principalmente nelle bande di frequenza elevate e, in prospettiva, in bande non licenziate. In quest'ottica, tra le attività della Release 13 vi è l'estensione dell'attuale funzionalità di Carrier Aggregation fino ad un massimo di 32 canali da aggregare, ovvero 640 MHz, che in linea teorica permetterebbero, nella configurazione MIMO 2x2, una velocità di picco in downlink pari a 4,8 Gbit/s.

L'adozione della Carrier Aggregation potrà essere ulteriormente estesa per l'aggregazione tra LTE e le tecnologie su banda non licenziata, oggetto di standardizzazione proprio a partire dalla Release 13. L'introduzione di LTE su banda non licenziata LTE-U (*LTE Unlicensed*), da utilizzarsi congiuntamente

con LTE in banda licenziata, e quindi definito in standard come LAA (*Licensed Assisted Access*), e l'aggregazione tra LTE e il WiFi permetteranno di disporre di differenti e potenzialmente estese porzioni di spettro oggi utilizzato da sistemi non cellulari.

2.2.2 Dual Connectivity

Come precedentemente indicato, la funzionalità di Carrier Aggregation richiede che le celle siano co-locate (o almeno che la banda base sia centralizzata ed il collegamento con le antenne remotizzate sia in fibra ottica).

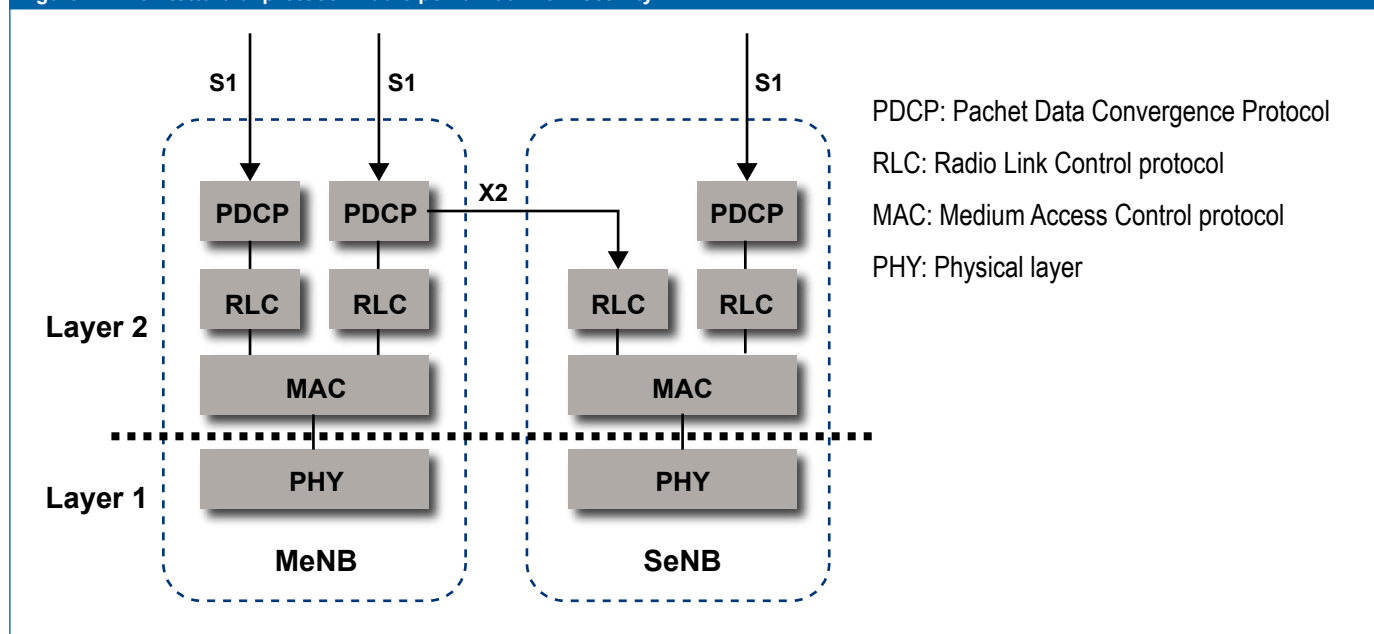
Nel corso della Release-12, il 3GPP ha sviluppato una soluzione che permette di spezzare il flusso di informazione su celle non co-locate, attraverso il meccanismo noto come Dual Connectivity. Tale funzionalità assume particolare rilievo nell'ambito dei dispiegamenti di reti eterogenee con mix di copertura macro e microcellulare.

La *Figura 7* descrive lo schema di funzionamento della soluzione, basata sulla possibilità da parte di un terminale di utilizzare risorse radio fornite da due scheduler distinti implementati in due differenti nodi di rete tra di loro connessi sfruttando l'interfaccia X2, che collega le due stazioni radio base. Il terminale d'utente riceve il segnale LTE contemporaneamente da due stazioni radio base (eNodeB in terminologia 3GPP), indicate come Master (MeNB) e Secondary (SeNB). Il nodo Master gestisce tutta la segnalazione verso il terminale garantendo, ad esempio, le procedure di mobilità. Il nodo Secondary invece agisce come booster di capacità, permettendo un aumento di throughput. Ciascun nodo controlla le proprie risorse radio utilizzate per la trasmissione dati verso il terminale ed è pertanto responsabile della relativa allocazione all'interno delle rispettive celle. Questa soluzione è particolarmente utile in caso di micro celle dispiegate in aree dove in certe ore del giorno non ci sono clienti

(ad esempio nel caso di copertura corporate). In questo scenario, la Master è una macro cella che copre l'area e garantisce la mobilità e la raggiungibilità del terminale. La Secondary è una small cell (micro o pico cella) che permette di smaltire i picchi di traffico. Dato che la segnalazione è garantita dalla macro cella, è possibile spegnere le micro celle quando non c'è traffico, ottenendo anche un risparmio energetico. Infatti, un terminale che entra nell'area si aggancia alla macro che, se necessario, provvede a riattivare la micro cella. È importante sottolineare come ogni nodo coinvolto nella funzionalità di Dual Connectivity debba essere comunque in grado di gestire dei terminali in modo indipendente, cioè per taluni terminali comportarsi come cella servente tradizionale e contemporaneamente come cella secondaria per altri utenti.

Quanto specificato in Release 12 è limitato alla sola direzione downlink, mentre il terminale può trasmettere dati in uplink solo verso uno dei due nodi (Master o Secondary).

Figura 7 - Architettura di protocolli radio per la Dual Connectivity



La specifica delle interfacce tra nodi di rete di accesso radio

Il RAN WG3 è il gruppo che definisce le architetture delle reti di accesso 3GPP e le procedure di segnalazione sia interne alla rete di accesso sia tra rete di accesso e core. Pertanto, il RAN WG3 ha specificato l'architettura, le interfacce e le procedure delle reti di accesso UMTS UTRAN, (*Universal Terrestrial Radio Access Network*) ed LTE E-UTRAN (*Evolved UTRAN*), definendo tanto il Piano di Controllo (cioè la segnalazione di controllo dei bearer, della mobilità e della rete,) quanto il Piano di Utente (cioè il trasporto del traffico utente). Inoltre specifica le funzionalità e le architetture ad hoc, come l'architettura delle reti femtocellulari 3G e 4G e conduce attività di studio su tematiche innovative (ottimizzazione delle reti eterogenee, gestione delle reti multi accesso etc.). Infine definisce le soluzioni di interlavoro tra le reti di accesso di sistemi 3GPP differenti, come ad esempio il 3G ed il 4G.

LTE è il primo sistema 3GPP con un'architettura di accesso flat. Le funzioni di controllo del canale radio e quelle puramente trasmissive, che nelle precedenti generazioni sono implementate in nodi differenti (l'RNC ed il NodeB, rispettivamente, nel 3G), sono integrate nella stessa entità funzionale, l'eNodeB (*enhanced NodeB*), allo scopo di soddisfare i requisiti di bassa latenza di sistemi ultra-broadband. Il primo abilitatore funzionale di tale trasformazione è lo sviluppo a livello funzionale e prestazionale dei nodi di accesso, che consente il trasferimento ai bordi della rete di parti sempre più rilevanti dell'intelligenza di sistema. L'assenza di un controllore centralizzato, tuttavia, impone che gli eNB utilizzino il canale radio in modo cooperativo, allo scopo di gestire in maniera ottimale la mobilità dei terminali, i livelli di interferenza, la distribuzione del traffico tra celle

adiacenti e tutte quelle funzioni che richiedono un coordinamento delle risorse radio tra nodi adiacenti. Risulta, dunque, essenziale definire una segnalazione di controllo standard tra eNodeB (protocollo X2-AP su interfaccia X2), che permetta loro di interagire anche in un ambiente multivendor. Un esempio è rappresentato dalla procedura di Mobility Load Balancing, dove eNodeB che controllano celle adiacenti, scambiano i rispettivi livelli di carico e, se rilevano differenze significative, concordano una modifica delle soglie di handover in modo da favorire la mobilità dalla cella più congestionata a quella che lo è meno. Analogamente il RAN WG3 ha definito procedure di segnalazione tra eNodeB per il controllo coordinato delle risorse radio per la gestione dell'interferenza, come avviene per la funzionalità eICIC (*enhanced InterCell Interference Coordination*), che applicata alle Reti Eterogene (layer Macro e Micro), consente ai nodi micro di trasmettere in particolare subframe che minimizzano l'interferenza con il layer macro. Altre procedure sono state definite per il setup automatico delle interfacce tra nodi, allo scopo di ridurre l'effort operativo di dispiegamento, per l'incremento dell'affidabilità delle procedure di mobilità (framework MRO, (*Mobility Robustness Optimization*)) e per ottimizzare i consumi energetici al variare dei livelli di traffico (soluzioni del framework Energy Saving). L'effetto risultante è la standardizzazione di un sistema di segnalazione articolato, ma allo stesso tempo efficiente, a supporto di un controllo distribuito dell'accesso, che permette di soddisfare i requisiti di latenza citati, senza ridurre il livello di controllo dell'ambiente radio.

Tra le molteplici attività di Release 12 del RAN3, si evidenzia l'introduzione dei meccanismi a supporto del inter-eNB

CoMP (*Coordinated Multi Point*), una tecnica di trasmissione dove ciascun punto trasmissivo si coordina con altri adiacenti, in modo che la trasmissione dagli altri punti non sia interferita o possa essere utilizzata come segnale utile. Lo sviluppo dell'Inter-eNB CoMP prosegue in Release 13 con l'arricchimento dello scambio di parametri per uno scheduling coordinato più efficace. Sempre in Release 12 sono stati definiti i meccanismi a supporto della Dual Connectivity, per la quale un terminale dotato di funzionalità Rx/Tx multiple è in grado di utilizzare risorse radio assegnate da due scheduler distinti di due eNB differenti. In particolare è stata definita la segnalazione di coordinamento tra i due eNB dove un nodo agisce da cella Master e l'altro da cella secondaria. Un'ulteriore attività di rilievo della Release 12 è stata quella di definizione di meccanismi di gestione della congestione a supporto della trasmissione eMBMS. Tali meccanismi risultano rilevanti, poiché i servizi LTE di Group Communication per Public Safety si appoggiano sulla trasmissione broadcast e tali meccanismi si propongono di garantire un'elevata disponibilità di servizio in scenari mission critical. Le attività appena intraprese di Release 13, oltre allo sviluppo delle funzionalità definite nelle Release precedenti, introducono meccanismi evoluti di gestione del Network Sharing LTE, in particolare per quanto riguarda il charging delle risorse utilizzate in un ambiente condiviso da molteplici operatori; infine, si evidenzia la definizione di soluzioni per la gestione automatici di sistemi di antenna adattativi, allo scopo di minimizzare gli impatti sulla mobilità dei terminali derivanti dallo splitting/recombining delle celle proprio delle antenne adattative ■

giuseppe.catalano@telecomitalia.it

In Release 13 si sta lavorando per permettere la trasmissione dei dati simultaneamente nelle due celle, e quindi l'incremento di throughput, anche in uplink.

2.2.3 Definizione dei requisiti tecnici per operare LTE in nuove bande

A seguito di lunghe negoziazioni a livello nazionale ed internazionale, nuove bande sono messe a disposizione dei servizi mobili dalle amministrazioni nazionali. Alcuni esempi recenti sono la banda 20 (800 MHz), la banda 28 (700 MHz) e la banda 31 (450 MHz). Il 3GPP si occupa di specificare i requisiti tecnici per poter operare il sistema LTE in queste nuove bande (ad esempio il livello massimo di segnale che può essere ricevuto fuori dalla banda di operazione, in modo da non creare interferenza su altri sistemi).

2.2.4 Utilizzo di LTE in bande non licenziate

Nell'ambito della Release 13, il 3GPP sta definendo la soluzione tecnica per poter operare con tecnologia LTE in bande non licenziate. In letteratura questa tecnica è nota come LTE-U, ma in 3GPP è stato adottato un nome diverso, che ne spiega la modalità di funzionamento: LAA (*Licensed Assisted Access*). Come descritto in *Figura 8*, questa tecnica prevede che un terminale possa operare in banda non licenziata solo se il canale radio è aggregato, mediante la funzionalità di Carrier Aggregation, con uno (detto canale primario) in banda licenziata. In questo modo la qualità del servizio e la segnalazione sono gestite sulla banda licenziata, mentre la banda non licenziata agisce da booster di capacità in modalità

best effort (ovvero senza garantire la qualità del servizio).

La banda presa in considerazione per questa soluzione è la gamma a 5 GHz, in quanto prevede la disponibilità di larghe porzioni di spettro a livello mondiale: 255 MHz contigui tra 5470 MHz e 5725 MHz sono utilizzabili in Europa, USA e Giappone (*Figura 9*).

L'introduzione a standard di LTE in bande non licenziate non è però indolore, in quanto richiede delle modifiche significative alle specifiche del sistema. Il punto principale è che gli accessi radio possono operare in bande non licenziate sulla base di non interferenza e senza diritto di protezione. Ovvero l'accesso radio LTE deve essere modificato per poter coesistere con segnali LTE trasmessi da altri operatori e con segnali WiFi. Per garantire ciò si rende necessario specificare due tecniche al momento non previste dagli standard 3GPP:

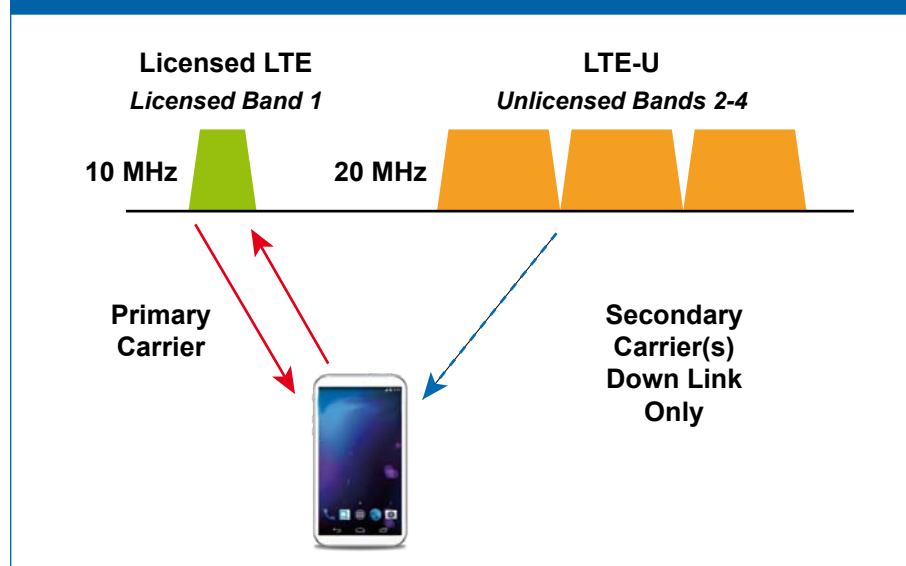
- LBT (*Listen Before Talk*): prima di iniziare la trasmissione dei dati occorre monitorare l'attività sul canale radio. Se questo risulta occupato da un altro trasmettitore

non si può trasmettere. Nelle bande licenziate questo problema non si pone, in quanto tutte le risorse sono dedicate ad un solo operatore e lo scheduler della stazione radio base decide a chi assegnare le risorse di trasmissione;

- introduzione di interruzioni nel flusso dati, anche in presenza di dati da trasmettere. Nelle bande licenziate, infatti, il trasmettitore occupa le risorse radio fino a quando ci sono dati da trasmettere (o fino a quando lo scheduler revoca la disponibilità di risorse). In bande non licenziate, invece, per poter garantire pari opportunità di accesso, è necessario interrompere il flusso dati in modo che un altro trasmettitore possa accedere alla risorsa radio. Se così non fosse quest'ultimo rischierebbe di trovare il canale sempre occupato, non potendo mai trasmettere i suoi dati.

La tecnica LAA rappresenta una soluzione che ben si integra con la rete d'accesso radio dell'operatore mobile, evitando la necessità di specifiche soluzioni di gestione, sicurezza e autenticazione. Inoltre, l'utilizzo

Figura 8 - LTE-LAA – aggregazione di portanti in banda non licenziata con portanti in banda licenziata - Fonte: <http://www.cablelabs.com/will-wi-fi-have-to-share-the-waves/>



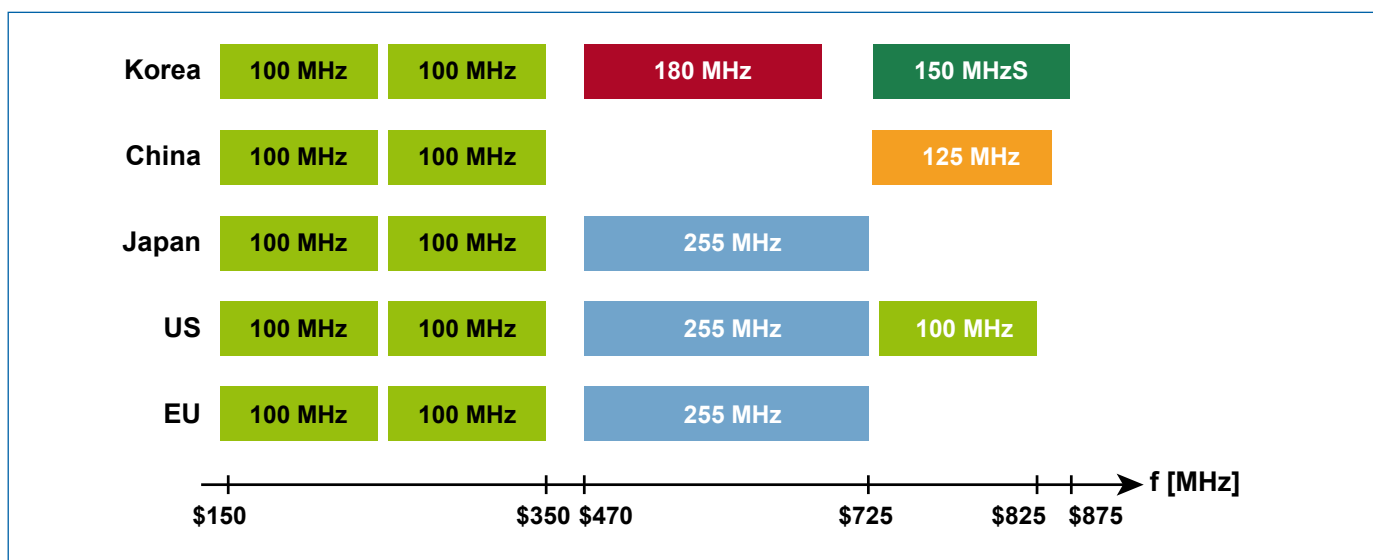


Figura 9 - Allocazione della banda 5 GHz a livello mondiale

di LAA è completamente trasparente alla core network LTE, evitando il dispiegamento di elementi aggiuntivi in rete. LAA richiederà anche nuove implementazioni lato terminale, in quanto per poter operare in questa modalità dovrà essere in grado di effettuare e riportare al nodo di accesso radio le misure inerenti la banda non licenziata (come avviene oggi per le bande LTE), fornendo inoltre i feedback della relativa trasmissione downlink.

2.3 WiFi WiFi: offload e aggregazione con LTE e aggregazione con LTE

Tecnologie, quali il WiFi, nate per operare su banda non licenziata sono da tempo utilizzate dagli operatori mobili per fare offloading del traffico dalle proprie reti cellulari, al fine di poterne gestire in modo efficiente la capacità complessiva, differenziando i servizi offerti all'utente, ad esempio su base sottoscrizione, prestazioni, qualità, ... Per questo motivo, in ambito di standardizzazione 3GPP sono state previste e sono attualmente allo studio funzionalità per gestire efficace-

mente l'interlavoro tra gli accessi radio 3GPP e quelli WiFi, schematicamente riassunte in Figura 10.

Nelle varie Release, il 3GPP ha specificato modalità di interlavoro sempre più complete, al fine di estendere alcuni meccanismi di controllo tipici dei sistemi cellulari agli accessi WiFi, facendoli di fatto diventare delle tecnologie di accesso radio complementari ai sistemi 3GPP.

Le prime attività hanno definito l'interlavoro con le reti WiFi a livello di core network (Figura 10a, Pre Rel-12), basandosi su funzionalità a livello di connettività IP per la mobilità della sessione dati e il roaming tra i sistemi, mantenendo attivi i servizi a pacchetto su rete 3GPP con minimo impatto sulla qualità percepita dall'utente.

La funzionalità, tipicamente controllata tramite opportuno client sul terminale, può interagire con un'entità di livello IP, introdotta dalla Release 8, nota come ANDSF (Access Network Discovery and Selection Function), con il compito di fornire al terminale determinate policy di selezione e accesso delle reti WiFi, definite ad esempio su

base dati di sottoscrizione d'utente, con relative regole di validità, durata, ecc.

Nell'ambito della Release 12, si è deciso di analizzare possibili miglioramenti andando ad agire a livello di accesso radio, con l'obiettivo di introdurre uno steering del traffico bidirezionale del terminale tra LTE e WiFi (Figura 10b, Rel-12). La soluzione introdotta prevede che il nodo di accesso (eNodeB) possa fornire al terminale parametri di controllo per guidare la selezione tra LTE e WiFi tenendo conto del carico della rete (ad esempio soglie di utilizzo del canale WiFi, potenza del segnale WiFi e/o LTE). Il terminale può quindi procedere alla selezione della tecnologia, nonché allo spostamento del traffico tra le due tecnologie, sulla base di condizioni definite in funzione dei valori assunti da tali parametri, evitando così una selezione arbitraria.

Nell'ambito della Release 13 (Figura 10c, Rel-13), infine, si sta operando per una vera e propria integrazione attraverso l'aggregazione tra WiFi e LTE.

Come per l'aggregazione tra flussi LTE descritta in precedenza, è in

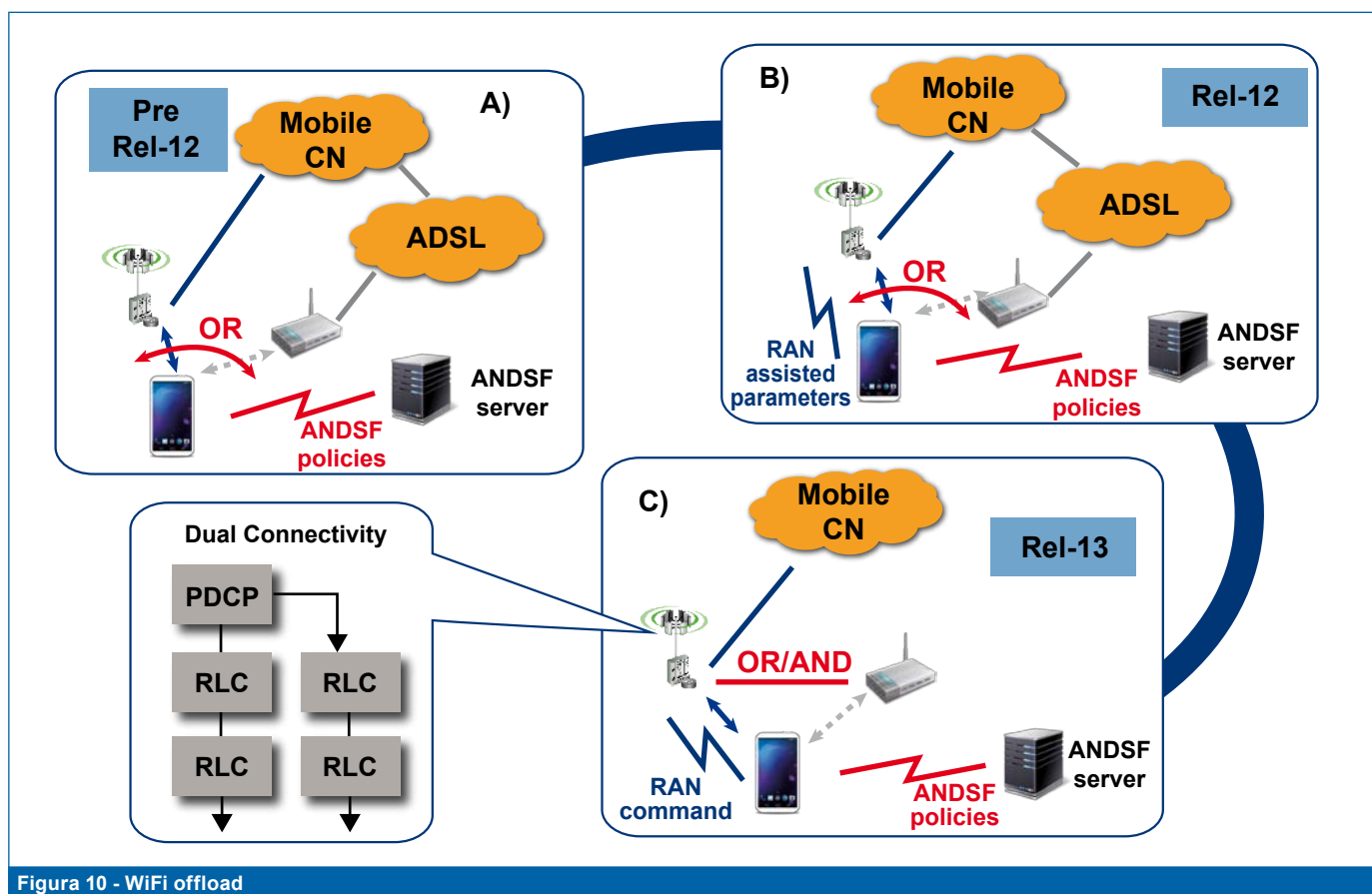


Figura 10 - WiFi offload

corso di definizione una suddivisione del flusso dati downlink tra accesso radio LTE e WiFi, aggregati lato terminale, sul principio della Dual Connectivity introdotta in Release 12, mentre per l'uplink si utilizza soltanto LTE. In questo caso la cella LTE agisce da nodo primario (Master) e quindi gestisce la segnalazione e la mobilità, mentre l'access point WiFi agisce da nodo secondario (Secondary). Per poter applicare il principio dell'architettura di Dual Connectivity, sarà necessario specificare un'interfaccia tra il nodo LTE e un opportuno punto di terminazione della tecnologia WiFi, sulla quale viaggerà la parte di pacchetti inoltrati al terminale attraverso il WiFi. Al fine di determinare e controllare la quantità dei dati verso il WiFi dovranno anche essere introdotti opportuni feedback e fun-

zionalità per il controllo di flusso, così come dovranno essere estese le metriche delle misure e le relative procedure di reporting.

3 Proximity Services: l'introduzione della comunicazione Device-to-Device

Fino ad oggi, le comunicazioni nei sistemi cellulari si sono sempre basate sull'assunto che un terminale per trasmettere informazioni ad un altro terminale, indipendentemente dalla distanza fisica tra di essi, debba trasmettere verso la rete e che poi questa ritrasmetta il segnale al terminale di destinazione. Questo sistema permette di gestire in modo efficiente sia comunicazioni a breve raggio che comunicazioni intercontinentali. Ci sono però

delle applicazioni per cui una comunicazione diretta tra terminali, cioè senza dover passare dalla rete, comporta dei vantaggi o rappresenta un requisito necessario.

Per esempio, nel caso di servizi di PS (*Pubblica Sicurezza*) può essere necessaria la comunicazione tra agenti fuori copertura cellulare e colleghi nelle immediate vicinanze. Si pensi ad esempio ad un vigile del fuoco che entra in un edificio in fiamme alla ricerca di feriti. La necessità di poter sempre contattare i colleghi è un requisito indispensabile per poter utilizzare la tecnologia LTE in questi ambiti, anche nel caso in cui il pompiere si trovi in uno scantinato e quindi non raggiungibile dalla rete cellulare. La modalità di trasmissione D2D (*Device-to-Device*), nota anche come "LTE Direct", prevede il tra-

sferimento diretto di dati da un terminale all'altro, così come già presente in altri sistemi commerciali, quali il WiFi Direct ed il TETRA. In questo caso, il 3GPP ha specificato i meccanismi necessari per permettere la comunicazione diretta tra un terminale e gli altri terminali appartenenti allo stesso gruppo di utenti (ad es. una squadra dei vigili del fuoco impegnata a domare un incendio). Non tutto il lavoro è stato completato in Release 12, ed in Release 13 si sta lavorando su alcune ottimizzazioni, come la possibilità per un terminale in copertura di fare da "ponte" (relay) tra un terminale fuori copertura e la rete. In questo modo, l'agente fuori copertura può scambiare informazioni con la centrale operativa e ricevere le indicazioni del caso.

La modalità di comunicazione diretta è limitata agli utenti classificati come operatori di pubblica

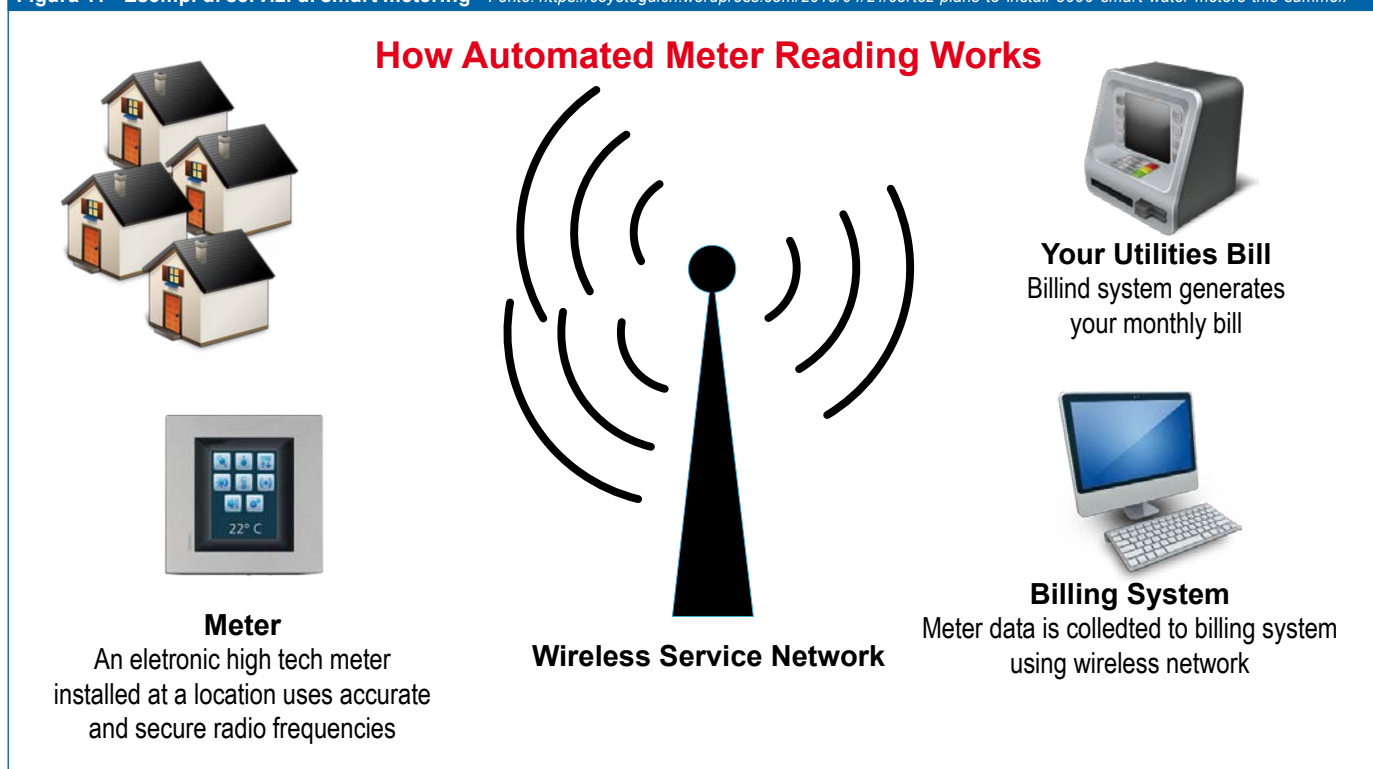
sicurezza. Esiste però un'altra applicazione che è stata estesa anche alla clientela consumer: la modalità di "direct discovery". I terminali interessati trasmettono periodicamente un messaggio pre-codificato che pubblicizza la loro presenza. In questo modo, altri terminali abilitati al servizio che si trovino nelle immediate vicinanze possono decodificarne il messaggio con il supporto della rete. Le applicazioni che possono essere offerte sono di tipo pubblicitario (ad esempio un ristorante può annunciare la sua presenza e le offerte del giorno), oppure di tipo social (i miei "buddies" possono scoprire se mi trovo nelle loro vicinanze). Tutte queste applicazioni sono indicate come servizi di prossimità, in quanto la trasmissione diretta tra terminali è ridotta a poche centinaia di metri, nelle condizioni tipiche di propagazione del segnale radio tra due terminali.

3.1 Soluzioni radio per applicazioni M2M

Secondo le previsioni, nei prossimi anni si assisterà ad una rapida diffusione dei servizi M2M (*Machine-to-Machine*), in particolare per applicazioni negli ambiti di smart metering, trasporti, logistica, ecc. (Figura 11), con conseguente crescita in termini di traffico e di penetrazione di device. Se da un lato le applicazioni M2M high end (ad esempio video sorveglianza, eHealth) non richiedono particolari ottimizzazioni dal punto di vista radio, alcune applicazioni come lo smart metering richiedono invece soluzioni specifiche.

Nel corso delle Release 10 e della Release 11, l'attenzione per LTE è stata principalmente rivolta verso soluzioni in grado di gestire il sovraccarico di rete, dovuto all'accesso simultaneo di un elevato numero di dispositivi M2M.

Figura 11 - Esempi di servizi di smart metering - Fonte: <https://coyotegulch.wordpress.com/2015/04/21/cortez-plans-to-install-3000-smart-water-meters-this-summer/>



In Release 12 ci si è focalizzati sulla definizione di soluzioni per terminali "Low Complexity", cioè dalle caratteristiche funzionali ridotte rispetto ai normali terminali, perché pensati principalmente per applica-

zioni a basse prestazioni, dove il fattore costo è predominante per poter essere competitivi con soluzioni 2G o proprietarie.

A questo scopo è stata introdotta una categoria dedicata, che prevede

ad esempio una sola antenna in ricezione e una capacità di processing di banda base ridotta.

Un altro requisito importante è rappresentato dalla riduzione del consumo energetico, tale da permettere

Cellular Internet of Things (IoT)

In ambito 3GPP TSG GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network) è in corso uno studio di fattibilità per il supporto di un sistema cellulare per IoT a bassissima complessità e bassissimo throughput.

Le applicazioni a cui si rivolge lo studio comprendono (pur non limitandosi a quelle elencate):

- lo smart metering (p.es. contatori del gas, dell'acqua e dell'energia elettrica);
- rivelatori di condizioni atmosferiche;
- rivelatori di fumo e di incendio;
- rivelatori di interruzione dell'alimentazione elettrica;
- rivelatori di manomissione ed intrusione.

Alla luce delle applicazioni suddette, i principali obiettivi che si prefigge lo studio sono:

- una complessità (e di conseguenza un costo) estremamente ridotta dei device rispetto alla complessità dei device GPRS only di Release 97 (per competere con le soluzioni proprietarie che sono già disponibili sul mercato, ma che richiedono al contempo il dispiegamento di reti dedicate su bande non licenziate);
- un'estensione della copertura radio di 20 dB rispetto a quella ottenibile con una rete legacy GSM/EDGE (per tenere conto della possibile dislocazione dei device in zone scarsamente coperte, come sotterranei, cantine di edifici, e della protezione degli stessi device all'interno di contenitori metallici);
- una durata delle batterie di almeno 10 anni, anche in presenza di estensio-

ne della copertura sino a 20 dB (per tenere conto della difficoltà intrinseca della sostituzione delle batterie in device dislocati in zone non raggiungibili agevolmente, per cui la durata delle batterie coincide di fatto con il tempo di vita degli stessi device);

- un throughput estremamente ridotto, dell'ordine di alcune centinaia di bit/s (per tenere conto del tipo di applicazioni precedentemente richiamate, che comportano un ridottissimo trasferimento di dati, quantificabile in poche centinaia di byte al giorno).

Lo studio prevede due filoni che vengono portati avanti in parallelo, a seconda del tipo di approccio seguito:

- il primo, basato su un'evoluzione della rete GSM/EDGE, prevede di utilizzare la rete legacy con aggiornamenti SW sui nodi della rete di accesso radio e con l'impiego della core network esistente, ovvero con l'utilizzo dell'interfaccia Gb tra il BSS (*Base Station Sub-system*) e l'SGSN (*Serving GPRS Support Node*);
- il secondo, basato sul cosiddetto 'clean-slate approach', prevede di definire una nuova RAT (*Radio Access Technology*), resa anch'essa disponibile come aggiornamento SW sui nodi MSR BS (Multi-Standard Radio Base Station), con l'impiego di una core network che è ancora oggetto di discussione e che prevede di scegliere tra quella GSM/EDGE (con interfaccia Gb) e quella LTE (con interfaccia S1 tra eNB e MME/SGW).

I sostenitori del primo approccio sono Ericsson (con la proposta EC-GSM, Extended Coverage GSM) e Nokia Networks (con la proposta N-GSM, Narrow Band GSM).

Il fautore principale del secondo approccio è Huawei (con la proposta NB-M2M, Narrow Band M2M), affiancata da Qualcomm (con la proposta NB-OFDMA), a cui si aggiungono al momento due soluzioni proprietarie: Sigfox (con la proposta C-UNB, Cooperative Ultra Narrow Band) e Semtech (con la proposta C-NB CSS, Combined Narrow Band and Chirp Spread Spectrum). Recentemente Huawei e Qualcomm hanno deciso di procedere con una soluzione convergente delle loro proposte.

Alla conclusione dello studio di fattibilità delle proposte esaminate, prevista per agosto 2015, seguirà la fase di specifica vera e propria, presumibilmente sia di una soluzione basata sull'evoluzione della rete GSM/EDGE, sia di una soluzione basata sul 'clean-slate approach'.

Dal momento che il 'clean-slate approach' prevede la definizione di una nuova RAT (e come tale non di competenza del 3GPP TSG GERAN), la fase normativa avverrà in ambito 3GPP TSG RAN, presumibilmente a partire da settembre 2015, al fine di arrivare alla conclusione del lavoro di specifica auspicabilmente nell'ambito della Rel-13, e pertanto entro marzo 2016 ■

davide.sorbara@telecomitalia.it

il funzionamento senza sostituzione della batteria per tutto il ciclo di vita del dispositivo (stimato in più di 10 anni). A questo scopo sono state introdotte in standard delle funzionalità per controllare l'accensione e lo spegnimento programmato del terminale, per quelle applicazioni che richiedono una trasmissione di informazioni molto sporadica. La terza componente fondamentale per LTE M2M, che sarà sviluppata in Release 13, è l'estensione del raggio di copertura radio del sistema, per garantire il funzionamento anche in condizioni di alta attenuazione del segnale (ad esempio per permettere la lettura di contatori negli scantinati delle abitazioni). L'attività è ancora in fase di specifica e si stanno analizzando diverse tecniche per raggiungere questo obiettivo.

3.2 Servizi Broadcast

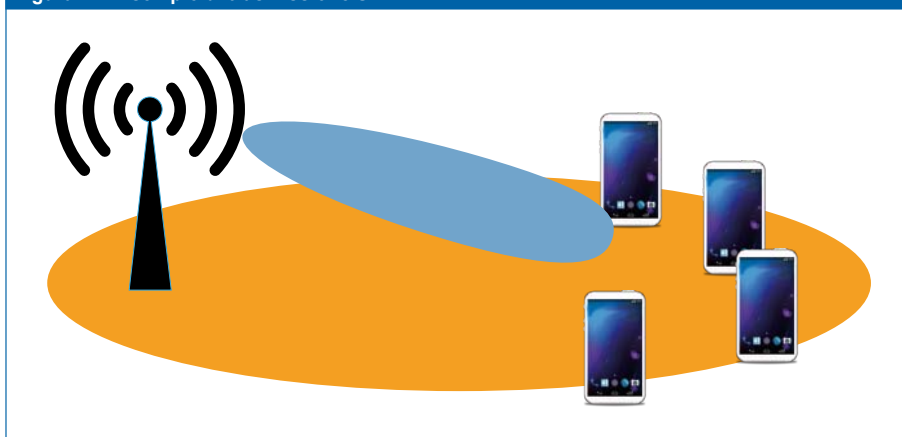
Una delle funzionalità sviluppate dal 3GPP fin dalla Release 9 di LTE (e ulteriormente ottimizzate nelle Release successive) è il supporto dei servizi multicast e broadcast, realizzata attraverso la tecnologia eMBMS (*evolved Multimedia Broadcast Multicast Services*). Essa permette il trasferimento dello stesso contenuto ad un numero elevato di terminali in modalità broadcast (ovvero a tutti i device presenti nell'area abilitati al servizio) o multicast (ovvero ad un gruppo chiuso, ad es. tramite sottoscrizione). In particolare, al fine di trasmettere i flussi dati MBMS, LTE si basa sul concetto di comunicazione MBSFN (*Multimedia Broadcast Single Frequency Network*). I dati multicast o broadcast sono trasmessi da differenti celle su rete sincronizzata nota come SFN (*Single-Frequency*

Network), in cui cioè differenti stazioni radio base trasmettono lo stesso segnale simultaneamente sulle stesse risorse radio, fornendo pertanto una migliore qualità della ricezione grazie alla riduzione del livello complessivo dell'interferenza. L'architettura generale del sistema eMBMS, le principali caratteristiche tecniche, così come i possibili campi di applicazioni sono descritti in [Notiziario Tecnico numero 48]. Poiché tale tecnica è stata progettata per fornire contenuti broadcast all'interno di un'area pre-pianificata (la MBSFN area), le trasmissioni eMBMS richiedono che una parte delle risorse radio siano allocate in modo semi-statico a questo servizio, ad esempio mediante configurazione via O&M (*Operation and Maintenance*) e quindi non modificabile dinamicamente sulla base della distribuzione degli utenti. Di conseguenza, se in una cella ci sono pochi clienti che richiedono il servizio si ha uno spreco di risorse a discapito di altri servizi che potrebbero essere offerti. D'altra parte, se non si attiva MBMS e molti clienti richiedono lo stesso contenuto video, la trasmissione tradizionale in modalità unicast (cioè punto-punto) comporterebbe uno spreco di risorse ed il rischio di non riuscire a fornire a tutti il servizio richiesto.

Queste motivazioni hanno portato alla necessità di studiare e specificare, all'interno della Release 13 del 3GPP, una tecnica più efficiente di comunicazione multicast indicata con SC-PTM (*Single Cell-Point to Multipoint*) transmission. L'obiettivo è quello di migliorare l'efficienza nell'utilizzo delle risorse radio e di poter gestire in modo dinamico la configurazione delle aree di multicast (Figura 12).

La tecnica SC-PTM ha lo scopo di fornire un tipo di trasmissione complementare a quella eMBMS (in aggiunta cioè alla trasmissione MBSFN) e, pur adottando l'architettura di rete definita per eMBMS, utilizza la tecnica di trasmissione dei canali unicast, introducendo però un particolare identificativo comune rappresentativo di un gruppo di utenti, in modo che tutti i partecipanti del gruppo possano accedere tramite tale identificativo alle risorse a loro trasmesse. Questo, inoltre, permette di sfruttare i feedback tipici delle trasmissioni unicast per adattare in modo dinamico il tipo di codifica e quindi la velocità di trasmissione a più utenti. Altro potenziale vantaggio della tecnica SC-PTM è quello di poter funzionare anche con rete che non prevede la trasmissione sincronizzata tra i vari nodi, in quanto lo

Figura 12 - Esempio di trasmissione SC-PTM



scheduling delle risorse è eseguito a livello di cella e non a livello di area MBSFN.

Gli scenari principali di utilizzo della trasmissione SC-PTM riguardano l'ambito della pubblica sicurezza, dove la modalità di comunicazione principale si basa sulla trasmissione di informazioni verso un gruppo chiuso di persone (ad esempio agenti di polizia, membri della protezione civile). Tuttavia, la tecnica può trovare utilizzo anche in servizi commerciali, quali download di video o apps più popolari, mobile advertising, informazioni sul traffico automobilistico, in cui gli utenti localizzati in una certa area geografica (tipicamente limitata) abbiano gli stessi interessi in termini di servizi e/o contenuti.

4 Verso il 5G

Il 3GPP ha definito un piano lavori preliminare per la definizione dei sistemi "5G", che dovrebbero vedere il lancio dei primi servizi commerciali attorno al 2020 (Olimpiadi a Tokyo).

Questo però non significa che alcuni dei requisiti del 5G non possano essere già recepiti dalle evoluzioni di LTE. In particolare, nell'ambito della Release 13 sono in fase di studio alcune tecniche che precorrono le prestazioni offerte dal nuovo sistema, quali ad esempio l'uso di beamforming tridimensionale e tecniche per ridurre la latenza del segnale radio.

4.1 Beamforming

Una tecnica utilizzata per aumentare la capacità del sistema radio consiste nel focalizzare la trasmis-

sione nella direzione in cui si trova l'utente (Beamforming), ottenendo quindi, a parità di potenza, un qualità più alta o la copertura di utenti ad una distanza maggiore. L'effetto di focalizzazione si ottiene attraverso un sistema composto da più antenne, alimentate in maniera opportuna, che convoglia la radiazione in una direzione preferenziale. Il numero di antenne che compone il sistema radiante e la modalità con cui vengono alimentate permettono di sagomare il diagramma di radiazione sia nella direzione che nell'ampiezza desiderate. Come regola generale, maggiore è il numero di antenne costituenti il sistema radiante, maggiore è il numero di gradi di libertà ottenibili nella direzionalità del fascio e nella sua forma.

Nella *Figura 13* è possibile vedere un esempio di come una tecnica di beamforming possa essere usata per trasmettere un segnale a diversi utenti focalizzandosi anche sul piano verticale (3D beamforming). In Release 13 si sta analizzando anche la tecnica FD-MIMO (*Full Dimensional-MIMO*), che permette di sfruttare fino a 64 antenne, mentre quando si parla di 5G si immagina di usare quello che prende il nome di Massive MIMO, ovvero la trasmissione di un segnale da un centinaio di antenne.

La possibilità di disporre di sistemi di antenne direttive diventa un fattore sempre più importante via via che la frequenza di trasmissione aumenta, in modo da controbattere la conseguente riduzione del raggio di copertura. Alcune delle bande di frequenza di cui si sta discutendo in ambito internazionale circa l'utilizzabilità per i sistemi 5G hanno frequenze di decine di GHz (le bande indicate sono quelle a cavallo dei 28-32 GHz oppure 55-70 GHz o bande nell'intorno dei 90 GHz), con

canalizzazioni che vanno da qualche centinaio di MHz a qualche unità di GHz. A queste frequenze l'effetto dell'attenuazione dovuta alla distanza e alla presenza di ostacoli è molto più critico. Disporre di antenne direttive permette sia di compensare la distanza sia di focalizzare la trasmissione dove l'utente può essere effettivamente raggiunto, evitando di disperdere il segnale altrove.

D'altro canto, poiché la dimensione dell'antenna si riduce all'aumentare della frequenza del segnale, un sistema di 100 antenne (necessario per realizzare il cosiddetto Massive MIMO) a 2 GHz occuperebbe alcune decine di metri, mentre a frequenze intorno ai 60 GHz la sua dimensione sarebbe compatibile con un dispiegamento su rete cellulare.

4.2 Riduzione della latenza

La latenza dei pacchetti radio è una delle metriche più utilizzate per verificare la qualità della rete. Esistono infatti diversi siti e applicazioni che permettono al cliente di misurare latenza e velocità di trasmissione della propria rete. Il requisito sulla latenza radio per LTE è pari a 10 ms, tuttavia latenze minori sono importanti per abilitare nuove applicazioni o migliorare la qualità percepita dal cliente. Per esempio alcuni studi hanno dimostrato che le automobili auto-guidanti richiedono una latenza dell'ordine di un millisecondo. Latenze maggiori potrebbero comportare instabilità del sistema e, quindi, incidenti stradali. Senza però traguardare applicazioni futuristiche, la latenza influenza anche la percezione di throughput da parte del cliente. HTTP/TCP è il protocollo oggi dominante su Inter-

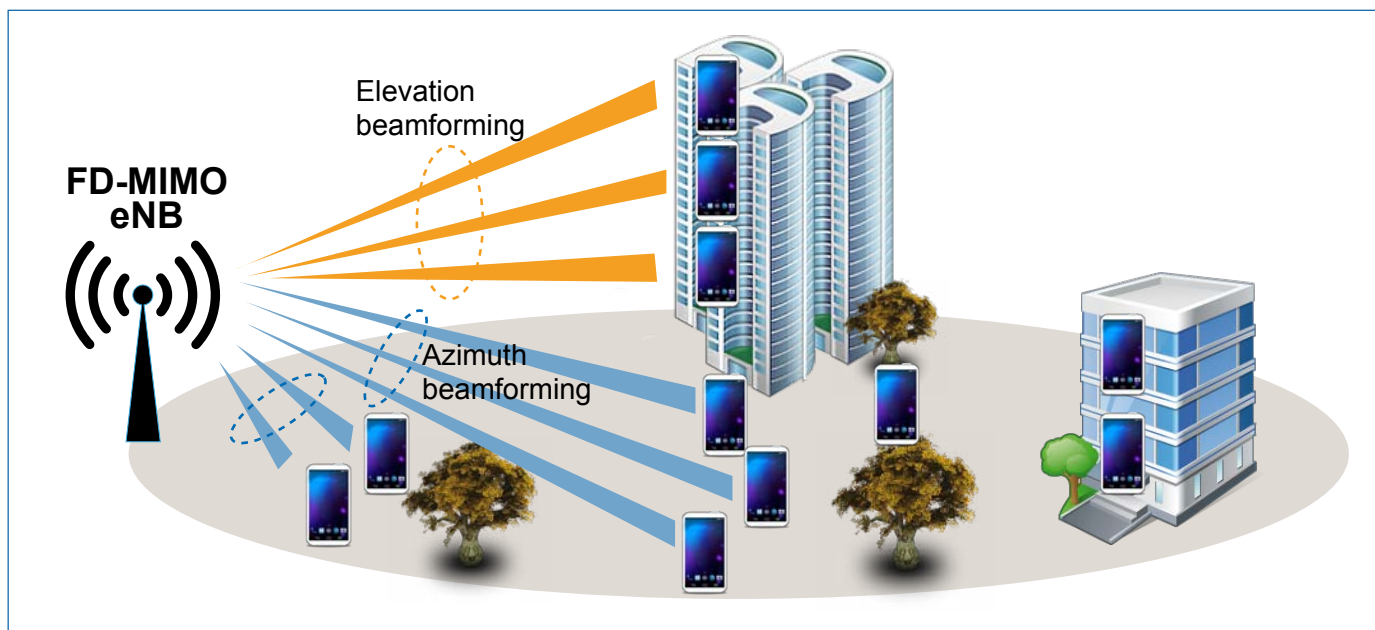


Figura 13 - Effetto del Beamforming

net, con pacchetti dati dell'ordine di qualche decina di kbytes fino a circa un mega byte. In queste condizioni, una partenza "lenta" del protocollo può influenzare significativamente la qualità percepita, in quanto l'inizio della trasmissione vera e proprio è ritardato dalle procedure di segnalazione. Anche applicazioni real time, come la voce su LTE (VoLTE) avrebbero una qualità percepita migliore riducendo la latenza.

Di conseguenza, il 3GPP ha iniziato un'attività per studiare tecniche per ridurre la latenza, con obiettivo di dimezzarne il valore massimo. Le tecniche prese in considerazione comprendono soluzioni di livello fisico, come il dimezzamento del tempo minimo di trasmissione, e soluzioni per ottimizzare la segnalazione.

Conclusioni

La tecnologia radio è in continua evoluzione per permettere di sod-

disfare i requisiti sempre più stringenti in termini di capacità e di qualità del servizio. Questo è un processo continuo, in quanto nuovi servizi e nuove esigenze di mercato richiedono sempre maggiori prestazioni. Non da ultimo, le applicazioni "over the top" non tengono conto degli investimenti richiesti alla rete per il loro funzionamento e spesso non permettono alla rete di adattarsi in funzione della tipologia di servizio richiesto. Di conseguenza, la rete deve attrezzarsi al meglio per poter far fronte ad una molteplicità di servizi, spesso con requisiti estremi (in termini di numerosità di terminali, di velocità di trasmissione e/o di latenza).

Per rispondere alle esigenze del mercato, i gruppi radio del 3GPP vedono impegnati centinaia di esperti nella specifica delle funzionalità che ritroveremo nel giro di qualche anno nei nostri smartphones. Il prossimo passo è il completamento della Release 13, previsto per fine 2015. Tutti noi vedremo sui nostri smartphones le funzionalità specificate in questa release

non prima di uno/due anni dopo il completamento dei lavori, ossia a partire dal 2017. L'evoluzione dell'accesso radio LTE continuerà in parallelo alla specifica dei sistemi 5G. In particolare, a settembre 2015 si terrà un workshop in cui le compagnie 3GPP presenteranno la loro visione sull'accesso radio a supporto del nuovo sistema. Ad inizio 2016 il TSG RAN definirà i requisiti prestazionali dell'accesso radio dopo di che il lavoro passerà ai gruppi tecnici RAN per lo studio di soluzioni tecniche in grado di soddisfare i requisiti. La finalizzazione delle specifiche 5G è prevista per la fine del 2019. Il 3GPP è quindi in procinto di iniziare una nuova avventura che porterà alla specifica dei sistemi 5G entro il 2020

Acronimi

3G	terza generazione
4G	quarta generazione
5G	quinta generazione

Il 3GPP conformance testing

I terminali mobili moderni sono dispositivi complessi che racchiudono in un unico oggetto numerose funzionalità tra le quali *stack* protocollari, tecnologie di accesso, supporto di molteplici bande, sistemi audio e video, sistemi operativi, interfacce utente, supporto di applicazioni e molto altro. Questi dispositivi sono introdotti in un mercato che ha un livello di aspettativa alto in termini di prestazioni e *user experience*. In questo scenario il testing gioca un ruolo fondamentale in tutte le fasi del ciclo di vita del terminale, a partire dalla fase di sviluppo sino ad arrivare al supporto post vendita. Il testing esaustivo di tutte le funzionalità non è praticabile, il terminale è infatti composto da così tanti elementi funzionali che le combinazioni risultanti sarebbero quasi infinite e non potrebbero essere coperte tutte.

Nell'attuale panorama dell'industria del testing si possono identificare le seguenti tipologie:

1. *Development phase Testing*: principalmente ad opera delle manifatturiere dei chipset per verificare la corretta implementazione durante le fasi di progetto e produzione.
2. *Integration Testing*: questo è uno dei test più importanti, in mancanza di questo si possono verificare seri problemi nelle seguenti fasi di conformance testing, Carrier Acceptance testing e Interoperability Testing.
3. *Conformance Testing*: il conformance testing si basa sulle specifiche di test realizzate dagli enti di standardizzazione (in particolare dal 3GPP) e fornisce un insieme di test predefinito e copre una gran parte gli aspetti radio e di protocollo in modo da assicurare un livello minimo di accettabilità e di interoperabilità.
4. *Laboratory Carrier Acceptance Test-*

ing: sono dei test che si pongono in aggiunta al conformance testing e sono basati su test list e su requisiti definiti dall'operatore stesso che possono essere di diversa natura. I test di Carrier Acceptance possono derivare da considerazioni tecniche di aree non coperte dal conformance testing, possono essere dei requisiti di business o di servizio definiti dal marketing oppure possono essere finalizzati a evitare problemi e disservizi in rete e molti altri input a totale discrezione dell'operatore radiomobile.

5. *Interoperability Testing*: anche nel caso di terminali perfettamente conformi si potrebbero verificare casi in cui due diverse implementazioni potrebbero non interlavorare correttamente. Questo avviene perché gli standard sono molto complessi e lasciano aperte diverse possibilità di implementazione. L'IoT testing è quindi fondamentale per assicurare l'interlavoro sia di apparati di rete che di terminali di manifatturiere diverse.

Nell'industria delle telecomunicazioni sino alla fine degli anni '90 un terminale doveva soddisfare una certificazione regolata dalle autorità nazionali chiamata *type approval* per essere immesso sul mercato. A seguito della deregolamentazione dell'industria delle telecomunicazioni lo schema di *type approval* è stato sostituito dall'autocertificazione (*self-certification*). Le specifiche di test attuali ereditano i requisiti di *type approval* i cui principali filoni sono i seguenti:

1. Radio receiver and transmitter RF performance characteristics,
2. Signalling Protocol Conformance,
3. EMC (*Electromagnetic radiation compliance*),
4. Audio Performance,

5. Absorption of electromagnetic radiation by the human body – SAR (*Specific Absorption Rate*).

Nel caso 1 (Test RF), anche dopo la deregolamentazione, alcuni test continuano ad essere di importanza per gli organi regolatori nazionali, in particolare per assicurare che venga fatto un uso corretto dello spettro associato alle licenze, anche nel caso di EMC e SAR si continua a rimanere sotto il cappello degli enti regolatori. Il punto 2 sulla segnalazione nasce sulla base dei principi del *type approval* dell'ISDN standardizzato dall'ETSI, ma diviene molto più complesso, perché a tutte le funzionalità per i servizi di accesso fisso si vanno ad aggiungere molti più servizi, tra i quali ovviamente la gestione della mobilità. I test sulla segnalazione oggi sono totalmente deregolamentati, ma costituiscono i test più numerosi e complessi che l'industria deve oggi affrontare. Il modello consolidato in ETSI di *type approval* verrà utilizzato negli anni a seguire per UMTS e ad oggi per LTE. ETSI infatti si occupa tuttora con una Task Force ad hoc di sviluppare in un ambiente formale di test (TTCN) tutti i test standardizzati dal 3GPP RAN5 e che saranno adottati dall'industria per il *Signalling Protocol Conformance*. Per quanto riguarda i test RF il RAN5 definisce le procedure di prova, ma l'implementazione è lasciata alle manifatturiere di apparati di test e ai provider dei servizi di test, non esiste quindi un equivalente linguaggio formale definito dall'ETSI come per i test di segnalazione.

In 3GPP, i gruppi coinvolti nel definire le specifiche di test sono GERAN WG3 per il GSM e RAN WG5 per le tecnologie di accesso successive. In aggiunta anche SA WG4 (Audio Codec) e CT WG6 (USIM) coprono alcuni aspetti di

conformance testing. Il principale tra i gruppi è indubbiamente il RAN5 che specifica i test di conformità per i terminali UMTS, LTE e oltre. Le specifiche di test del RAN5 si basano su requisiti definiti da altri gruppi: il RAN WG4 per gli aspetti radio, il RAN WG2 e il CT WG1 per gli aspetti di segnalazione.

Per l'operatore radiomobile il caso in cui il terminale non operi correttamente può avere conseguenze disastrose per il suo business, risultante ad esempio in una perdita di clienti (cattive performance radio possono dare la percezione di scarsa copertura). Le conseguenze per l'operatore possono essere ancora peggiori, addirittura la rete potrebbe subire danni a causa di terminali malfunzionanti. Ad esempio un sovraccarico della segnalazione causato da un terminale potrebbe mettere fuori servizio altri utenti. In questo scenario l'operatore è sicuramente uno dei primi attori a trarre vantaggio da un solido schema condiviso dall'industria del testing. In aggiunta le specifiche di test sviluppate in ambiente di conformance sono spesso utilizzate come riferimento nella gestione delle relazioni con i fornitori sia di terminali che di apparecchiature di misura.

Le manifatturiere di terminali sono anche fortemente coinvolte nella definizione del testing. In molte nazioni infatti i terminali sono presenti sul mercato direttamente senza intermediazione dell'operatore (*open market*). In ogni caso sia che il terminale sia venduto direttamente o che sia *brandizzato* dall'operatore, la manifatturiera rappresenta il diretto interessato ed il responsabile finale del prodotto anche nel caso integri soltanto prodotti di terza parte già testati separatamente.

Le manifatturiere di rete sono generalmente meno coinvolte nel processo di conformance dei terminali, in ogni caso seguono il processo perché considerano il terminale un elemento di rete cruciale che assicura che le features implementate in rete operino correttamente. Un altro attore è rappresentato dall'industria dei chipset maker, in quanto tutti gli stack protocollari e le catene radio supportate dal telefono sono implementati nel chipset. Nonostante poi il prodotto finale sarà testato di nuovo nella sua interezza il chipset maker deve avere una consolidata attività di testing dovuta sia alle alte aspettative del mercato dei system integrator

sia per assistere tutte le fasi interne di sviluppo del chipset.

I produttori di apparati di test sono particolarmente attivi nella standardizzazione 3GPP, che costituisce una buona parte del loro core business; infatti i loro apparati costituiscono un elemento fondamentale per attuare quanto scritto nelle specifiche di test, per fornire un ambiente che simuli sia la core network che la rete di accesso.

In questo scenario molte sono le organizzazioni commerciali interessate al test dei terminali, ci sono compagnie che offrono direttamente il servizio di testing come loro principali attività (Test Houses) e offrono tale servizio anche agli operatori per la loro certificazione interna. Telecom Italia dispone di laboratori in grado di offrire il servizio di certificazione; in quest'ottica, Telecom Italia contribuisce attivamente alla definizione del conformance testing partecipando attivamente ai gruppi di standardizzazione 3GPP ■

massimiliano.ubicini@telecomitalia.it

ANDSF	Access Network Discovery and Selection Function	eICIC	enhanced InterCell Interference Coordination	ICIC	Inter Cell Interference Coordinatotion
BSS	Base Station Sub-system	eMBMS	evolved Multimedia Broadcast Services	IoT	Interoperability Testing
CA	Carrier Aggregation	EMC	Electromagnetic radiation compliance	ISDN	Integrated Services Digital Network
CIoT	Cellular Internet of Things	eNodeB	eNB enhanced NodeB	LBT	Listen Before Talk
C-NB CSS	Combined Narrow Band and Chirp Spread Spectrum	E-UTRAN	Evolved UTRAN	LTE	Long Term Evolution
CoMP	Coordinated Multi Point	FD-MIMO	Full Dimensional MIMO	LTE-LAA	LTE-Licensed Assisted Access
C-UNB	Cooperative Ultra Narrow Band	GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network	LTE-U	LTE-Unlicensed
D2D	Device-to-Device	GPRS	General Packet Radio Service	M2M	Machine-to-Machine
EC-GSM EDGE	Extended Coverage GSM Enhanced Data rates for GSM Evolution	HTTP/TCP	HyperText Transfer Protocol/Transmission Control Protocol	MBSFN	Multimedia Broadcast Single Frequency Network
		MeNB	Master eNodeB	MIMO	Multiple-Input Multiple-Output

MME	Mobility Management Entity	RAN	Radio Access Network	TETRA	Terrestrial Trunked Radio
MRO	Mobility Robustness Optimization	RAT	Radio Access Technology	TSG	Technical Specification Group
MSR BS	Multi-Standard Radio Base Station	RF	Radio Frequency	TTCN	Testing and Test Control Notation
NB-M2M	Narrow Band M2M	RNC	Radio Network Controller	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
NB-OFDMA	Narrow Band-Orthogonal Frequency-Division Multiple Access	Rx/Tx	ricezione/trasmissione	USIM	Universal Subscriber Identity Module
N-GSM	Narrow Band GSM	SAR	Specific Absorption Rate	UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
O&M	Operation and Maintenance	SC-PTM	Single Cell-Point to Multipoint	VoLTE	Voice over LTE X2 Application Protocol
PS	Pubblica Sicurezza	SeNB	Secondary eNodeB		
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	SFN	Single-Frequency Network		
		SGSN	Serving GPRS Support Node		
		SGW	Serving Gateway		
		SW	Software		

andrea.buldorini@telecomitalia.it
maurizio.fodrini@telecomitalia.it
giovanni.romano@telecomitalia.it



**Andrea
Buldorini**

Ingegnere elettronico, indirizzo telecomunicazioni, entra in Azienda nel 1997 e partecipa ad attività di ricerca sui sistemi radiomobili. Attualmente è nella funzione Wireless Access. Si è occupato di tematiche relative alle tecnologie radio, rappresentando Telecom Italia in vari enti di normativa internazionale (ETSI, 3GPP e NGMN) ed è delegato al gruppo tecnico 3GPP RAN WG2, responsabile della standardizzazione dei protocolli radio 4G e 5G. Dal 2007 si occupa di aspetti di ottimizzazione di rete e Self-Organizing Networks ▪



**Maurizio
Fodrini**

Ingegnere delle Telecomunicazioni, attualmente presidia, nell'area di Wireless Access Innovation, tematiche di scouting, benchmarking e sperimentazione di nuove tecnologie di accesso radio e segue i lavori di definizione dell'interfaccia radio dei sistemi 3G/4G/5G nell'ambito del gruppo di standardizzazione TSG RAN WG2 del 3GPP. Entra a far parte del gruppo Telecom Italia nel 2001, per contribuire allo sviluppo di piattaforme di simulazione per la valutazione delle prestazioni di sistemi WLAN, HSPA e sue evoluzioni. Dal 2003 al 2005 si occupa di tecnologie multimodali per la realizzazione di interfacce evolute uomo-macchina. Dal 2008, nell'ambito dell'innovazione dell'accesso radio, lavora all'analisi di prestazioni dei sistemi LTE/LTE Advanced tramite simulazioni e sperimentazioni e contribuisce ai lavori di diversi progetti europei su tematiche innovative ▪

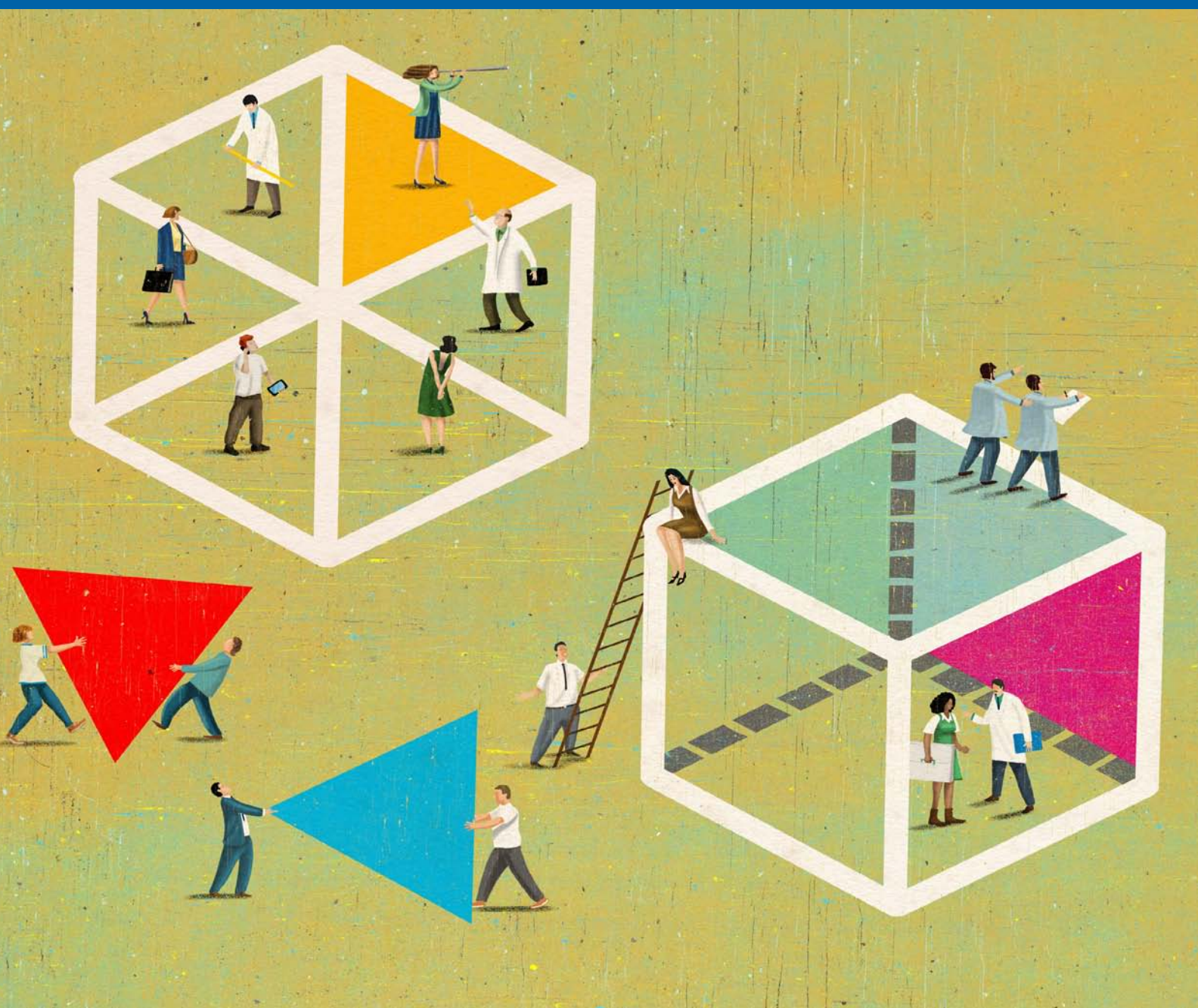


**Giovanni
Romano**

Ingegnere elettronico, si occupa del coordinamento delle attività di standardizzazione tecnica su accesso radio, terminali mobili e frequenze. Rappresenta Telecom Italia in 3GPP RAN, con incarico di vicepresidenza del gruppo e gestione dei rapporti tra 3GPP ed ITU-R. Ha iniziato a lavorare nel mondo degli standard nel 1996, partecipato ai lavori di ETSI, 3GPP, ITU-R e NGMN. Fino al 2004 è stato project manager per le attività radio su UMTS e nel 1999-2001 è stato responsabile tecnico del trial UMTS a Torino ▪

EVOLUZIONE DEI SISTEMI RADIOMOBILI: IL RUOLO DEL 3GPP

Maria Pia Galante, Giovanni Romano



Smartphone, tablet, cellulari sono diventati oggetti talmente di uso comune che senza di essi ci troveremmo “persi” nella gestione della nostra vita professionale e privata. Ad essi affidiamo più o meno consapevolmente un’impressionante mole di dati personali, senza i quali ci sentiremmo sicuramente “tagliati fuori” dal mondo sempre più digitale. In questo articolo si descrive il “lavoro dietro le quinte” di questa innovazione del sistema di comunicare.

1 Introduzione

Dietro l’enorme successo di mercato del settore radiomobile, dietro questa accelerazione continua della capacità di essere inter-connessi in mobilità e con qualità, dietro gli acronimi divenuti sempre più d’uso comune di “GSM” “GPRS”, “UMTS” e “LTE” c’è un enorme sforzo collettivo. Il 3rd Generation Partnership Project, o 3GPP: un progetto mondiale costituitosi a fine degli anni ’90 e che da allora ha permesso ai principali attori dell’industria delle telecomunicazioni di lavorare insieme alla definizione delle soluzioni tecnologiche che hanno profondamente inciso su abitudini e stili di vita di ciascuno di noi.

La scelta di un progetto collaborativo è stata essenziale per poter realizzare il roaming, ovvero la possibilità di usare il proprio terminale con la rete di un qualunque gestore, anche all’estero. Per far ciò è necessario che le reti ed i terminali dialoghino tra loro secondo protocolli standardizzati a livello internazionale. La specifica di un linguaggio comune inoltre garantisce l’interoperabilità tra fornitori diversi

all’interno della rete, oltre che la competizione tra le manifatturiere di terminali, con benefiche ricadute sui costi della tecnologia per i gestori e per gli stessi utenti finali. Chiamamente il 3GPP non è sicuramente l’unico responsabile di tale successo, ma si pone certamente al centro di una “rete” di enti che hanno tutti negli anni contribuito all’affermazione di tali servizi. Vale la pena citare tra questi lo stesso ETSI, che è stato il driver fondamentale per la costituzione del Partnership Project, la GSM Association che ha rappresentato in molte occasioni in 3GPP la voce aggregata degli Operatori, ed infine l’ITU-R, che è l’organismo mondiale emanazione dell’ONU a cui in ultima istanza le tecnologie 3GPP rispondono.

2 Perché il 3GPP?

Sull’onda del successo del GSM, i maggiori enti di standardizzazione mondiali fondarono nel 1998 il 3GPP con lo scopo di definire uno standard unico per i sistemi di terza generazione basato su tecnologia

W-CDMA. Prima della creazione del 3GPP, infatti, esistevano solo standard regionali (es. il GSM era nato come standard europeo ETSI) o addirittura nazionali (come il PDC giapponese). L’idea di un Partnership Project doveva appunto servire a creare un nuovo standard tecnologico adottabile in tutti i principali mercati di riferimento mondiali. E’ interessante, come nota storica, sottolineare che in realtà non tutti gli Enti furono concordi nel lavorare insieme ad una terza generazione basata su W-CDMA. Questo portò alla costituzione di un altro Ente, noto come 3GPP2 e costituito da altri Enti americani, giapponesi, coreani e cinesi, i quali preferirono basarsi una diversa tecnologia (il CDMA2000) creando una vera e propria spaccatura del mercato radiomobile per la terza generazione. Il 3GPP conta attualmente 7 Enti di standardizzazione, denominati OP (*Organizational Partners*): ETSI (per l’Europa), ATIS (USA), ARIB e TTC (Giappone), TTA (Corea), CCSA (Cina) a cui recentemente si è aggiunto il TSDSI (India). Tutte le aziende membri dei vari Enti regionali hanno automaticamente diritto

a partecipare ai lavori del 3GPP. La rappresentanza dell'ecosistema mobile è pressoché completa, spaziando dai costruttori di apparati di rete e terminali, chipset e SIM card vendor, agli operatori di rete e recentemente anche ad esponenti del mondo OTT e agenzie governative. Dalla sua costituzione, il 3GPP ha avuto come obiettivo la specifica delle tecnologie delle reti cellulari e dei servizi base ad esse associate (voce, SMS,...), dal punto di vista dell'accesso radio, dei protocolli di segnalazione di rete e rete-terminale, curandone le problematiche di sicurezza, qualità del servizio e di interconnessione/roaming, tariffazione, gestione nonché l'ottemperanza ai vincoli regolatori come richiesto nei diversi Paesi (es. chiamata di emergenza, intercetto legale, ...). In altre parole, il 3GPP fornisce la specifica completa di un sistema di telecomunicazioni end-to-end, spesso riusando tecnologie a loro volta standardizzate da altri Enti (es. si pensi alla specifica del sistema IMS, basato su protocollo di

segnalazione SIP, standardizzato a sua volta da IETF).

Attualmente il 3GPP si occupa delle specifiche tecniche di LTE e delle sue evoluzioni (LTE Advanced), oltre che della manutenzione di quelle relative alle generazioni precedenti e loro evoluzioni, UMTS (HSPA, HSPA+) e GSM/GPRS/EDGE. L'ente ha appena avviato il nuovo piano di lavori allo scopo di specificare la quinta generazione (5G) entro il 2020.

2.1 Il modello organizzativo

L'ente è organizzato in WG (*Working Groups*) e TSGs (*Technical Specification Groups*), come schematizzato in *Figura 1*, dove sono anche evidenziate le competenze assegnate a ciascun gruppo.

Ogni WG fa riferimento ad un TSG (plenaria) e si riunisce regolarmente (in media cinque - sei volte all'anno) per portare avanti le attività tecniche di sua competenza. Ogni TSG,

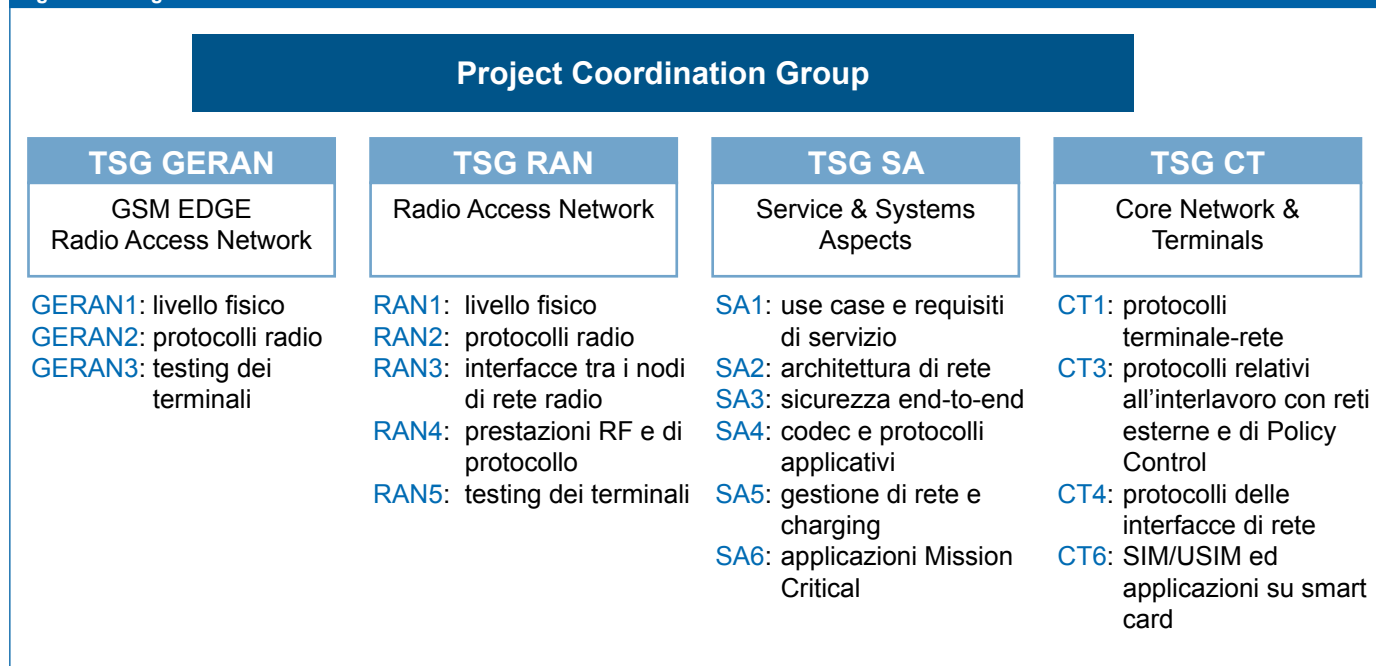
trimestralmente, ratifica gli avanzamenti tecnici prodotti dai propri WG e costituisce un momento di discussione e risoluzione di tutte le questioni tecnico-politiche su cui i gruppi di lavoro non riescono a trovare consenso al loro interno.

Il PCG (*Project Coordination Group*) è l'organo direttivo di più alto rango che, in riunioni semestrali, ratifica le conclusioni delle attività di specifica dei TSG sottostanti, le nomine dei chairman/vice-chairman, l'allocazione del budget in termini di risorse umane e finanziarie dedicate al progetto dai Partner ed infine mantiene i rapporti formali verso ITU ed altre associazioni rappresentative del mercato (es. GSM Association, NGMN, 4G Americas, ...).

La struttura organizzativa del 3GPP è cambiata negli anni, per effetto di razionalizzazione di attività esistenti o avvio di nuovi lavori.

La variazione organizzativa più recente riguarda la creazione del gruppo SA WG 6, avvenuta a Dicembre 2014. Il forte interesse da parte delle organizzazioni di Pubblica Si-

Figura 1 - L'organizzazione del 3GPP



curezza all'adozione di LTE come tecnologia sostitutiva/evolutiva delle attuali soluzioni di Private Mobile Radio (es. TETRA), e l'urgenza di disporre di uno standard già entro il 2016-2017 per concretizzare tale sostituzione, ha reso opportuno concentrare in un nuovo gruppo le

attività per le nuove applicazioni di tipo "mission critical" su LTE (es. Push to Talk). SA WG6 aggrega per la prima volta *stakeholders* rappresentativi dell'industria della Pubblica Sicurezza oltre che delle agenzie governative di vari Paesi (hanno espresso interesse in tal

senso il governo degli Stati Uniti, Regno Unito, Francia e Corea del Sud), oltre che i consueti attori operanti nel mondo Telco tradizionale. È in discussione, inoltre, un possibile riassetto dei gruppi radio per accorpate in RAN le attività sul GSM del GERAN.

LA PAROLA A...

Andrew Howell, chairman of 3GPP SA WG6

Why LTE has been chosen for Public Safety services? And how much is important a common standardization between cellular and PS (Public Safety) systems?

The move to using LTE for Public Safety services was initially started during 2011 when the FCC (in the USA) selected LTE as the long-term technology of choice for public safety communications. Since then other governments around the world have also chosen LTE for their public safety communication needs and a number of them now attend 3GPP meetings

The main reason for choosing LTE is that it is capable of delivering better performance than the current systems in use, while the large scale deployment of LTE promises to enable cost savings for Public Safety Agencies.

LTE and the 3GPP system already meet a number of the requirements for deployment though it is recognized that further updates are needed (hence the establishment of SA6 and the ongoing work on MCPTT). In summary the aspects of LTE that make it attractive for public safety communications are: capacity, interoperability/ roaming capabilities, the broadband capabilities it offers, the evolutionary path of 3GPP technologies, the economies of scale due to commercial deployments, and security.

It is important that as far as possible there is common standardization between cellular and Public Safety systems, this is to ensure that Public Safety Agencies (e.g USA, UK, South Korea) benefit from economies of scale with regards to equipment and are able to take advantage of deployment models that leverage commercial infrastructure (as proposed in the UK). To this end a large number of companies and Public Safety Agencies have been active within 3GPP to ensure that Public Safety requirements can be met and supported by the developing 3GPP Technical Specifications.

UK in Europe is a pioneer in renewing the legacy TETRA system towards LTE: which are the LTE functionalities that are more important / urgent for Public Safety standardization? And which are the related Business model? (National Agency ruled network Vs Commercial operators networks, a mix....)

For Public Safety authorities there are certain capabilities provided by their current networks/equipment that are needed for public safety communications. For example, Mission Critical Push To Talk is an essential function of the current public safety communication systems that are deployed using Land



Andrew Howell is a Technical Specialist, working as a consultant to the UK Home Office, a ministerial department in charge of immigration and passports, drugs policy, crime policy and counter-terrorism. He was elected first chairman of 3GPP SA6 after the group was established in December 2014. SA6 is the group responsible for the definition, evolution and maintenance of technical specification(s) for application layer functional elements and interfaces supporting critical communications (e.g. Mission Critical Push To Talk) ■

Mobile Radio technology, e.g. TETRA, P25, TETRAPOL and GSM-R.

To be successful as a public communications systems and to position LTE as the future technology for critical communications LTE needs to provide the means to effectively support group communication services and proximity services (direct device to device communications), which are essential to critical communications users including public safety first responders as well as other users such as utility companies and railways.

Back in June 2013 service requirements for Group Communication Sys-

tem Enablers for LTE (GCSE_LTE, TS 22.468) and Proximity Services (ProSe, TS22.278, TS22.115) were approved. However, while these service requirements provide essential LTE enablers for communications independent of any particular type of media, specific service/system/EPS/application requirements are needed for development of network and application architectures, security, RAN aspects, and network and application protocols, in particular to support MCPTT (*Mission Critical Push To Talk over LTE*).

In addition to work directly related to enhancing LTE for public safety (i.e. MCPTT, GCSE, ProSe, SC-PTM, IOPS) there are also other work items which, although not directly linked to Public Safety and triggered by commercial requirements (e.g. latency reduction) will be very useful for public safety communications. A key advantage of migrating to 3GPP based systems is it allows public safety to benefit from enhancements driven by consumer demand.

As part of the ongoing work within 3GPP it is clear that there are different business models that need to be considered. No one business model can be said to cover all the public safety communication needs, especially as there will be different business models that suit different countries. The commercial and services related factors that drive deployment and implementation decisions differ from

country to country and governments the world over are looking carefully at business costs before making commitments to system rollouts etc. However, there are a number of common factors that need to be considered in each country. These include availability of spectrum, societal/ political factors, finance, current arrangements, geography, coverage of commercial networks, commercial network operator interest etc.

What are the main features that are required to start a Public Safety service based on LTE? When do you expect the full list of required features will be made available by 3GPP?

As has already been mentioned more and more Public Safety agencies are moving towards basing their next generation systems on LTE and, with every new country that states an interest or preference in LTE this increases the potential market for LTE Public Services and helps provide further impetus to the work in 3GPP, with more suppliers and operators also becoming interested in providing services.

To support this expanded interest in the use of LTE, 3GPP has sent a clear signal of intent, shown through the focus of Release 12 and Release 13 work on the needs of public safety. In addition, a number of the key organizations involved with Public Safety related work

have recognized that there is a need for a single point of focus for the application related work and this has led to the creation of 3GPP TSG SA WG6.

One of the key features of any Public Safety system is the ability for good communications and this is why the focus within Release 13 is to provide a robust, feature rich, MCPTT (*Mission Critical Push To Talk*) service. It is fair to say that the Release 13 timescales are very tight but those involved with the development of the 3GPP specifications (Public Safety agencies, operators, manufacturers, etc.) are keenly aware of the need to provide a stable set of specifications which is the primary task of 3GPP. At this stage of the specification development cycle it is maybe a little early to state exactly which features will be available within the Release 13 timescale but it is expected that the main features related to Group Communication (as specified in TS 22.179) will be met.

Replacing a public safety network is a large undertaking that requires a different kind of co-ordination compared to the deployment of commercial network. In particular the requirements, security and robustness of a Public Safety system are driven by the very particular needs of the nature and sensitivity of the work done by the users of the network. In addition there are often political aspects involved, governments do not generally deploy networks with the

2.2 Working procedure

Per far funzionare una macchina così complessa e mettere tutti i partecipanti nelle condizioni di contribuire al meglio, è stato necessario creare dall'inizio un set di regole per la cooperazione condivise tra i

vari Enti partecipanti al progetto (*working procedure*).

Il lavoro nei WG in 3GPP si basa sui contributi tecnici delle singole compagnie facenti parte di un OP (*Individual Members*); le attività sono strutturate in progetti denominati SID (*Study Item*), ovvero studi di fattibilità per valutare vantaggi/

svantaggi di una nuova funzionalità, ed in WID (*Work Item*), ovvero lavori di tipo normativo che prevedono la produzione di specifiche tecniche. I deliverable di un SID sono spesso dei TR (*Technical Report*) che non hanno valenza normativa ma che, fornendo l'analisi di un problema, aiutano il gruppo ad acquisire mag-

regularity of an MNO, which means that there are considerations other than just the availability of standards that may produce different answers in different countries.

The UK, South Korea and the US all have publicly stated timelines for deployment of LTE based systems; see the following links for reference.¹

However the situation in each country differs so, like the deployment model considerations, each country will make the decision regarding the main features that are required to start a Public Service system and will have to consider the best balance of factors for them. 3GPP is actively working with the various Public Safety agencies to ensure that the main features are supported by the 3GPP specifications in a timely manner.

Our always-connected society is relying more and more on mobile technologies for its economic growth and well being, as well as for its security. We have seen an increasing presence of government organizations sitting in 3GPP meetings, how this participation is going to affect 3GPP roadmap in the future?

With the decision taken by Public Safety agencies to move towards LTE there was a clear indication that the 3GPP based systems are already seen to be an important part of the ongoing development

within our always-connected society and an acknowledgement of the key role that mobile technologies play in supporting economic growth as well as providing secure communication systems. However, it is also acknowledged that Public Safety systems have particular requirements that require further support from the 3GPP specifications if the needs of public safety users are to be fully met (e.g. robust group communication).

One of the strength of 3GPP is that participants involved in the specification development work come from a broad background covering user organization, operators, network and terminal vendors, regulatory authorities, test houses, and now Public Safety agencies. Clearly each group has differing needs and requirements but the single underlying requirement is a stable set of specifications that provides support for all the services needed.

With the increasing presence of government organizations sitting in 3GPP meetings and the involvement of Public Safety agencies there will be an impact on the 3GPP roadmap especially as a lot of the features on which Public Safety relies (e.g. proximity services, group call system enablers, etc.) also have significance for the commercial side of mobile communication. So as work develops into the future perhaps one of the key impacts on the work of 3GPP will be a convergence on requirements

and services. It is likely that as work develops it will be seen that Public Safety related considerations are incorporated into work items developed for the 'commercial' market rather than being given separate work tracks of their own.

As with any work in 3GPP there is only a finite amount of time available in which to progress the work. This means that there has to be an ongoing review of how work is progressing and the needs of the users for whom the work is being done. It might be in the future that the public safety agencies will just look to exploit commercial developments as and when they choose.

Having said the above one of the key strength of 3GPP is its ability to respond to the changing needs of the markets it is serving. The structure of the committees is such that Public Safety related work is not focused solely on one single group, which means that the impacts on existing work will be mitigated. 3GPP also has the flexibility to organize work in a way that, as far as is possible, minimizes the impacts on non-related work items. By creating 3GPP TSG SA WG6 to concentrate on the architecture related to MCPTT services 3GPP has demonstrated an understanding that there is a need to carefully manage all the work being done (not just Public Safety related aspects) while also providing a focal point for the initial development of Public Safety related applications ■

giore consapevolezza dei suoi aspetti tecnici e delle migliori soluzioni per risolverli. Raggiunto questo stadio di comprensione di un tema, l'approvazione di un WID consente successivamente la creazione di nuove TS (*Technical Specification*) o di miglioramenti funzionali CR (*Change Request*) alle specifiche esistenti.

Mentre l'attività tecnica sui SID/WID è prevalentemente a carico dei Working Group, compito dei TSG è invece, in ultima analisi, quello di approvare i deliverable prodotti dai WGs (TR, TS o CR) nonché le proposte di nuovi SID o WID.

I deliverable prodotti da 3GPP (TS e TR) sono successivamente ricevuti

da ciascun OP e ripubblicati come documenti di riferimento e standard validi per le aree di propria competenza. Per esempio, ETSI trasforma le specifiche 3GPP in standard validi per la commercializzazione degli apparati in Europa.

I singoli progetti (SID/WID) e i corrispondenti deliverable sono

¹ UK - <https://www.gov.uk/government/publications/the-emergency-services-mobile-communications-programme>

USA - <https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&tab=core&id=55fa4d3227d5ac0173e4613e04368c86>

South Korea - http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/TSG_SA/TSGS_66/Docs/SP-140767.zip

a loro volta cadenzati in raccolte denominate Release, ovvero insiemini autoconsistenti e coerenti di funzionalità che abilitano nuovi servizi, nuove prestazioni o semplicemente ottimizzazioni di quelle esistenti. Il sistema descritto da ogni nuova Release viene reso il più possibile compatibile con i sistemi precedenti e futuri proprio per poter garantire ai terminali continuità di funzionamento (es. è tale principio che consente ad un terminale LTE-A di lavorare in una cella LTE, e analogamente ad un terminale LTE di lavorare in una cella LTE-A).

Per coordinare l'intero processo ed assicurare che tutti i WG cooperino efficientemente al rilascio di una determinata Release, l'attività di specifica viene suddivisa in 3 fasi susseguenti, che possono essere sommariamente descritte così:

- **Stage 1**, è la fase in cui si definiscono i requisiti di servizio (ovvero il "cosa" si intenderà specificare). Il gruppo responsabile di questa fase è SA WG1, che funge da "apripista" delle attività di ciascuna Release.
- **Stage 2**, è la fase in cui si descrivono le architetture e si disegnano nuove funzioni e flussi informativi a supporto dei requisiti sopra espressi (ovvero "come" si realizzerà un determinato servizio). Il WG maggiormente coinvolto per lo stage 2 è SA WG2. Il gruppo SA WG6, recentemente costituito, definirà lo stage 2 delle applicazioni di tipo mission critical. Per gli aspetti radio, gli aspetti architeturali sono gestiti da RAN WG2 e RAN WG3.
- **Stage 3**, è la fase in cui si dettagliano i protocolli a supporto degli scambi informativi previsti dallo stage 2. Lavora in questa fase il resto dei WG, sia per gli aspetti di protocolli radio che di rete.

Il TSG SA ha nel suo mandato la responsabilità di mantenere aggiornato il piano lavori (*workplan*) e verificare il coordinamento delle attività complessive dei vari TSG per ciascuna Release.

Le Release sono rilasciate mediamente ogni 18 mesi per permettere di reagire a nuove esigenze di mercato, ma al contempo per dare tempo a sufficienza ai gruppi di lavoro di completare le specifiche tecniche delle nuove funzionalità. Di norma, i prodotti commerciali appaiono sul mercato 12-15 mesi dopo il rilascio di una Release.

3 La roadmap tecnologica: dall'UMTS a LTE

La *Figura 2* illustra l'evoluzione delle principali tecnologie sviluppate dal 3GPP. Le principali *milestones* sono la specifica del sistema UMTS (nel 2000), di HSDPA e IMS (2002), HSUPA (2004), di LTE e EPS (2008), LTE-Advanced (2010) e l'atteso 5G entro il 2020.

La Release 99, con le prime specifiche del sistema UMTS, è stata completata ufficialmente a marzo 2000, anche se si è dovuto aspettare la versione più stabile di marzo 2001 per lo sviluppo di apparati commerciali. Il primo lancio UMTS è avvenuto in Giappone a fine 2001.

L'interfaccia radio del "primo" UMTS consentiva velocità effettive di 384 kbit/s e la Core Network presentava due domini entrambi mutuati dal GSM: il CS (*Circuit Switching*), con i MSC (*Mobile Switching Centre*) e il PS (*Packet Switching*), con i GSN (*GPRS Support Node*).

Tra i servizi più innovativi resi disponibili dall'UMTS, oltre alle prime esperienze di navigazione Internet e agli MMS, la videochiamata che non ha però avuto successo nonostante le aspettative. Tra i servizi più in-

novativi resi disponibili dall'UMTS, oltre alle prime esperienze di navigazione Internet e agli MMS, la videochiamata che non ha però avuto successo, nonostante le aspettative. A fine 1999 è iniziato lo sviluppo della Release 2000, che successivamente è stata trasformata in due rilasci successivi, con nomi nuovi svincolati dalle ciclicità annuali: la Release 4 e la Release 5. La **Release 4** introduceva nel dominio CS la prima separazione delle funzioni di controllo (*MSC Server*) da quelle di trasporto (*Media GateWay*), mentre la Release 5 definiva per la prima volta il dominio di rete per il controllo per servizi multimediali, ovvero il sistema IMS (*IP Multimedia Subsystem*) che sarebbe stato poi oggetto di numerose estensioni e perfezionamenti nel corso degli anni successivi. Sempre nella Release 5 veniva standardizzato l'HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), con velocità di picco *single user* sino a 14,4 Mbit/s che di fatto ha rappresentato il primo abilitatore del successo odierno del Mobile Internet. Infatti, grazie all'evoluzione dell'High Speed verso velocità sempre maggiori e l'avvento degli USB dongles e degli smartphone si è assistito ad un vero e proprio boom del traffico dati ed alla progressiva scomparsa dei *feature phones* (ovvero quelli che supportano solo voce e messaggi).

Il 3GPP ha poi definito (Release 6) la soluzione ad alta velocità per l'upload HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*) oltre a soluzioni di aggregazione di più portanti (HSPA+) in grado di offrire centinaia di Mbit/s.

Nel frattempo IMS, grazie alla versatilità del protocollo SIP, si affermava come standard di riferimento per servizi multimediali a pacchetto anche nelle reti fisse. Ciò ha portato all'elaborazione, a partire dalla Release 8, di un unico standard con-

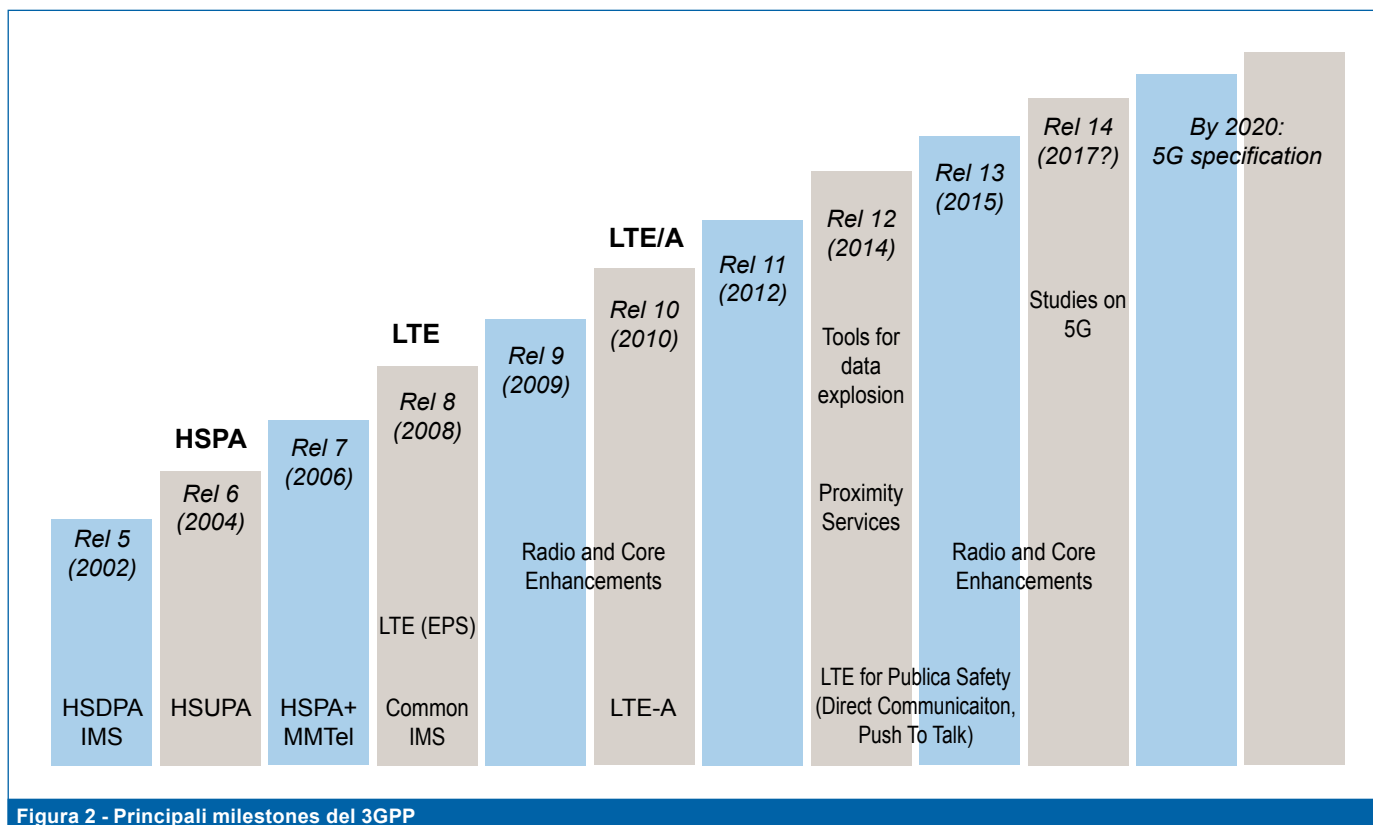


Figura 2 - Principali milestones del 3GPP

vergente (Common IMS) che integrasse, e per quanto possibile armonizzasse, le varianti peculiari degli accessi fissi e mobili (es. meccanismi di autenticazione).

La Release 8 definisce per la prima volta le prestazioni di base del sistema *EPS*, con una nuova interfaccia radio LTE ed una nuova rete core EPC completamente a pacchetto. Si tratta di una milestone importante, in quanto con la quarta generazione l'industria radiomobile ha recuperato la frattura tra W-CDMA (UMTS) e CDMA2000, e si è riconsolidata a beneficio dei mercati in un unico nuovo filone evolutivo, basato appunto su LTE, primo standard radiomobile davvero globale. Le compagnie che avevano fondato il 3GPP2 sono quindi confluite in 3GPP per partecipare ai lavori su EPS: un'altra prova del successo del 3GPP e, per LTE, una promessa di economie di scala senza precedenti rispetto al 2G/3G.

3.1 Da LTE al 5G

Come succede tradizionalmente dopo ogni Release che comporti pesanti modifiche sistemistiche (le cosiddette "major Release"), le Release successive rappresentano per lo più affinamenti/perfezionamenti di prestazioni introdotte in precedenza. La Release 9 ha introdotto alcune ottimizzazioni radio, il supporto dei servizi *broadcast/multicast* su LTE e, su spinta del mercato nordamericano, ha perfezionato il servizio IMS di voce su LTE con le prestazioni di *chiamata d'emergenza e localizzazione*.

Il successivo rilascio della Release 10 nel 2010 è di rilievo principalmente per l'accesso radio, con l'emancipazione delle specifiche di *LTE-Advanced* (velocità di picco fino a 600 Mbit/s con canali di 20 MHz di banda a disposizione). In Release

10 vengono anche avviati i primi progetti che studiano le ottimizzazioni alla rete EPC per il traffico *Machine-to-Machine* (bassa mobilità, traffico infrequente e tollerante ai ritardi) e vengono ulteriormente estese le opportunità di interlavoro con altri accessi non-3GPP (es. continuità di sessione da rete LTE ad accesso WiFi/ADSL).

Il grosso dell'attività radio di Release 11 è l'ottimizzazione delle funzionalità di Release 10 per LTE-Advanced, l'introduzione di nuove bande e la funzionalità di aggregazione dei canali in gamme diverse (Carrier Aggregation). Intanto le previsioni di crescita esponenziale del traffico dati hanno suggerito lo studio di nuove soluzioni per gestire con maggiore efficienza le risorse di rete e allo stesso tempo creare nuove opportunità di monetizzazione. Tra le attività di sistema più interessanti della Release 11 vi sono,

infatti, le estensioni alla piattaforma PCC (*Policy Control & Charging*) per abilitare nuove politiche di gestione/tariffazione del traffico, anche verso terminali mobili che siano attestati all'accesso fisso (es. nel caso di spostamento, o *offload*, del traffico mobile da rete cellulare ad accessi Wi-Fi/ADSL). Vengono inoltre definite le interazioni con le sonde (Deep Packet Inspection), per riconoscere le applicazioni fruite dall'utente ed iniziare appropriate politiche di servizio (es. modifiche alla QoS, tariffazione premium, ...). Nel frattempo il successo di LTE ha fatto sì che altri "verticals", oltre a quello dell'M2M, ne vedessero con interesse l'utilizzo nel proprio settore, per le promettenti economie di scala e le ovvie ricadute benefiche sui costi degli apparati rispetto ad altre tecnologie di nicchia.

La novità maggiore della Release 12 riguarda infatti la presa in carico dei requisiti dell'industry del Public Safety (come già detto in precedenza), per trasformare la tecnologia LTE in una piattaforma in grado di sostenere anche l'evoluzione delle applicazioni mission critical ad oggi affidate a tecnologie ritenute meno globali ed interoperabili (es. TETRA).

Sul fronte dei nuovi servizi verso l'utenza consumer, in Release 12, vengono invece per la prima volta definiti i servizi di Prossimità (*Proximity Service*) che consentono ad un terminale LTE di "scoprire" se e quali punti di interesse esistano nelle proprie vicinanze.

Anche l'agenda della Release 13 (tutt'ora in corso e prevista per fine 2015) conferma la priorità massima a favore delle nuove prestazioni LTE per Public Safety, tra le quali ad es. la definizione del già citato servizio voce Mission Critical Push To Talk.

Intanto, mentre lo stage 2 e lo stage 3 della Release 13 sono in fina-

lizzazione, il gruppo SA WG1 ha da poco avviato per la Release 14 il primo studio su use case e requisiti della quinta generazione, in preparazione del lavoro normativo vero e proprio da avviare a marzo 2016. Il 3GPP ha definito un piano lavori preliminare per la definizione dei sistemi "5G", che dovrebbero vedere il lancio dei primi servizi commerciali attorno al 2020 (Olimpiadi a Tokyo). Oltre all'attività iniziata da SA WG1, a settembre 2015 si terrà un workshop in cui le compagnie 3GPP presenteranno la loro visione sull'accesso radio a supporto del nuovo sistema.

Questo darà il via ad un'intensa attività, a partire dalla definizione di modelli di propagazione per frequenze comprese tra i 6 ed i 100 GHz, in grado di fornire ai clienti velocità dell'ordine di decine di Gbps. Ad inizio 2016 il TSG RAN definirà i requisiti prestazionali dell'accesso radio dopodiché il lavoro passerà ai gruppi tecnici RAN per lo studio di soluzioni tecniche in grado di soddisfare i requisiti. I gruppi di sistema (ed in particolare SA2) lavoreranno in parallelo per definire l'architettura del nuovo sistema. L'obiettivo è di finalizzare le specifiche tecniche tra fine 2019 ed inizio 2020. Il 3GPP inoltre prevede di contribuire in ITU-R con le soluzioni sviluppate, in modo che queste siano incluse nel sistema IMT-2020 e quindi riconosciute anche nei Paesi i cui enti di standardizzazione non fanno parte del 3GPP.

Allo stesso tempo, altri "vertical" si affacciano all'orizzonte promettendo nuove opportunità di business per l'ecosistema 3GPP. In particolare, tra questi, il settore automotive potrebbe avvalersi delle potenzialità di LTE per lo sviluppo dei prossimi servizi di comunicazione Veicolo-Infrastruttura, Veicolo-Veicolo o Veicolo-Pedone per applicazioni di

guida assistita, controllo del traffico, sicurezza stradale, ecc. Numerose sono le aziende che hanno già manifestato interesse a lavorare in tal senso e ad avviare collaborazioni con Enti esterni quali es. ETSI ITS (*Intelligent Transport Systems*).

Le date di completamento della Release 14 non sono state ancora fissate al momento della scrittura di questo articolo, ma è verosimile immaginarsi che la portata delle novità in arrivo rappresenti anche questa volta un cambiamento tecnologico tale da influire pesantemente sulle nostre abitudini e stili di vita.

4 Un impegno comune

Il successo del 3GPP è sicuramente legato alla ricchezza di risorse umane coinvolte. Il numero di compagnie partecipanti alle attività del 3GPP è in continua crescita e ha raggiunto quota 450 nel 2015, in rappresentanza di 41 nazioni a livello mondiale. Di rilievo il continuo incremento dell'impegno delle compagnie cinesi, sia in termini di partecipazione sia in termini di contributi.

L'impegno è consistente; una stima di massima si aggira sui 400 anni/persona all'anno. Telecom Italia ha contribuito al 3GPP dal momento della sua fondazione, rimanendo in tutti questi anni un interlocutore chiave nel contesto delle discussioni tecniche tra Operatori e manifatturieri, facendosi portavoce nei vari gruppi non solo delle istanze specifiche del mercato italiano (o più in generale europeo, incluse le problematiche regolatorie) ma anche di quello brasiliano.

Grazie ad una squadra di circa venti persone, Telecom Italia partecipa alle attività di tutti i WG, TSG e del PCG, rivestendo in alcuni casi ruoli

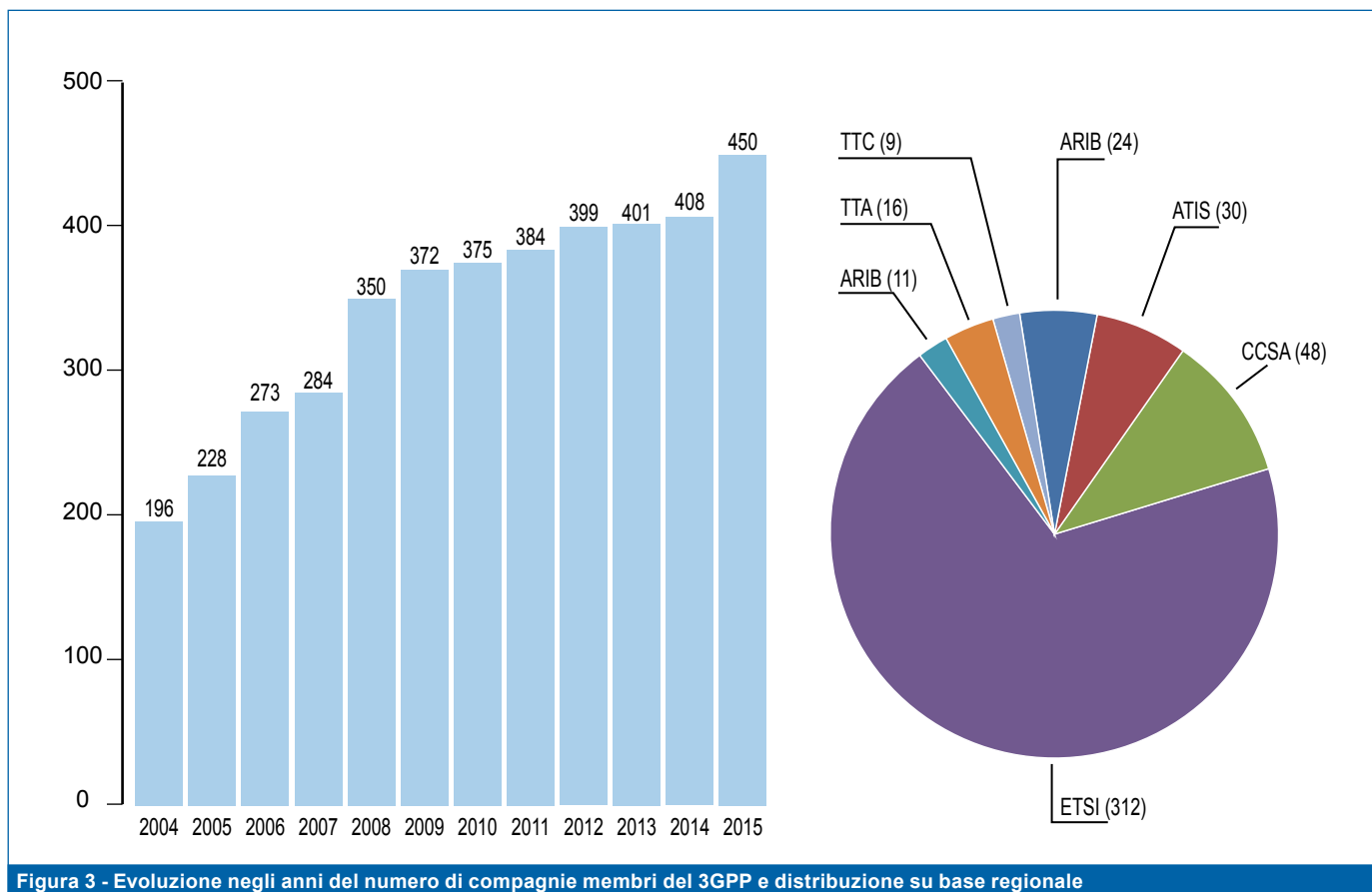


Figura 3 - Evoluzione negli anni del numero di compagnie membri del 3GPP e distribuzione su base regionale

di responsabilità, con attualmente cinque cariche di presidenze e vicepresidenze.

Conclusioni

Certo non risulta sempre semplice e scontato “far passare” la linea di pensiero rappresentativa degli interessi aziendali in un contesto così vasto ed eterogeneo, dove in gioco ci sono gli interessi di diversi settori industriali. Gli Operatori hanno avuto, e hanno ancora in alcuni casi, difficoltà a conciliare le rispettive posizioni su use case e requisiti, in quanto spesso le si deriva dalle realtà dei singoli mercati mondiali e si tende ad applicare logiche competitive, piuttosto che consociative, anche in ambito nor-

mativo. In questo senso, l'avvento di nuove realtà di mercato come gli OTT (*Over The Top*) potrebbe aiutare a “rinsaldare i ranghi” verso il raggiungimento di obiettivi tecnologici maggiormente condivisi. Analogamente, è facilmente intuibile la competizione tecnologica che anima il settore delle manifatturiere ed il legittimo interesse in queste ultime ad influenzare l'evoluzione secondo soluzioni maturate in anni di attività di Ricerca e Sviluppo. Queste dinamiche inesorabilmente danno vita a posizioni divergenti su ogni tema, ma il confronto non è mai sterile ed è proprio grazie ad esso e a lunghi accesi dibattiti che la comunità del 3GPP riesce a trovare una sintesi, spesso al costo di inevitabili compromessi per consentire la prosecuzione delle attività. Se ad oggi il mercato

ha accolto e premiato con successo i prodotti del 3GPP (le linee LTE hanno raggiunto quota 500 milioni nel mondo, con un tasso di crescita che supera quello del 2G e del 3G!), è forse anche merito di una leadership dal profilo tecnico-manageriale che ha saputo guidare i gruppi anche nelle situazioni più critiche agevolando il confronto ma allo stesso tempo incoraggiandone una sintesi. L'eccellenza espressa dalle leadership, a sua volta, è frutto degli investimenti delle singole aziende che, credendo in questo Progetto, hanno favorito la creazione di una vasta comunità internazionale di studio fortemente motivata, accomunata da spirito di cooperazione e proattività... e da un pizzico di orgoglio d'appartenenza alla squadra, come accade in tutte le storie di successo ■

LA PAROLA A...

Erik Guttman, chairman of 3GPP TSG SA,
Dino Flore, chairman of 3GPP TSG RAN

3GPP is the SDO which boasts countless attempts of imitations... What is the key to its success, in your view?

Guttman - 3GPP's success rests on the shoulders of ETSI's success standardizing GSM. The essential and well-proven practices, approach of combining formal and informal work and high technical expectations that led to this remarkable achievement were retained in the formation of 3GPP.

The partnership project model incorporates regional participants into a global structure. This way, results can be adopted easily. The composite nature of the project ensures that partner organizations interests are always taken into consideration and can provide oversight over the organization itself.

Flore - One of the keys to 3GPP success is its inclusive process. While this has meant to sacrifice some efficiency, it has ensured broad industry support and recognition.

LTE is attracting more and more verticals: from critical communication to Intelligent transport system, IoT and many more coming in with 5G ... This means a huge cost benefit for everybody, but also may change 3GPP appearance in the coming years. Achieving consensus in a multi-faceted world industry arena may not be so easy as in early 3G times, almost 15 years ago...

Guttman - There are clear challenges to support both interests in broadening the 3GPP industry to encompass new verticals - such as machine type communications and critical communications, while at the same time deepening the technology with enhancements. While broadening the industry is of potential interest to all vendors and operators, opportunities tend to come with costs and the conditions of the new market will differ from the established business. 3GPP increasingly serves the interests of a broadening diversity of contributing and concerned parties. A balance must be struck, since at the least, the core business and its constituent technologies offer general and fundamental tools and opportunities for offering service to an enormous base of subscribers by means of existing (incrementally upgraded) infrastructure.

enormous base of subscribers by means of existing (incrementally upgraded) infrastructure.

"how would you expect to manage such a diversified market representation"

3GPP has successfully offered interworking and convergence solutions for fixed broadband service providers and numerous tools for integration of other wireless standards (notably CDMA2000 and WLAN.)

Flore - This transformation has been happening for quite some time. Achieving consensus has become



Erik Guttman works with Samsung Electronics and in March 2015 he was elected chairman of TSG SA, the group responsible for management of activity within the Services and System Aspects working groups, as well as for coordination between Technical Standards Groups and other standards organizations. From 2011 to March 2015 he served as chairman of SA WG2, the group in charge of designing the 3GPP System Architecture. ■



Dino Flore works with Qualcomm and in March 2015 was re-elected chairman of TSG RAN for his second term. TSG RAN is in charge of the specification of the radio access for UMTS, LTE and their evolutions.

Dino was previously serving as chairman of RAN WG3 (2009-2013), the group in charge of the specification of the interfaces among RAN nodes and among RAN and Core Network nodes ■

more difficult as 3GPP has grown in participation over the years. This is also reflected on the fact that there is an enormous competition for 3GPP resources, meaning that we all the time have to deal with many more project proposals than what can be reasonably processed by the Working Groups (and the number keeps increasing). So in some sense 3GPP is becoming victim of its own success. On the other hand, despite these increased challenges 3GPP has been managing fine and continued to achieve good progress. And I expect this to continue in the future.

we have been hearing about virtualization a lot: how is that impacting your work or work 3GPP is doing?

Guttman - 3GPP standards define behaviors and interfaces between entities without specifying how these entities are implemented. Virtualization is a set of mechanisms and infrastructure for implementing solutions, and thus, there is no impediment for any vendor to offer virtualized solutions today. In 3GPP we have begun to consider how 3GPP standard behaviors, interfaces and operations can be enhanced to better support virtualization. Some initial steps have been taken already in Release 13.

First, there is work to assess existing management interfaces for improved support of virtualization. Also, some features like DECOR and FMSS will potentially ease service deployments through minor optimization of the user plan and control plan of the 3GPP core network. In Release 14 a study is underway that considers a number of enhancements including virtualization.

Flore - So far the virtualization discussion has not impacted 3GPP RAN. Most of the existing discussions are focusing on the virtualization of core network functions and therefore they are largely in the 3GPP SA domain. The virtualization of baseband functions has been mentioned in the past. To enable this 3GPP RAN would have to standardize an open interface between baseband and RF functions at the eNB. However no concrete proposal has been brought forward to 3GPP RAN on this.

more in general, we are all heading towards more agile and flexible technologies...do you see a need for changing the way 3GPP standards will be built and delivered? Somebody is claiming that standards will not be needed anymore in an open-source highly cloudified world: what is your view?

Guttman - Standardization has allowed an astoundingly rapid advance in the fields of networking and telecommunications. Long before standardization, communications technology existed, though solely in proprietary markets: an excellent example is the SNA (*System Network Architecture*) protocol suite. Even when this market became open to multiple vendors, the protocols did not advance as standards per se. The deployment, applications and overall impact of this market remained small. What we have seen in the last 25 years is that standards, developed by a community of concerned parties including companies, research institutions and governments, has produced the most agile and flexible infrastructure yet devised, that at the same time has allowed global adop-

tion. Open source implementations and centralized flexible infrastructure may allow broader adoption and alternative means to acquire or develop technology, but I do not see that it in any way replaces the need for standards to define how the implementations interact and behave. If standards fail to advance, I seriously doubt the rapid advance in new applications, deployment scenarios and new vertical applications would continue. Instead, innovation would occur within proprietary architectures, which consistently reduces opportunities of a market to expand.

Flore - Standards will exist as long as it is highly beneficial to have interoperability between products from different manufacturers. This regardless of whether functionalities move to the cloud or remain at the edge of the network, or of whether some of the protocols go open-source. However standards need to evolve and make use of the latest available technologies to the extent that these can offer more performing and cheaper solutions for the ecosystem.

New brand for LTE. Why is it needed and what are the benefits for the end customers?

Guttman - A new brand for LTE will allow subscribers to identify and understand the benefit they can receive by upgrading their terminals. It allows a clear and consistent means for communication regarding developments in the mobile telecommunication industry. Without a brand name, different marketing terms will be used and confuse investors, consumers and render dif-

• • •

difficult a clear understanding of the progress of the industry adopting 3GPP standards.

Flore - The capability of the LTE platform has been significantly expanded since the introduction of LTE-Advanced in Rel-10. Beside further enhancing the efficiency of LTE to cope with the exploding mobile broadband demand, we started expanding the LTE platform to address new services/verticals. For the end customers this will not only mean the usual increase in actual data rates (which has been the only metric that mattered so far for end users), but a wealth of new services. Note that some of these new services will come with different modes and new end customers (think about IoT space).

Learning from failures: during the last 17 years of life, 3GPP delivered features have not always been the top of success of the mobile industry. Can you provide examples of failure stories and what are the lessons learned we should derive from them, in your view?

Guttman - 3GPP features may not be successfully adopted at all, or they may take quite some time to see adoption. Some cases of 'failures' in the past have been adopted

later - for example, current use of 'untrusted non-3GPP access' came 6 years after standardization completed. Other standards, for example some enhancements of GSM, have never been included in products. At the same time, GSM has continued to serve subscribers globally for decades and will continue to do so. Rather than concentrate on failure stories, I rather consider how fortunate it is that 3GPP remained open to developing different options and changing direction as needed. This has increased the agility of the entire industry to move in directions one could not have foreseen as the standard features were under development.

Flore - Some *waste* is part of the process. Part of it is inherent to the fact that we start to work on things that will see the light of the day in the market many years down the road. So pointing at some specific feature that failed and try to derive some lesson learned with hindsight it may not be the most relevant questions. Many features failed and this is because we don't have a perfect crystal ball. One thing that could help though would be trying to reduce the overall time-to-market of features (from the beginning of the discussion in 3GPP to the actual commercial deployment). This may include some 3GPP restructuring

to fit the new industry needs. While we will still have an imperfect crystal ball, the less in advance we need to predict what the market needs the more reliable will be our predictions.

...and say in one word one thing you would retain and one you would see changed in future 3GPP

Guttman -

Retain: cooperation

The willingness to collaborate to achieve consensus decisions based on technical merit in a short time by diverse parties remains the greatest strength of the 3GPP standards body.

Change: e-meetings

I believe there are opportunities to work productively without necessitating travel and face-to-face meetings. E-meetings could reduce financial and personal burdens on standards delegates, their companies and prove ecologically beneficial. The technology, investments and understanding of e-meeting options will require a long time to mature, though I have confidence they will.

Flore - I would definitely retain its inclusiveness. But I would certainly try to adapt the 3GPP to be more fit to the new industry needs ■

Acronimi

3GPP2 3rd Generation Partnership Project 2
ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line
DECOR Dedicated Core Networks

EDGE Enhanced Data for GSM Evolution
eNB Evolved Node B
EPC Evolved Packet Core
EPS Evolved Packet System
FMSS Flexible Mobile Service Steering
GCSE LTEGroup Communication System Enablers for LTE

GPRS General Packet Radio Service
GSM Global System for Mobile Communication
GSM-R Global System for Mobile Communication - Railway
HSPA High Speed Packet data Access
IMS IP Multimedia Subsystem

IOPS	Isolated E UTRAN Operation for Public Safety
ITU-R	International Telecommunication Union - Radio Communication Sector
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine
MMS	Multimedia Messaging Service
NGM	NNext Generation Mobile Networks
OTT	Over The Top
PDC	Personal Digital Cellular
PROSE	Proximity Services
RF	Radio Frequency
SC-PTM	Single-cell Point-to-Multipoint
SIM	Subscriber Identity Module
SIP	Session Initiation Protocol
SMS	Short Message Service
TETRA	TErrestrial Trunked Radio
TSDSI	TElecommunications Standards Development Society India
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USB	Universal Serial Bus
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access



Maria Pia Galante

Ingegnere elettronico, attualmente cura il coordinamento delle attività di standardizzazione tecnica su servizi e architetture di rete mobile. Entra a far parte del Gruppo Telecom Italia nel 1998, per occuparsi di tecnologie per il controllo delle reti di terza generazione nell'ambito di diversi progetti internazionali. Rappresenta Telecom Italia in 3GPP SA WG2 (Architecture) dal 2000 al 2008, e tra il 2001 e il 2007 è responsabile del progetto che coordina le partecipazioni di Telecom Italia ai gruppi del 3GPP. Nel 2002 collabora alla stesura del libro "UMTS, Accesso Radio ed Architetture di Rete" a cura di H. Olma e A. Toskala. Dal 2008 rappresenta Telecom Italia in 3GPP SA (*Services and Systems Aspects*) •

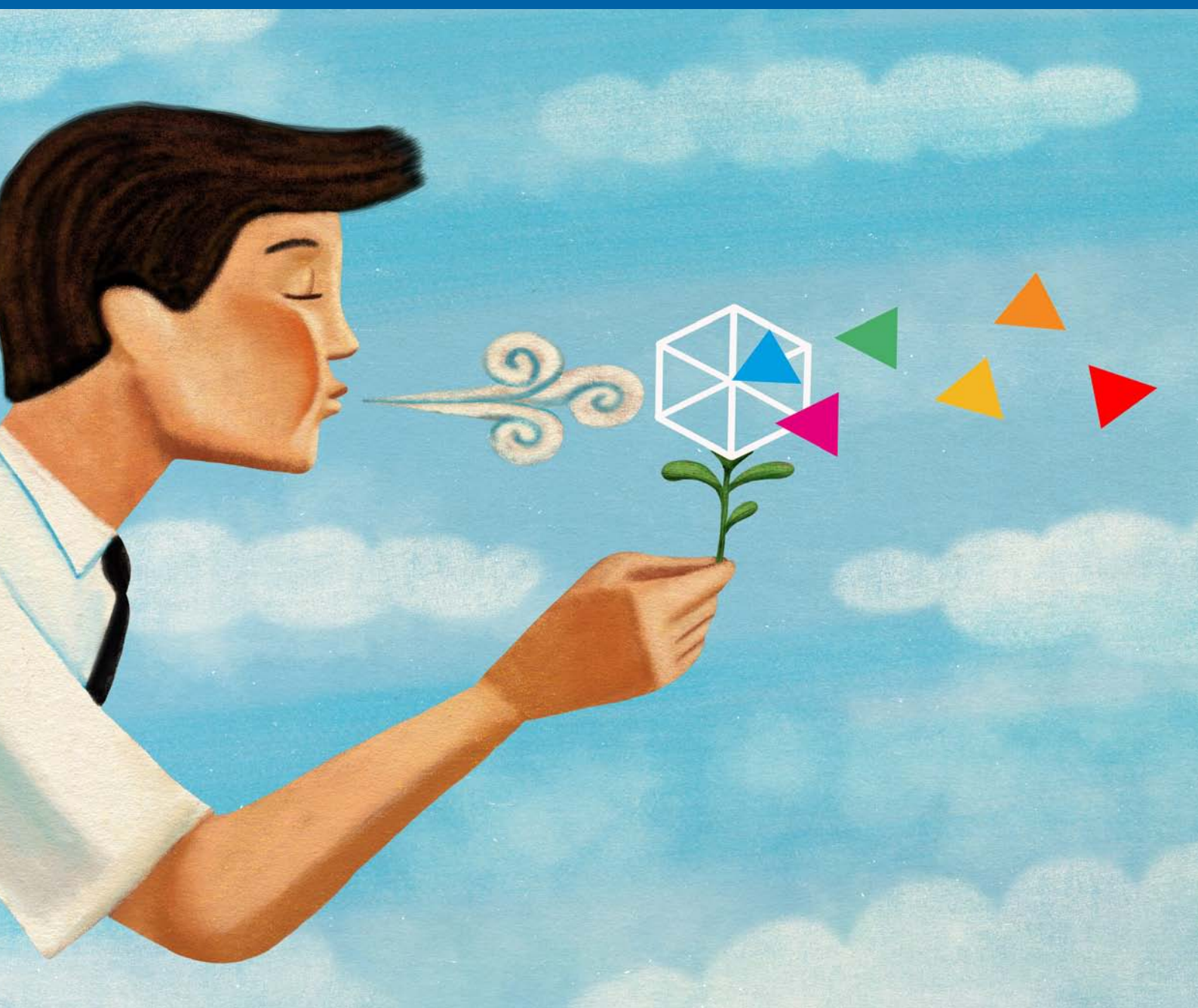


Giovanni Romano

Ingegnere elettronico, si occupa del coordinamento delle attività di standardizzazione tecnica su accesso radio, terminali mobili e frequenze. Rappresenta Telecom Italia in 3GPP RAN, con incarico di vicepresidenza del gruppo e gestione dei rapporti tra 3GPP ed ITU-R. Ha iniziato a lavorare nel mondo degli standard nel 1996, partecipato ai lavori di ETSI, 3GPP, ITU-R e NGMN. Fino al 2004 è stato project manager per le attività radio su UMTS e nel 1999-2001 è stato responsabile tecnico del trial UMTS a Torino •

EVOLUZIONE DELL'ARCHITETTURA E SERVIZI DELLA RETE MOBILE

Maria Pia Galante, Ivano Guardini, Mario Madella



Le reti mobili di quarta generazione, ovvero il nuovo accesso radio E-UTRAN, noto anche come LTE, e la core network full IP a cui esso si atterra, denominata Evolved Packet Core (EPC), hanno fatto il loro ingresso nelle specifiche 3GPP nell'ambito della Release 8, ultimata nel 2009. I primi dispiegamenti da parte degli Operatori si sono visti tra la fine del 2009 ed il 2010 e, contrariamente a quanto sperimentato per le generazioni precedenti, l'adozione della nuova tecnologia da parte degli utenti è stata molto rapida. Questo ha accelerato il processo di innovazione portato avanti dal 3GPP, dove in pochi anni sono state sviluppate molte nuove funzionalità per rendere il sistema sempre più efficiente, sostenere la crescita esponenziale del traffico dati ed al tempo stesso abilitare nuove opportunità di business per gli Operatori. Nel seguito sono illustrate le principali innovazioni di cui le reti mobili di quarta generazione sono state oggetto negli ultimi anni. Anche se EPC ed LTE sono tecnologie relativamente giovani, si vedrà che i sistemi di quinta generazione sono di fatto già alle porte.

1 La quarta generazione mobile: l'Evolved Packet System

L'EPS (*Evolved Packet System*) è l'evoluzione del sistema GPRS standardizzata dal 3GPP e comprende un nuovo accesso radio 4G in tecnologia OFDM, denominato

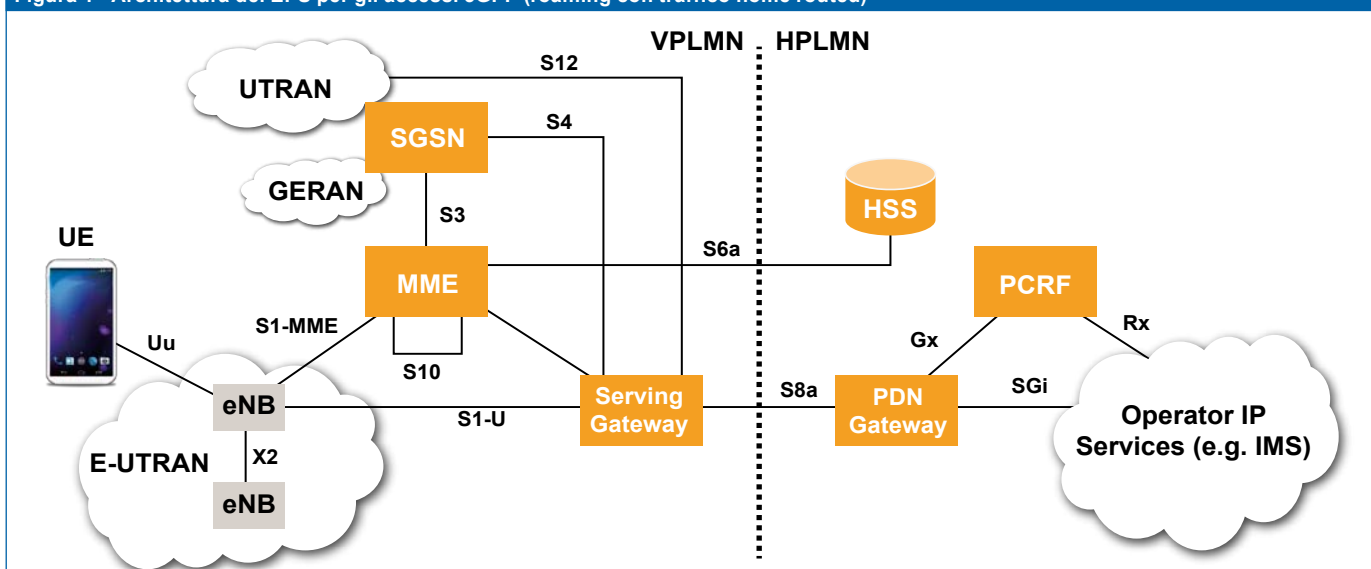
E-UTRAN ed una nuova core network completamente basata su IP, la EPC (*Evolved Packet Core*).

In Figura 1 è illustrata l'architettura di riferimento del EPS negli scenari di roaming con traffico home routed [1]. Per gli scenari non di roaming l'architettura è analoga, ma

tutti gli elementi di rete sono gestiti dall'Operatore mobile con cui l'utente ha sottoscritto il servizio.

Al fine di supportare al meglio applicazioni con requisiti stringenti di ritardo, come ad esempio il gaming on-line, l'accesso E-UTRAN è stato progettato con un'architettura

Figura 1 - Architettura del EPS per gli accessi 3GPP (roaming con traffico home routed)



“flat”, pensata per minimizzare le latenze nel trasferimento dei pacchetti IP.

Dal punto di vista architetturale la core network EPC è caratterizzata da una separazione completa tra entità preposte al controllo della mobilità, denominate MME (*Mobility Management Entity*) e nodi di trasporto, che sono il SGW (*Serving Gateway*) ed il PGW (*PDN Gateway*). Ciò permette agli Operatori di ottimizzare il dimensionamento della rete: l'MME termina soltanto traffico di segnalazione e viene dimensionato in base al numero di utenti connessi, mentre SGW e PGW sono nodi di commutazione che vengono dimensionati in base al traffico da smaltire. L'accesso a EPC è possibile non solo attraverso il nuovo accesso E-UTRAN, ma anche attraverso gli accessi UTRAN e GERAN, nel qual caso viene coinvolto l'SGSN.

L'architettura presentata in *Figura 1* si applica negli scenari in cui il protocollo di tunneling utilizzato per il trasporto del traffico tra SGW e PGW è GTP (*GPRS Tunneling Protocol*). Sotto la spinta di un insieme di Operatori interessati ad aprire il mercato delle manifatturiere a soggetti provenienti dal mondo Internet, è stata specificata anche una variante dell'architettura basata sul protocollo PMIP (*Proxy Mobile IP*) specificato dal IETF (*Internet Engineering Task Force*). Il mercato ha però dato ragione al modello GTP e quindi nel seguito non si parlerà più dell'alternativa PMIP.

Il nuovo sistema ha ereditato molte delle caratteristiche e funzionalità delle precedenti generazioni. Il PDN Gateway è molto simile ad un GGSN e, come tale, fornisce accesso alle reti IP esterne, denominate PDN (*Packet Data Network*), ciascuna delle quali è identificata univocamente da una stringa di caratteri, l'APN (*Access Point Name*).

Tra gli elementi di novità, il più rilevante dal punto di vista dell'esperienza d'uso è il fatto che agli utenti viene offerto un servizio always-on, molto simile a quello sperimentato su un accesso broadband fisso: ogni terminale attestato ad E-UTRAN ha sempre almeno un indirizzo IP assegnato, in modo che la connettività sia sempre “pronta all'uso” e non siano sperimentati ritardi all'avvio delle sessioni.

Contrariamente alle precedenti generazioni, l'EPS non ha il dominio a circuito. L'idea iniziale era che i servizi di comunicazione tradizionalmente offerti sulla rete a circuito, come le chiamate vocali, sarebbero migrati rapidamente su IP, utilizzando la piattaforma IMS (*IP Multimedia Subsystem*). In realtà, come spesso accade, le cose non sono andate come previsto ed il dispiegamento da parte degli Operatori di soluzioni Voice over LTE (VoLTE) basate su IMS è stato molto più lento di quanto ci si aspettasse. Di conseguenza è stato necessario introdurre nel EPS un insieme di soluzioni di interlavoro con gli MSC della rete a circuito per supportare funzionalità quali l'invio di SMS su LTE ed il CS Fallback, cioè la possibilità di forzare uno spostamento del terminale da LTE ad un accesso 2G/3G dove effettuare o ricevere telefonate con i meccanismi delle reti legacy.

Dal punto di vista della sicurezza, nel EPS si è cercato di mantenere, ed in alcuni casi potenziare, la protezione garantita all'utenza mobile e alla rete, specie in considerazione del maggiore rischio di attacchi, frodi o infezioni da malware per effetto della migrazione verso un paradigma all-IP. L'autenticazione degli utenti sull'accesso LTE continua ad essere basata sul protocollo AKA, già utilizzato con successo in UMTS poiché consente una mutua autenti-

cazione tra terminale e rete, basata sulla USIM. Inoltre, in adeguamento al nuovo modello di architettura flat e basato sui protocolli dell'Internet, sono state definite nuove misure di sicurezza volte a proteggere le connessioni tra eNB e nodi di Core Network, le connessioni verso Internet o le reti Corporate e le interconnessioni di roaming tra reti di Operatori diversi. La cybersecurity è un tema di grande attualità ed il 3GPP ha avviato un'attività ad-hoc per introdurre sempre maggior “trust” nei nodi della rete EPC.

2 Evoluzione del mobile broadband

Visto il successo dei servizi mobile broadband, è diventato estremamente importante per gli Operatori disporre di soluzioni che consentano di utilizzare in modo efficiente e mirato le risorse disponibili: l'obiettivo è minimizzare gli investimenti richiesti per sostenere l'enorme crescita del traffico dati in mobilità ed allo stesso tempo riuscire a monetizzarlo efficacemente.

Un ruolo cardine nelle attività sul mobile broadband del 3GPP è svolto dalla piattaforma di PCC (*Policy and Charging Control*), di cui il PCRF (*Policy and Charging Rules Function*) è l'elemento fondamentale: grazie a tale piattaforma, l'Operatore può differenziare il trattamento degli utenti sulla base del profilo di servizio sottoscritto, ad es. per l'applicazione di diverse politiche di tariffazione, la profilatura della banda disponibile, la differenziazione del trattamento riservato a specifici flussi di traffico e/o applicazioni [2]. Il PCRF prende decisioni sulla base del profilo dell'utente e dello stato della rete e le traduce in politiche di trattamento del traffico implementate dinamicamente sul

Nuovi strumenti per la sicurezza della Rete

La Core Network di un Operatore mobile si assume fisicamente inaccessibile, tuttavia è possibile che la sua reale sicurezza risulti inferiore a quella desiderata, per vari motivi. Tra questi, ad esempio, possibili vulnerabilità legate alla prossimità della Core Network al mondo internet o vulnerabilità insite nell'all-IP networking, ma anche il diffuso utilizzo di sistemi operativi di tipo commerciale, la possibilità di errori umani ed altro ancora. Di fatto, le reti cellulari, ed LTE in particolare, sono infrastrutture sempre più strategiche nella società dei giorni nostri e questo è di per sé motivo sufficiente a giustificare la richiesta alle manifatturiere di forti garanzie di sicurezza sui prodotti che gli Operatori intendono, o devono, dispiegare nella propria rete. Attualmente però, durante il processo di acquisto dei prodotti di rete, le esigenze

di sicurezza sono manifestate dal singolo Operatore mobile in modo puntuale e sono gestite dalla manifatturiera con soluzioni ad-hoc senza far riferimento a un insieme di requisiti standard. Alla luce della moltitudine di Operatori presenti sul mercato questo approccio non risulta funzionale né per le manifatturiere (che possono avere difficoltà oggettive a soddisfare esigenze di sicurezza diverse sullo stesso prodotto di rete), né per gli Operatori (che rischiano di non vedere soddisfatte almeno parte delle proprie esigenze di sicurezza). In alcuni Paesi (ad es. India) esistono vincoli regolatori che impongono il dispiegamento in rete di soli apparati certificati dal punto di vista della sicurezza. Ad oggi gli Operatori non dispongono di un metodo agevole ed efficace per valutare il livello di sicurezza dei prodotti di

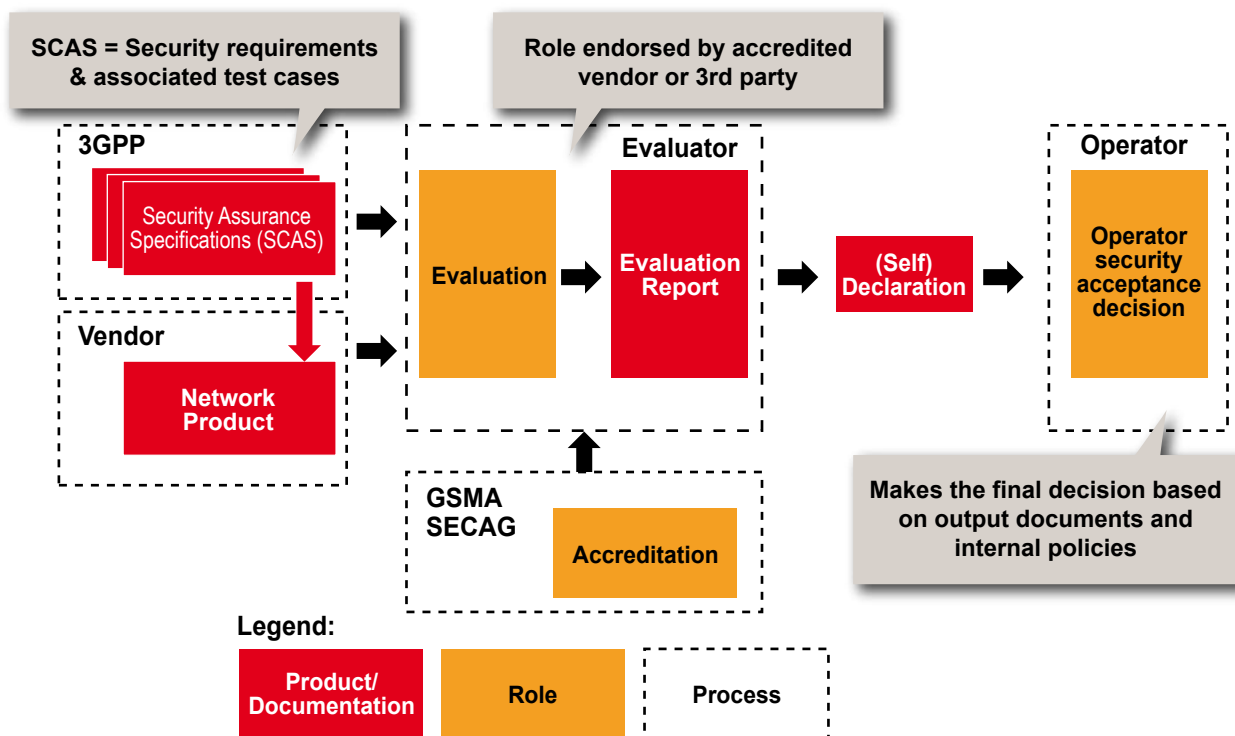
rete e questo, di fatto, comporta costosi processi di verifica eseguiti da personale esperto oppure un certo grado di fiducia dell'Operatore mobile nei confronti delle manifatturiere.

Al fine di ovviare a questo problema, sin dalla Release 12 in ambito 3GPP, e in collaborazione con GSMA SECAG (*Security Assurance Group*), si è lavorato alla definizione di un processo standard supportato da Operatori e manifatturiere, cioè ad una SECAM (*SECURITY Assurance Methodology*) per prodotti di rete 3GPP.

Tale metodologia, in gran parte proposta da Telecom Italia, riassunta in *Figura* e documentata nel Technical Report 33.916 "Security assurance scheme for 3GPP network products for 3GPP net-

• • •

Security Assurance Methodology



• • •

work product classes”, prevede per ciascuna tipologia/classe di prodotto di rete la definizione di una SCAS (*Security Assurance Specification*) contenente un insieme di requisiti di sicurezza e delle relative metodologie di verifica. Tali requisiti vertono su aspetti funzionali, di hardening e di vulnerabilità dell'apparato. I laboratori autorizzati all'esecuzione delle verifiche in ottica SECAM saranno accreditati mediante un processo definito dal gruppo SECAG della GSM Association. È compito della GSMA inoltre la definizione di un processo per lo sviluppo sicuro dei prodotti e per il mantenimento della sicurezza durante l'intero ciclo di vita del prodotto (ad es. *secure design, development, implementation, patch management*).

I test di *Security Assurance Specification* (a cura di un laboratorio di terza parte o della manifatturiera stessa) sono quindi finalizzati a produrre un *Evaluation Report* in base al quale la manifatturiera rilascerà una *Self Declaration* di conformità. In base a tale dichiarazione e alle proprie policy di sicurezza, l'Operatore mobile decide in merito all'accettazione dell'apparato in esame.

A valle della definizione della metodologia SECAM, anche al fine di verificarne l'effettivo funzionamento, 3GPP ha deciso di provare ad adottarla nell'ambito della Release 13, svolgendo un primo esercizio concreto sull'elemento di rete MME, scelto come classe “pilota” di prodotti di rete 3GPP. Ad una valutazione delle minacce e dei rischi specifici per l'MME è seguita la definizione di requisiti di sicurezza da soddisfarsi e di test

case corrispondenti. In corso d'opera ci si è resi conto che molti requisiti di sicurezza hanno una valenza più generale, potendosi applicare a più classi di prodotto 3GPP e quindi si sta parallelamente creando un “catalogo” di requisiti/test cases corrispondenti.

La pianificazione 3GPP attuale prevede l'approvazione delle *Technical Specification* per Dicembre 2015, pertanto ragionevolmente i primi apparati certificati secondo la metodologia SECAM non potranno essere disponibili sul mercato prima del 2017 ■

mauro.castagno@telecomitalia.it,
luciana.costa@it.telecomitalia.it

PCEF (*Policy and Charging Enforcement Function*), che si trova sul PGW, e/o sul TDF (*Traffic Detection Function*), una sonda DPI opzionalmente dispiegabile dall'Operatore in aggiunta al PGW. Nell'ambito della Release 13 sono allo studio estensioni dell'architettura PCC per permettere al PCRF di forzare l'instradamento di specifici flussi di traffico attraverso una sequenza di nodi di servizio (firewall, cache, video optimization, ecc.).

Per rispondere alla crescita esponenziale di traffico, il 3GPP ha inoltre lavorato nelle seguenti direzioni:

- sviluppo di nuove soluzioni per gestire stati di congestione nell'accesso radio, proteggendo flussi di traffico, servizi e/o clienti pregiati in condizioni di scarsità di risorse (UPCON, *User Plane Congestion Management*);
- potenziamento dei meccanismi per l'interlavoro con accessi

WLAN, abilitando lo spostamento di quote di traffico significative su hotspot Wi-Fi pubblici o privati.

2.1 Gestione della congestione

L'allocazione delle risorse trasmissive nel EPS viene realizzata con la granularità del EPS bearer. Un EPS bearer può essere visto come una canale logico tra UE (*User Equipment*) e PDN Gateway, dedicato al trasporto di specifici flussi di traffico.

Quando viene aperta una connessione a PDN viene attivato il cosiddetto bearer di default, che rimane attivo per tutta la durata della sessione. Si tratta di un bearer a bit-rate non garantito, sul quale viene veicolato tutto il traffico per cui non è previsto un trattamento preferenziale. È poi possibile attivare, in modo dinamico o contestualmente

al bearer di default, uno o più bearer aggiuntivi dedicati a specifici servizi.

Nel EPS ogni bearer è associato ai seguenti parametri: i filtri che identificano i flussi di traffico mappati sul bearer nella direzione uplink e downlink ed un insieme di parametri di QoS. Questi ultimi comprendono:

- QCI (*QoS Class Identifier*), uno scalare che identifica la modalità di forwarding del traffico;
- ARP (*Allocation and Retention Priority*), un valore di priorità che può essere usato per decidere quali bearer abbattere in caso di mancanza di risorse;
- GBR (*Guaranteed Bit Rate*) e MBR (*Maximum Bit Rate*) per i bearer a bit-rate garantito.

Alcuni valori di QCI sono standardizzati dal 3GPP e sono associati ad un insieme di caratteristiche che specificano il trattamento atteso nella tratta tra UE e PGW in

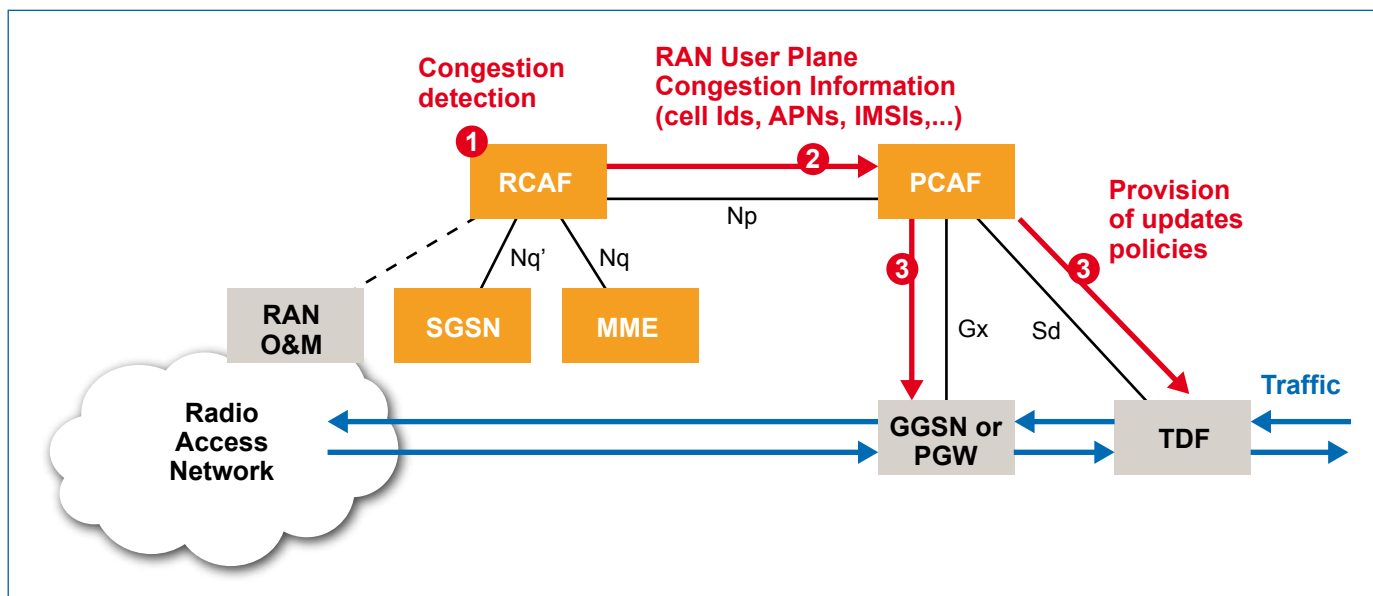


Figura 2 - Architettura di riferimento per user plane congestion detection

termini di ritardo, perdita e priorità. Sono stati inoltre definiti altri parametri di QoS, che permettono di limitare il bit-rate massimo generato dallo UE sui bearer afferenti ad uno specifico APN o su tutti i bearer attivi.

Configurando opportunamente i parametri di QoS associati al bearer di default e/o associando specifiche applicazioni a bearer dedicati, l'Operatore mobile può fare in modo che, in caso di congestione nell'accesso radio, le risorse disponibili vengano assegnate preferibilmente a specifici utenti, gruppi di utenti e/o flussi di traffico (ad es. il traffico scambiato da un'applicazione di audio/video comunicazione potrebbe avere priorità rispetto al browsing o al file sharing).

Il principale vantaggio di questo approccio risiede nel fatto che eventuali stati di congestione sul canale radio possono essere gestiti in tempo reale dalla rete di accesso radio sulla base delle regole di gestione della QoS fornite preventivamente dalla EPC. Si hanno però i seguenti limiti:

- la differenziazione del trattamento riservato a specifici servizi e/o applicazioni richiede l'attivazione di bearer dedicati, funzionalità non supportata dalla maggior parte dei terminali 3G oggi in commercio. Considerato che il problema della congestione riguarda soprattutto gli accessi 3G, visto che i nuovi accessi LTE offrono capacità di banda superiori, questa limitazione è rilevante;
- l'associazione di applicazioni a bearer dedicati richiede che il traffico venga prima classificato dalla EPC ed in molti casi (per le applicazioni non identificabili tramite filtri a livello di IP e/o UDP/TCP) ciò è possibile solo impiegando soluzioni DPI, pesanti dal punto di vista computazionale e quindi costose.

Per risolvere questi limiti, in Release 13 è stato specificato un nuovo meccanismo di gestione della congestione [1], che si basa sui seguenti principi (si veda la Figura 2):

- viene introdotto nell'architettura 3GPP un nuovo elemento funzionale denominato RCAF (*Radio Access Network Congestion Awareness Function*);

- RCAF rileva l'insorgere di uno stato di congestione nella rete di accesso radio (RAN) interagendo con i sistemi di Operation & Maintenance e determina la lista degli UE e degli APN interessati dalla congestione colloquiando con SGSN ed MME (nuove interfacce Nq e Nq');
- al verificarsi di uno stato di congestione in RAN, l'RCAF informa il PCRF (nuova interfaccia Np), indicando le celle, gli UE e gli APN coinvolti;
- il PCRF può quindi attivare le misure scelte dall'Operatore mobile per mitigare la congestione in RAN. Ad esempio il PCRF potrebbe effettuare il rate-limiting di specifiche applicazioni configurando opportune regole su PCEF o TDF, forzare la rinegoziazione dei codec utilizzati da applicazioni di audio/video comunicazione, ritardare le notifiche push associate ad applicazioni delay tolerant, ecc.

Questo meccanismo non può funzionare in tempo reale, poiché è intrinsecamente reattivo, ma può essere estremamente efficace per gestire stati di congestione persistenti.

2.2 Interlavoro con accessi Wi-Fi

L'accesso a EPS è possibile anche attraverso tecnologie radio non standardizzate dal 3GPP, come il Wi-Fi [3]. Qualora il terminale e la rete Wi-Fi dispongano delle funzionalità necessarie, l'autenticazione dell'utente mobile su Wi-Fi può essere effettuata utilizzando la (U)SIM. A valle della procedura di autenticazione, l'instradamento del traffico può essere realizzato in due modi diversi:

- il traffico scambiato dall'utente mobile su Wi-Fi può essere instradato in modo diretto, ad esempio Internet, senza attraversare l'EPC. In questo caso negli spostamenti da/verso Wi-Fi l'indirizzo IP assegnato al terminale cambia

e le applicazioni attive possono subire delle interruzioni;

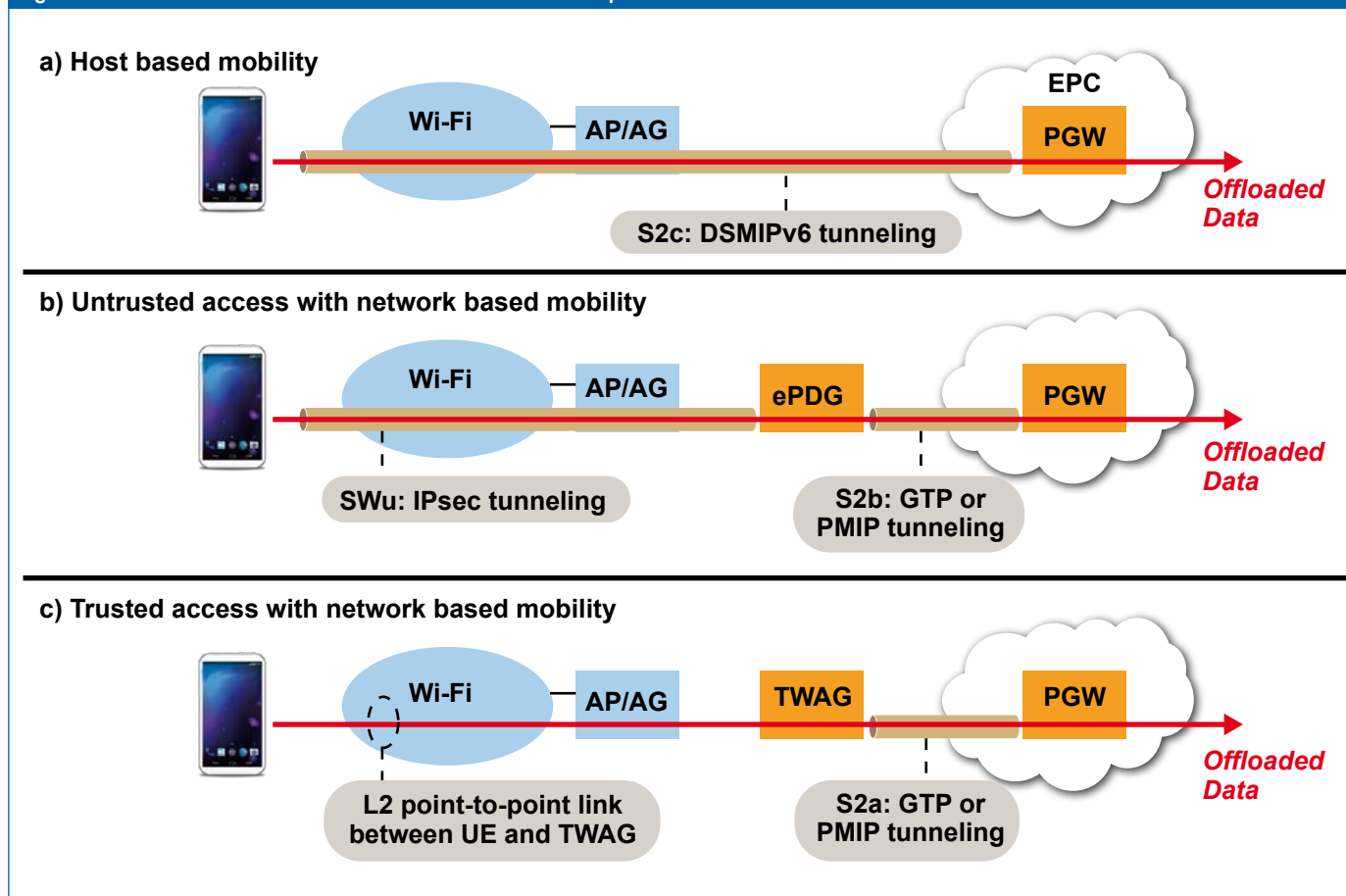
- possono essere impiegati meccanismi di gestione della mobilità inter-sistema che prevedono l'ancoraggio dello UE al PGW. In questo caso si utilizzano meccanismi di tunneling per forzare l'instradamento del traffico Wi-Fi attraverso il PGW. Il terminale ha la possibilità di mantenere lo stesso indirizzo IP, assegnato dal PGW, indipendentemente dalla rete di accesso a cui è connesso e l'esperienza d'uso su Wi-Fi risulta allineata a quella che l'utente sperimenta quando connesso ad un accesso 3GPP. Questo approccio è particolarmente indicato in tutti i casi in cui lo UE ha bisogno di accedere a piattaforme e servizi che risiedono nella rete dell'Operatore

mobile e non sono tipicamente raggiungibili attraverso Internet (e.g. accesso servizi voce su Wi-Fi tramite piattaforma IMS).

Sono state definite sul PGW tre tipologie di interfacce per la gestione della mobilità inter-sistema (si veda la *Figura 3*):

- S2c: tunnel diretto tra UE e PGW basato sul protocollo Dual Stack Mobile IPv6 (DSMIPv6);
- S2b: il traffico generato dallo UE su rete Wi-Fi transita attraverso un elemento intermedio denominato ePDG (*evolved Packet Data Gateway*), che è di fatto un concentratore di reti private virtuali. Il trasporto del traffico tra UE ed ePDG viene realizzato tramite un tunnel IPsec instaurato con IKEv2, mentre tra ePDG e PGW viene utilizzato un tunnel

Figura 3 - Overview delle soluzioni di mobilità inter-sistema specificate dal 3GPP



GTP o PMIP (*Proxy Mobile IP*). In scenari di roaming l'ePDG può essere posizionato in rete visitata o in rete home;

- c) S2a: il traffico generato dallo UE su rete Wi-Fi transita attraverso un elemento intermedio denominato TWAG (*Trusted WLAN Access Gateway*). Analogamente allo scenario con ePDG, tra TWAG e PDG viene instaurato un tunnel GTP o PMIP. Invece tra UE e TWAG viene utilizzato un meccanismo di raccolta del traffico leggero, che non è specificato dal 3GPP e può richiedere il coinvolgimento di Access Point o Access Gateway Wi-Fi. Il TWAG deve essere dispiegato dal provider Wi-Fi.

Nelle Release più recenti il 3GPP ha lavorato molto all'affinamento del modello S2a, di cui sono oggi disponibili tre varianti:

- **transparent single-connection mode:** non vi sono impatti sullo UE, che deve semplicemente avere un'interfaccia WLAN standard. Non è però supportata la mobilità, ovvero l'indirizzo IP cambia negli spostamenti inter-sistema, e lo UE può accedere soltanto ad un APN di default specificato nel proprio profilo di servizio;
- **single-connection mode:** come nello scenario precedente, lo UE ha un'unica connessione a PDN attiva su Wi-Fi, ma in questo caso lo UE può scegliere l'APN a cui connettersi ed è supportata la mobilità inter-sistema. La necessaria segnalazione tra UE e rete viene veicolata all'interno dei messaggi scambiati per l'autenticazione sull'accesso Wi-Fi;
- **multi-connection mode:** lo UE può attivare più connessioni a PDN in parallelo sull'accesso Wi-Fi. Le necessarie procedure di session management sono supportate attraverso un protocollo denominato

WLCP (*WLAN Control Protocol*) tra UE e TWAG.

Il 3GPP ha lavorato molto anche sulle modalità con cui l'Operatore mobile può influenzare il comportamento del terminale nella scelta della rete di accesso su cui veicolare specifiche applicazioni e/o servizi. La soluzione di riferimento definita a tale scopo prevede il dispiegamento di un elemento funzionale denominato ANDSF (*Access Network Discovery and Selection Function*), introdotto in Release 8 e poi ampiamente esteso nelle Release successive. L'ANDSF dispone di informazioni dettagliate sulla topologia della rete di accesso ed utilizza il protocollo OMA-DM (*Device Management*) per inviare al terminale due tipologie di regole:

- regole per la scelta del SSID (*Service Set Identifier*) Wi-Fi a cui agganciarsi;
- regole per indicare allo UE quali APN e/o flussi di traffico instradare sull'accesso 3GPP e quali sull'accesso Wi-Fi.

Le indicazioni che l'ANDSF fornisce allo UE non sono comunque da considerarsi vincolanti: lo UE può decidere di non seguire le indicazioni della rete sulla base di valutazioni effettuate localmente dal terminale (si parla di *Local Operating Environment*). Ad esempio, qualora lo UE consideri troppo debole il segnale Wi-Fi o abbia altre informazioni locali tali da rendere sconsigliabile l'impiego dell'interfaccia Wi-Fi, un flusso di traffico può essere mantenuto sull'accesso 3GPP anche se le regole fornite dal ANDSF indicano il contrario.

L'applicazione delle regole fornite dall'ANDSF può anche essere assistita da informazioni fornite allo UE dall'accesso 3GPP, quali ad es. un insieme di soglie sul segnale radio 3GPP al di sotto delle quali lo spostamento del traffico verso Wi-Fi è consigliato.

In assenza dell'ANDSF, dalla Release 12, lo UE può comunque scegliere se e come spostare su Wi-Fi una o più connessioni a PDN utilizzando le informazioni fornite dall'accesso tramite segnalazione di controllo (ad es. le soglie sul segnale radio 3GPP e/o Wi-Fi sopra citate) ed alcune regole fornite dal SGSN/MME tramite segnalazione di NAS. Ad esempio l'SGSN/MME può indicare allo UE per quali connessioni a PDN lo spostamento su Wi-Fi è consentito e per quali è proibito.

3 Servizi di prossimità

La consapevolezza che due dispositivi o due utenti sono vicini l'uno all'altro può generare valore, come ad es. nuove modalità di social networking e di pubblicità mirata. Facebook Places, Foursquare, Google Latitude (sostituito da funzioni integrate in Google+) e Shopkick sono esempi di tali applicazioni cui è riconosciuto un grande potenziale di business. Gli esempi citati funzionano però OTT (*Over The Top*), cioè non offrono alcuna possibilità agli Operatori mobili di monetizzare il servizio ed inoltre le applicazioni, basandosi prevalentemente sulla localizzazione mediante GPS, funzionano bene solo all'aperto e comportano una sensibile riduzione della vita della batteria dei dispositivi. Al fine di intercettare la domanda di applicazioni basate sulla prossimità, a partire dalla Release 12 il 3GPP ha fatto evolvere l'EPS sviluppando una classe di funzionalità note come ProSe (*Proximity-based Services*) [4]. La peculiarità di questi servizi, rispetto a quelli OTT, è la scelta della tecnologia radio LTE, che opera nello spettro licenziato dell'Operatore mobile, dove le risorse radio sono attentamente gestite

dalla rete per minimizzare le interazioni e massimizzare le prestazioni del sistema.

Non è stato scelto il Wi-Fi perché, all'epoca dell'inizio dei lavori sul ProSe in 3GPP (2012), i meccanismi disponibili per individuare altri dispositivi Wi-Fi in prossimità comportavano una rapida riduzione della vita della batteria. È però doveroso ricordare che a inizio 2015 Wi-Fi Alliance ha completato un programma di "Neighbor Awareness Networking" rilasciando la certificazione "Wi-Fi Aware", cioè un nuovo meccanismo efficiente dal punto di vista energetico per scoprire dispositivi "Wi-Fi Aware" in prossimità. In ogni caso la tecnologia radio LTE si dimostra superiore se consideriamo la distanza massima alla quale si possono scoprire altri dispositivi abilitati ai servizi di prossimità: da circa 500 metri a più di 1 km, in funzione della porzione dello spettro utilizzata, coprendo distanze nettamente maggiori di quelle raggiungibili con Wi-Fi o Bluetooth.

Un'applicazione su uno UE abilitato per il ProSe Direct Discovery è in grado di annunciare la propria presenza ad altri UE ProSe nelle vicinanze (e pertanto venire scoperta) tramite segnalazione radio LTE diretta device-to-device (D2D).

La ProSe Direct Discovery può essere effettuata in due modi: Model A e Model B. Nel Model A l'applicazione annuncia sempre proprie informazioni in modo da consentire a chiunque le riceva di scoprirla, se interessato; nel Model B invece l'applicazione annuncia informazioni relative a ciò che vorrebbe scoprire, in modo da ricevere una risposta da chi interessato.

La ProSe Direct Discovery si può poi classificare in open e restricted. La open ProSe Direct Discovery, specificata in Release 12, è caratteriz-

zata dal fatto che chi annuncia non pone restrizioni alla possibilità di venire scoperto: si presta pertanto a scopi pubblicitari, dove è necessario raggiungere una platea la più ampia possibile. Nella restricted ProSe Direct Discovery, specificata in Release 13, chi annuncia pone invece delle restrizioni su chi è autorizzato a scoprirlo (ad es. solo gli amici) e pertanto si presta ad arricchire l'offerta di applicazioni quali ad es. social network, dating. Per la open ProSe Direct Discovery è stato specificato solo il Model A, mentre per la restricted ProSe Direct Discovery sono disponibili entrambi i modelli di funzionamento.

In *Figura 4* è illustrato il funzionamento semplificato della open ProSe Direct Discovery.

Nella procedura sono previsti i ruoli di Announcing UE (ad es. chi vuole pubblicizzare la propria attività commerciale) e Monitoring UE (ad es. un potenziale cliente). Per semplicità di esposizione, assumeremo che sia Announcing sia Monitoring UE siano serviti dalla stessa ProSe Function, ovvero appartengano allo stesso Operatore mobile. Naturalmente il 3GPP ha normato anche il caso più complesso di due dispositivi appartenenti ad Operatori nazionali diversi, oltre ai casi di roaming internazionale (ad es. un Monitoring UE che in roaming desidera cercare offerte commerciali di Announcing UE locali).

La procedura prevede i seguenti passi:

- 1) l'Announcing UE chiede alla ProSe Function di allocargli un codice associato ad una certa attività commerciale, fornendo nel contempo metadati (ad es. indirizzo, telefono, coupon, ecc.) che dovranno essere consegnati agli eventuali scopritori;
- 2) la ProSe Function verifica con l'HSS la sottoscrizione al servi-

zio del Announcing UE e, se autorizzato, restituisce un codice temporaneo;

- 3) l'Announcing UE inizia a trasmettere ad intervalli pre-definiti e in modalità broadcast, con risorse radio LTE assegnate dall'e-NodeB, il codice temporaneo;
- 4) il Monitoring UE chiede alla ProSe Function di poter monitorare una certa attività commerciale di suo interesse.
- 5) la ProSe Function verifica con l'HSS la sottoscrizione al servizio del Monitoring UE e, se autorizzato, restituisce un filtro per il monitoring;
- 6) il Monitoring UE riceve i codici trasmessi dalle Announcing UE in prossimità, filtrandoli con il filtro ricevuto dalla ProSe Function: quando viene trovata una corrispondenza bit a bit tra filtro e codice, detto codice viene inviato alla ProSe Function;
- 7) la ProSe Function valida la scoperta (eventualmente interagendo con ProSe Function di altre PLMN, ad es. nel caso in cui l'Announcing UE sia utente di Operatore mobile diverso da quello del Monitoring UE) e restituisce al Monitoring UE i metadati associati a quel codice.

La corrispondenza bit a bit può essere totale, se si è interessati ad una specifica attività commerciale, oppure parziale, se si è interessati ad una intera classe di attività commerciali (ad es. tutte le pizzerie): per questa ragione gli identificativi delle attività commerciali annunciabili sono strutturati gerarchicamente e gestiti dagli Operatori.

Come si è visto, il cuore del sistema è rappresentato dalla ProSe Function, che è una piattaforma collocata nella rete dell'Operatore mobile che interagisce con lo UE, l'HSS, le ProSe Function di altre PLMN e con piattaforme applicative di terze

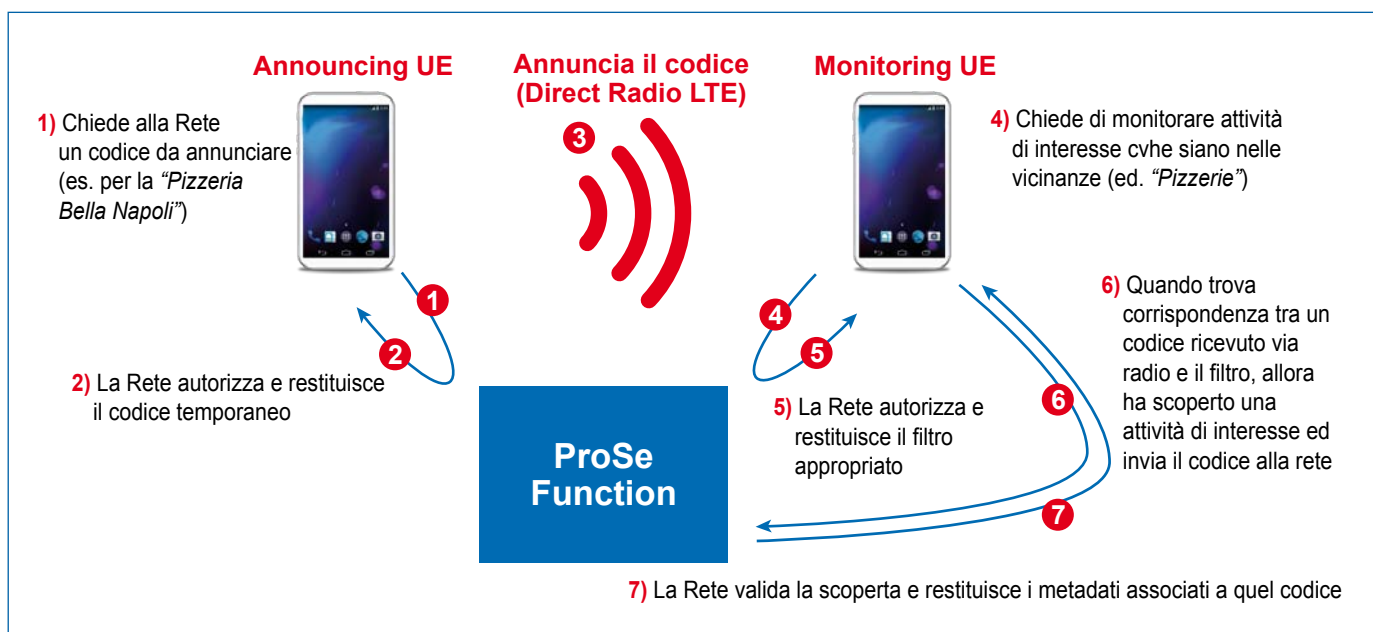


Figura 4 - Open ProSe Direct Discovery (Model A)

parti (solo per restricted ProSe Direct Discovery).

La restricted ProSe Direct Discovery Model A funziona in modo simile alla open ProSe Direct Discovery, con la differenza che questa volta i codici trasmessi in aria dall'Announcing UE non rappresentano più attività commerciali, ma utenti. Le restrizioni su chi è autorizzato a scoprire lo UE di un utente, ad es. nell'ambito di un certo social network, vengono configurate dall'utente direttamente sulla piattaforma di terze parti. Quando la ProSe Function riceve la richiesta di poter monitorare lo UE di un certo utente, oltre a verificare l'autorizzazione al servizio del Monitoring UE, verifica anche con la piattaforma di terze parti se la richiesta è compatibile con le restrizioni impostate dall'utente da monitorare. I codici che vengono trasmessi in aria possono essere allocati interamente dalla ProSe Function oppure una loro porzione può venire allocata dalla piattaforma di terze parti: questo consente di abilitare modelli di servizio ancora più flessibili.

Nella restricted ProSe Direct Discovery Model B i ruoli sono invece diversi: abbiamo rispettivamente il Discoverer UE, che annuncia in modalità broadcast un codice contenente informazioni su ciò che è interessato a scoprire, e il Discoveree UE, che riconosce di corrispondere a ciò che interessa al Discoverer UE e risponde trasmettendo a sua volta in modalità broadcast un codice noto al Discoverer UE.

Da quanto si è visto sino ad ora, l'utilizzo della ProSe Direct Discovery per servizi commerciali prevede una continua interazione dello UE con la rete (con ProSe Function per l'allocazione dei codici, i filtri e la validazione delle scoperte; con E-UTRAN per le risorse radio) e pertanto può funzionare solo entro la copertura LTE.

Il 3GPP ha sviluppato nella Release 12 anche un meccanismo alternativo per scoprire gli UE ProSe in prossimità basato sull'utilizzo dei sistemi di localizzazione della rete mobile: la cosiddetta EPC-level ProSe Discovery. In questo modo di operare la ProSe Function è connes-

sa ad una SUPL Location Platform (definita in OMA AD SUPL) e agisce da Location Services Client: localizza periodicamente gli UE ProSe che partecipano alla EPC-level ProSe Discovery e li avvisa quando essi si trovano entro una distanza pre-definita. Questo meccanismo funziona anche indoor, non essendo basato sulla localizzazione GPS, ma la sua precisione nell'identificare la vicinanza di UE ProSe è inferiore rispetto a quella offerta dalla ProSe Direct Discovery.

4 Public Safety

Il successo di mercato registrato da LTE e la sua continua espansione a livello mondiale ha indotto il settore della Pubblica Sicurezza, PS (*Public Safety*) ad interessarsi alle tecnologie del mobile per il supporto dell'evoluzione delle comunicazioni "mission critical", definite tali in quanto devono garantire in ogni situazione, anche la più estrema, le comunicazioni tra agenti di forze dell'ordine,

Le nuove frontiere del mobile video

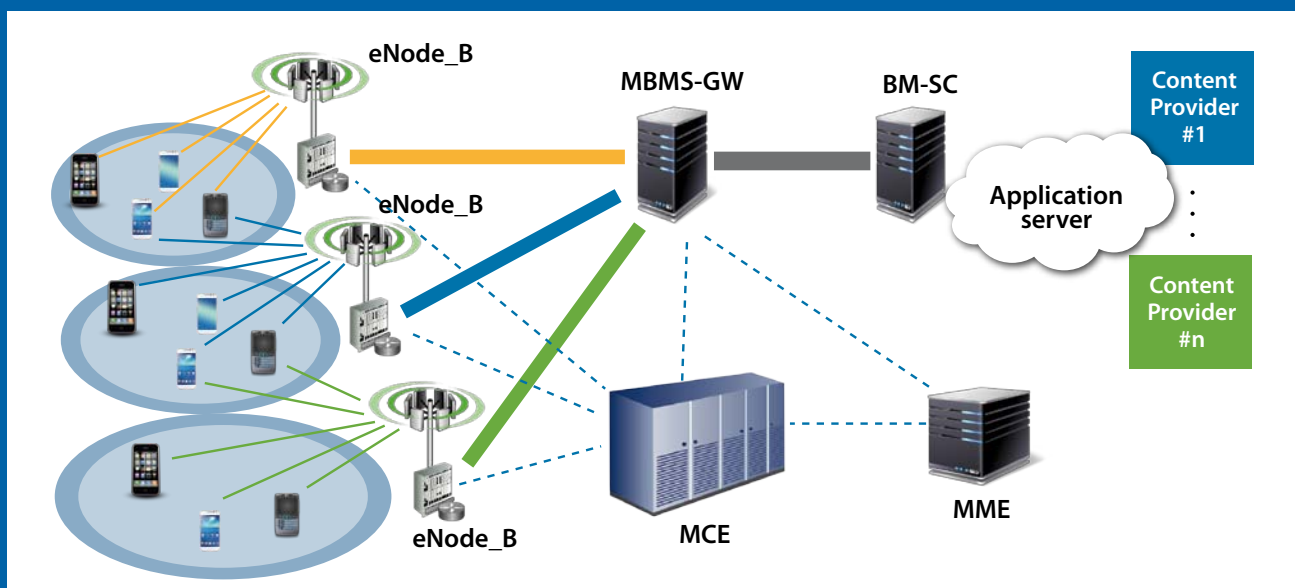
La fruizione dei contenuti video su mobile ha ricevuto molta attenzione nel corso delle ultime Release 3GPP, in particolare nell'ambito del gruppo SA4 (Codec). Basti pensare che due dei cinque Sub-Working Group di cui il gruppo si compone sono inerenti questa tematica: MBS (Multicast-Broadcast Streaming) e Video.

In particolare, MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Services*), la tecnologia che permette la diffusione di contenuti multimediali su rete mobile, specificata a partire dalla Release 6 (2005) è stato oggetto di intense attività di miglioramento da inizio 2013 quando è stato avviato il Work Item di Release 12 su "MBMS Improvements", che si è concluso a fine 2014. Questa attività ha recepito significative evoluzioni del servizio, dal supporto di codec ad alta definizione, al miglioramento delle tecniche di file repair, e all'adozione del DASH (*Dynamic Adaptive Streaming over HTTP*) per la realizzazione di servizi



di pseudo-streaming anche negli scenari di semplice download. Inoltre, si è definita una modalità operativa (MBMS operation on Demand) grazie alla quale è possibile l'attivazione dinamica della modalità di diffusione multicast di un certo contenuto nei casi in cui il volume di traffico in un'area superi una certa soglia a causa della sua popolarità (ad es.

video dei gol all'interno di uno stadio), e l'eventuale ritorno alla modalità unicast nel caso in cui l'utenza interessata dovesse diminuire sotto una certa soglia, configurabile dall'Operatore mobile. Con la Release 11, il Work Item "Mobile 3D Video Coding" ha introdotto gli elementi normativi che includono il suppor-



to del video stereoscopico 3D, fornendo così un importante passo in avanti verso i contenuti 3D per gli utenti mobili. Il Work Item "Mobile stereoscopic 3D services extensions" di Release 12, conclusosi a settembre 2013, ne ha incluso il supporto per servizi DASH e MTSI (*Multimedia Telephony Service for IMS*).

La TV tradizionale, sia essa trasmessa attraverso satellite, DTT (*Digital Terrestrial Television*), cavo o IPTV obbedisce a requisiti sui profili video in modo tale da garantire una qualità costante dell'esperienza utente durante l'accesso ai diversi canali all'interno di un bouquet TV. In genere, anche i servizi di video on-demand, siano essi offerti via streaming o in modalità download, obbediscono agli stessi requisiti. L'obiettivo che all'interno di SA4 ci si è prefissati con il Work Item "TV video profile" di Release 13 approvato a settembre 2014, supportato anche da Telecom Italia, è quello di specificare gli aspetti attualmente mancanti all'interno del 3GPP sulla definizione di formati di distribuzione. Saranno documentati i requisiti e le linee guida su formati video (frame rate, risoluzione, aspect ratio, colorimetria, profondità di bit, ecc.) e codec per la TV e i servizi di video-on-demand in modo da realizzare un set minimo e limitato di operation point (ad esempio SDTV, HDTV, ecc.), così da poter far aumentare la fiducia dei fornitori di contenuti e delle emittenti sulla qualità dell'esperienza offerta dai servizi 3GPP quando questi vengono utilizzati per la distribuzione TV-like ■

emiliano.mazza@telecomitalia.it

squadre di polizia, vigili del fuoco, ecc. Fino ad oggi questi servizi sono stati supportati da standard ad-hoc, diversi da quelli che hanno governato lo sviluppo delle comunicazioni commerciali radiomobili. Tali standard, che prendono il nome di PMR (*Professional Mobile Radio*), includono tecnologie quali il TETRA (creato da ETSI e diffuso in Europa ed in minima parte anche in Italia) o P25 (più noto negli Stati Uniti). Pur trattandosi di tecnologie progettate specificatamente per un utilizzo professionale, esse rimangono destinate ad un mercato di nicchia, con conseguente tasso di innovazione e volumi di produzione non confrontabili con quelli del radiomobile.

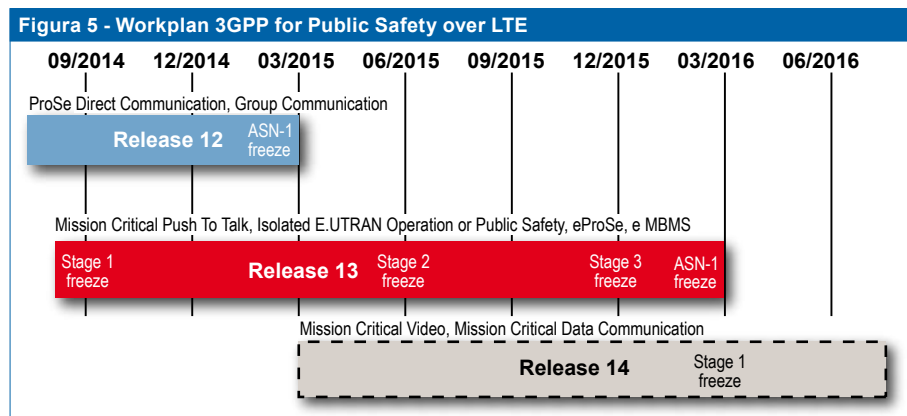
I punti di forza riconosciuti ad LTE rispetto ai sistemi di Public Safety PMR sono più ampie economie di scala, il supporto di trasmissioni broadband, l'essenziale presidio dei temi di autenticazione e sicurezza, la facilità di integrazione/interoperabilità con le reti commerciali ed in generale l'accesso ad un ecosistema di tecnologie/applicazioni in continuo fermento ed in grado di sostenere una più rapida evoluzione rispetto a tecnologie e sistemi "verticali".

Tuttavia, come visto anche nei paragrafi precedenti, LTE è progettato per ottimizzare l'esperienza del

broadband dati e non per utilizzi di tipo "mission critical" e di conseguenza a partire dalla Release 12 in avanti sono state aggiunte le prestazioni che tipicamente sono richieste in tali contesti: comunicazioni dirette tra due o più terminali anche in assenza di copertura di rete (equivalenti al Direct Mode del TETRA), controllo e gestione delle priorità delle comunicazioni, robustezza/resilienza ad eventuali disservizi della rete, ecc.

Le agenzie governative di Pubblica Sicurezza americane, inglesi, francesi e coreana hanno esercitato forti pressioni per l'avvio di tali attività e tutta l'industria tradizionale del radiomobile (Operatori e manifatturieri) ha risposto positivamente, intravedendo in questa fase evolutiva nuove opportunità di business anche verso altri settori quali ad es. quello dei trasporti e della logistica. Se da un lato si è cercato di far leva sui punti forti della tecnologia LTE senza snaturarla, dall'altro si è cercato di massimizzare la comunanza tra le funzionalità dedicate al mercato mobile tradizionale e quelle pensate per utenza professionale, evitando di creare l'ennesima nicchia tecnologia.

Nella *Figura 5* è rappresentata la roadmap temporale delle Release 3GPP ad oggi interessate dalle attività sul Public Safety.



Nella Release 12 sono state definite le prestazioni di ProSe Direct Communication e GCSE (*Group Communication System Enabler*) for LTE.

La ProSe Direct Communication (o D2D communication) consente ad un terminale di comunicare direttamente su interfaccia radio LTE con uno o più terminali affiliati allo stesso gruppo e situati in prossimità (in modo simile ad un walkie-talkie) [4]. La comunicazione D2D può avvenire anche in assenza di controllo da parte della rete e questo risulta necessario nei casi in cui i terminali debbano operare in zone in cui la copertura radio è assente o nei casi in cui l'infrastruttura di rete risulta compromessa (ad es. a seguito di calamità naturali).

La Group Communication, invece, consente di instaurare la comunicazione tra terminali di uno stesso gruppo attraverso la EPC, intermediata da un GSCE AS (*GCSE Application Server*) [5]. È pertanto un modello di servizio utilizzabile in tutti i casi in cui sia presente ed operativa un'infrastruttura di rete. Mentre le comunicazioni in uplink da UE ad AS sono realizzate su ca-

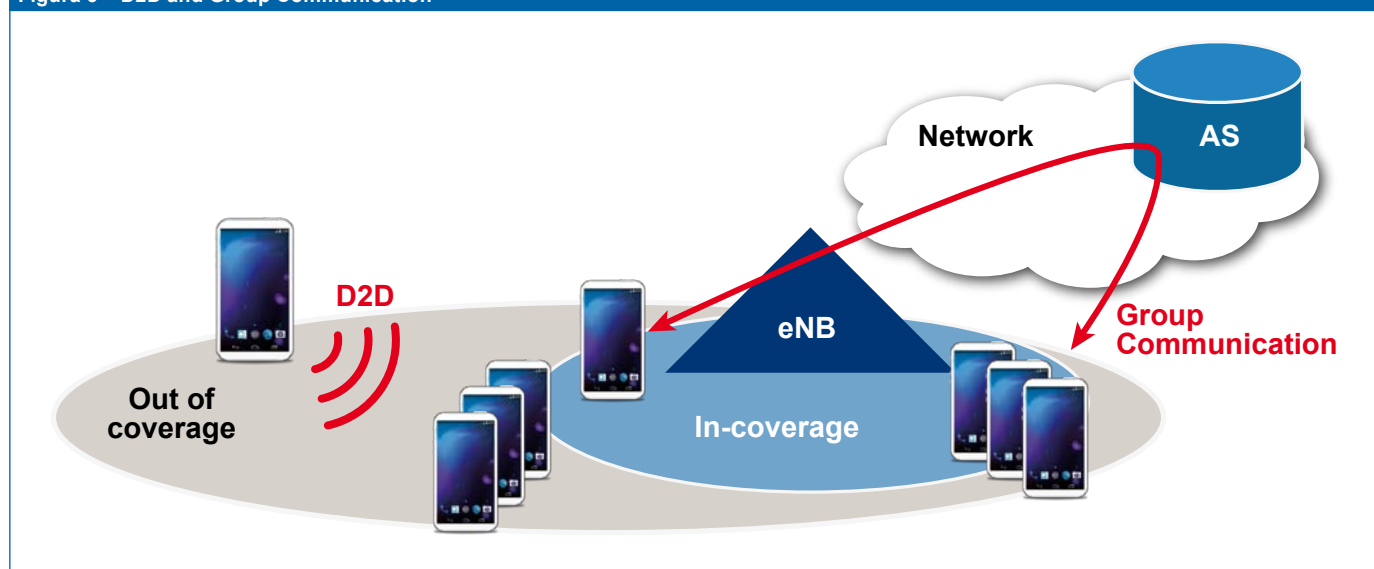
nali unicast, le comunicazioni da AS verso N ricevitori possono essere realizzate tramite N canali unicast o con un singolo canale multicast MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Services*). L'Application Server gestisce la selezione della modalità unicast o multicast sulla base, ad es., del numero di ricevitori e della loro concentrazione geografica. Il riutilizzo della tecnologia MBMS dimostra come una soluzione ideata e rivolta inizialmente al mercato consumer di massa, si possa riadattare, con opportune estensioni, alle esigenze di nuove applicazioni mission critical.

È bene evidenziare che le funzionalità di Release 12 sopra riportate abilitano solo un canale di trasporto dati (D2D piuttosto che tramite rete EPC) tra i terminali di Public Safety, ma non definisce come sarà utilizzato dalle applicazioni (ad es. voce, video). Infatti la segnalazione di controllo, la negoziazione end-to-end dei codec ed altri aspetti che regolano tali comunicazioni (ad es. la gestione dei gruppi o il floor control) sono oggetto della Release successiva. La Release 13 si è posta come obiettivo prioritario il comple-

tamento e l'estensione delle attività già avviate in Release12. Tra queste, la più significativa nell'ambito della ProSe Direct Communication è stata l'introduzione della funzionalità dei Relay: un dispositivo LTE di tipo "Relay" può mettere in connessione due terminali che non siano in "visibilità radio" diretta (UE-to-UE Relay) o può connettere alla rete un terminale fuori copertura (UE-to-network Relay). Inoltre, l'estensione della ProSe Direct Discovery (si veda il paragrafo 3) al caso Public Safety permette di rilevare la presenza di Relay da utilizzare per una successiva ProSe Communication o la ricerca di specifici membri affiliati ad una squadra, ad es. di vigili del fuoco [4].

La Release 13 include inoltre la prima versione del servizio di MCPTT (*Mission Critical Push To Talk*) che completa la Group Communication con le funzionalità di livello applicativo per consentire chiamate voce di gruppo. L'obiettivo del MCPTT è infatti replicare in LTE ed estendere le funzionalità applicative dei sistemi PMR (ad es. gestione dinamica dei gruppi di appartenenza, accodamento e pre-emption delle chia-

Figura 6 - D2D and Group Communication



mate in base alla priorità, chiamate autorizzate da dispatcher, ascolto ambientale) sfruttando anche il Push To Talk specificato da OMA. Per massimizzare le sinergie con il resto dei servizi commerciali erogati in LTE (ad es. VoLTE), si è deciso che le applicazioni MCPTT useranno una core SIP basata sulle interfacce del sistema 3GPP IMS [6].

Infine tra le nuove prestazioni in corso di studio vi è quella che va sotto il nome di IOPS (*Isolated E-UTRAN Operation for Public Safety*), che indaga sulle soluzioni da attuare per garantire continuità di servizio alle squadre di PS in situazioni di improvvisa perdita (totale o parziale) di connettività tra eNodeB ed EPC [7]. Tra i vari aspetti considerati sono inclusi: la possibilità di dispiego di eNodeB che integrino un sistema EPC "in a box" o la capacità di alcuni eNodeB isolati di riconfigurare la connettività verso la core attraverso altri eNodeB.

I requisiti di servizio delle prestazioni sopra elencate sono stati ufficialmente completati a Settembre del 2013. Al momento della stesura di questo articolo, è in corso il completamento delle architetture di rete/servizio ed entro fine anno, al più inizi del 2016, saranno completati i relativi protocolli di segnalazione (EPC e radio). La chiusura formale della Release 13 è prevista per Marzo 2016 ed è ragionevole attendersi che i primi prodotti compliant a tali standard siano disponibili commercialmente entro i successivi 12-18 mesi. Vale la pena ricordare che in ambito 3GPP viene data la massima priorità alle attività relative al PS.

Nel frattempo sono già partite le prime attività di Release 14, che riguardano la definizione dei requisiti di servizio di funzionalità aggiuntive quali Mission Critical Video (per la condivisione immediata di contenuti video all'interno di un

gruppo o verso la control room) [8] e Mission Critical Data (per l'invio di dati, ad es. messaggi o mappe, secondo determinati criteri di performance come ad es. la tempestività e l'affidabilità della trasmissione) [9]. Tra le ulteriori attività in corso in 3GPP, è interessante sottolineare la richiesta del Ministero degli Interni francese, in merito all'utilizzo di LTE per le comunicazioni terra-aria verso velivoli (elicotteri, aerei) delle forze dell'ordine.

Da quanto sopra, si evince che siamo solo agli inizi di una nuova era che vedrà LTE ed in generale le comunicazioni radiomobili del 3GPP ricoprire un ruolo sempre più centrale ed essenziale nelle opere di soccorso e nel mantenimento della pubblica sicurezza oltre che a supporto dello sviluppo di nuovi business nei settori professionali privati.

5 Ottimizzazioni per machine-to-machine

Secondo le previsioni, il traffico di tipo MTC (*Machine Type Communication*), che consente di connettere ad Internet dispositivi che prima erano isolati dando così vita all'Internet delle Cose, crescerà rapidamente arrivando a diversi miliardi di dispositivi connessi nell'arco di pochissimi anni. Se questo rappresenta una enorme opportunità di business per gli Operatori, nel contempo non è immune da complessità e problemi che devono essere risolti. Il 3GPP ha iniziato dalla Release 10 a studiare le ottimizzazioni al EPS necessarie per servire questa nuova tipologia di traffico e terminali, molto diversa rispetto a quanto viene normalmente sperimentato con le persone fisiche.

Uno dei problemi studiati è rappresentato dalla congestione nella rete determinata da enormi carichi

di segnalazione NAS (*Non Access Stratum*) qualora, ad es., moltissimi dispositivi dovessero chiedere contemporaneamente connettività alla rete mobile. Per fronteggiare criticità come queste il 3GPP ha introdotto due funzionalità: i back-off timer e il "low access priority indicator". Benché concepite avendo in mente scenari machine-to-machine, tali funzionalità possono risultare utili anche per mitigare il comportamento incontrollato degli smartphone nel chiedere o rilasciare risorse per assicurare connettività alle applicazioni [1].

Un MME/SGSN che rilevi una situazione di congestione associata ad un APN può disattivarlo oppure rigettare nuove richieste provenienti dagli UE associate a quell'APN (ad es. nuove richieste di connessione); l'MME può anche arrivare a rifiutare la procedura di Attach a UE che abbiano sottoscritto quel particolare APN. In tutti questi casi l'MME può includere nella risposta allo UE un back-off timer. Dopo che uno UE ha ricevuto un back-off timer non può inviare nuove richieste all'MME fintanto che il timer non è scaduto (questo non si applica per i servizi d'emergenza).

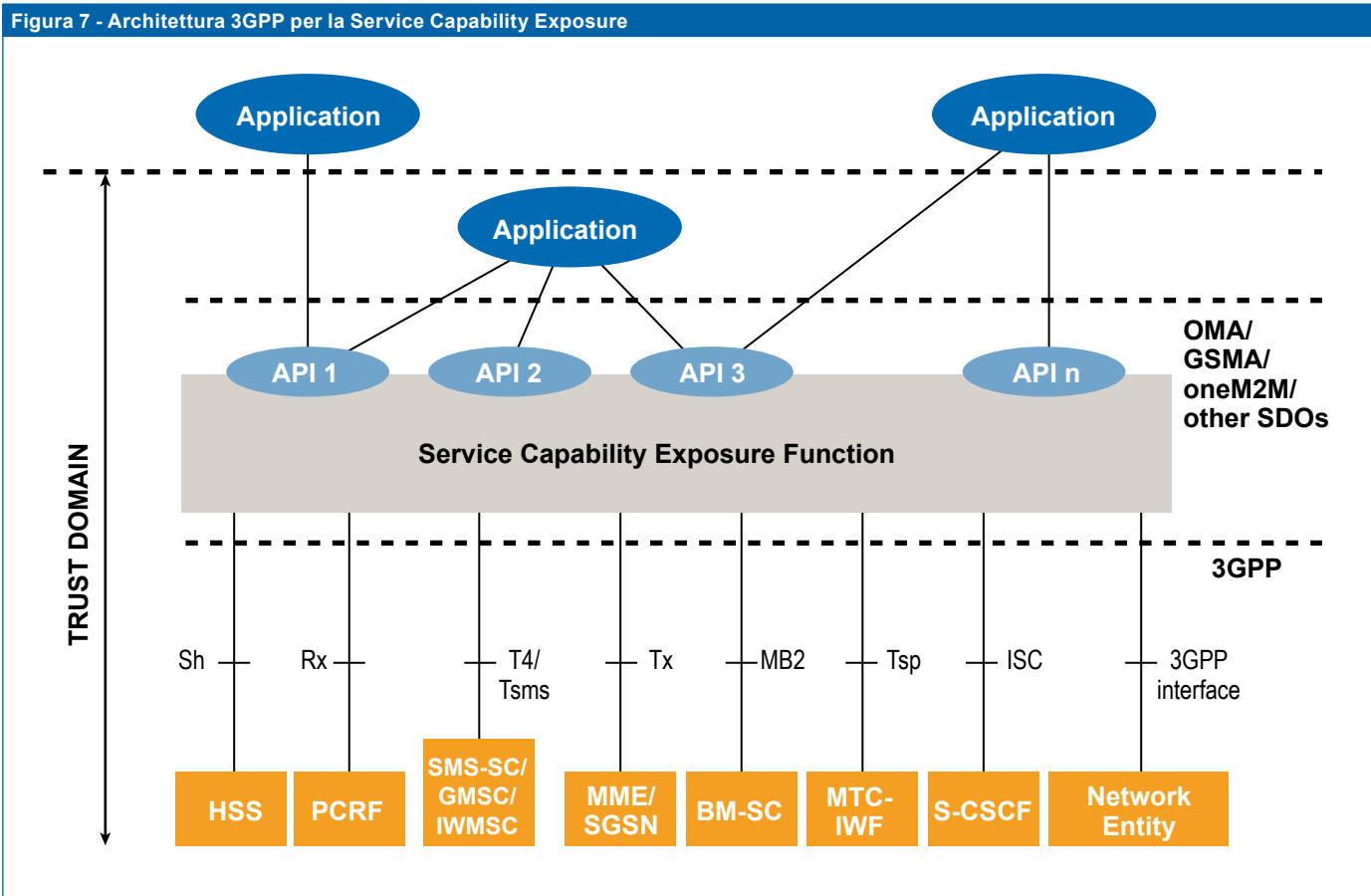
Per molte classi di MTC UE le applicazioni in esecuzione sullo UE possono tollerare il differimento nell'accesso alle risorse di rete. In questi casi gli MTC UE possono essere configurati per includere nella segnalazione verso l'MME un "low access priority indicator" e di conseguenza potranno essere soggetti a back-off timer più lunghi.

La proliferazione degli UE MTC non è potenzialmente solo causa di congestione nella rete mobile. Il tipico comportamento di molte classi di UE MTC prevede lunghi periodi di inattività e solo periodicamente viene scambiato traffico con un centro servizi, ad esempio pochi byte

per la lettura di un contatore. Avere tutti questi UE always-on facilita la comunicazione col centro servizi ma mantiene continuamente impegnate risorse preziose della rete mobile (ad es. indirizzi IP, connessioni nei nodi della core network) con costi elevati per gli Operatori. Risulta preferibile che gli UE MTC ottengano connettività IP solo quando serve e che rilascino le risorse nei momenti (spesso lunghi) di inattività. Se questo non rappresenta un problema per le comunicazioni originate dallo UE MTC, lo diventa invece per comunicazioni terminate perché esso non è raggiungibile fintanto che non acquisisce un indirizzo IP. Per risolvere questo problema il 3GPP a partire dalla Release 11 ha introdotto nell'architettura della rete mobile due nuovi elementi funzionali pensati per consentire ad

una terza parte di risvegliare UE MTC inattivi (cioè senza indirizzo IP) e comunicare con loro: il SCS (*Services Capability Server*) e la MTC-IWF (*Machine Type Communications-InterWorking Function*). Ulteriori miglioramenti sono stati introdotti nelle Release successive [10]. In particolare, per abilitare sempre nuovi e più flessibili modelli di business e per incentivare/facilitare le terze parti ad accedere ai servizi offerti dalla rete, in Release 13 il Services Capability Server è stato fatto evolvere nella SCEF (*Service Capability Exposure Function*) mostrata in Figura 7. Pertanto, se un AS di terza parte vuole comunicare con un'applicazione su uno specifico UE MTC, ma quest'ultimo non ha connettività IP, l'AS può inoltrare tramite il SCEF una richiesta (Trigger) alla MTC-IWF. Il Trigger con-

tiene informazioni che permettono alla rete di indirizzare il messaggio allo UE MTC appropriato (External Identifier) e, allo UE di indirizzare il messaggio all'applicazione appropriata. La MTC-IWF verifica con l'HSS che il Trigger sia autorizzato e converte l'External Identifier in un identificativo (IMSI) instradabile nella rete 3GPP. Il Trigger viene poi passato all'SMS Service Center (SMS-SC) che lo recapita allo UE MTC, imbustato in un SMS. I canali per la consegna degli SMS possono essere molteplici: via MSC, via SGs (interfaccia tra MSC e MME), via SGSN oppure su IMS via IP-Short-Message-Gateway (in quest'ultimo caso anche verso UE MTC senza MSISDN nel profilo di sottoscrizione). Gli SMS possono essere consegnati anche direttamente via MME con un nuovo meccani-



simo che prende il nome di “SMS in MME”, cioè un'opzione architetturale concepita principalmente per le reti che non dispiegano GERAN o UTRAN (dove quindi non è presente l'interfaccia SGs tra MSC e MME). È stata anche introdotta come ulteriore opzione la possibilità di inviare Trigger agli UE MTC utilizzando MBMS. Questa alternativa è indicata nel caso in cui il Trigger debba essere inviato non ad un unico UE, ma ad un gruppo comprendente un numero significativo di UE.

Come prima accennato, il Service Capability Exposure Function è l'elemento chiave all'interno dell'architettura 3GPP per esporre alle terze parti in modo sicuro i servizi e le funzionalità offerte da numerosi elementi della rete 3GPP.

Queste capacità di servizio vengono esposte verso le applicazioni esterne mediante un insieme standard di API (*Application Programming Interface*) sviluppate da OMA, GSMA, oneM2M ed altri enti di standardizzazione.

Sono state definite procedure per configurare elementi della rete 3GPP (HSS, MME, SGSN, PCRF) a riconoscere specifici eventi e riportarli al SCEF che poi li rende disponibili alle terze parti autorizzate. Esempi di eventi che possono essere monitorati includono l'associazione UE / UICC, il cambio dell'associazione IMSI / IMEI-SV, lo stato di raggiungibilità, la perdita di connettività o il numero di device presenti in un'area geografica.

Inoltre la rete può essere configurata per intraprendere azioni (ad es. limitare l'accesso ad un MTC UE) qualora un determinato evento venga riconosciuto.

Tutte queste nuove funzionalità spingono nella direzione di offrire l'infrastruttura di rete mobile come un servizio di cui le terze parti possono beneficiare con la massima

sicurezza e facilità, generando pertanto valore per gli Operatori.

Bisogna infine ricordare che oltre agli aspetti di rete 3GPP ha introdotto ottimizzazioni anche nel funzionamento dei dispositivi. Spesso gli UE MTC devono poter operare diversi anni senza sostituire la batteria, per cui è essenziale che consumino poco. Per questa ragione è stato definito il Power Saving Mode (PSM), cioè una modalità di funzionamento nella quale lo UE MTC è come se fosse spento, ma rimane registrato alla rete e pertanto non deve ripetere la procedura di Attach o ristabilire le connessioni alle PDN. Uno UE MTC in PSM non è immediatamente raggiungibile per servizi terminati ma lo diventa per un periodo limitato (Active Time) dopo che lo UE MTC stesso ha trasferito dati o segnalazione (ad es. un Tracking Area Update/Routing Area Update periodico). Se lo UE MTC vuole usare il PSM deve chiedere alla rete di valorizzare il parametro Active Time ad ogni procedura di Attach e TAU/RAU. PSM è quindi pensato per UE MTC che generano e ricevono traffico infrequente e che possono accettare un consistente ritardo nel ricevere comunicazioni provenienti dal centro servizi, come ad es. i lettori dei contatori del gas.

6 Verso il 5G

La storia ha dimostrato che l'industria della telefonia mobile subisce un cambiamento tecnologico importante circa una volta ogni 10 anni. Non deve meravigliare dunque che il termine “5G” stia già salendo alla ribalta, specie se si considera la crescente richiesta di banda che il settore delle comunicazioni mobili continua a registrare.

Le previsioni oltre il 2020 prospettano una società completamente mobile e connessa, in cui grazie alla nuova rete non solo si potranno raggiungere velocità dati dell'ordine dei Gbps, sia in aree densamente popolate che seduti a bordo di treni superveloci, ma si potrà interagire da remoto e in completa affidabilità con i dispositivi più disparati, come auto, dispositivi medici, robot, droni, ecc. grazie a latenze ridotte a pochi millisecondi.

La stessa rete dovrà poter servire miliardi di sensori (elettrodomestici, contatori, ecc.) limitati in termini di velocità di trasmissione dati o di latenza, ma con requisiti stringenti su costi totali d'esercizio e scalabilità. Allo stesso tempo è presumibile che la rete sia chiamata sempre più in causa a supporto della gestione di emergenze ad es. a seguito di disastri naturali o di attività di tipo mission critical, quali quelle operate dalle forze dell'ordine. L'enorme varietà di casi d'uso previsti per il 5G lascia dunque prospettare che la peculiarità della rete del futuro non sia tanto nelle prestazioni di picco raggiungibili (ad es. il Gbps) quanto nel suo sapersi adattare di volta in volta, nel tempo e nello spazio, alle specifiche necessità del servizio erogato, sia in termini di funzionalità che di capacità elaborativa.

In questo senso, dal punto di vista sistemistico, si possono già intravedere alcune tendenze tecnologiche destinate ad essere probabili pilastri fondanti della rete 5G.

Ad esempio, la funzionalità DECOR (*Dedicated Core Networks*), specificata da 3GPP in Release 13, consente all'Operatore mobile di dispiegare più CN (*Core Network*) all'interno di una stessa PLMN [1]. Ogni CN può essere dedicata a servire specifiche tipologie di utenti e/o dispositivi.

Ci sono vari motivi che spingono al dispiegamento di questa funzio-



nalità, come la necessità di disporre di una CN ottimizzata per uno specifico scenario di servizio (ad es. una CN dedicata a terminali relativamente statici avrebbe bisogno di risorse minime per la gestione della mobilità), isolare certe classi di dispositivi (ad es. tablet, terminali machine-to-machine) o utenti (ad es. utenti corporate, agenzie di Public Safety, ecc.).

Gli utenti vengono assegnati ad una specifica CN in base al parametro di sottoscrizione “UE Usage Type” e pertanto non sono richieste funzionalità aggiuntive allo UE. Anche la selezione di nodi quali SGW e PGW da parte di MME/SGSN all’interno della CN dedicata viene effettuata in base al parametro di sottoscrizione “UE Usage Type”.

Una CN dedicata è sempre costituita da uno o più MME/SGSN e può contenere uno o più SGW/PGW/PCRF: può quindi essere progettata con la massima flessibilità.

In ogni PLMN è sempre presente una CN di default che serve gli utenti che o non hanno sottoscritto DECOR oppure per i quali non sono

disponibili sufficienti informazioni nella RAN (*Radio Access Network*) per indirizzarli ad una specifica CN dedicata già al primo accesso alla rete. In quest’ultimo caso è necessaria una successiva re-direzione verso la CN dedicata indicata dallo “UE Usage Type”.

DECOR può essere considerato anche una tecnologia abilitante per la migrazione verso il paradigma NFV (*Network Function Virtualization*). Con NFV gli elementi di rete diventano applicazioni software, denominate VNF (*Virtual Network Function*), che l’Operatore mobile può istanziare su server COTS (*Commodity Off-The-Shelf*), ad esempio i classici blade system HP, Dell o di altri fornitori, sfruttando le tecnologie di virtualizzazione. Ci si aspetta che realizzare le reti secondo questo approccio permetterà di ridurre i costi e velocizzare il dispiegamento di nuovi servizi e/o funzionalità di rete, ma molti Operatori non sono ancora disponibili ad accettare il rischio di una sua adozione estensiva, trattandosi di una tecnologia di recente introduzione ed in rapida evoluzione. Grazie a DECOR

sarà possibile realizzare istanze di EPC virtualizzate dedicate a specifici servizi e/o clienti, in modo da iniziare il percorso di migrazione verso NFV contenendo i rischi.

L’idea di avere più istanze di rete virtualizzate (denominate “slice”) nell’ambito della stessa PLMN rappresenta anche una delle ipotesi più interessanti a cui si sta lavorando per l’evoluzione verso il 5G. Uno dei possibili scenari all’orizzonte prevede che, grazie ad NFV, l’Operatore mobile potrà creare le slice in modo rapido, a partire da un catalogo di funzionalità elementari. Il catalogo sarà accessibile attraverso una piattaforma di orchestrazione dedicata ad NFV, che permetterà di automatizzare la gestione del ciclo di vita delle slice istanziate sull’infrastruttura (creazione, scaling, auto-healing, terminazione, ecc.) [11]. L’Operatore mobile potrà pertanto configurare dinamicamente la propria rete, creando di volta in volta istanze virtualizzate dove e quando necessario per rispondere ai requisiti dei diversi scenari d’uso che intenderà servire.

Primi passi verso il 5G: SMARTER

Il primo passo del 3GPP nella definizione della nuova tecnologia 5G prende il nome di SMARTER. L'attività di studio, il cui acronimo per esteso è "New Services and Markets Technology Enablers", è stato ufficialmente approvato a Marzo 2015. Il progetto propone la definizione e selezione degli scenari d'uso di alto livello e dei relativi requisiti di servizio potenziali per il 5G. L'attività all'interno del gruppo SA1 è supportata da circa una quarantina di aziende, tra cui Telecom Italia. Obiettivo dello studio è l'individuazione dei segmenti di mercato e delle nuove opportunità di business, non realizzabili attraverso l'attuale tecnologia 4G, su cui il 3GPP deve focalizzarsi per la prossima generazione.

Parecchi sono stati i forum e gli enti che hanno prodotto raccomandazioni o linee guida sul 5G attraverso white paper e documenti pubblicati durante il corso dell'ultimo anno, tra questi: Next Generation Mobile Networks (NGMN), 4G Americas, Chinese IMT-2020 (5G) Promotion Association, ITU-R WP5Ds, Korea's 5G Forum, oltre al progetto METIS per l'Europa. Altrettanto forti sono le aspettative di alcuni governi: ad esempio Corea e Giappone si sono posti come obiettivo di presentare servizi di nuova generazione già in occasione dei giochi olimpici del 2018 e del 2020. I risultati finora raggiunti verranno tenuti in considerazione nell'ambito di SMARTER ed il gruppo SA1 è aperto a discutere contributi da parte dei membri di tutte queste organizzazioni.

Come per ogni nuova generazione, anche il 5G richiederà un lungo processo di specifica prima di essere pronto per il lancio commerciale. Proprio a tale scopo lo stesso SMARTER è stato suddiviso in fasi: in una prima fase (da completare entro Marzo 2016) si sele-



zioneranno gli scenari d'uso ed i requisiti che rivestono maggior priorità per Operatori e manifatturiere, mentre nelle fasi successive ciascuno scenario d'uso sarà descritto nel dettaglio e definito a livello normativo.

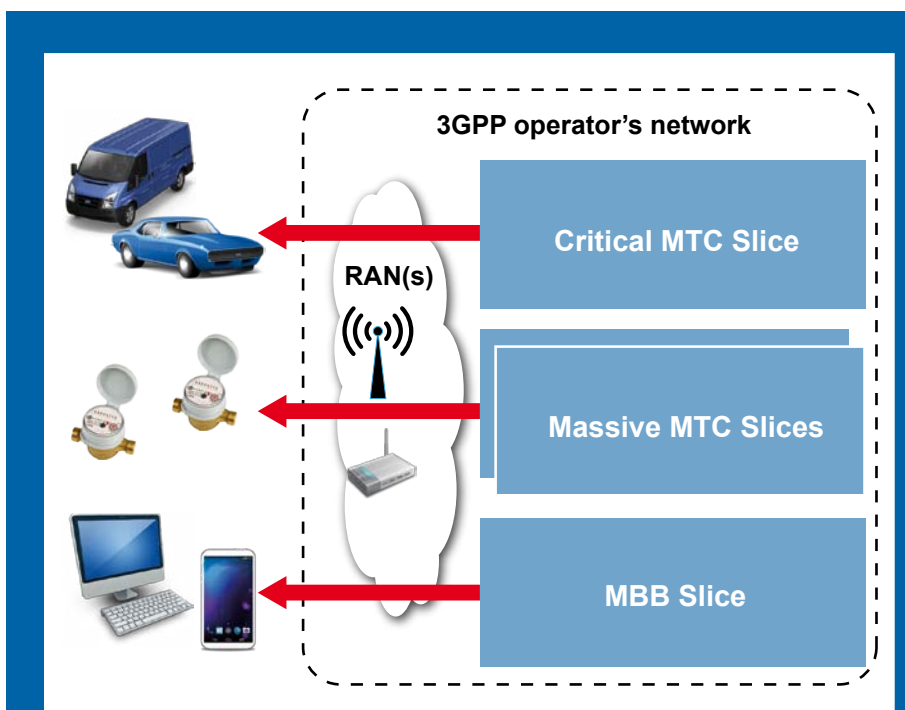
Nella riunione del gruppo SA1 di Aprile 2015 si è iniziato a lavorare su SMARTER e come risultato ben 20 scenari d'uso e relativi requisiti sono stati inseriti nel Technical Report 22.891 "Study on New Services and Markets Technology Enablers". Molti degli scenari d'uso sono di derivazione NGMN e rivisitati in chiave 3GPP.

Gli argomenti chiave emersi ad oggi sono:

- la necessità di valori di latenza molto bassi (dell'ordine di 1 ms), spesso associati ad una elevata affidabilità ed alti bitrate per soddisfare gli scenari d'uso più disparati, quali: controllo remoto real-time di apparecchiature industriali o di droni, virtual presence, monitoraggi medici da remoto, prevenzione di incidenti stradali, ecc;
- la coesistenza con l'infrastruttura e i servizi di rete legacy 2G/3G: il nuovo sistema "5G" supporterà i servizi di IMS Voce, IMS Video e Messaging, mentre non dovrebbero più essere

supportati i meccanismi per la continuità del servizio voce col dominio a circuito. Dal punto di vista degli accessi radio, l'unica tecnologia con cui si vuol mantenere continuità di servizio è LTE: sarebbe quindi esclusa la mobilità verso GSM/UMTS;

- il superamento del design monolitico di rete ottimizzato per il mobile broadband a favore di una maggiore programmabilità e componibilità, grazie all'applicazione del concetto di network slicing, anche questo di derivazione NGMN. Per "slice" s'intende una composizione dinamica di funzionalità logiche di rete essenziali alla realizzazione di un dato servizio/use case. La creazione di più slice consente dunque all'Operatore di gestire "on demand" più istanze di rete core in parallelo, ciascuna ottimizzata e customizzata per un determinato use case;
- il riutilizzo della UICC (Universal Integrated Circuit Card) si annuncia essere uno dei temi più controversi, in quanto vede in contrapposizione i due storici schieramenti: gli Operatori e le manifatturiere. Gli Operatori chiedono



il mantenimento della UICC anche nel contesto del 5G, come unica presenza affidabile dell'Operatore mobile all'interno del terminale. Le manifatturiere invece vorrebbero approfittare di scenari d'uso legati ai sensori, quali quelli per "smart wearables" o per l'Internet of Things, per spingere soluzioni alternative, quali softSIM o SIM

embedded (non rimovibili). I lavori su SMARTER sono appena iniziati e numerosissime saranno le novità da introdurre sino a Marzo 2016, data a partire dalla quale 3GPP intende avviare l'attività di specifica vera e propria ■

carmen.catalano@telecomitalia.it

Conclusioni

La disponibilità di servizi dati ovunque ed in qualunque condizione di mobilità è diventata un requisito irrinunciabile per moltissimi utenti. Ciò ha determinato una crescita esponenziale del traffico veicolato sulle reti mobili, che potrà essere sostenuta dagli Operatori soltanto riducendo i costi ed incrementando la remuneratività degli investimenti. L'attività di standardizzazione condotta negli ultimi anni in 3GPP ha cercato di dare risposte credibili a queste esigenze. Con la definizione

delle reti mobili di quarta generazione e le loro successive evoluzioni si è reso più efficiente e mirato l'uso delle risorse disponibili. Ciò è stato ottenuto attraverso la differenziazione sempre più spinta dei profili di servizio degli utenti, lo sviluppo di nuove soluzioni per gestire condizioni di sovraccarico in rete e l'introduzione di meccanismi per lo spostamento di quote di traffico su hotspot Wi-Fi pubblici o privati. In tempi più recenti il 3GPP ha introdotto tecnologie che potranno offrire agli Operatori nuove opportunità di business. In questo ambito vanno citate le soluzioni per termi-

nali e servizi machine-to-machine ed un insieme di estensioni all'architettura 3GPP grazie alle quali la tecnologia LTE, attraverso l'abilitazione delle comunicazioni dirette device-to-device, potrà essere utilizzata per offrire servizi di prossimità e servizi mission critical.

Lo sforzo per rendere il sistema sempre più efficiente e performante è però tutt'altro che terminato. La spinta verso la virtualizzazione delle funzioni di rete rappresenta infatti una grossa opportunità che gli Operatori hanno per ridurre ulteriormente i costi ed al tempo stesso diventare più agili e veloci nel lancio di nuovi servizi. La possibilità di comporre in modo dinamico, a partire da un catalogo di funzionalità standard, istanze di rete virtualizzate ottimizzate per specifici utenti, terminali e/o servizi rappresenta una delle promesse alla base dell'evoluzione verso i sistemi mobili di quinta generazione ■

Bibliografia

- [1] 3GPP TS 23.401 "General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access"
- [2] 3GPP TS 23.203 "Policy and charging control architecture"
- [3] 3GPP TS 23.402 "Architecture enhancements for non-3GPP accesses"
- [4] 3GPP TS 23.303 "Proximity-based services (ProSe); Stage 2"
- [5] 3GPP TS 23.468 "Group Communication System Enablers for LTE (GCSE_LTE); Stage 2"
- [6] 3GPP TR 23.779 "Study on application architecture to support Mission Critical Push To Talk over LTE (MCPTT) services"
- [7] 3GPP TR 23.797 "Study on architecture enhancements to support Isolated E-UTRAN Operation for Public Safety"

- [8] 3GPP SP-150048 “*Study on Mission Critical Video over LTE*”
- [9] 3GPP SP-150049 “*Study on Mission Critical Data Communications*”
- [10] 3GPP TS 23.682 “*Architecture enhancements to facilitate communications with packet data networks and applications*”
- [11] NGMN “*5G White paper*”



Maria Pia Galante

Ingegnere elettronico, attualmente cura il coordinamento delle attività di standardizzazione tecnica su servizi e architetture di rete mobile. Entra a far parte del Gruppo Telecom Italia nel 1998, per occuparsi di tecnologie per il controllo delle reti di terza generazione nell'ambito di diversi progetti internazionali. Rappresenta Telecom Italia in 3GPP SA WG2 (Architecture) dal 2000 al 2008, e tra il 2001 e il 2007 è responsabile del progetto che coordina le partecipazioni di Telecom Italia ai gruppi del 3GPP. Nel 2002 collabora alla stesura del libro “UMTS, Accesso Radio ed Architetture di Rete” a cura di H. Olma e A. Toskala. Dal 2008 rappresenta Telecom Italia in 3GPP SA (*Services and Systems Aspects*) ▪



Ivano Guardini

Ingegnere elettronico in Telecomunicazioni, nel 1995 entra in Telecom Italia, dove attualmente ricopre il ruolo di Project Manager nella funzione Network Functions Virtualization. Dal suo ingresso in Telecom Italia si è occupato di networking IP ed innovazione della core network mobile a pacchetto, attività che lo ha portato ad approfondire temi quali IPv6, l'interlavoro con accessi Wi-Fi, le reti mobili ad-hoc e l'evoluzione dal GPRS al Evolved Packet System. Più recentemente si è occupato di Software Defined Networking e virtualizzazione delle funzioni di rete, aspetti che costituiscono ad oggi il suo principale ambito di interesse. Negli anni ha accumulato un'ampia esperienza negli enti di standardizzazione, in particolare IETF e 3GPP. Dal 2011 al 2015 è stato Vice Chair del gruppo 3GPP SA WG2, che standardizza l'architettura di sistema della rete mobile ▪



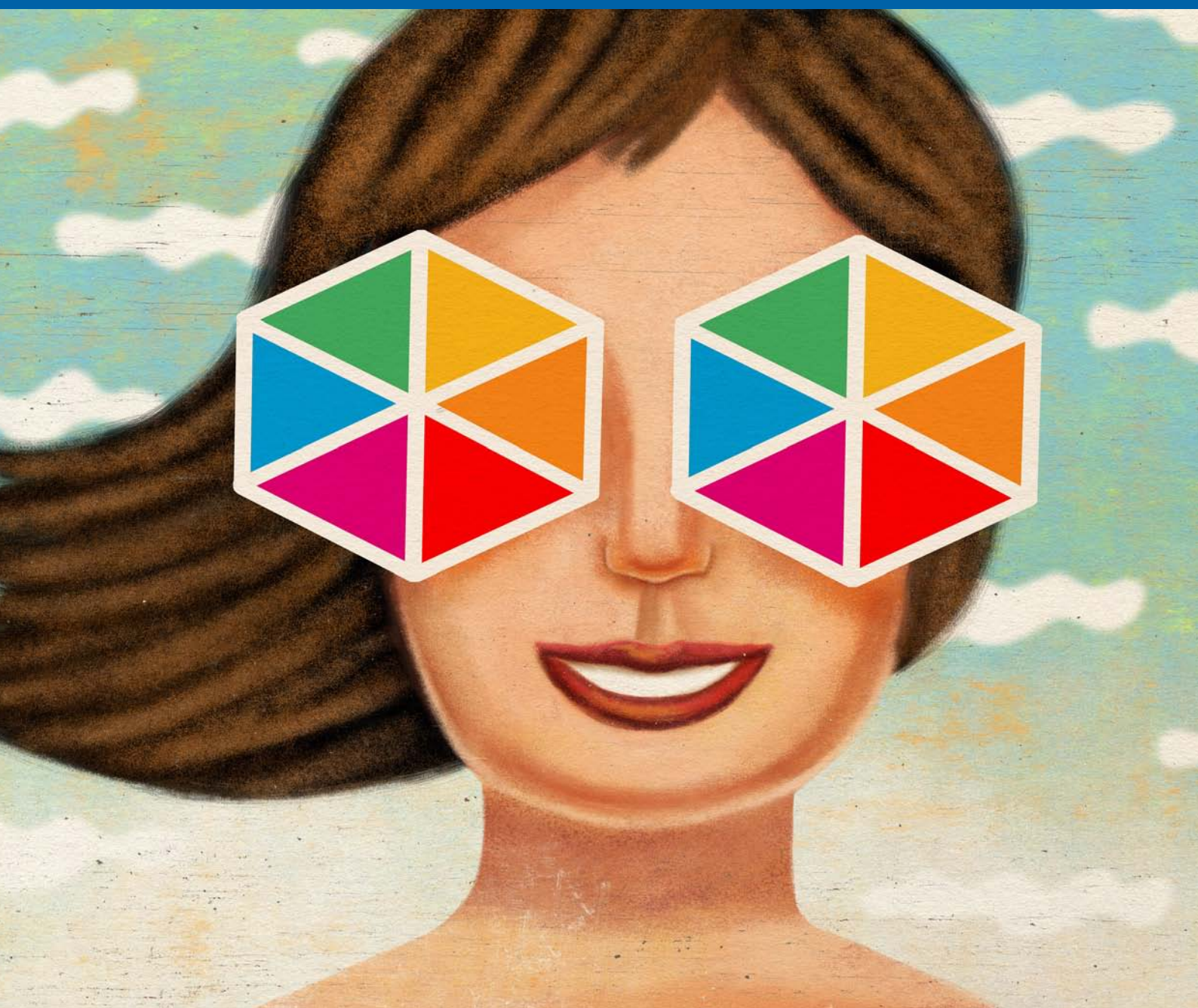
Mario Madella

Laureato in Fisica, nel 1993 è entrato in Telecom Italia con il compito di preparare strutture quantistiche per laser a semiconduttore mediante deposizione epitassiale. In seguito si è occupato della caratterizzazione mediante Thermal Resistance Analysis by Induced Transient di componenti optoelettronici della misura della loro affidabilità. A partire dal 1999 ha partecipato in vari ruoli, tra i quali quello di project manager, all'espansione e all'evoluzione della rete mobile di TIM, alla fornitura di connettività alla clientela business ed alla definizione di nuovi modelli di roaming e servizi IMS. Negli anni ha contribuito attivamente negli enti di standardizzazione, in particolare in 3GPP e GSMA ▪

mariapia.galante@telecomitalia.it
ivano.guardini@telecomitalia.it
mario.madella@telecomitalia.it

EVOLUZIONE DEL CONTROLLO MULTIMEDIALE

Antonio Ascolese, Mauro Ficaccio, Roberto Procopio



I controllo delle reti di telecomunicazioni sta cambiando a supporto dell'evoluzione dei terminali e del dispiegamento di nuove reti di accesso (ad esempio LTE ed LTE-Advanced) per garantire servizi di comunicazione personale multimediali. La nuova sfida per gli Operatori è quella di trarre vantaggio dalle maggiori prestazioni disponibili nelle diverse coperture (LTE, Wi-Fi, Fibra), offrendo nuovi servizi ai propri clienti. In questo articolo saranno trattati gli aspetti definiti negli standard, relativi al controllo di una rete di un Operatore e particolarmente rilevanti per l'attuale stato di evoluzione delle reti di telecomunicazione.

1 Il cervello della rete: il livello di controllo

Il controllo dei servizi di rete è stato specificato nelle prime release delle specifiche 3GPP a supporto degli accessi radio delle famiglie GSM ed UMTS. Inoltre i servizi specificati nelle prime release 3GPP avevano una derivazione strettamente telefonica e quindi poco applicabili a tutte le tipologie di media ed a tutte le forme di comunicazione come ad esempio il trasferimento di contenuti (file, immagini, video). Dalla Rel-5 del 3GPP in avanti sono state introdotte nuove architetture e funzionalità finalizzate ad implementare un controllo dei servizi di rete multi-accesso, multimediale e multi-device.

Inoltre la nuova piattaforma di controllo è stata specificata in modo coerente con il paradigma Internet, al fine di abilitare una maggiore interazione tra le soluzioni presenti sul web ed i servizi erogati dagli operatori di telecomunicazioni. Al tal fine il processo di standardizzazione è stato condotto in stretta cooperazione tra

3GPP ed IETF (*Internet Engineering Task Force*), garantendo una naturale interoperabilità ed un utilizzo condiviso di architetture e protocolli.

L'architettura della rete IMS (*IP Multimedia Subsystem*) costituisce la soluzione specificata in 3GPP per il controllo di rete multimediale di un operatore di telecomunicazioni. Durante le attività di standardizzazione sono stati profusi molti sforzi per garantire che il controllo sia applicabile al maggior numero di accessi IP possibile. Dalla Rel-7 del 3GPP sono state specificate tutte le funzionalità finalizzate all'implementazione di un "Common IMS". In particolare la piattaforma IMS è stata estesa per il controllo di una vasta molteplicità di accessi IP nativi:

- mobili come ad esempio accessi GERAN, UTRAN ed E-UTRAN;
- fixed broadband come ad esempio ADSL e VDSL;
- Wi-Fi della famiglia IEEE-802.11xx;
- Ethernet;
- specifici del mercato americano come HRPD definiti in 3GPP2;

- specifici degli operatori via cavo definiti in DOCSIS;
- canali di ritorno satellitari (DVB-RCS2).

Le funzionalità di multi-accesso definite in questa fase della standardizzazione costituiscono la base per il dispiegamento del VoLTE (*Voice over LTE*) e ViLTE (*Video over LTE*) per gli operatori mobili e della telefonia su IP per operatori di rete fissa.

Dalla Rel-10 in avanti il 3GPP ha ulteriormente esteso le tipologie di accessi IP nativi sui quali l'Operatore può esercitare il controllo multimediale. In particolare con la specifica delle funzionalità di ICS (*IMS Centralized Services*) è possibile fornire servizi IMS a terminali d'utente attestati su accessi PS (*Packed Switched*) ma anche CS (*Circuit Switched*).

Nella *Figura 1* sono indicate a livello di principio le modalità di interazione tra IMS e l'MSC che controlla i servizi a commutazione di circuito. In questo ambito l'MSC è utilizzato per instaurare un bearer a circuito che trasporta il media

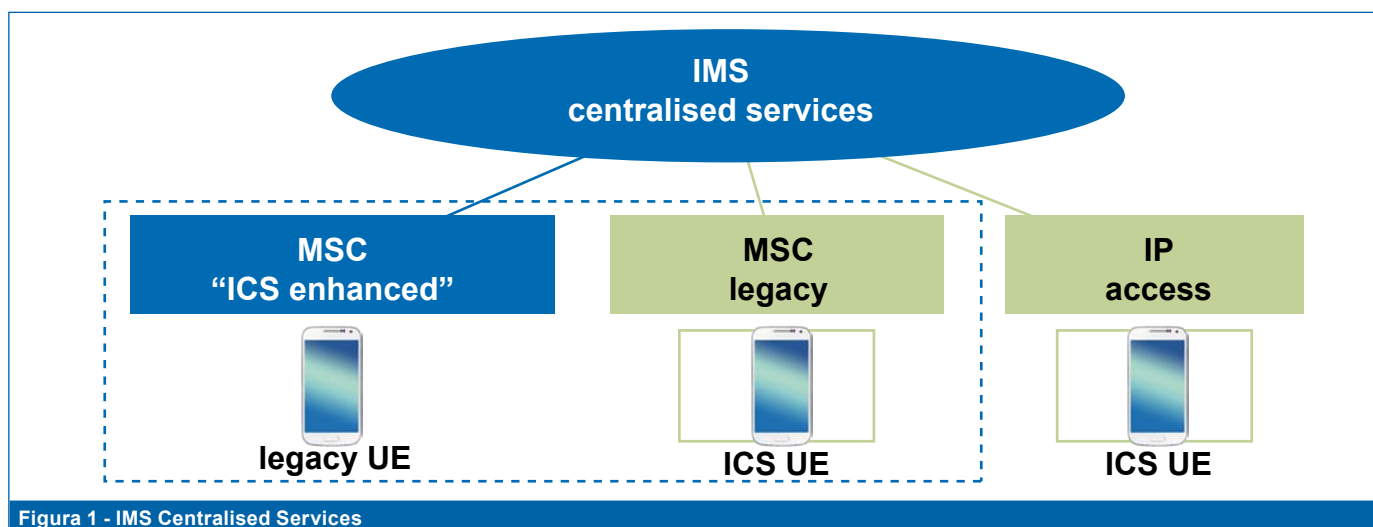


Figura 1 - IMS Centralised Services

della sessione controllata da IMS. In particolare nel caso dell'MSC "ICS enhanced", l'MSC serve i terminali d'utente tradizionale e quindi, oltre ad instaurare un bearer a circuito, implementa l'interlavoro tra i protocolli di controllo IMS ed i protocolli di accesso della rete tradizionale a commutazione di circuito. Un approccio centralizzato su IMS dei servizi garantisce il pieno riutilizzo dell'architettura voce esistente e abilita la mobilità tra le reti di accesso CS e IP native, preservando la consistenza e la continuità della user experience.

L'adozione di IMS come piattaforma di controllo per le reti di accesso fisso, ha indotto in 3GPP l'estensione della specifica anche al caso di utenza business. Molte aziende oggi sono equipaggiate con un IP-PBX che consentono all'azienda di personalizzare il servizio sulle esigenze e sul proprio business specifico. Per queste ragioni sono state specificate tutte le funzionalità che abilitano scenari di *Business Trunking su IMS*. I modelli di Business Trunking specificati consentiranno agli Operatori di garantire l'interazione tra gli IP-PBX di una o più aziende e la rete pubblica. L'utilizzo di un approccio IMS aggiun-

ge il vantaggio di poter integrare le prestazioni fornite dagli IP-PBX con i servizi offerti dall'Operatore.

Il consolidamento dei dispiegamenti di EPC (*Enhanced Packet Core*) network hanno costituito un forte motivo per rafforzare il livello di integrazione dei servizi IMS tra le Radio Access Network delle reti mobili e gli accessi *Wi-Fi*.

La mobile core (EPC) consente differenti tipologie di accesso:

- mediante interfaccia S2a da accessi *Wi-Fi* trusted, dove l'access point *Wi-Fi* può essere considerato a tutti gli effetti parte della rete mobile dell'Operatore;
- mediante interfaccia S2b da accessi *Wi-Fi* untrusted, dove l'access point può essere un collocato dovunque nella Internet;
- mediante interfaccia S2c da accessi *Wi-Fi* dove i protocolli di mobilità IP si estendono fino al terminale d'utente. Anche in questo caso il terminale può essere attestato su qualunque access point della Internet.

Dalla Rel-12 del 3GPP sono state quindi avviate una serie di attività di specifica che mirano a perfezionare ed a garantire una completa integrazione dei servizi IMS tra le RAN e gli accessi S2a ed S2b. Tale model-

lo garantisce un'integrazione maggiore dei servizi IMS (ad esempio in termini di mobilità, autenticazione, controllo della sessione) rispetto al caso di accesso Diretto da *Wi-Fi* su IMS che continua a rimanere una possibile tipologia di accesso *Wi-Fi* ad IMS specificata in 3GPP. Questo approccio abiliterà gli Operatori ad estendere alle coperture *Wi-Fi* la fornitura di servizi di comunicazione personale multimediali.

Nello stesso periodo temporale il 3GPP ha lavorato per aumentare il livello d'integrazione tra la rete IMS e gli accessi dalla rete Internet. In particolare la diffusione crescente di browser capaci di instaurare Real Time Communication su accessi web costituisce una forte spinta per specificare anche questa tipologia di accessi.

L'accesso *WebRTC* alla rete IMS abilita un qualunque browser che supporta la Real Time Communication e lo integra secondo l'architettura di principio indicata nella tabella *Figura 3*.

Come indicato nella *Figura 3*, il WIC (*WebRTC IMS Client*), che costituisce l'applicazione *WebRTC* a bordo del terminale d'utente, interagisce con l'eP-CSCF mediante un qualunque protocollo di control-

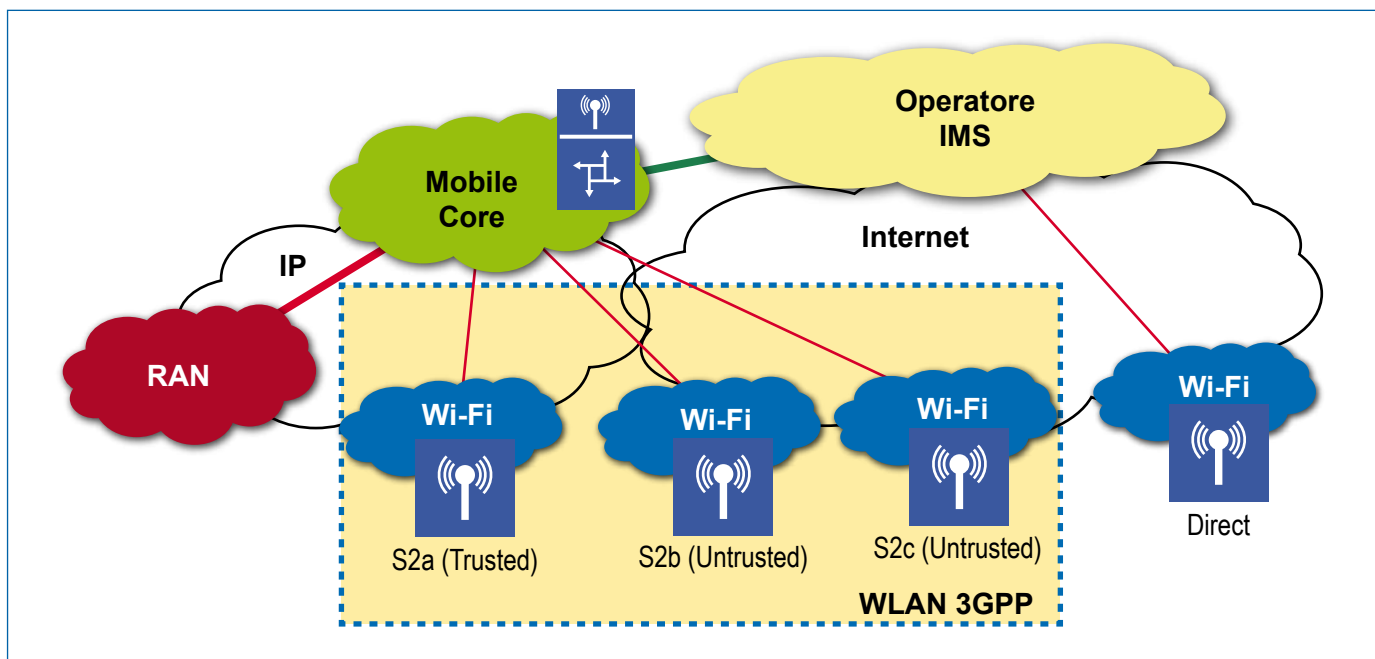


Figura 2 - Servizi erogati su accessi WLAN

lo della sessione che contenga tutti i contenuti informativi necessari per l'interlavoro con l'interfaccia Mw. Il WWSF (*WebRTC Web Server Function*) è il web server con il quale il WIC interagisce attraverso un'interfaccia HTTPS (W1) per accedere alla pagina web che offre il

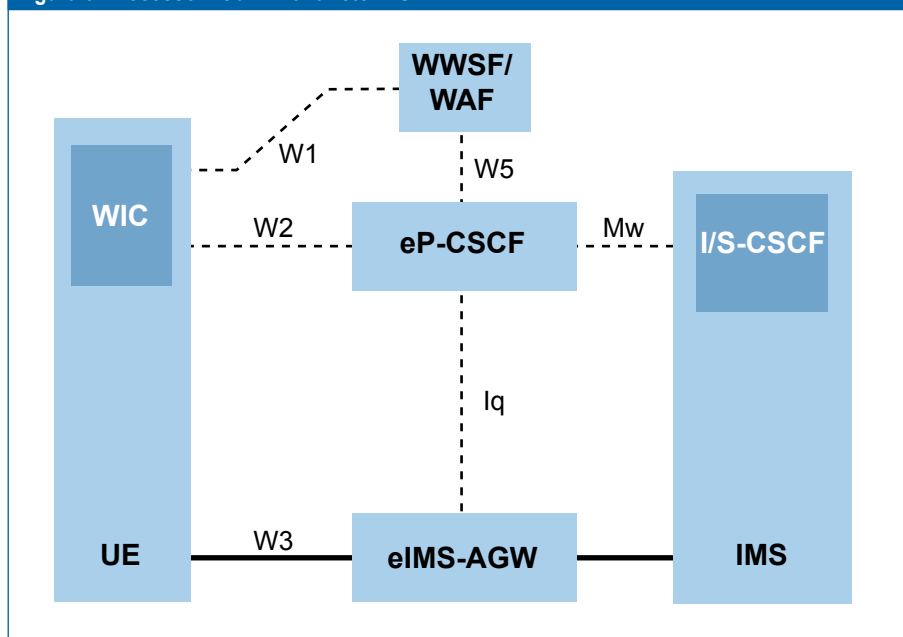
servizio WebRTC e per scaricare il WIC JavaScript. Il WAF (*WebRTC Authorization Function*) fornisce il supporto per la gestione dell'autenticazione web based. L'eP-CSCF (*P-CSCF enhanced for WebRTC*) costituisce il vero punto d'interlavoro dei protocolli di controllo tra l'inter-

faccia W2 e l'interfaccia Mw. Analogamente, l'eIMS-AGW supporta l'interlavoro del piano d'utente tra il Secure RTP utilizzato in accesso da internet e l'RTP utilizzato verso la rete IMS.

Il continuo dispiegamento della tecnologia IMS nelle reti di differenti operatori fissi e mobili sta imponendo la necessità di dispiegare relazioni di *interconnessione IP*. Tali relazioni possono essere finalizzate alla semplice interconnessione IP delle reti o al dispiegamento di relazione di roaming.

Per questa ragione tra le principali attività di standardizzazione dell'IMS in 3GPP, una delle più significative finalizzata ad abilitare l'interconnessione IP tra reti IMS. In particolare 3GPP ha definito la specifica 3GPP TS 29.165 che costituisce il profilo di riferimento per tutti i servizi IMS all'interconnessione tra due reti IMS e che è referenziata in alcune specifiche nazionali come ad esempio la ST 769. Inoltre l'interconnessione IP tra reti IMS può prevedere l'introdu-

Figura 3 - Accesso WebRTC alla rete IMS



zione di una funzionalità di transito IMS ospitata all'interno della rete che controlla gli utenti finali, oppure ospitata presso un altro Operatore o carrier.

Il transito tra una rete originante ed una terminante (che possono essere reti IMS oppure reti tradizionali a commutazione di circuito) è effettuato grazie ad una *IMS transit network*. L'*IMS transit network* è costituita da una funzionalità di transito (Transit Function) che, oltre a svolgere le tradizionali funzionalità di routing, è capace di invocare sull'interfaccia Mf un Application Server che può implementare logiche di routing più complesse. L'AS può essere invocato dalla Transit Network sulla base di criteri denominati Transit Invocation Criteria e basati su informazioni presenti nella segnalazione SIP. Tale architettura oltre a gestire il transito del traffico abilita l'Operatore di transito a svolgere logiche di servizio sempre più complesse sul traffico scambiato, incrementandone i possibili profitti.

Il controllo IMS è stato arricchito con la specifica dei casi di *roaming*, quando l'utente mobile è attestato sulla rete d'accesso di un altro operatore mobile (Visited PLMN). La definizione del roaming negli enti di standardizzazione ha dovuto tenere conto di alcuni aspetti fondamentali:

- a differenza del roaming per la un utente CS, in cui il controllo delle chiamate per l'utente in roaming è delegato localmente dall'MSC della Visited PLMN, il controllo IMS delega alla Home PLMN il controllo della sessione;
- il numero di reti coinvolte nella chiamata tra due utenti, di cui almeno uno è in roaming, deve essere quanto più possibile ridotto per limitare gli impatti sulla qualità percepita (ad esempio in termini di ritardo);

- i modelli tecnico-commerciali di relazione (interconnessione e roaming) tra gli operatori dovrebbero essere preservati quanto più possibile soprattutto per i servizi di telefonia già esistenti.

In questa prospettiva è stata specificata una Roaming Architecture for Voice over IMS with Local Breakout, che abilita il Local Breakout nella rete IMS visitata dell'utente chiamante. Questo modello consente che la chiamata dalla Visited PLMN del chiamante sia indirizzata direttamente alla Home PLMN dell'utente chiamato dopo un'interazione con la Home PLMN del chiamante. Tale architettura supporta ulteriori scenari di traffico ad esempio in caso di servizi erogati dalla Home PLMN dell'utente chiamante o di servizi di intercettazione legale del chiamante.

2 La memoria della rete: il Data Layer

In una rete di telecomunicazioni una componente fondamentale del livello di controllo è costituito dall'insieme dei dati d'utente e dati di rete che devono essere conservati permanentemente o temporaneamente.

Fin dalla Release 9 in 3GPP è maturata l'esigenza di far evolvere i tradizionali data base della rete mobile (tipicamente HLR e HSS) in un'architettura capace di gestire il numero crescente di utenti e le molteplici funzionalità di una rete multimediale che utilizzano i dati di utente per il loro espletamento. È stato definito il concetto di *User Data Convergence* che, con il minimo impatto sulle procedure di segnalazione esistenti, ha lo scopo di assicurare la consistenza dei dati di utenti che possono essere utilizzati allo stesso tempo da molteplici

applicazioni di rete, facilitando quindi anche la creazione di nuovi servizi.

Nella *Figura 4* è mostrata l'architettura dell'UDC, che separa la registrazione dei dati di utente dalla logica applicativa delle funzionalità 3GPP.

I dati di utente sono registrati in modo logicamente centralizzato nello UDR (*User Data Repository*). Elementi di rete e funzionalità sono pensati in modo da accedere ai dati di utente da remoto (tramite l'interfaccia Ud) senza registrare nulla a livello locale. Tutta la logica applicativa è quindi eseguita separatamente e più Front End (e.g. HLR/HSS/AUC, Application Servers, Access Network Discovery and Selection Function, nodi di Core Network, Provisioning system) possono accedere agli stessi dati senza la necessità di prevedere sincronizzazioni particolari tra Network Element differenti.

Nella scelta del protocollo da adottare sull'interfaccia Ud, il 3GPP ha considerato la necessità di procedere read&write molto veloci gestibili tramite protocollo LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) e sul fatto che eventuali cambiamenti dei dati centralizzati andavano notificati a tutti i FE interessati. Quest'ultima parte, opzionale, è effettuata tramite il protocollo SOAP/XML (*Simple Object Access Protocol/Extensible Markup Language*). Di fatto su interfaccia Ud è previsto un doppio stack protocollare LDAP+SOAP.

Il lancio dell'LTE prima e del VoLTE poi costituiscono dei forti driver per il dispiegamento dell'architettura UDC in quanto nelle attuali implementazioni ogni dominio di rete utilizza un proprio data base (HLR, HSS LTE, HSS IMS) e quindi è opportuno evitare di duplicare i profili di utente centralizzandoli.

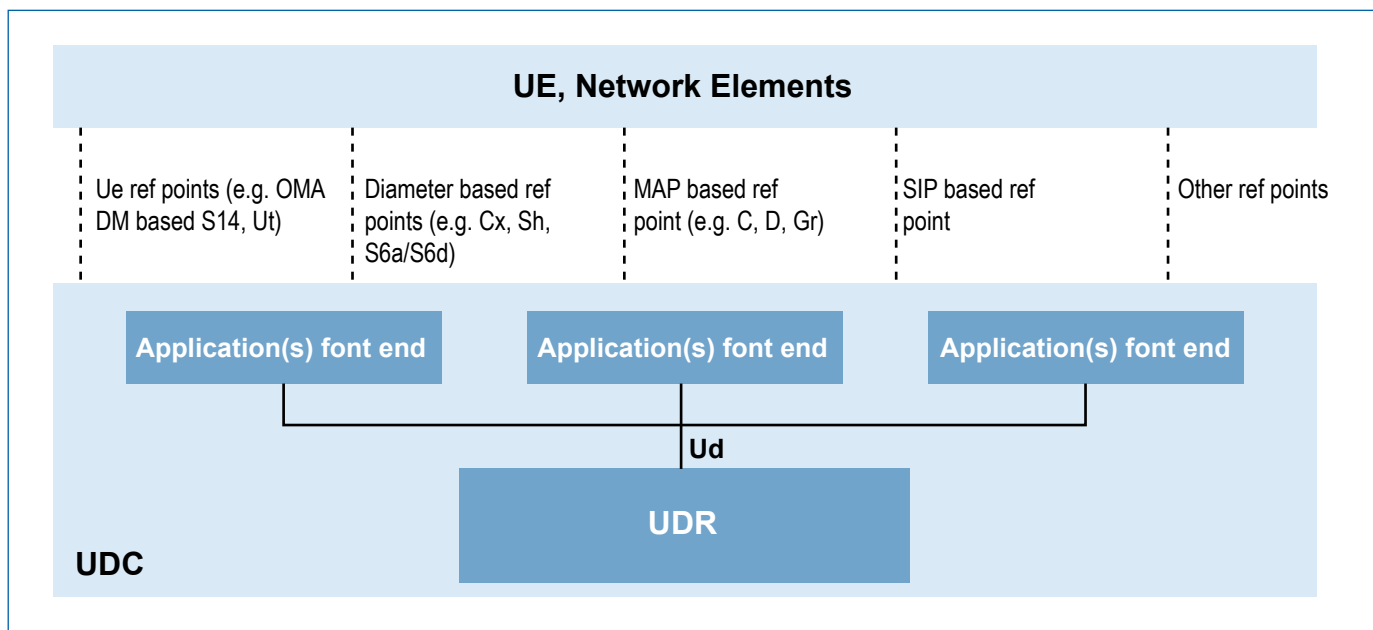


Figura 4 - Architettura UDC

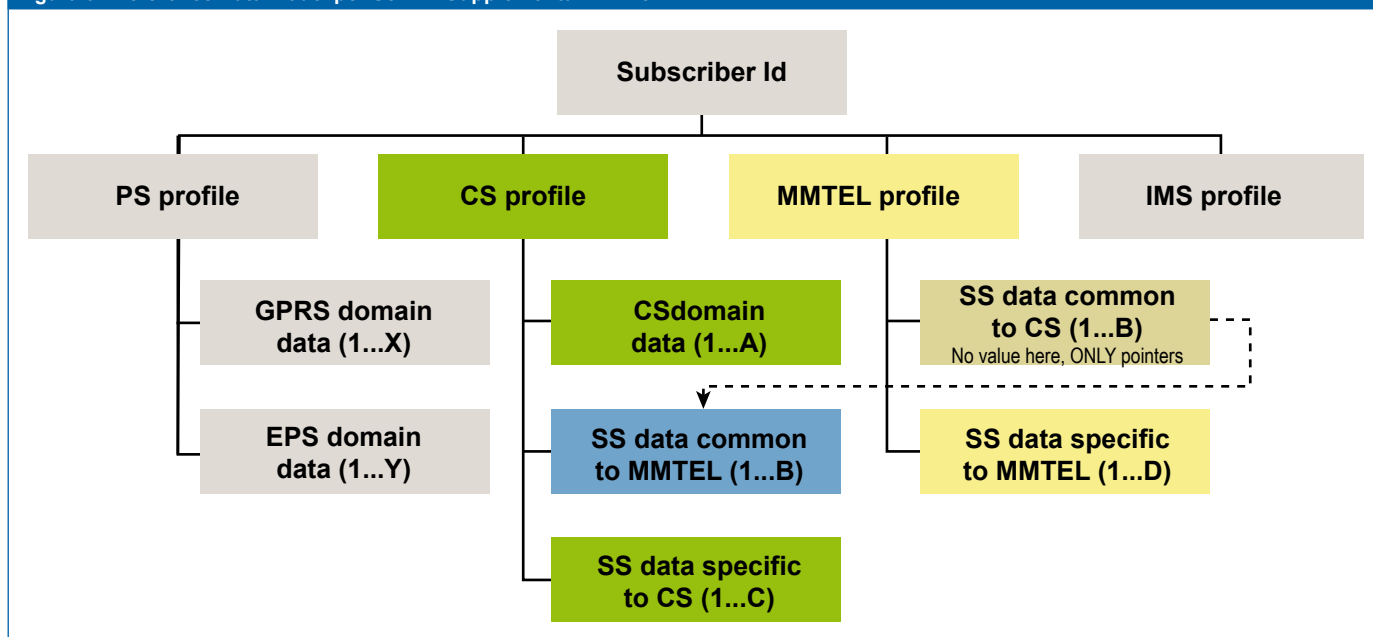
L'attività dell'UDC è stata molto intensa in 3GPP dove l'impegno principale da parte degli Operatori è stato quello di fornire gli strumenti per definire un Reference Data Model trasportato sull'interfaccia Ud che sia comune a implementazioni UDR e FE di fornitori differenti. Dato che molte caratteristiche di questo data

model sono specifiche per i singoli Operatori, è stato redatto il 3GPP TR 29.935, che descrive come un Operatore possa integrare il suo data model per essere recepito da diverse implementazioni.

Uno dei temi più importanti che sarà gestito con l'architettura UDC è la gestione dei servizi supple-

mentari nei domini CS e IMS. Con l'attuale implementazione, che ricordiamo prevede HLR e HSS IMS separati, la sincronizzazione non è automatica ed è lasciato all'utente l'onere di avere servizi supplementari sincronizzati. La Figura 5 mostra come, grazie alla gestione centralizzata dei dati di utente, si

Figura 5 - Reference Data Model per Servizi Supplementari MMTel



possano automaticamente sincronizzare tutti i servizi supplementari in UDR ed i dati di sottoscrizione contenuti nel profilo di MMtel (*Multimedia Telephony*) possono essere messi in relazione con quelli del dominio CS mediante la definizione di un insieme comune che è sincronizzato automaticamente.

Dal punto di vista del dispiegamento in rete, l'architettura UDC utilizza un trasporto IP e quindi è facilmente raggiungibile da tutti i siti dell'Operatore. Va però evidenziato che il profilo di utente è utilizzato in molte procedure di rete che richiedono un'alta velocità di esecuzione. Pertanto particolare attenzione va posta ai ritardi di trasferimento delle interfacce IP che trasportano i protocolli XCAP/SOAP del reference point Udr tra FE e UDR.

3 Il sistema nervoso della rete: la rete di segnalazione

Negli ultimi anni si è potuto assistere nelle reti degli Operatori ad un'evoluzione delle componenti di segnalazione, che hanno visto il loro sviluppo all'interno degli enti di standardizzazione. Tali scenari innovativi hanno comportato nuove funzionalità di tariffazione, controllo e sottoscrizione, lo sviluppo della rete LTE e dei servizi IMS, il controllo di sonde di monitoring e controllo e la possibile apertura verso terze parti di logiche di policy.

I principali protocolli di segnalazione che abilitano gli scenari innovativi di una rete di controllo multimediale sono:

- il **SIP**, il protocollo di controllo delle sessioni multimediali (concepito come erede dell'ISUP e del BICC delle reti di segnalazione classiche);
- il **Diameter**, protocollo di gestione dei meccanismi di AAA (*Authen-*

tication, Authorization, and Accounting) ed erede del RADIUS e delle funzionalità MAP di rete mobile;

- l'**http**, che, per la sua flessibilità e larga disponibilità, costituisce uno strumento molto diffuso per il trasporto di altri linguaggi come ad esempio *XML* e *REST* con le loro applicazioni.

Questi protocolli, che esistono già nelle reti di un operatore di telecomunicazioni, costituiranno una componente sempre più significativa della segnalazione, modificando significativamente le reti e le loro architetture. In particolare SIP e Diameter avranno già nell'immediato futuro una rapida diffusione in virtù dei dispiegamenti di LTE e dei nuovi servizi multimediali (VoLTE, ViLTE ed RCS) che molti Operatori hanno già pianificato di dispiegare.

3.1 Il protocollo Diameter

Il protocollo Diameter (descritto nella IETF RFC 6733) è un protocollo IP-based che si propone come uno strumento più completo rispetto ai precedenti standard per la gestione dei meccanismi AAA in quanto maggiormente flessibile e con meccanismi più robusti di affidabilità e sicurezza. L'applicabilità del Diameter nelle reti di nuova generazione è particolarmente interessante in alcuni scenari già dispiegabili nelle reti.

Ad esempio l'architettura di *Policy & Charging Control* sviluppata in 3GPP utilizza le proprietà Diameter per il controllo dei nodi di trasporto della rete mobile, in particolare il GGSN ed il PGW.

La segnalazione Diameter è inoltre utilizzata per gestire i meccanismi di RTC (*Real Time Charging*) di un utente prepagato che utilizzi la rete

mobile a pacchetto. Tale interazione avviene su interfaccia Gy tra i nodi GGSN ed il sistema di charging online (OCS) implementato in 3GPP.

Le logiche MAP utilizzate nelle reti a circuito per interagire con i database che contengono i profili di utente e di rete sono state integrate con le applicazioni Diameter (maggiormente ricche di attributi) permettendo le interazioni tra i nodi di controllo multimediale e i nuovi database (HSS).

Negli scenari di roaming LTE la segnalazione Diameter si rivela particolarmente utile per lo scambio di informazioni tra i nodi di rete visited e di rete home, sia per il recupero delle informazioni di utente (tramite S6a tra l'HSS nella Home PLMN e l'MME nella Visited PLMN), sia per lo scambio delle politiche di controllo d'utente registrate nell'architettura di policy della rete Home (tramite interfaccia S9 tra l'H-PCRF ed il V-PCRF). Una possibile architettura di roaming LTE è indicata nella *Figura 6*.

Sempre nell'ambito del roaming LTE, un DEA (*Diameter Edge Agent*) può essere adottato come punto di interconnessione Diameter tra due reti in caso di roaming per scopi di access control, steering del roaming, sicurezza e protezione.

Una rete di segnalazione Diameter si è rivelata inoltre particolarmente efficiente e flessibile nel supporto di un servizio di telefonia e videocomunicazione su IP con integrazione di funzionalità avanzate (come ad esempio Servizi di Conferenza, ecc.). Per questo motivo tale segnalazione è stata ampiamente adottata per il supporto di servizi multimediali quali il VoIP, il VoLTE, il ViLTE ed i servizi di RCS (*Rich Communication Services*). La *Figura 7* mostra in sintesi le interazioni Diameter presenti in una piattaforma IMS.

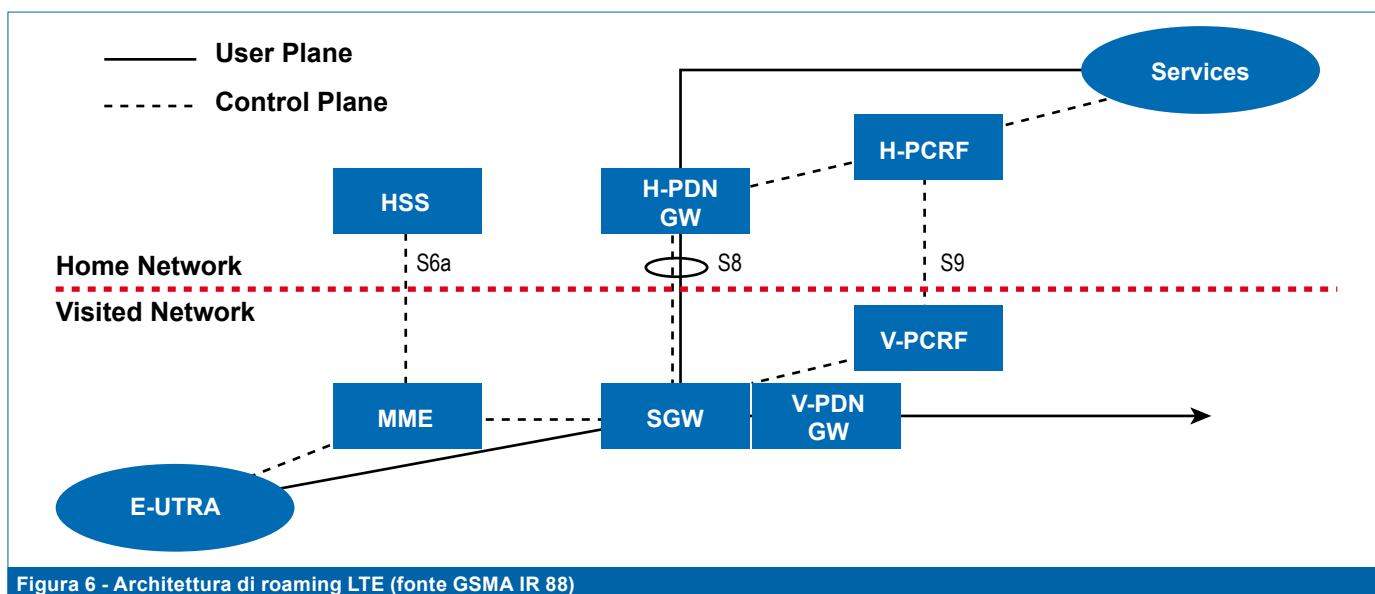


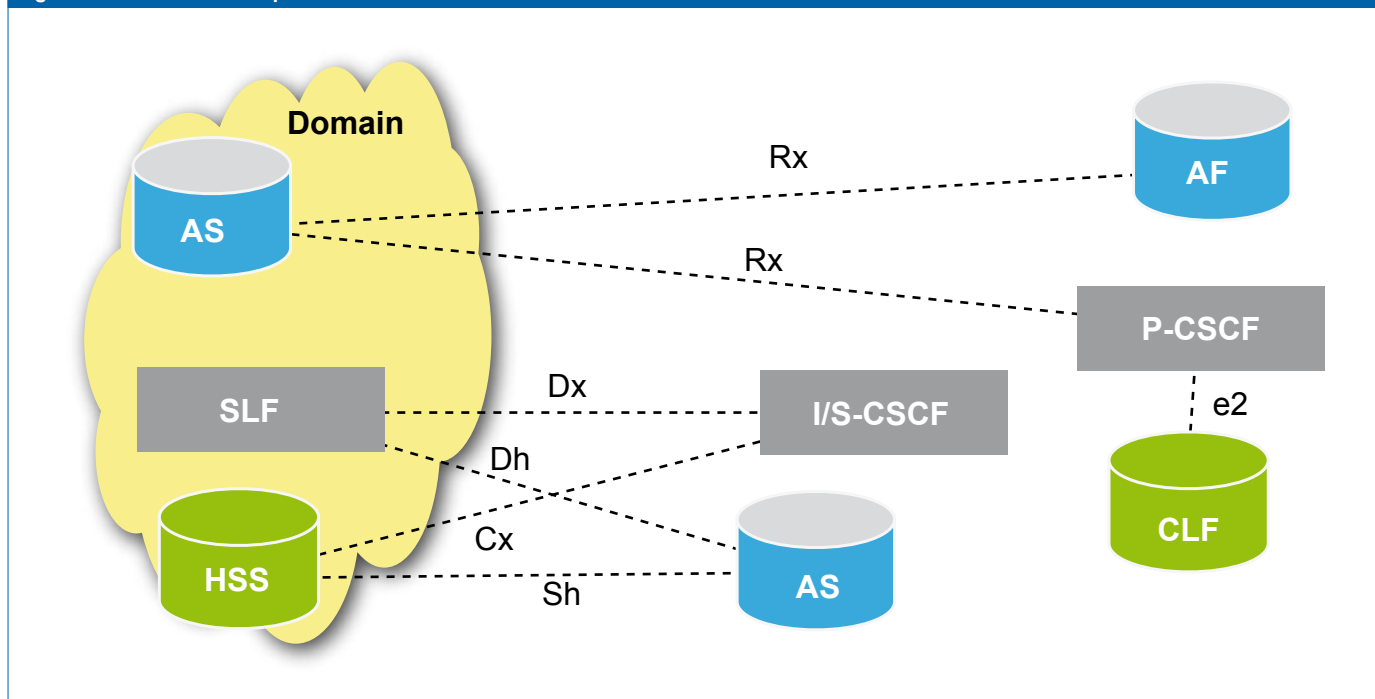
Figura 6 - Architettura di roaming LTE (fonte GSMA IR 88)

Un altro scenario di interesse riguarda l'applicazione di scenari di monitoring e controllo della rete nel caso in cui si vogliano prendere decisioni sulla base delle applicazioni che viaggiano in rete. Alcune azioni di enforcement possono essere fatte direttamente nel PGW/GGSN (ad esempio limitazioni di banda o

disabilitazione di servizi), ma altre possono essere realizzate più efficacemente ed indipendentemente dall'accesso tramite il controllo di sonde dispiegate in rete note con il nome di TDF (*Traffic Detection Function*). L'interfaccia di controllo offerta dal PCRF in questo caso è l'interfaccia Sd (3GPP TS 29.215),

evoluzione delle interfacce Gx ed Rx già note nell'architettura di Policy. Guardando al futuro, le componenti di segnalazione Diameter potranno essere utilizzate per consentire l'introduzione di logiche di *Policy Enhancements* per offrire scenari di Sponsored Connectivity verso terze parti, ovvero offrire a clienti

Figura 7 - Flussi Diameter per IMS



esterni (es grandi aziende) funzioni di Service Exposure che implementino direttamente le loro offerte di servizio.

4 Il sistema sensoriale: evoluzione del Policy Management

L'architettura di Policy si sta rivelando una piattaforma essenziale di sviluppo della rete dell'Operatore sia per il controllo della propria rete, sia perché possibile abilitatore di nuovi ricavi verso mercati non del tutto esplorati, soprattutto con l'introduzione di un insieme di accessi broadband e di servizi multimediali sempre più variegato e spesso afferenti in continuità allo stesso cliente.

La soluzione fornita dallo standard per l'evoluzione delle logiche di con-

trollo è data dal PCRF illustrato sinteticamente in *Figura 8*. La specifica architetturale di riferimento è la 3GPP TS 23.203.

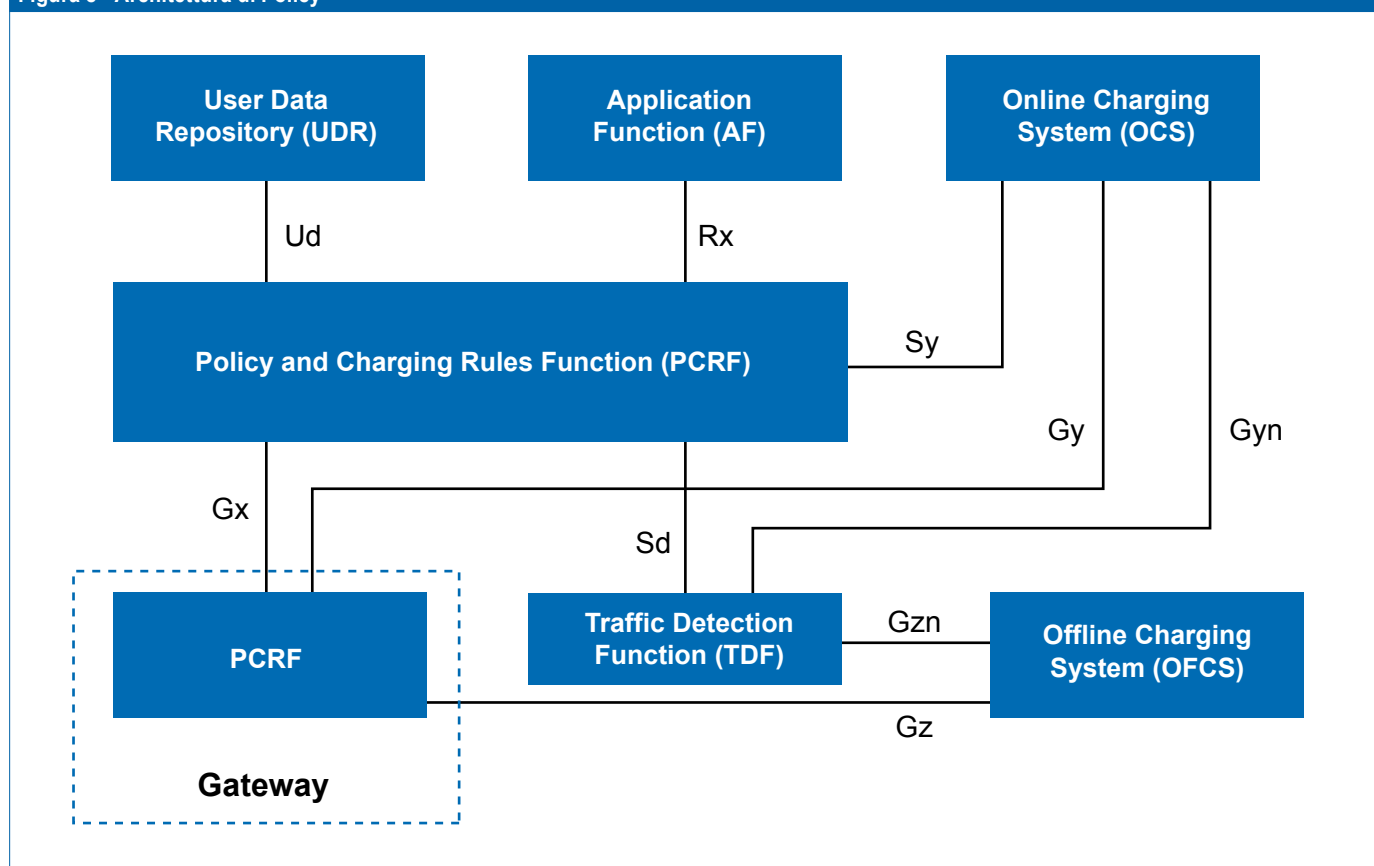
L'elemento centrale dell'architettura PCC, rappresentata in *Figura 8*, è il PCRF (*Policy Control and Charging Rules Function*), che raccoglie informazioni ed eventi da tutti gli altri elementi dell'architettura e prende decisioni sulla base dei profili di servizio memorizzati in un database (UDR o SPR). Ad esempio il PCRF può raccogliere informazioni sul superamento delle soglie di spesa dell'utente dai sistemi di charging online (interfaccia Sy), i dati identificativi dei flussi di traffico (indirizzi IP e porte) e dei relativi requisiti di QoS dai server applicativi (interfaccia Rx), la notifica di attivazione di una connessione a PDN ed il consumo di traf-

fico su di essa dai nodi di trasporto (interfacce Rx e Sd) e molto altro ancora. Le decisioni prese sulla base delle informazioni raccolte vengono poi tradotte dal PCRF in specifiche regole di trattamento del traffico messe in atto dal PCEF (*Policy and Charging Enforcement Function*), localizzato sul PGW, ed eventualmente dal TDF (*Traffic Detection Function*), ovvero una sonda DPI che in alcuni scenari di dispiegamento può essere posizionata in prossimità del PGW.

Le funzionalità del PCRF definite dal 3GPP e tecnologicamente mature sono quelle di

- access control: (abilitazione dei flussi IP autorizzati ad attraversare la rete dell'Operatore);
- QoS control (assegnazione e gestione di una policy di QoS specifico per flusso e per utente);

Figura 8 - Architettura di Policy



- charging control (gestione di un profilo di charging online/offline specifico per flusso e per utente);
- usage monitoring control (controllo delle risorse usate da un utente e conseguente attuazione di regole ad hoc);
- application and detection control: il PCRF attiva verso i nodi di trasporto PCEF o TDF la richiesta di riconoscimento del traffico a livello applicativo al fine di attuare specifiche azioni di enforcement o di monitoring del traffico.

La combinazione di tali funzionalità permette all'Operatore di confezionare servizi personalizzati per cliente o di attuare policy di controllo del traffico (ad esempio riduzione di banda o disabilitazione di servizi).

Una particolare applicabilità dell'architettura di Policy si avrà con i servizi VoLTE e ViLTE, dove il PCRF avrà il compito di abilitare l'assegnazione di un bearer dedicato a QoS garantita per poter usufruire di servizi video e voce arricchiti.

Inoltre sono di recente introduzione e analisi nello standard alcune *funzionalità evolutive*, che potranno essere introdotte nella rete degli Operatori per poter portare nuovo valore aggiunto verso i clienti residenziali e business, ma anche per esigenze di enforcement e monitoring interne. Di seguito sono riportati i più interessanti.

4.1 Evoluzione del meccanismo di Usage Monitoring

Una soluzione di immediata attuabilità è data dall'evoluzione del meccanismo di *Usage Monitoring* introdotto in Rel-9, il quale permette l'identificazione di alcuni sotto-flussi specifici su cui non attivare tale controllo. Que-

sta feature permette ad esempio di evitare di conteggiare traffico all'interno del bundle fornito ad un utente (ad esempio 1GB) per specifici servizi (ad esempio eventi sportivi). La soluzione è già implementata in rete di alcuni Operatori in modo proprietario, ma la sua realizzazione standard apre anche a soluzioni innovative di fornitori non presenti in rete su cui si può garantire la interoperabilità.

4.2 Accessi xml-based e Application Server

Un altro scenario interessante è quello dell'abilitazione di *accessi xml-based verso Application Server* esterni. La continua evoluzione di servizi Internet-oriented e di logiche OTT verso terze parti ha comportato l'analisi di soluzioni che offrano un accesso alle funzionalità del PCRF non solo tramite Diameter (che per sua natura è un protocollo tipicamente da operatore TLC), ma anche verso linguaggi XML-based. Questa funzionalità risulta particolarmente interessante per aprire lo sviluppo di applicazioni, controllabili dal PCRF di un operatore, con un linguaggio ampiamente utilizzato da Service Provider e OTT.

La logica è quella di poter offrire ad una terza parte interessata a controllare la qualità dei propri servizi (si pensi ad Amazon, a Google/YouTube) la piattaforma di controllo dell'Operatore, offrendo a quest'ultimo uno strumento per ottenere nuovi ricavi ed accorciare il Time to Market. L'interfaccia xml sviluppata dal 3GPP offre un'occasione di apertura e sviluppo di nuovi servizi che non sono solo quelli IMS based.

4.3 Accessi broadband

Dopo molte ritrosie da parte di alcuni vendor, recentemente in 3GPP sono apparse soluzioni che prevedono l'impiego del PCRF anche verso *altri accessi broadband*, che non siano quelli tradizionalmente di rete mobile, come ad esempio gli accessi Wi-Fi e gli accessi fissi. Tale scenario è particolarmente interessante per un Operatore che voglia usare la stessa piattaforma sia per accessi fixed broadband, sia per esempio per accessi LTE.

4.4 Application Based Charging

Infine si vuole citare il caso di applicazione dell'architettura di policy per funzionalità di *Application Based Charging* su sonde. Come noto le sonde di ispezione del traffico sono state pensate per poter identificare le applicazioni che viaggiano in rete ed attuare politiche di monitoring e controllo. A queste funzionalità il 3GPP ha aggiunto una soluzione standard, che permette anche di applicare logiche di charging su base applicazione, riutilizzando i meccanismi già noti ed utilizzati dagli operatori telefonici. Queste logiche sono particolarmente interessanti ed applicabili indipendentemente dall'accesso di provenienza dell'utente e del traffico analizzato.

Conclusioni

Il livello di controllo delle reti dei prossimi anni darà la possibilità agli Operatori di gestire molteplici accessi e diverse tipologie di terminali. L'ultra-broadband è ormai una realtà e la multimedialità interpersonale sta di-

ventando sempre più diffusa. Inoltre i terminali si stanno differenziando maggiormente per i servizi offerti indipendentemente dalle tecnologie di accesso disponibili.

In questo contesto il livello di controllo definito nello standard opera in sostanziale neutralità tecnologica rispetto agli accessi, ai servizi

multimediali coinvolti ed alle tipologie di terminali adottati. A suo supporto il Data Layer abilita la profilatura unica del cliente, mentre l'architettura di policy permette la differenziazione dei servizi ed il controllo dell'accesso. La rete di segnalazione garantisce mediante nuovi paradigmi Internet-like l'in-

terazione efficiente tra queste componenti.

La standardizzazione tecnica continuerà così ad accompagnare il processo d'innovazione della rete, mentre gli Operatori ed il mercato determineranno le architetture e funzionalità che saranno realmente utilizzate ■

antonio.ascolese@telecomitalia.it
mauro.ficaccio@telecomitalia.it
roberto.procopio@telecomitalia.it



**Antonio
Ascolese**

Ingegnere in Telecomunicazioni con master in IC, entra in Azienda nel 2000 come ricercatore nel campo delle soluzioni radio wireless. Da allora si è occupato degli aspetti di innovazione delle reti 3G/LTE di Core Network, dell'evoluzione delle tecnologie IMS e VoLTE, delle soluzioni di convergenza di reti fisse e mobili e dell'evoluzione delle reti di segnalazione di nuova generazione. Dal 2009 al 2014 si è inoltre occupato di innovazione ed ingegnerizzazione delle piattaforme di Policy Control. In ambito internazionale è stato technical leader di alcuni progetti europei, delegato del gruppo ETSI TISPAN per gli aspetti protocollari ed architetturali e delegato 3GPP su aspetti architetturali (SA2), mentre dal 2007 è delegato CT3 sui temi di interconnessione IMS (è rapporteur della spec. TS 29.165) e Policy Control. Dal 2015 si occupa di progetti di Network Trasformation sui temi VoLTE, NFV e Decommissioning ▪



**Mauro
Ficaccio**

Ingegnere delle Telecomunicazioni con Master in ICT, dal 2001 lavora in Telecom Italia e fin dai primi anni si è occupato di tecnologie e standard di rete fissa e mobile, collaborando a numerosi progetti di Ingegneria per il lancio di nuove tecnologie di rete. Tra i più recenti: i progetti LTE e LTE-Advance e il progetto VoLTE/RCS. In ambito internazionale ha partecipato a progetti di ricerca europei e dal 2004 segue lo standard 3GPP; attualmente è delegato del gruppo 3GPP CT4 e del GCF Steering Group e siede, in qualità di Direttore Esecutivo, nel Board GCF. Dal 2013 coordina il gruppo di ingegneria dei terminali mobili ▪

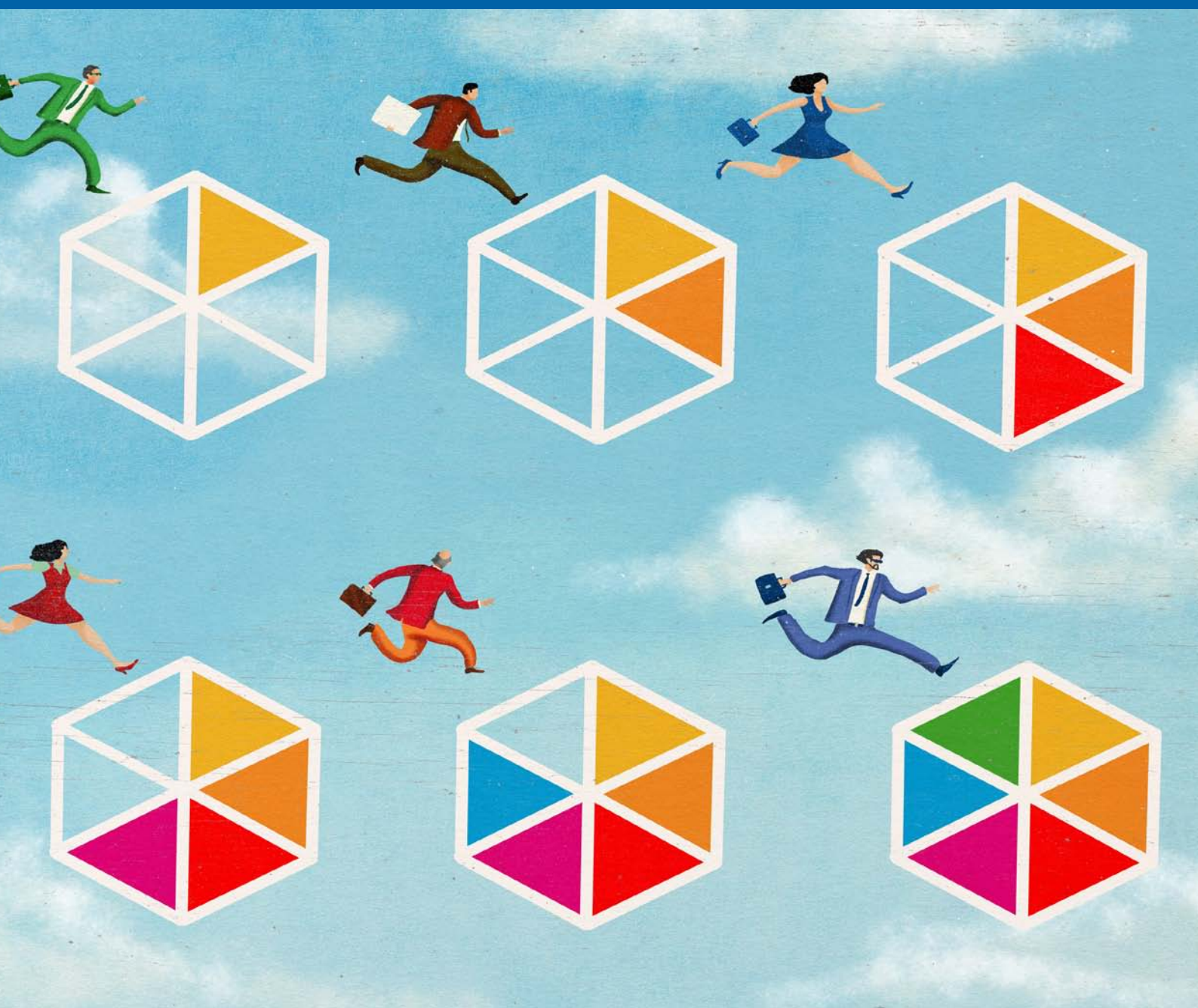


**Roberto
Procopio**

Ingegnere delle Telecomunicazioni, è entrato in Azienda nel 1998 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 ed in particolare oggi segue il 3GPP CT1. Dal 2001 ha collaborato alle attività di supporto alle partecipate estere su tematiche di UMTS ed IMS. Nel 2004 ha coordinato le attività di innovazione della core network mobile correlate ad UMTS ed IMS. Dal 2008 ha coordinato, 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. Oggi lavora come team leader su tematiche di innovazione della Core Network Mobile ▪

LA VIRTUALIZZAZIONE DI RETE: LO STANDARD NFV

Elena Demaria, Andrea Pinnola, Nicola Santinelli



La NFV (Network Functions Virtualization) introduce un cambio di paradigma nel modo in cui vengono realizzate le reti di telecomunicazioni, scindendo lo stretto legame tra hardware e software presente negli apparati proprietari odierni e consentendo lo sviluppo di funzionalità e di servizi di rete come applicazioni software, in modo flessibile ed agile.

L'Industry Specification Group NFV di ETSI sta guidando la standardizzazione del modello NFV riscuotendo grande attenzione da parte dell'Industria; altri enti e forum hanno quindi avviato attività sul tema NFV ed il progetto OPNFV ha rilasciato la prima release della Piattaforma NFV in Open Source.

1 Cosa è NFV

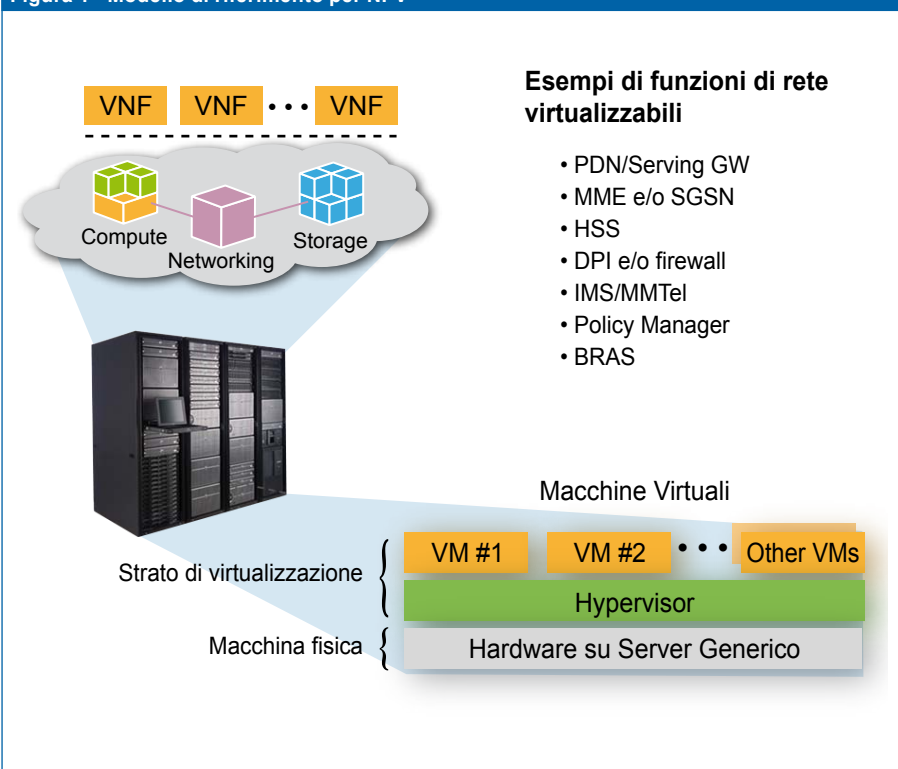
La NFV (*Network Functions Virtualization*) introduce un sostanziale cambio di paradigma nel modo in cui vengono realizzate le reti di telecomunicazioni, spezzando il legame tra hardware e software presente negli apparati odierni [1]. Con NFV le funzionalità di rete, sia fissa che mobile, diventano infatti applicazioni software, denominate VNF (*Virtual Network Function*), che l'operatore può istanziare su server COTS (*Commodity Off-The-Shelf*), quali ad esempio i classici blade system HP, IBM o di altri fornitori, sfruttando le tecnologie di virtualizzazione (*Figura 1*).

Ciò viene realizzato tecnicamente tramite l'utilizzo su ogni server di un livello software di astrazione, denominato strato di virtualizzazione o hypervisor, che permette di creare più macchine virtuali, le cosiddette VM (*Virtual Machine*), sulla stessa macchina fisica, in grado di eseguire applicazioni differenti nate per diversi sistemi operativi.

Le funzionalità di una VNF vengono realizzate attraverso moduli software in esecuzione su una o più VM, possono svolgere compiti diver-

si (e.g. load-balancing, processing della segnalazione, routing del traffico dati, etc.) ed essere istanziate su uno o più server fisici. Il mecca-

Figura 1 - Modello di riferimento per NFV



nismo è analogo a quanto avviene oggi per i servizi IT in esecuzione su piattaforme di Cloud Computing, con la differenza che le VNF possono richiedere opportune ottimizzazioni sull'hardware per soddisfare i requisiti di basso ritardo, scalabilità, ridondanza geografica e gestibilità tipici delle reti di telecomunicazioni.

Rendere il software indipendente dall'hardware sottostante, le cui specificità vengono mascherate dallo strato hypervisor, consente di:

- ottimizzare l'uso delle risorse, quali CPU, memoria, storage e network, attivando sullo stesso server fisico più VM che implementano diverse tipologie di servizio, in modo da sfruttare appieno la capacità disponibile e ridurre il consumo energetico (consolidamento hardware);
- ampliare o ridurre in modo dinamico la capacità allocata in base al carico effettivo (elasticità);
- garantire alta affidabilità, in quanto a fronte di un malfunzionamento hardware le VM possono essere facilmente migrate da un server all'altro;
- riconfigurare la topologia della rete quasi in tempo reale per ottimizzarne le prestazioni e/o estenderne la penetrazione;
- ridurre il TCO (*Total Cost of Ownership*) e migliorare il Time-to-Market, sfruttando la maggiore agilità e flessibilità offerta da NFV nel dispiegamento dei servizi.

2 La standardizzazione ETSI NFV

A partire da luglio 2012 un gruppo di operatori, tra cui Telecom Italia, ha avviato la discussione sulle potenzialità di applicazione delle tecnologie cloud alla rete, coniando il termine NFV, ed ha riconosciuto

l'esigenza di guidare l'intera comunità industriale per portarne avanti l'introduzione all'interno delle proprie reti. Ciò ha dato origine, nel novembre del 2012, alla pubblicazione di un White Paper [2] che spiegava le ragioni di tale necessità ed auspicava la creazione di un gruppo di standardizzazione dove portare avanti i lavori di specifica necessari ad avere soluzioni di virtualizzazione interoperanti e condivise.

Nel gennaio del 2013 è stato quindi creato un nuovo ISG (*Industry Specification Group*) all'interno di ETSI sulla *Network Functions Virtualization*, con l'obiettivo di definire un'architettura di riferimento e dettare le linee guida per lo sviluppo ed il deployment di nodi di rete virtualizzati [3]. Nel periodo gennaio 2013 – gennaio 2015 si è svolto il lavoro del primo biennio di mandato dell'ISG, denominato Fase 1, che ha portato alla definizione del set di documenti di specifica GS (*Group Specification*), che oggi costituiscono il riferimento per l'Industria nel percorso verso la virtualizzazione.

L'interesse per queste tematiche da parte dell'intera industria è testimoniato dal numero di aziende che nel corso degli anni sono entrate a far parte del gruppo, dai 52 partecipanti iniziali a gennaio 2013 fino ad arrivare ai 272 partecipanti a maggio 2015.

Dei documenti sviluppati, quattro assumono carattere generale [4-7] in quanto relativi agli Use Case applicativi, i Requisiti generali, la Architettura e la Terminologia, mentre i restanti riguardano i domini architetturali menzionati precedentemente, oltre ad aspetti tecnici più specialistici come performance, sicurezza e affidabilità. A seguire riportiamo un approfondimento sulla Architettura NFV, descrivendone i componenti principali.

2.1 L'Architettura NFV

L'architettura NFV (Figura 2), si compone di tre domini: il dominio delle funzioni di rete virtualizzate (*Virtual Network Functions*), il dominio dell'infrastruttura di virtualizzazione (NFV Infrastructure), ed il dominio MANO (*MANagement and Orchestration*). Ciascun dominio comprende a sua volta un insieme di componenti, elementi basilari specifici del dominio [6].

All'interno del dominio delle funzioni di rete virtualizzate [8] troviamo le VNF, cioè le componenti che esplicano le funzioni di rete e permettono la realizzazione dei servizi relativi, ed i rispettivi EM (*Element Manager*), i quali realizzano le tipiche funzionalità di gestione di telecomunicazione delle VNF.

Il dominio dell'infrastruttura di virtualizzazione [9], denominato NFVI (*NFV Infrastructure*), costituisce l'ambiente nel quale vengono dispiegate, gestite ed eseguite le VNF. Esso è costituito da componenti hardware generici il cui compito è sostanzialmente quello di fornire un pool di risorse fisiche di calcolo, di archiviazione e di connettività. Tali risorse vengono poi astratte da uno strato intermedio di virtualizzazione tramite il quale avviene il disaccoppiamento delle VNF dall'hardware sul quale vengono eseguite. Le funzioni esposte dallo strato di virtualizzazione sono quindi le astrazioni del computing, storage e network sottostanti.

Il dominio MANO [10], infine, è l'ambiente di gestione ed orchestrazione delle risorse infrastrutturali e delle funzioni virtualizzate con l'obiettivo finale di consentire la gestione dei servizi di rete sulla infrastruttura virtualizzata. A tal fine presenta tre componenti fonda-

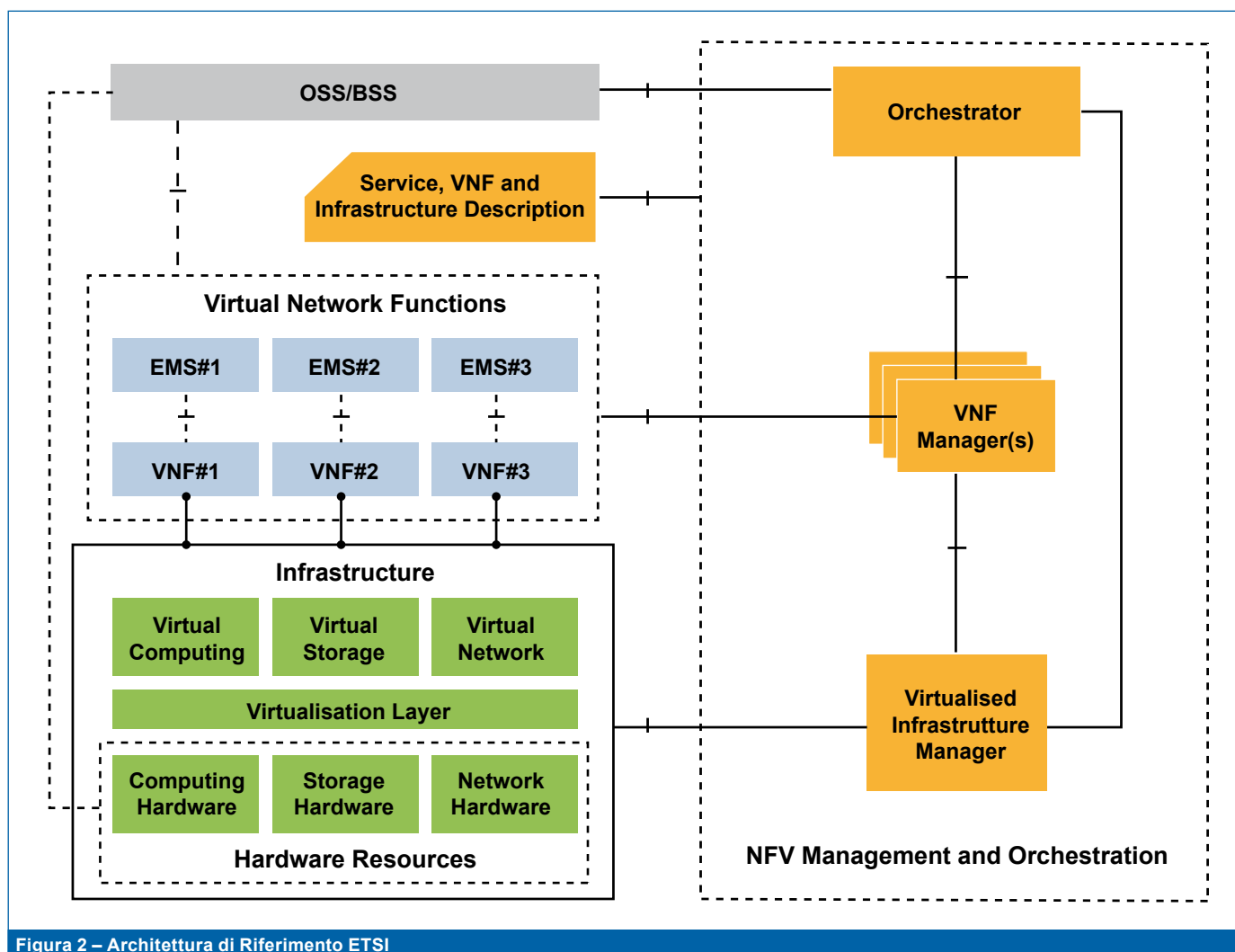


Figura 2 – Architettura di Riferimento ETSI

mentali che vengono qui di seguito descritti.

Il VIM (*Virtualised Infrastructure Manager*) è dedicato alla gestione dell'NFVI, ed è responsabile della allocazione delle risorse necessarie al dispiegamento delle VNF. Inoltre, raccoglie e notifica ai componenti interessati informazioni riguardanti performance e malfunzionamenti della infrastruttura. In base alla disponibilità di diversi sottodomini infrastrutturali, si prevede che un operatore possa decidere di dispiegare più di un VIM all'interno della propria rete.

Il VNFM (*VNF Manager*) è deputato alla gestione del ciclo di vita

di una o più VNF. Esso avvierà le procedure per istanziare, scalare, modificare e terminare le funzioni di rete virtualizzate sotto il suo controllo. La maggior parte delle funzionalità svolte dal VNFM vengono considerate generiche, ovvero applicabili a qualsiasi VNF; si ammette tuttavia la possibilità che alcune VNF 'complesse' possano necessitare di procedure specifiche gestibili da VNFM altrettanto specifici (verosimilmente, prodotti dallo stesso fornitore della VNF). Si prevede inoltre che un Operatore possa decidere di dispiegare più di un VNFM in base alla distribuzione delle VNF sull'infrastruttura.

L'NFVO (*NFV Orchestrator*) riveste una grande importanza all'interno dell'architettura. A questo componente sono infatti riservati due compiti fondamentali. Il primo consiste nella gestione del ciclo di vita dei NS (*Network Service*): analogamente al ruolo che riveste il VNFM per le VNF, sarà l'NFVO ad avviare le procedure per istanziare, scalare, modificare e terminare i servizi di rete. Il secondo compito è quello dell'orchestrazione delle risorse disponibili nell'infrastruttura tramite più VIM: di fatto, l'architettura impone che tutte le richieste di allocazione di risorse vengano preventivamente auto-

rizzate dall'NFVO o vi transitino attraverso. Esso agirà in accordo all'effettiva disponibilità di risorse e nel rispetto delle policy imposte dall'operatore. Contrariamente a quanto definito per VIM e VNFM, al momento si ritiene che l'NFVO debba essere unico.

2.2 Le attività di ETSI NFV Proof of Concept

Il gruppo NFV ha voluto evidenziare la forte attenzione ad incidere sull'evoluzione della rete sin dall'inizio lanciando l'iniziativa delle PoC (*Proof of Concept*) con logo 'ETSI NFV' [11-12]: si tratta di dimostrazioni congiunte tra almeno due vendor ed un Operatore, che mirano a dimostrare la fattibilità e l'interoperabilità delle implementazioni NFV.

Si è così definita una modalità di lavoro che ha incoraggiato i vendor e gli operatori ad identificare e realizzare scenari coerenti con l'architettura NFV che servissero a validare e portare avanti la realizzazione di funzionalità virtualizzate e delle componenti relative.

Un momento importante di esposizione delle PoC è stata la 'PoC Zone' presente all'SDN World Congress di Dusseldorf nell'ottobre del 2014 con 14 PoC dimostrate durante la conferenza [13]; si attende anche una maggiore partecipazione per la PoC Zone prevista nell'evento del 2015. Ad oggi, le PoC con etichetta NFV sono 36 di cui 21 già realizzate e 15 ancora in corso. Si registra come quest'attività abbia consentito di dimostrare in anticipo i concetti della virtualizzazione e di accelerare le realizzazioni da parte dei vendor in modo da poter dimostrare la fattibilità di un'architettura basata su NFV.

2.3 Lavori in corso: la Fase 2

Data la validità dei risultati conseguiti, si è deciso che il gruppo ETSI NFV avesse le carte in regola per proseguire con il suo mandato al fine di portare a maturazione il lavoro svolto. Nel gennaio del 2015 si è così aperta la Fase 2, con l'obiettivo di produrre specifiche normative che abilitino l'interoperabilità end-to-end di dispositivi e servizi [14]. A tal fine, sono stati istituiti cinque WG (*Working Group*), ciascuno dei quali è attivo su una tematica differente. In particolare, i team di esperti relativi ad affidabilità (NFV REL) e sicurezza (NFV SEC) hanno proseguito le attività avviate in Fase 1, mentre sono stati definiti tre nuovi gruppi di lavoro riguardanti gli aspetti di gestione dell'ecosistema (NFV EVE), le interfacce e le architetture (NFV IFA), il testing (NFV TST).

Il WG NFV IFA in questo momento sta assorbendo la maggior parte delle energie dei partecipanti. Data l'importanza, ricordiamo che il WG al suo interno è strutturato in quattordici WI (*Work Item*) articolati come segue:

- quattro WI riguardano le tecniche di accelerazione hardware impiegabili in ambito NFV e, di fatto, costituiscono un blocco deputato ad ottenere su hardware 'generico' prestazioni equivalenti a quelle ottenibili con hardware dedicato, tema molto sentito dai vendor;
- sei WI sono deputati a specificare le interfacce del dominio MANO, assieme agli elementi informativi che vi transitano; si tratta di attività fondamentali per ottenere la gestibilità della piattaforma ed un ambiente multivendor ed interoperabile;
- due WI si occupano dei template informativi di Network Service (NS) e VNF, descrittori di alto livello contenenti regole da rispet-

tare per la loro definizione, sia in fase di dispiegamento che, più in generale, durante tutto il ciclo di vita

- un WI descrive i requisiti funzionali validi per l'intera architettura;
- un WI, di carattere informativo, riporta le varie opzioni architetture ammesse dal modello ETSI NFV.

Senza entrare nei dettagli, evidenziamo come i lavori sulle interfacce siano un ambito sensibile sia per gli operatori che per i fornitori: se i primi mirano a rendere obbligatoria la maggior parte delle funzionalità supportate dal modello in modo da avere garantita più libertà possibile nel dispiegamento dei servizi offerti, i secondi spingono per rilassare alcuni requisiti convertendoli in opzionali così da limitare l'impegno derivante dall'implementazione di tali funzionalità. Telecom Italia è attivamente impegnata a supportare soluzioni il più possibile interoperanti e aperte.

Anche per il ciclo di Fase 2, l'ISG NFV ha ottenuto a gennaio 2015 dal Board ETSI 2 anni di tempo per completare i suoi lavori di specifica. Si prevede che tutti i documenti GS relativi al WG IFA entreranno nello stadio di 'Final Draft' a gennaio 2016, giungendo alla pubblicazione della prima release a marzo 2016. Nell'ultima riunione plenaria (maggio 2015) è stato deciso di rendere pubblicamente accessibili tutti i documenti in formato Draft di qualunque WG, lanciando un segnale di forte apertura nei confronti del mondo esterno e, al contempo, favorendo e incentivando la ricezione di feedback da parte dell'Industria.

Viste le richieste di collaborazione già pervenute, è lecito aspettarsi che enti, consorzi e forum interessati al lavoro di ETSI si attivino sul tema. E' quindi utile una panoramica sull'ecosistema degli standard e la relazione con l'Open Source.

Aspetti di gestione per le reti virtualizzate in 3GPP

In ambito 3GPP gli aspetti di management della rete e dei servizi sono curati dal working group 3GPP SA5 che, in particolare, ha l'obiettivo di specificare i requisiti, le architetture e le soluzioni funzionali per il provisioning e il management delle reti radiomobili e i servizi forniti da queste. Inoltre esso definisce le soluzioni (architetture e protocolli) per il charging seguendo le specifiche sviluppate da altri WG.

Nell'ambito delle attività di normativa del working group SA5 per la release 13 è stato attivato uno study item dal titolo "Study on Network Management of Virtualized Networks" (TR 32.842) riguardante gli aspetti di management di reti virtualizzate.

Il proposito dell'attività è stato quello di identificare gli aspetti fondamentali (principalmente use case, requisiti e funzionalità) per la gestione della core network 3GPP virtualizzata tenendo conto dell'architettura definita dal progetto ETSI NFV-MANO.

Tale attività (che è nella fase finale in quanto il termine previsto è il prossimo giugno 2015) riguarda gli aspetti gestionali di core network miste (composte sia da nodi non virtualizzati sia da nodi virtualizzati).

In particolare, lo studio ha preso in considerazione use case significativi per gli aspetti di gestione di core network miste. Tenendo conto di quanto definito nel progetto ETSI NFV MANO, sono stati valutati sia scenari di rete completamente virtualizzata sia scenari di rete mista, estraendone requisiti per possibili soluzioni funzionali, infine è stata fatta una valutazione dell'impatto che tali scenari hanno sull'architettura di riferimento (vedi la figura A) con la valuta-

zione di possibili modifiche da apportare per soddisfare le funzionalità di management del 3GPP.

Use case e funzionalità

Gli use case e i relativi scenari, presi in considerazione sono:

- Use case per il Fault Management: gli scenari e le funzioni coinvolte hanno lo scopo di gestire i seguenti eventi:
 - allarme generato da un VNF (per un VNF failure) verso un Element Manager;
 - allarme catturato da un Element Manager (per un VNF failure);
 - allarme generato da un VNFC (singolo componente di una VNF): in questo caso l'allarme è inviato al VNFM che può notificare o meno l'evento all'EM;
 - notifica da parte di VNFC che hanno subito un degrado funzionale dovuto a procedure di maintenance di NFVI (infrastruttura);
 - un guasto a livello di VM è rilevato da una VNF: in questo caso la VNF invia la notifica all'EM di riferimento.
- Use case per il Configuration Management: sono stati considerati i seguenti casi:
 - istanziazione e configurazione di una VNF (in ambito di rete mista): in questo caso gli elementi coinvolti sono l'EM, il NM, il NFVO, VNFM e il VIM;
 - gestione della configurazione di una VNF da un EM: in questo caso anche NFVO, VNFM e VIM possono essere coinvolti per adeguare alle esigenze dell'ambiente virtuale la VNF configurata dall'EM;
- riattivazione automatica della connessione tra eNB e mMME dopo che quest'ultimo è stato aggiornato: in questo caso l'eNB è un elemento non virtualizzato che è collegato logicamente ad una VNF di core network (mMME).
- Use case per il Performance Management: in questo caso una VNF invia misure di prestazione all'EM.
- Use case per la gestione del ciclo di vita della Core Network: in questo ambito gli use case considerati sono:
 - attivazione di un Core Network Service: si prevede l'istanziatura e la configurazione di molte VNF, in questo caso gli elementi coinvolti riguardano tutti i blocchi di management specifici dell'architettura 3GPP (NM ed EM) e di quelli ETSI MANO (NFVO, VNFM e VIM);
 - scaling di un Core Network Service: questa funzionalità può essere attivata, a livello di NM, sia manualmente sia automaticamente (grazie a funzionalità di load balancing);
 - modifica di istanze di Core Network Service dovute a modifica di istanze delle VNF coinvolte;
 - terminazione di una istanza di Core Network Service: anche in questo caso la procedura coinvolge più VNF con impatto sia lato EM, NM sia NFVO, VNFM e VIM;
 - use case riguardanti un VNF package: in particolare si hanno le seguenti funzionalità: caricamento a sistema, abilitazione/disabilitazione ed aggiornamento;
 - use case per la gestione della singola istanza di una VNF: le

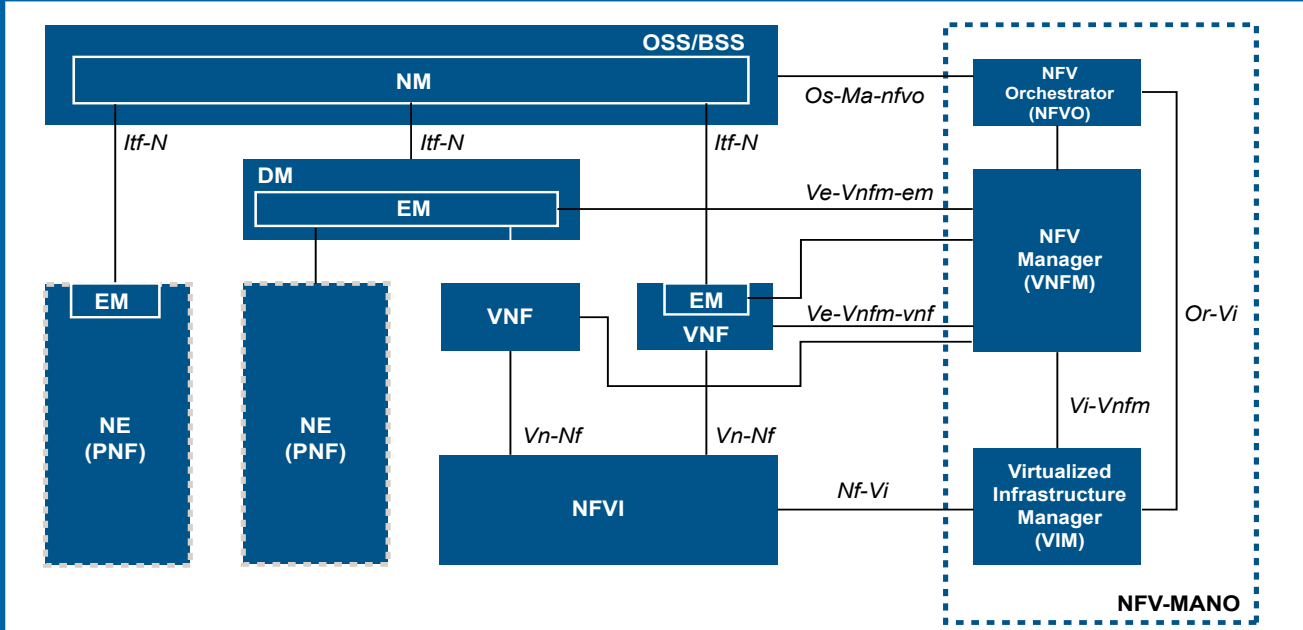


Figura A - Architettura di riferimento

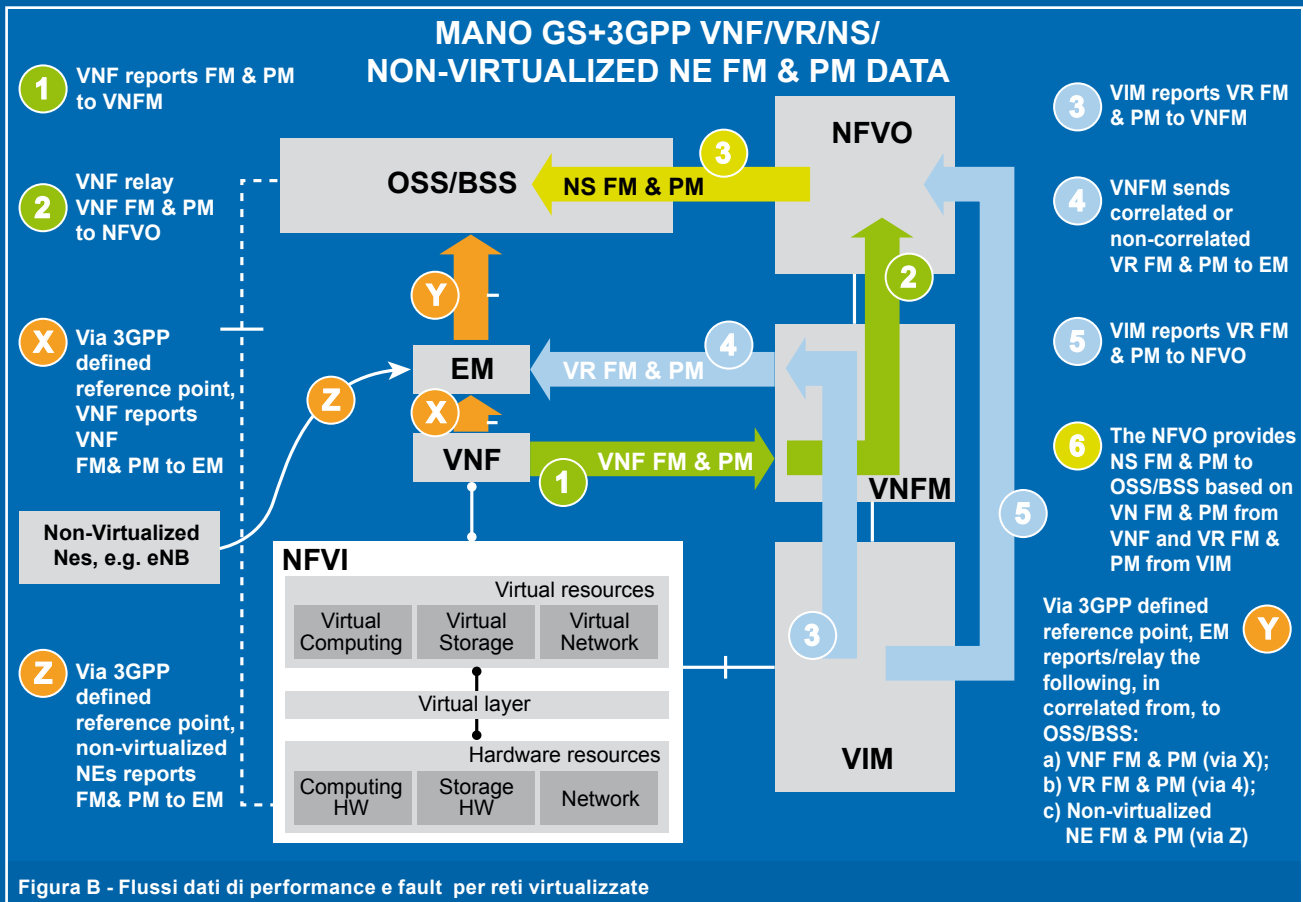


Figura B - Flussi dati di performance e fault per reti virtualizzate

funzionalità definite riguardano la espansione, la contrazione e la terminazione.

Dallo studio degli use case sono stati individuati dei requisiti funzionali con possibili soluzioni (per un approfondimento si faccia riferimento al TR 32.842-100) ed una valutazione del impatto sulla architettura di riferimento (Figura A).

In collaborazione con il progetto ETSI NFV-MANO sono inoltre stati definiti sull'architettura i flussi generali dei dati sia di performance sia di fault management (PM e FM) rappresentati in Figura B.

Ai flussi dall'1 al 6 (definiti dal progetto ETSI NFV MANO) sono stati aggiunti, dal gruppo 3GPP SA5, quelli x, y e z che integrano i primi in un ambito di rete mista ■

3 L'ecosistema degli standard e la relazione con l'Open Source

La visione NFV sta trasformando il modo in cui le reti vengono concepite, realizzate e gestite ma per realizzarsi richiede il supporto dell'intero ecosistema degli standard sino ad abbracciare il mondo dell'Open Source.

La tecnologia NFV è già proposta infatti in applicazioni di nicchia nelle reti correnti ma la sua applicazione su larga scala richiede di andare oltre al confine delle specifiche ISG NFV, pensate per essere indipendenti dal contesto specifico di applicazione della rete, e di declinarle progressivamente sui diversi contesti di rete.

Per le reti mobili, il 3GPP avendo apprezzato la evoluzione prevista ha avviato dallo scorso anno un approfondimento specifico sulla gestione delle reti cosiddette 'miste' cioè con componenti sia fisici che virtualizzati; per fare questo è stato definito uno specifico Study Item di cui si riporta un approfondimento [15].

Si è poi avviato un primo dibattito sulla evoluzione delle architetture mobili virtualizzate; la prospettiva derivata è che si accoglierà l'evoluzione prevista nella prossima release 14 che sarà orientata alla quinta generazione (5G) del radiomobile. Il 5G sarà la prima tecnologia radiomobile nativamente virtualizzata facendo leva sulle tecnologie NFV ed SDN [16], secondo il consorzio NGMN di cui Telecom Italia fa parte. Forte attenzione sta

inoltre ricevendo il gruppo di MEC (*Mobile Edge Computing*), anche esso un ISG ETSI [17], lanciato a fine del 2014 con l'idea di arrivare a specificare gli aspetti rilevanti di diffusione in rete [18]; si tratta di un'applicazione dei concetti della virtualizzazione ad applicazioni di rete mobile.

Nell'ambito delle reti fisse, ed in particolare della Multiservice BroadBand Network, dal 2014 il BBF ha avviato i suoi studi sul tema, collegando il tema NFV anche all'impiego delle tecniche SDN [19].

Dal 2014 il TMF (*TeleManagement Forum*) ha avviato il progetto ZOOM (*Zero-touch, Orchestration, Operations and Management*) per approfondire gli aspetti di gestione e interoperability della NFV con le reti attuali [20].

NFV ha generato una grande attenzione nell'industria ed ha ottenuto progressivamente un cambio di paradigma nell'industria relativamente a come verranno realizzate le reti del futuro. Uno dei modi che sono stati identificati dalla comunità NFV per facilitare ed accelerare la introduzione ed il dispiegamento di NFV è attraverso la partecipazione a progetti Open Source. L'Open Source consente di governare le realizzazioni di riferimento in un modo 'agile' con il potenziale vantaggio di definire un possibile standard 'de facto'.

L'Open source per NFV è anche attrattivo perché diverse delle comunità che vanno a sviluppare dei componenti di base del progetto sono già esistenti, come ad esempio



OPNFV

The rise of Open Platform for NFV: interview with Christopher Price

Dear Christopher, can you briefly explain what OPNFV is and the reasons of launching this community?

OPNFV is an open source project focused on accelerating NFV's evolution through an integrated, open platform derived from purely open source components. The community was launched with the explicit intention of providing a reference platform for network operators to run large scale carrier applications in a virtualized or hybrid environment.

So, from your perspective, what are the major benefits of making OPNFV an open source project for vendors and for operators?

Being an open source project provides OPNFV with the ability to work in a completely transparent manner with our upstream open source communities. Source projects like OpenStack, Linux, OpenDaylight and others will be better able to understand what we are trying to achieve and how we are going about doing so as we work with the same methodology and in the same style as they do.

Our primary goal is to influence and develop features in our upstream communities; it is completely natural that we operate in the same manner as they do.

In addition as an open source project ourselves we create an environment where both operators and vendors are able to collaborate and the findings of those collaborations can be easily consumed by the industry and implemented quickly in products and services.

As we are at the OpenStack Summit after a successful OPNFV Track, can you elaborate about relationship with the 'Upstream' communities and the standard ecosystem? Do you think there is a new, more 'hands on' way to develop standards?

The signs are certainly there for change in the way we approach standardization. It is not a new concept that a standards body uses software to validate proposals, the IETF has traditionally followed the concept of "loose consensus and running code" when approach new areas.

The recent rise of open source as a development practice provides us with an opportunity to parallelize standardization and new development in such a way that there can be community consensus on both the definition and realization of features and functions in a way that makes the technology more adoptable. I expect this will result in reduced lead-time from consensus to production, and will accelerate the evolution of our networks.

Release ARNO, the first OPNFV release, was released in June; what are the aims and what have been the challenges and the learning points?

With Arno we decided early on that as a community we needed to understand how we would work together than what we needed as far as our infrastructure and methods were concerned, we started with a blank slate and essentially gave ourselves six months to perform a first release. The TSC very quickly determined that the Arno release would need to focus on a few achievable goals, we



Christopher Price (Ericsson), leads open source industry collaboration for Ericsson in the areas of NFV, Cloud & SDN from the CTO's office in Sweden. He is the chairman of the OPNFV Technical Steering Committee and is an active member of the OpenDaylight Committee. Chris' experiences include leading Ericsson's IP&Broadband network architecture and standardization teams with a rich history in development of systems and technology in the areas of network management, policy control and user service management, user session control plane solutions, and DPI technologies ■

elected to establish the OPNFV projects CI/CD pipeline, our global lab infrastructures, and building a running platform for developmental purposes to launch our initiative.

While this may sound like a reasonable scope there have been real challenges even in establishing the foundation for OPNFV in such a short timeframe. Without going into details I can say confidently that we now have a very good idea of what will be required moving forward and how we need to be organized for success.

There is a lot of discussion about DevOps, Continuous Integration and Continuous Delivery. OPNFV is striving to make them real; can you give us some examples of adoption of those methods within the OPNFV projects, e.g. BGS and Octopus?

DevOps is as much a way of approaching tasks, as it is in the way you perform them. In our Arno release project we

started with a blank slate and consciously relied on and promoted automation, cooperation & communication as the key tools for our development teams. Our activities for Arno start with needed code, to integration, to deployment and validation. Approaching those challenges with a singular purpose and goal, as a collaborative community, was the only way we were going to be able to achieve success.

This BGS, octopus and functest teams each worked toward a common goal and with full visibility into the actions and intentions of each other team. A challenge for one team was a challenge for all teams, was seen as such, and was addressed collaboratively in true DevOps fashion. We are fortunate in that meritocratic open source development not only promotes, but also requires such collaboration to be effective.

DevOps might not come naturally to the telecommunications industry, but the OPNFV team has provided a testament on how we can adapt and accelerate our activities using state of the art tools and practices.

Regarding the adoption of OPNFV and Arno Release, do you have any early signs? What they are and what /where are the main labs in which the ARNO release is being built and tested?

OPNFV adoption is one of those key items we of course want to see as an outcome of our work.

Our Arno release, while developmental and not yet providing the stability and scale we intend, provides a deployable well defined reference platform that is available for everyone to begin to work with and collaborate on. We fully acknowledge we have a lot of work remaining until we have developed a platform suitable for VNF deployments and commercial adoption. Arno provides us with that first stepping stone, setting a direc-

tion, demonstrating progress and establishing a baseline for us to work across the industry raising the bar step by step, release by release.

What advice would you give to someone just getting started in OPNFV?

OPNFV can be a little daunting when you are trying to find your way in the community. Our scope is very broad and it is easy to be swamped by the breadth of activity across the project. I would suggest for anyone trying to get started to reach out to a TSC member or community leader and start with a simple conversation.

Explain why you are interested in the community and what you might want to do, our leaders will help you find like-minded community members who will be more than happy to help get you started.

As final consideration, what is your vision of OPNFV two years since now, where do you think this community is headed ?

I expect in two years OPNFV will be providing a fully functional reference platform for the industry that is not only understood by hardware and platform vendors but addresses the needs of the application development community and operators.

OPNFV will always be a mid-stream activity, it's value is in it's ability to provide a common ground across the industry for all members to share and align on key items necessary to drive change across our global networks.

We see the sign already today that this is the right place to come together to forge common capabilities, over the coming 24 months these features will be realized and further iterations of the platform will improve it's capabilities, usability and flexibility for every-one involved ■

la comunità OpenStack con il suo componente di gestione della infrastruttura di virtualizzazione (VIM) di tipo general purpose, che fornisce una buona base di partenza.

E' stata quindi lanciata a fine 2014, sotto l'egida della LINUX FOUNDATION e con la partecipazione di 32 aziende tra cui Telecom Italia, la OPNFV (*Open Platform for NFV*) per accelerare lo sviluppo di una comunità Open Source [21]. La prima release della Piattaforma OPNFV, denominata 'Arno' prendendo come motivo guida i nomi dei fiumi, rilasciata a giugno 2015, prevede un kit articolato di componenti quali OpenStack, KVM, OpenDayLight ed altri [23].

Conclusioni

La virtualizzazione si sta sempre più dimostrando l'innovazione che cambierà le reti di telecomunicazioni nei prossimi anni permettendo agli operatori di migliorare i processi di sviluppo e dispiegamento attraverso i quali offrono i loro servizi. La tecnologia di base aveva visto la sua nascita ed adozione in ambito IT e la sua applicazione alle tradizionali reti di telecomunicazione non era stata prevista. Grazie all'iniziativa di un gruppo di operatori, tra cui Telecom Italia, si è potuto intercettare la nascente opportunità consentendo di definire un'architettura di riferimento che fosse condivisa da costruttori ed operatori e di lanciare un'attività di standardizzazione che consentisse di ottenere prodotti interoperanti ed un ambiente multi-vendor che si va progressivamente consolidando [24].

Il successo dell'iniziativa non è solo dimostrato dall'ampio numero di aziende coinvolte in ETSI

Il Mobile-Edge Computing

Il MEC (*Mobile-Edge Computing*) è un gruppo di standardizzazione [A], costituito a fine 2014, sotto l'egida dell'ETSI, grazie ad una iniziativa promossa da alcune manifatturiere ed Operatori Mobili. A Maggio 2015 il gruppo contava sulla partecipazione di circa 40 aziende tra cui Telecom Italia, che ha deciso di entrare a far parte dell'iniziativa a partire dallo scorso Febbraio.

Il MEC si pone l'obiettivo di creare un ambiente standardizzato e aperto, fornendo server con risorse computazionali, capacità di storage, connettività e accesso al traffico di utente e alle informazioni di rete tipicamente non disponibili e visibili negli apparati legacy.

Il MEC può essere considerato uno passo intermedio dell'evoluzione della RAN (*Radio Access Network*) verso il cosiddetto

5G [B], grazie all'introduzione di un ambiente virtualizzato e paradigmi di cloud-computing a livello di rete di accesso.

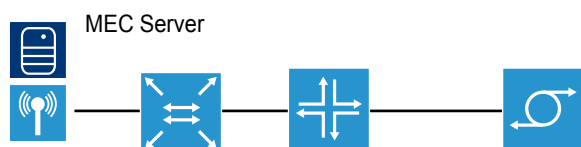
L'elemento chiave di questa architettura è costituito da un *MEC IT application server* che può essere integrato (Figura 1) direttamente a livello di nodo di accesso LTE (es. eNB), oppure a livello di concentratore nei cosiddetti "aggregation site" (reti 3G/LTE), o infine a livello di RNC (rete 3G).

L'operatore ha quindi sia l'opportunità di introdurre nuove funzionalità per migliorare la QoE (*Quality of Experience*) degli utenti, ad esempio attraverso piattaforme provenienti dal mondo IP (come le cache, ottimizzazione video), oppure, più in generale, decidere di aprire alcune funzionalità a terze parti autorizzate, creando un nuovo ecosistema di applicazioni innovative che possano far leva sulla vicinanza al device e sulle latenze ridotte per abilitare nuovi servizi di tipo *consumer* (es: *real-time gaming*, *augmented reality*, etc...) oppure offerti a terze parti in ottica *B2B* (es: *data analytics*, *location tracking*, *sicurezza*, *servizi enterprise*, etc...).

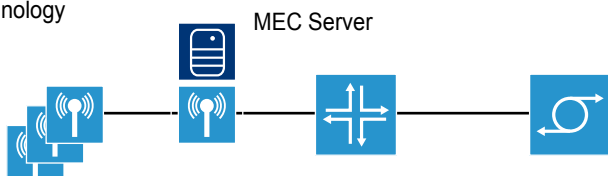
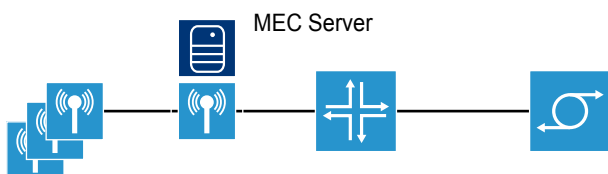
Alla luce dell'introduzione di queste funzionalità, Telecom Italia è interessata a valutare le effettive potenzialità del MEC, soprattutto in relazione ai presunti benefici che potrebbero derivare dall'uso di informazioni real-time provenienti dalla rete di accesso radio e in particolare dagli eNB. L'interesse di Telecom Italia nei confronti di questo standard si configura all'interno di un framework più ampio di attività di ricerca che non si limita solo all'analisi dei modelli ma valuta anche gli aspetti relativi alla messa in campo di tecnologie per l'evoluzione della rete mobile.

Opzioni architetturali per il deployment del sistema MEC [A]

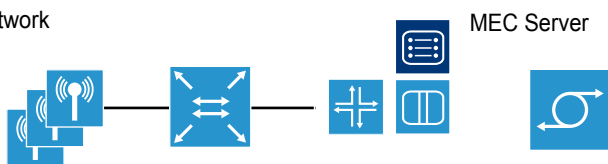
MEC at the LTE macro base station (eNB) site



MEC at the multi-technology (3G/LTE) cells aggregation site



MEC at the Radio Network Controller (RNC) site



Il MEC si articola in due gruppi con obiettivi e mandati differenti ma complementari:

- MEC-ISG (*Industry Specification Group*): si occupa di redigere specifiche normative che consentiranno a terze parti di sviluppare applicazioni in un ambiente Mobile-Edge Computing multi-vendor.
- MEC-IEG (*Industry Enabling WG*): questo gruppo si occupa della disseminazione e della promozione dei concetti MEC all'interno della Industry (es. Proof-of-Concepts, scenari di servizio, sviluppo di applicazioni, etc).

Per quanto riguarda l'interazione con gli altri enti di standardizzazione, il gruppo ISG MEC ha stabilito delle liaison con ETSI NFV, 3GPP e altri fora correlati, allo scopo di riutilizzare specifiche esistenti, ove considerate appropriate. L'introduzione di un MEC server è intesa come trasparente all'architettura di rete 3GPP e alle sue interfacce. Gli UE e gli elementi di Core Network compliant con le specifiche 3GPP esistenti non dovrebbero quindi subire modifiche a seguito dell'introduzione del MEC server e le applicazioni da esso ospitate.

In particolare, il MEC può essere considerato complementare al lavoro di altri standard come NFV, in quanto sfrutta una piattaforma virtualizzata posizionata all'edge della rete mobile con significative affinità infrastrutturali a livello di framework (incluse le applicazioni stesse). Inoltre, al fine di ottimizzare gli investimenti sostenuti dagli operatori, sarebbe opportuno riutilizzare l'infrastruttura fisica e la parte di *infrastructure management* dell'NFV, per esempio ospitando sia le VNFs (*Virtual Network Functions*) che le MEC applications all'interno della stessa piattaforma. In ogni caso appare auspicabile, in un'ottica convergente, un coordinamento tra le funzioni di Mana-

gement & Orchestrator previste in ETSI NFV e quelle di gestione in via di definizione in ETSI MEC, in modo da evitare inconsistenze e abilitare ottimizzazioni congiunte [C] dell'allocazione delle risorse computazionali e di rete.

Il MEC, in quanto basato su piattaforma virtualizzata, viene considerato dal 5G PPP (5G Infrastructure Public Private Partnership) come una delle tecnologie emergenti per il 5G [B]. Inoltre, l'introduzione del MEC, potrebbe beneficiare del paradigma che sarà introdotto con la VRAN (*Virtual RAN*), specialmente per il *retrieving* effettivo delle informazioni real-time di rete che il MEC intende definire. Tali informazioni, in futuro, grazie alla virtualizzazione della rete, potrebbero essere standardizzate, nell'ambito dei sistemi 5G, più facilmente rispetto al passato, abilitando la creazione di network API a livello radio [D] anche attraverso paradigmi di tipo *open source*.

In questa fase preliminare, il MEC sta ancora definendo i requisiti di sistema e, il cammino verso scenari evolutivi, dipenderà, oltre che dalle richieste e orientamento dell'Industry, anche da altri fattori esogeni in ambito normativo come ad esempio le interazioni con il 3GPP e l'avanzamento del gruppo ETSI NFV. Per maggiori informazioni sul MEC¹ [E] ■

dario.sabella@telecomitalia.it
alessandro.vaillant@telecomitalia.it

NFV (oggi più di 270) ma anche dalle numerose attività correlate che sono in qualche modo state originate dai lavori del gruppo, in primis l'iniziativa OPNFV per la realizzazione di una piattaforma open source in grado di soddisfare i requisiti propri degli operatori di telecomunicazione.

Occorre comunque proseguire nelle attività internazionali affinché le promesse della virtualizzazione siano pienamente mantenute e si possa realizzare un ambiente aperto ed interoperabile nel quale sperimentare più agevolmente nuovi servizi. La sfida per gli operatori e per Telecom Italia sarà quella dell'adozione non solo di una nuova tecnologia e di nuove soluzioni ma anche di un adattamento degli skill e dei propri processi di ingegnerizzazione ed esercizio in chiave moderna e più legata ai modelli delle web companies derivati dal mondo del Cloud. In questo, la partecipazione a progetti Open Source come OPNFV ed OpenStack potrà consentire di derivare utili conoscenze e modalità di sviluppo e dispiegamento del software di rete virtualizzato ■

Acronimi

BRAS	Broadband Remote Access Server
BSS	Business Support System
COTS	Commercial Off-The-Shelf
CPU	Central Processing Unit
DNS	Domain Name System
DPI	Deep Packet Inspection
EM	Element Manager
EPC	Evolved Packet Core
GGSN	Gateway GPRS Support Node
HW	Hardware

¹ <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile-edge-computing>

IaaS	Infrastructure as a Service
IFA	Infrastructure and Architecture
IMS	IP Multimedia Subsystem
ISG	Industry Specification Groups
IT	Information Technology
MANO	Management and Orchestration
MEC	Mobile Edge Computing
MME	Mobility Management Entity
NFV	Network Functions Virtualization
NFVI	NFV Infrastructure
NFVO	NFV Orchestration
NS	Network Service
OS	Operating System
OSS	Operations Support System
PDN GW	Packet Data Network Gateway
PoC	Proof of Concept
R&D	Research and Development
SA5	Systems and Service Aspects WG 5
SDN	Software Defined Networking
SGSN	Serving GPRS Support Node
SLA	Service Level Agreement
SW	Software
TCO	Total Cost of Ownership
VIM	Virtual Infrastructure Manager
VM	Virtual Machine
VNF	Virtual Network Function
VNFM	VNF Manager
WG	Working Group
WI	Work Item
ZOOM	Zero-touch, Orchestration, Operations and Management

Bibliografia

- [1] L.Grossi, E.Maffione, G.Marasso, S.Ruffino, "SDN e NFV: Quali Sinergie?", Notiziario Tecnico Telecom Italia Numero 2 – 2014, <http://www.telecomitalia.com/tit/it/notiziariotecnico/archivio/2014-2/capitolo-05.html>
- [2] I.Guardini, E.Demaria, R.Minerva, A.Manzalini e altri "Network Functions Virtualisation: An Introduction, Benefits, Enablers, Challenges & Call for Action", http://portal.etsi.org/nfv/nfv_white_paper.pdf
- [3] ETSI Network Functions Virtualisation, <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- [4] ETSI, "NFV Use Cases", Oct 2013, http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV001v010101p.pdf
- [5] ETSI, "NFV Virtualization Requirements", Oct 2013, http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/004/01.01.01
- [6] ETSI, "Network Function Virtualisation (NFV); Architectural Framework", Oct 2013, http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/002/01.02.01_60/gs_NFV002v010201p.pdf
- [7] ETSI, "NFV Terminology for Main Concepts in NFV" Oct 2013, http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/003/01.01.01_60/gs_NFV003v010101p.pdf
- [8] ETSI GS NFV-SWA 001 "Network Functions Virtualisation (NFV); Virtual Network Functions Architecture", http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV-SWA/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV-SWA001v010101p.pdf
- [9] ETSI GS NFV-INF 001, "Network Functions Virtualisation (NFV); Infrastructure Overview", http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV-INF/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV-INF001v010101p.pdf
- [10] ETSI GS NFV-MAN 001, "Network Function Virtualisation (NFV); Management and Orchestration" http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV-MAN/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV-MAN001v010101p.pdf
- [11] http://nfvwiki.etsi.org/index.php?title=PoC_Framework
- [12] Marc Cohn, "NFV Group Flocks to Proof-of-Concept Demos" Aug 2013, <https://www.sdxcentral.com/articles/contributed/nfv-group-flocks-to-proof-of-concept-models/2013/08/>
- [13] ETSI NFV PoC ZONE, Posted by Aurélie Sfez on 24 October 2014 in Blog ETSI NFV, <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- [14] Full Steam Ahead for NFV in Phase 2, Posted by Marc Cohn, Ciena Corporation on 17 March 2015, in Blog ETSI NFV, <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- [15] S.Bizzarri, "Aspetti di Gestione per le Reti Virtualizzate in 3GPP", Notiziario Tecnico Telecom Italia Numero 2 - 2015
- [16] 5G Initiative Team, "NGMN 5G WHITE PAPER", https://www.ngmn.org/uploads/media/NGMN_5G_White_Paper_V1_0.pdf
- [17] <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile-edge-computing>
- [18] D.Sabella, A.Vaillant, "Il Mobile Edge Computing", Notiziario Tecnico Telecom Italia Numero 2 - 2015
- [19] <https://www.broadband-forum.org/marketing/download/mktgdocs/MR-316.pdf>
- [20] M.Banzi, C.Corbi, "Standard per i sistemi di gestione delle reti e servizi digitali", Notiziario Tecnico Telecom Italia Numero 2 – 2015
- [21] <https://www.opnfv.org/> e <https://wiki.opnfv.org/>
- [22] "The Rise of Open Platform for NFV – Interview with Christopher Price", Notiziario Tecnico Telecom Italia Numero 2 - 2015
- [23] <https://www.opnfv.org/arno>

[24] E.Demaria, A.Pinnola et alii, “*Network Functions Virtualisation (NFV): Network Operator Perspectives on Industry Progress*”, https://portal.etsi.org/Portals/0/TBpages/NFV/Docs/NFV_White_Paper3.pdf

- [A] Mobile-Edge Computing – Introductory Technical White Paper, September 2014
- [B] 5G Infrastructure Association: Vision White Paper, February 2015. Link: <http://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf>
- [C] S. Barbarossa, S. Sardellitti, P. Di Lorenzo, “*Communicating While Computing: Distributed mobile cloud computing over 5G heterogeneous networks*” IEEE Signal Proc. Mag., vol. 31, pp. 45-55, Nov. 2014.
- [D] NetWorld 2020, Background white paper on Wireless and mmW. Link: <https://filestore.eurescom.eu/~misc/NetWorld2020/NetWorld2020-Public/WhitePapers/Wireless-and-mmBand.pdf>
- [E] <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile-edge-computing>



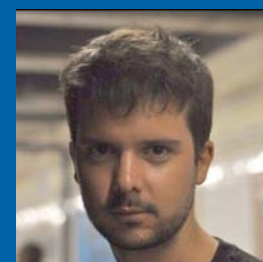
Elena Demaria

Ingegnere delle Telecomunicazioni, è entrata in Telecom Italia nel 2001. Si è occupata dello sviluppo di reti WiFi e di IPv6 sia in ambito rete fissa sia in progetti finalizzati all'innovazione della rete mobile. Dal 2005 ha partecipato ad attività in enti di standardizzazione internazionali fra cui IEEE e IETF ed è attualmente delegato Telecom Italia in ETSI NFV. Nel 2012 ha partecipato alle attività internazionali che hanno portato alla creazione del gruppo ETSI NFV ed alle attività interne sulla virtualizzazione di rete. Dal 2014 è parte del gruppo End to End Network Transformation dove segue, in particolare, i progetti di virtualizzazione di rete ■



Andrea Pinnola

Ingegnere delle Telecomunicazioni, è Senior Project Manager nel Team di Standard Coordination & Technical Disclosure. Da 25 anni in azienda, si occupa degli standard collegati alla virtualizzazione di rete NFV ed SDN, in particolare ETSI NFV ed il progetto Open Source OPNFV. Già responsabile del Centro di Competenza sulla Qualificazione degli OSS e del laboratorio sulla Service Oriented Architecture, mantiene il ruolo di esperto di metodologie Lean e Agili con esperienze di facilitatore in workshop di miglioramento nei Data Center IT, del Service Delivery e Service Assurance. Al momento sta approfondendo la applicazione dei metodi Agili e DevOps alla Virtualizzazione di Rete ■



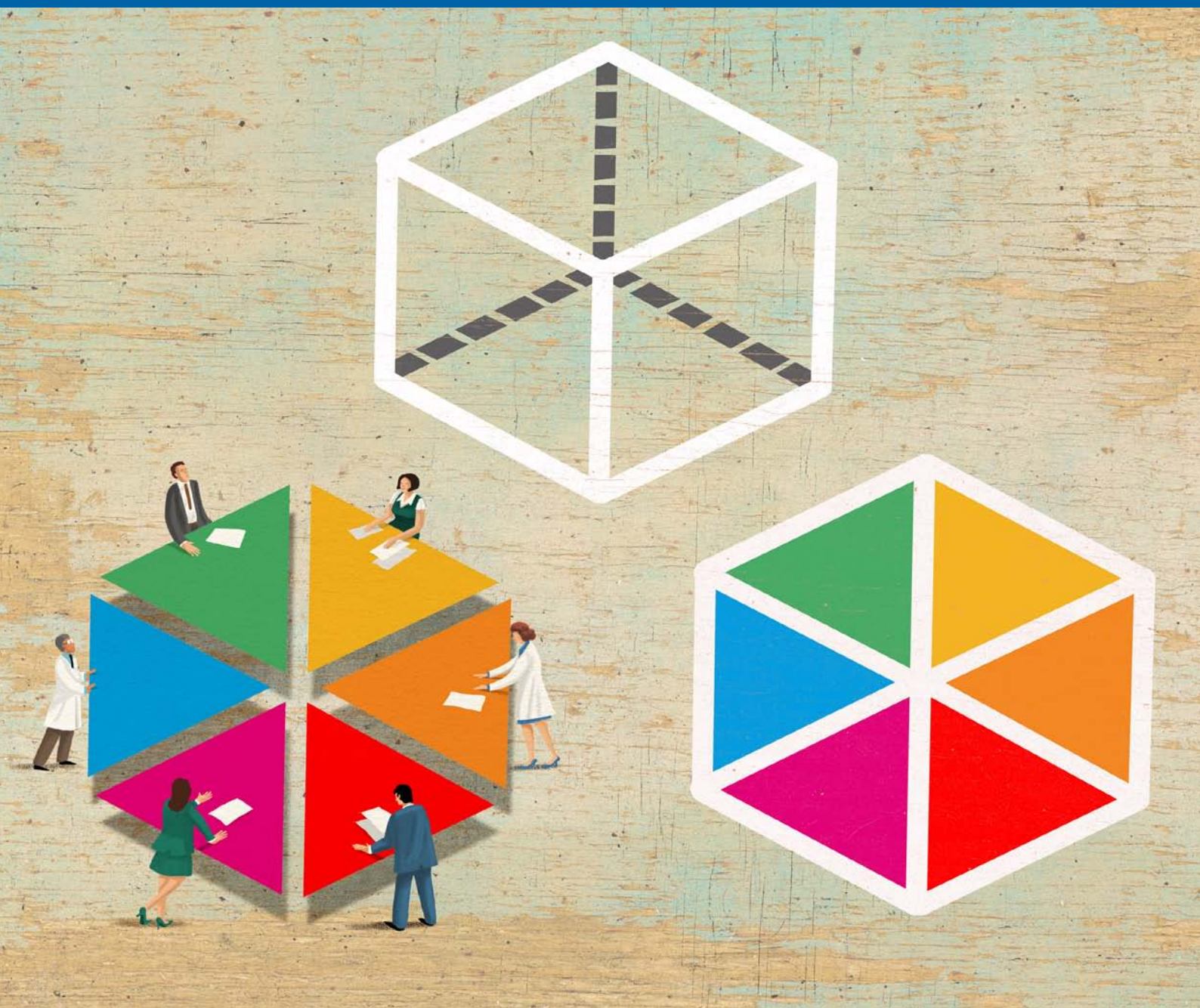
Nicola Santinelli

Consegue la laurea magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni ad aprile 2014 presso l'Università di Pisa, discutendo una tesi riguardante il progetto di un'applicazione OpenFlow per load balancing e traffico recovery. Dopo esperienze di lavoro legate sempre alle tematiche SDN, entra in Azienda a dicembre 2014, unendosi all'Ingegneria NFV. Attualmente, è delegato Telecom Italia all'interno del Working Group IFA, seguendo la standardizzazione ETSI per la specifica di documenti normativi riguardanti il blocco MANO. Al contempo, si occupa degli aspetti di rete relativi ai nuovi NFV-I sites, quali network automation e network virtualization ■

elena.demaria@telecomitalia.it
andrea.pinnola@telecomitalia.it
nicola.santinelli@telecomitalia.it

LE RETI OTTICHE E LA LORO EVOLUZIONE NEGLI STANDARD

Giuseppe Ferraris, Luca Pesando, Maurizio Valvo



In questo articolo viene messo in evidenza come i diversi segmenti di rete fissa abbiano requisiti molto diversi e si dà anche un quadro di quali standard presiedano alla definizione delle soluzioni tecnologiche. In molti casi anche per un solo segmento esistono diverse soluzioni alternative, che vanno valutate a seconda dello scenario di applicazione e dei requisiti che ne derivano, con specifiche standard diverse per ciascuna. Per questa ragione non è facile dare un quadro omogeneo di tutte le attività di standardizzazione per le reti ottiche e in questo lavoro si è cercato di evidenziare per ciascun segmento i fattori di maggiore interesse che le guidano.

1 La rete ottica d'accesso

1.1 L'evoluzione dei sistemi PON

NG-PON2, il più innovativo sistema PON attualmente in fase di standardizzazione da parte di ITU-T, è il risultato di numerosi anni di sviluppo e standardizzazione, iniziati già alla fine degli anni '90, dei sistemi trasmissivi in tecnologia PON per la rete di accesso a larga banda. L'ultimo passo, nel percorso evolutivo che ha preceduto l'attuale fase di standardizzazione della NG-PON2, è stato quello relativo alla standardizzazione della tecnologia XG-PON (2010), che ha consentito di ottenere un forte incremento di capacità trasmissiva rispetto alla precedente generazione dei sistemi GPON (da 2,5/1,25 Gbit/s a 10/2,5 Gbit/s). I sistemi XG-PON, sebbene disponibili già da qualche anno, non sono ancora diffusi in rete se non a livello di sperimentazione o in forma molto limitata (p.es. Verizon negli USA e BT in Cornovaglia).

Si noti che le nuove generazioni di sistemi PON possono funzionare sulla stessa infrastruttura di rete ottica ad albero, basata su diramatori ottici passivi (power splitter), sviluppata per le precedenti generazioni; questo è sempre stato un requisito fondamentale imposto dagli Operatori per evitare costosi interventi di adeguamento della infrastruttura di rete. Inoltre, i nuovi sistemi XG-PON possono coesistere sulla stessa fibra ottica con i sistemi GPON, grazie all'utilizzo di una differente allocazione di lunghezze d'onda; questo consente all'Operatore di introdurre gradualmente in rete il nuovo sistema XG-PON per offrire il servizio a maggior capacità solo dove necessario, senza arrecare disservizio ad altri utenti che condividono la stessa infrastruttura in fibra.

Va ricordato che un percorso parallelo di standardizzazione in IEEE ha condotto alla specifica dei sistemi GEPON/10GEPON (802.3ah/802.3av), diffusi principalmente nel sud-est asiatico. Rispetto ai sistemi PON a standard ITU-T,

quelli a standard IEEE hanno una gestione della qualità del servizio meno sviluppata e non prevedono funzionalità di crittografia, autenticazione e protezione di rete; per contro supportano la modalità dual-rate, che consente di utilizzare una sola porta ottica della OLT (*Optical Line Termination*, in centrale) per comunicare sia con ONT (*Optical Network Termination*, terminazione di rete vicina all'utente) 10/1G che con ONT 10/10G.

1.2 I sistemi NG-PON2

Dopo un'attenta valutazione delle possibili alternative tecnologiche (2012), Operatori e Costruttori di apparati concordarono, nell'ambito del gruppo di interesse FSAN, di indirizzare l'ulteriore sviluppo dei sistemi PON verso sistemi a capacità ancora più elevata, evitando però significativi salti tecnologici per contenere il costo dei nuovi sistemi, scegliendo una soluzione che per quanto possibile fosse ancora

Normativa internazionale per sistemi di accesso in rame

La normativa relativa ai sistemi di trasmissione per la rete di accesso in rame è sviluppata principalmente all'interno della Questione 4 dello Study Group 15 dell'ITU-T. Le Raccomandazioni che raccolgono i lavori di questo gruppo sono quelle della famiglia G.99x e G.97xx e comprendono le specifiche di tutti i sistemi DSL, a partire dall'ADSL fino ad arrivare al VDSL2 e al FAST (si veda la figura). La normativa ha il fine di propiziare lo sviluppo di prodotti con caratteristiche di compatibilità e interoperabilità indipendenti dal costruttore. A completare il quadro, oltre alle specifiche tecniche che definiscono i sistemi, vengono normalmente sviluppate delle specifiche che indicano quali parametri tecnici siano essenziali e quali valori devono essere rispettati (non necessariamente tutti i parametri definiti dalla norma tecnica vengono considerati essenziali: alcuni riguardano impieghi particolari o servizi considerati di minor interesse) per l'interoperabilità dei componenti nella creazione dei servizi. Per i servizi xDSL queste specifiche vengono sviluppate non in ITU-T ma nel BBF (*Broad Band Forum*), che in realtà ha assunto anche il ruolo di specificare i test di interoperabilità sia per le tecnologie ottiche GPON e NGPON2 che per quelle su rame DSL e FAST. Le informazioni relative possono essere trovate nel box di approfondimento dedicato al BBF.

A partire dal VDSL2, i sistemi DSL vengono impiegati in contesti in cui la fibra ottica si avvicina sempre più alla sede

del cliente, ad esempio in architetture Fibre To The Cabinet, Fibre to The Building oppure Fibre To The Distribution Point. Per questi scenari applicativi, sono stati quindi definiti sistemi DSL che, a fronte di una riduzione della loro portata, hanno aumentato lo spettro di frequenze utilizzabili con lo scopo di incrementare le prestazioni raggiungibili. Si è passati quindi da sistemi ADSL/2+ con estensioni dello spettro fino a 2.2 MHz in grado di fornire fino a 20Mb/s a tecnologie quali:

- il VDSL2 con spettro esteso fino a 17 MHz in grado di fornire fino a 100-150 Mb/s in direzione downstream per distanze inferiori ai 300/400m;
- l'enhanced VDSL2 che utilizza le frequenze fino a 35 MHz e permette di raggiungere velocità¹ di alcune centinaia di Mb/s in downstream per applicazioni da Cabinet;
- il FAST che sfrutta le frequenze fino a 106 MHz (in futuro fino a 212 MHz) per raggiungere velocità¹ aggregate (upstream + downstream) fino a 1 Gb/s su distanze di alcune decine di metri.

Dal punto di vista trasmissivo tutti i sistemi DSL utilizzano la modulazione DMT, che consiste nella suddivisione dello spettro in portanti equispaziate (4 kHz per ADSL e VDSL2, 51.75 kHz per il FAST) su cui sono utilizzate modulazioni QAM con densità massima pari a 15 bit per l'ADSL e il VDSL2 e 12 bit per il FAST.

Per separare la trasmissione downstream da quella upstream i sistemi ADSL

e VDSL2 utilizzano tecniche a divisione di frequenza FDD (*Frequency Division Duplexing*) con allocazione rigida di porzioni di spettro alla direzione downstream e all'upstream. Al contrario il FAST utilizza una divisione a livello di tempo TDD (*Time Division Duplexing*), in cui slot temporali differenti sono allocati al downstream e all'upstream: essendo tale suddivisione configurabile, il FAST garantisce agli Operatori maggiore flessibilità nella definizione del rapporto di asimmetria tra downstream e upstream rispetto ad altre tecnologie DSL. L'utilizzo del TDD ha inoltre permesso di semplificare significativamente il design dei transceiver FAST ad esempio consentendo ad un modem FAST di non dover trasmettere e ricevere simultaneamente.

Infine i sistemi VDSL2 e FAST, rispetto alle precedenti generazioni della tecnologia DSL, supportano la funzionalità di vectoring, che permette la cancellazione del rumore di diafonia indotto da linee omologhe presenti nella stessa area cavo. Il vectoring permette di aumentare significativamente le performance delle linee, purché i segnali di tutti i sistemi presenti nello stesso settore di cavo siano processati congiuntamente dallo stesso apparato ■

flavio.marigliano@telecomitalia.it

Milestones dell' ITU-T SG15/Q4



¹ Prestazioni raggiungibili con vectoring

La standardizzazione di nuovi materiali per le reti in fibra ottica

Telecom Italia ha avuto tradizionalmente un ruolo importante nei gruppi di standardizzazione quali ITU-T, Cenelc e CEI/ IEC, ed in particolare ha condotto un'intensa attività rivolta alle fibre ottiche, ai cavi e ai componenti ottici, data la grande evoluzione tecnologica che, negli ultimi anni, ha visto coinvolti questi prodotti.

In particolare, le esigenze legate allo sviluppo della nuova rete di accesso in fibra ottica hanno visto la nascita di prodotti sempre più performanti in termini di attenuazione, capaci di supportare i sistemi trasmissivi alle diverse lunghezze d'onda ed essere pronti per la loro evoluzione (GPON, XG_PON,...), idonei all'installazione nei percorsi congestionati e tortuosi dell'ultima tratta di rete (edifici) e caratterizzati, oltre che da un rapporto qualità/costo vantaggioso, da un alto grado di affidabilità. A queste esigenze, si sono unite la necessità di utilizzare tecniche di scavo e posa a basso costo ed impatto ambientale, che prevedono in molti casi di riutilizzare le infrastrutture esistenti e quindi richiedo-

no la miniaturizzazione dei cavi e degli accessori di cablaggio ed interconnessione della fibra ottica in rete.

Le attività di standardizzazione condotte da Telecom Italia si sono quindi concentrate su questi aspetti, cercando di garantire la migliore qualità degli standard prodotti nei vari enti: sono un esempio le Raccomandazioni ITU-T sui minicavi ad alte potenzialità (piccole dimensioni ed elevato numero di fibre), sulle fibre ottiche ottimizzate per quanto riguarda l'attenuazione in curvatura (vd. figura), sui cavi e sugli accessori per FTTH che, seppur miniaturizzati, devono garantire un'adeguata protezione per le fibre ottiche, e sulle nuove tecnologie di connettori montabili in campo. Si sono inoltre presidiate le tematiche relative ai metodi di misura, atti a garantire il controllo di qualità dei prodotti e delle installazioni in campo.

In particolare, l'evoluzione tecnologica della fibra ottica nel corso degli ultimi dieci anni è stata tale da consentire di soddisfare tutte le esigenze precedentemente citate, soprattutto con l'intro-

duzione delle fibre bend-insensitive, rispondenti alla categoria ITU-T G.657: queste fibre permettono un maggiore sfruttamento della banda trasmissiva, sono caratterizzate da una bassa sensibilità alla curvatura e sono ottimizzate in termini di compatibilità nelle interconnessioni con le fibre tradizionali, grazie a dimensioni del nucleo ottico confrontabili (Diametro di Campo Modale, che individua l'area della sezione trasversale della fibra in cui si concentra la maggior parte della potenza ottica utile alla trasmissione).

Le fibre bend-insensitive, inoltre, trovano un'applicazione anche sulle lunghe distanze, per la realizzazione di cavi compatti ad alta potenzialità, o per impieghi in ambiti di centrale molto congestionati.

Anche per la rete di trasporto la standardizzazione sta introducendo un'evoluzione tecnologica, che permette di sfruttare al meglio le potenzialità degli apparati di nuova generazione, con la proposta di nuove Raccomandazioni su

• • •

Fibre ottiche con prestazioni di attenuazione in curvatura ottimizzate



• • •
 fibre ottiche caratterizzate da un'attenuazione molto bassa (fibre ITU-T G.652.D o più performanti nella proposta della categoria G.652.E), oppure da caratteristiche geometriche e trasmissive tali da renderle potenzialmente idonee a sistemi di trasmissione terrestri di futura generazione (nuova categoria di fibra G.654.x, in corso di definizione).

In alcuni casi, i risultati della standardizzazione hanno impatto a livello di regolazione del mercato nazionale e vengono recepiti nelle leggi che la definiscono.

Un esempio molto recente, e di notevole rilevanza per le attività di Telecom Italia, è focalizzato sul cablaggio ottico, e sulla predisposizione delle infrastrutture atte ad accoglierlo, nei nuovi edifici residenziali o commerciali (uffici, negozi). La Legge del 11 novembre 2014, n.164. (denominata 'Sblocca Italia'), che mira a dare impulso allo sviluppo di infrastrutture per la Larga Banda, fa diretto riferimento alle norme prodotte dal comitato nazionale CEI (*Comitato Elettrotecnico Italiano*), che ha il compito di definire gli standard tecnologici su questi aspetti. Telecom Italia ha avuto un ruolo di coordinamento nella redazione delle linee guida CEI, che rappresentassero il riferimento tecnico, per progettisti, operatori edili ed installatori, per la predisposizione negli edifici (sia condomini che villette a schiera) di una "infrastruttura fisica multiservizio passiva, costituita da adeguati spazi installativi e da impianti di comunicazione ad alta velocità in fibra ottica", nonché dei punti di accesso all'edificio. Questa predisposizione dovrà essere attuata a partire da luglio 2015 ■

paola.regio@telecomitalia.it

fondata sulla tecnologia esistente, evitando ad esempio tecniche trasmissive per lunga distanza basate su ottica coerente, troppo costose, ma con l'aggiunta di nuove funzionalità e prestazioni.

In un sistema NG-PON2, l'incremento di capacità trasmissiva rispetto ai sistemi XG-PON è ottenuto mediante la sovrapposizione di più sistemi operanti a lunghezze d'onda differenti, realizzando cioè un sistema di trasmissione ottica multi-canale. In linea di principio, questa sovrapposizione appare semplice da realizzare, in realtà bisogna tener conto di alcuni fenomeni. Un requisito fondamentale che si è voluto naturalmente mantenere è quello che il nuovo sistema potesse funzionare sulle infrastrutture di rete ottica esistenti, usate per sistemi PON di generazione precedente. Inoltre, onde evitare di dover specializzare le ONU in base alla lunghezza d'onda del canale di lavoro, si è concordato che le ONU fossero colorless, cioè basate su ricetrasmittitori ottici sintonizzabili. Questa è sicuramente la maggior innovazione introdotta poiché dispositivi ottici sintonizzabili e a basso costo, proponibili per un utilizzo in rete di accesso, non sono ancora disponibili e richiedono un certo sforzo di sviluppo tecnologico. Lo standard NG-PON2 (serie di raccomandazioni ITU-T G.989.x) prevede due possibili opzioni, denominate TWDM PON e PtP WDM PON. La prima specifica un sistema in cui ciascun canale ottico è condiviso tra più utenti; la seconda un sistema in cui ciascun canale ottico è dedicato al singolo utente (punto-punto logico su rete punto-multipunto). Entrambi i sistemi possono coesistere sulla stessa fibra ottica grazie all'utilizzo di un'opportuna allocazione spettrale, definita per consentire la coesistenza con i

sistemi PON di generazione precedente, oltre a quello utilizzato per la distribuzione di segnali CATV¹. Si può quindi facilmente comprendere come non sia stato banale individuare nello spettro ottico utilizzabile (1260-1675 nm per trasmissione su fibra ottica monomodale) lo spazio sufficiente ad accogliere il nuovo sistema, considerato anche che i sistemi di più vecchia generazione occupano finestre spettrali abbastanza ampie. La spaziatura tra i canali del sistema NG-PON2 è di tipo DWDM, cioè molto stretta, pari a 100 GHz (in upstream sono previste opzioni con spaziatura da 50 a 200 GHz). Inoltre sono previsti varie classi di attenuazione della ODN, con requisiti diversi di sistema per ognuna, e l'impiego o meno di amplificatori ottici in upstream. Tutto questo ai fini di poter adattare alla topologia ed architettura scelte le caratteristiche degli apparati, con fattori di ripartizione fino a 1:256 per la ODN². La trasmissione nei due versi downstream e upstream avviene sulla medesima fibra ottica, tramite moltiplicazione di lunghezza d'onda (come nelle precedenti generazioni di sistemi PON). Le specifiche prevedono infine due opzioni di distanza massima in fibra: 20 km e 40 km.

1.2.1 Il sistema TWDM PON

Come accennato in precedenza, un sistema NG-PON2 TWDM PON offre un incremento di capacità trasmissiva rispetto al sistema XG-PON grazie all'utilizzo di più canali trasmissivi (fino a 8). Il principio di funzionamento di un sistema NG-PON2 TWDM PON a quattro canali è illustrato nella *Figura 1*. Quattro lunghezze d'onda (nell'intervallo 1596-1603 nm) sono utilizzate per

¹ 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 distribuzione 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.

² Raggiungibili soprattutto quando si utilizzano, almeno in parte, filtri WDM al posto degli splitter di potenza.

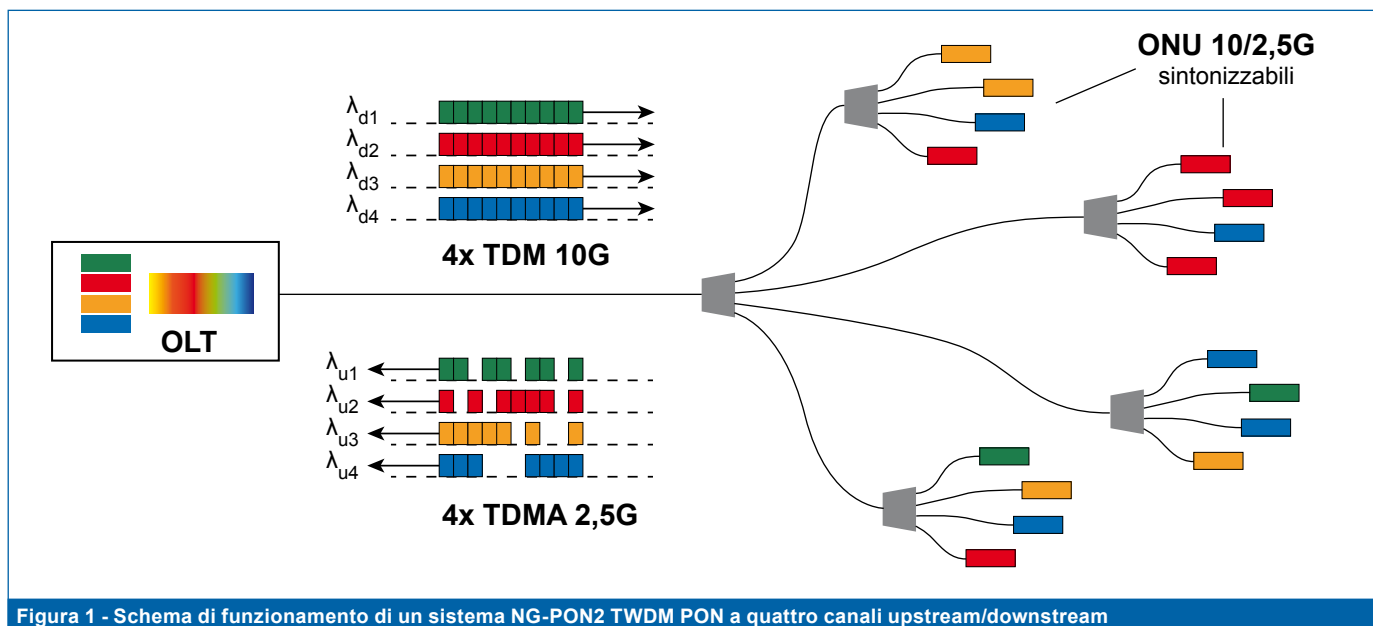


Figura 1 - Schema di funzionamento di un sistema NG-PON2 TWDM PON a quattro canali upstream/downstream

la trasmissione in downstream (da OLT a ONU) e ulteriori quattro lunghezze d'onda (nell'intervallo 1524-1544 nm) sono utilizzate per la trasmissione in upstream (da ONU a OLT), in entrambi i casi con tecnica a divisione di tempo. La OLT è dotata di quattro ricetrasmittitori ottici, ciascuno in grado di trasmettere su una diversa coppia di lunghezze d'onda downstream/upstream e di un moltiplicatore di lunghezza d'onda per combinare tra loro i differenti canali. La rete ottica è una rete di distribuzione completamente passiva, realizzata con diramatori ottici con fattore di ripartizione tipicamente 1:32 o 1:64. Le ONU sono dotate di ricetrasmittitori ottici sintonizzabili per poter selezionare il canale di lavoro tra i quattro possibili. Le velocità di trasmissione downstream/upstream ammesse per canale sono 2,5/2,5, 10/2,5 e 10/10 Gbit/s, potendo differenti canali funzionare anche a diverse velocità. La capacità massima del sistema TWDM è perciò di 80/80 Gbit/s (8 canali a 10/10 Gbit/s).

L'applicazione principale del sistema TWDM PON è quella di incremento

di capacità trasmissiva di sistemi PON di generazione precedente, soprattutto laddove l'Operatore vuole offrire nuovi servizi ad altissima velocità ad utenza pregiata.

1.2.2 Il sistema PtP WDM PON

Il sistema PtP WDM PON offre la possibilità di realizzare collegamenti virtuali punto-punto su una rete ottica passiva punto-multipunto, assegnando a ciascuna ONU un canale trasmissivo dedicato (coppia di lunghezze d'onda per la trasmissione downstream/upstream); può inoltre operare in sovrapposizione, sulla stessa fibra ottica, al sistema TWDM PON, come illustrato nella *Figura 2*. Lo standard G.989.2 prevede due diverse opzioni di allocazione spettrale: Shared (1603-1625 nm) ed Expanded (1524-1625 nm). La prima è prevista in caso di coesistenza con altri sistemi PON sulla stessa fibra ottica; la seconda opzione prevede invece il riuso di finestre spettrali non utilizzate da altri sistemi PON. Ciascun canale

può lavorare a velocità comprese tra circa 1 Gbit/s e circa 10 Gbit/s e consente il trasporto trasparente di flussi clienti di vario tipo (SDH, OTN, Ethernet, CPRI, ...).

Un'applicazione tipica del sistema PtP WDM PON è per offrire servizio a clienti affari che necessitano di elevata capacità trasmissiva dedicata. Un'altra applicazione, che potrebbe trovare larga diffusione nel prossimo futuro, è quella cosiddetta di "fronthauling", cioè di interconnessione tra antenne e stazioni radiobase del sistema radiomobile, negli scenari (p.es. C-RAN) in cui varie stazioni radiobase sono concentrate in un sito che coordina molte antenne.

1.2.3 Le principali sfide tecnologiche

Una novità introdotta nei sistemi NG-PON2 è, come detto in precedenza, l'utilizzo di più canali trasmissivi separati in base alla lunghezza d'onda ottica e ciò richiede, per la massima facilità e flessibilità operativa, l'utilizzo di ricetrasmitti-

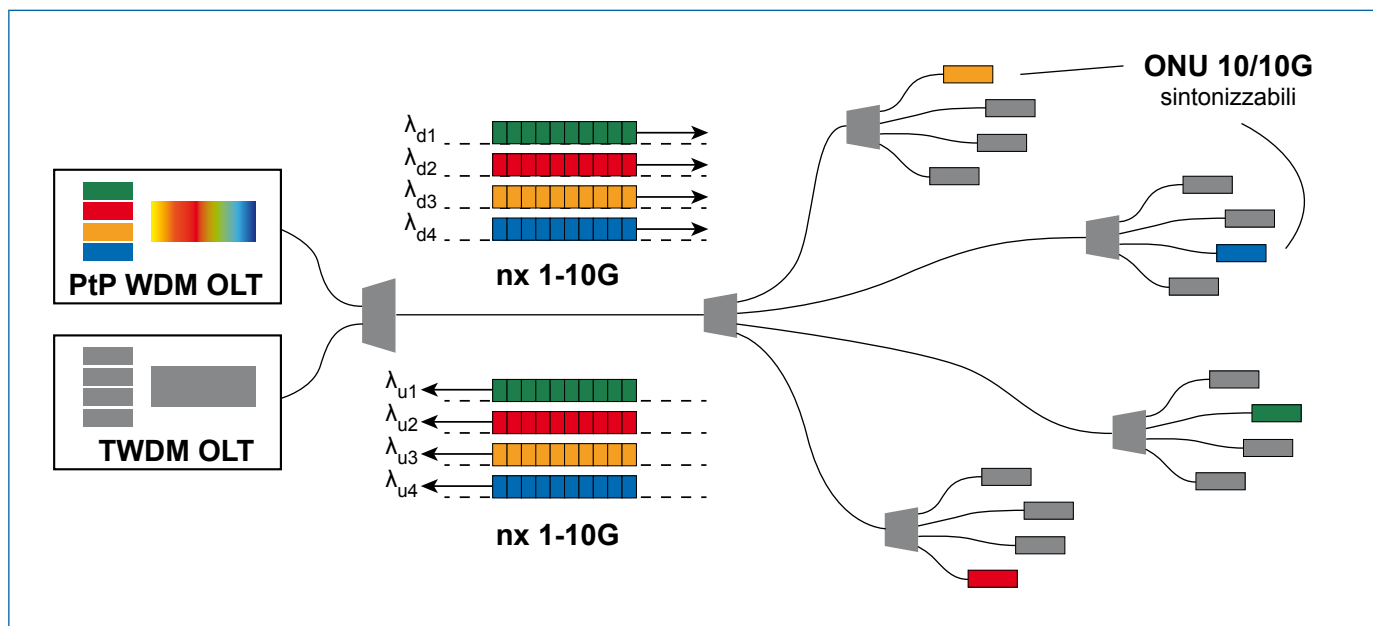


Figura 2 - Principio di funzionamento di un sistema PtP WDM in sovrapposizione al sistema TWDM

tori ottici sintonizzabili nelle ONU. La prima sfida tecnologica è proprio quella di realizzare filtri ottici e laser sintonizzabili, su un intervallo di lunghezze d'onda sufficientemente ampio da coprire tutti i canali di funzionamento del sistema TWDM o PtP WDM, con le dovute precisione e stabilità e soprattutto a basso costo. Al momento la soluzione migliore sembra essere quella di utilizzare, nella ONU, dispositivi ottici sintonizzabili non pre-calibrati in lunghezza d'onda in fabbrica, perché la procedura di calibrazione è particolarmente costosa. Questo significa che tali dispositivi (ricevitori e trasmettitori) devono subire una sorta di processo di calibrazione all'atto della loro messa in funzione sulla rete. Mentre ciò può essere facilmente raggiungibile in downstream (il ricevitore della ONU è in grado di stabilire il punto di sintonizzazione ottimale su ciascun canale downstream), altrettanto non può dirsi per la parte upstream: essendo non calibrato, il trasmettitore potrebbe emettere inizialmente su uno qualsiasi dei canali e biso-

gna evitare che ciò accada per non disturbare la comunicazione delle altre ONU. La soluzione più diretta è quella che prevede l'interruzione momentanea del traffico contemporaneamente su tutti i canali durante questa fase di calibrazione; altre soluzioni, basate sull'uso di tecniche *low-level low-frequency*, sono tuttora in fase di studio.

Una caratteristica importante dei dispositivi ottici sintonizzabili è la velocità di sintonizzazione, cioè il tempo massimo necessario per passare da un canale di lavoro ad uno diverso. La raccomandazione G.989.2 definisce tre classi di velocità con tempi massimi di sintonizzazione di 10 μ s, 25 ms, 1 s; con i dispositivi più veloci sono per esempio realizzabili funzionalità di protezione di rete entro i 50 ms, di bilanciamento/trasferimento del carico tra i canali (anche ai fini di risparmio di energetico) fino ad arrivare a un'allocazione dinamica della banda che sfrutta anche la dimensione della lunghezza d'onda ottica oltre a quella temporale tipica della tecnica TDMA.

Sempre allo scopo di contenere il costo e il consumo elettrico della ONU, difficilmente si può pensare di ricorrere a laser con elevata stabilità o stabilizzati termicamente in lunghezza d'onda, come è invece tipico nei sistemi trasmissivi per la rete a lunga distanza. La stabilizzazione della lunghezza d'onda di trasmissione viene perciò più facilmente ottenuta tramite un controllo ad anello chiuso che include la OLT (tecnica di *dithering*): la OLT comanda la ONU a trasmettere alternativamente su due lunghezze d'onda a cavallo di quella nominale e, grazie ad una misura di potenza ottica ricevuta o di BER, riconosce se il trasmettitore della ONU è sintonizzato in maniera ottimale o necessita di una correzione. Il principio di funzionamento di questo meccanismo di aggancio e stabilizzazione della lunghezza d'onda di trasmissione della ONU è illustrato in *Figura 3*.

A causa dell'elevata potenza ottica di trasmissione (la OLT può arrivare a trasmettere fino a circa 20dBm per un sistema TWDM a 8 canali), è stato necessario considerare, nella

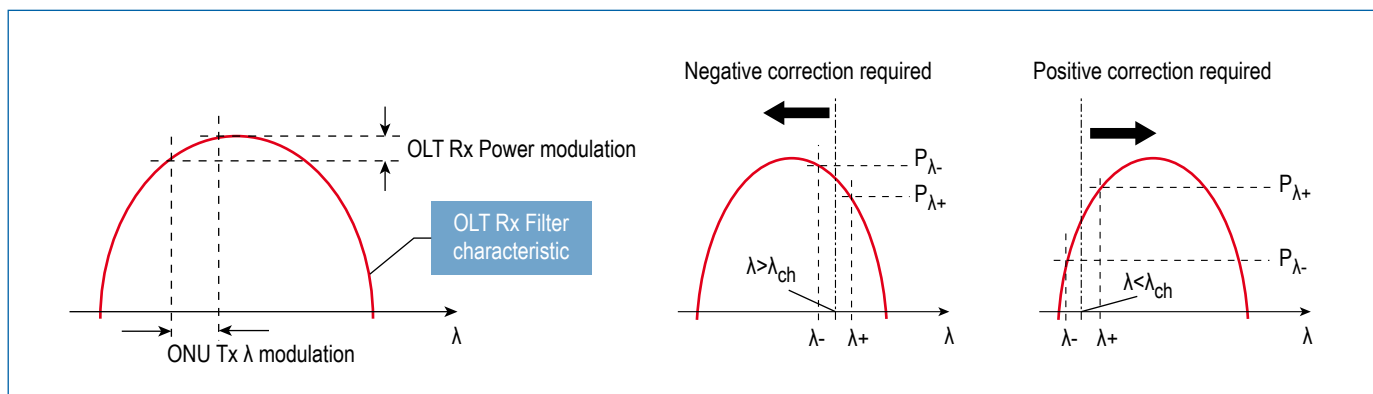


Figura 3 - Tecnica di dithering per la stabilizzazione in lunghezza d'onda del segnale

definizione delle specifiche del livello ottico, anche l'eventuale effetto di fenomeni non lineari in fibra e in particolare l'effetto Raman che, in certe condizioni, può divenire rilevante, per esempio quando il sistema NG-PON2 condivide la rete in fibra con un sistema GPON, poiché causa un'attenuazione apparente del segnale ottico alla lunghezza d'onda da questo utilizzata in downstream. Un altro aspetto legato all'effetto Raman, di cui si è tenuto conto nello standard NG-PON2, è l'attenuazione apparente causata dai canali TWDM downstream su quelli upstream (intorno a 1530 nm). Un altro effetto che è stato necessario considerare è quello del *crossstalk* tra i vari canali e tra le varie bande ottiche utilizzate e in particolare quello del *crossstalk* di tipo interferometrico³ causato dalle emissioni spurie dei trasmettitori ottici (a lunghezze d'onda diverse da quella di picco), che hanno livello molto basso, ma non nullo. Quando molti trasmettitori (ONU) lavorano su canali molto vicini tra loro, tali emissioni si sommano e invadono i canali adiacenti, causando interferenza reciproca tra i vari canali. La raccomandazione G.989.2 specifica per questo motivo i livelli massimi di emissione spuria (fuori canale e fuori banda) per i trasmettitori ottici e la tolleranza al *crossstalk* del ri-

cevitore, cioè il livello di *crossstalk* al quale deve essere garantita la sensibilità del ricevitore stesso (potenza di ricezione minima per il BER specificato).

1.2.4 Evoluzione

Mentre lo standard per i sistemi NG-PON2 è in fase di completamento, alcuni Costruttori hanno già sviluppato dei dimostratori di fattibilità e prevedono di poter offrire i primi prodotti, con funzionalità base, entro la fine del 2015. Sarà però presumibilmente a partire dal 2016 che si vedranno prodotti sufficientemente maturi per un dispiegamento in campo di questa nuova tecnologia, sempre a patto che la richiesta da parte degli Operatori sarà confermata.

Si prevede che alcune migliorie potranno ancora essere introdotte negli standard che definiscono i sistemi NG-PON2, principalmente per incrementarne ulteriormente la capacità di trasmissione ed eventualmente anche il budget di potenza ottica. L'incremento di capacità trasmissiva può essere ottenuto incrementando il numero dei canali di lavoro, soprattutto nel caso del sistema PtP WDM PON, che può utilizzare uno spettro anche molto

ampio, quando non è richiesta la coesistenza con altri sistemi, oppure incrementando la velocità trasmissiva downstream/upstream di ciascun canale, considerando che la tecnologia dei ricetrasmittitori ottici è in rapido sviluppo, grazie all'introduzione dei sistemi trasmissivi per l'Ethernet a 40 e 100 Gbit/s. Per un incremento significativo del budget di potenza ottica bisognerà invece probabilmente ricorrere a tecnologie ottiche coerenti, che potrebbero essere alla base di una futura generazione di sistemi PON.

2 Gli standard per la rete di trasporto ottica e le reti dati

La rete di trasporto ha lo scopo di trasportare informazioni in modo efficiente ed affidabile fra i diversi nodi che costituiscono la rete.

In particolare, essa collega i nodi della rete di accesso ai nodi che forniscono i servizi ed è costituita da due segmenti distinti:

- il segmento metro/regionale, aggrega il traffico proveniente dalla rete di accesso verso PoP nei quali sono presenti i nodi di servizio;
- la rete di lunga distanza (backbone) che collega i PoP fra loro e ai gateway internazionali verso Internet.

³ Il *crossstalk* interferometrico è quello che si genera a causa del battimento tra due segnali ottici che distano nello spettro ottico di una quantità minore della banda elettrica del ricevitore; è particolarmente insidioso perché il battimento, rientrando nella banda elettrica del ricevitore, agisce come disturbo e produce una riduzione delle prestazioni del sistema trasmissivo

Broadband Forum

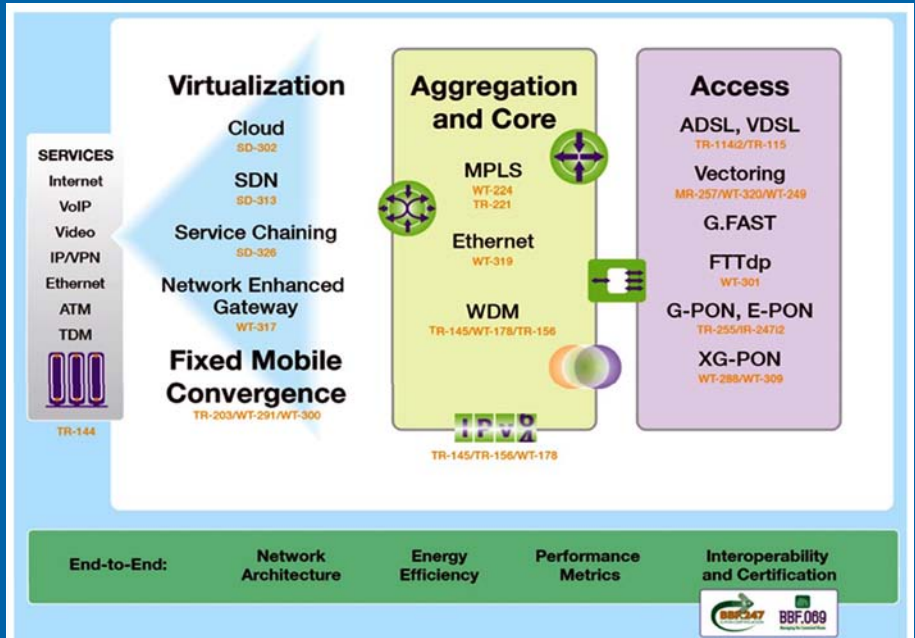
Il BBF (*Broadband Forum*), è un consorzio no profit fondato nel 1994. Vi partecipano Telco e Cable Operator, costruttori di apparati, sviluppatori di soluzioni sw, costruttori di apparati di misura, laboratori di test, università ed enti di ricerca. L'obiettivo del BBF è guidare lo sviluppo delle soluzioni broadband per accesso fisso e delle reti IP convergenti. Si sviluppano specifiche tecniche (Technical Report) a supporto dell'interoperabilità e testing, la definizione delle architetture e del management di reti IP multi-servizio a larga banda.

Esse coprono diverse tipologie di utenti (residenziali, business, enterprise), servizi (voce, dati, video, servizi convergenti) e segmenti di rete (core, edge, accesso, rete domestica).

Il BBF ha festeggiato lo scorso anno i suoi 20 anni di attività e si appresta a tagliare il traguardo delle 200 specifiche tecniche pubblicate⁴.

Ci sono tre famiglie di specifiche che hanno visto una vasta adozione da parte dell'industria e che hanno rappresentato degli standard de facto nel dispiegamento ed evoluzioni delle reti larga banda nel mondo:

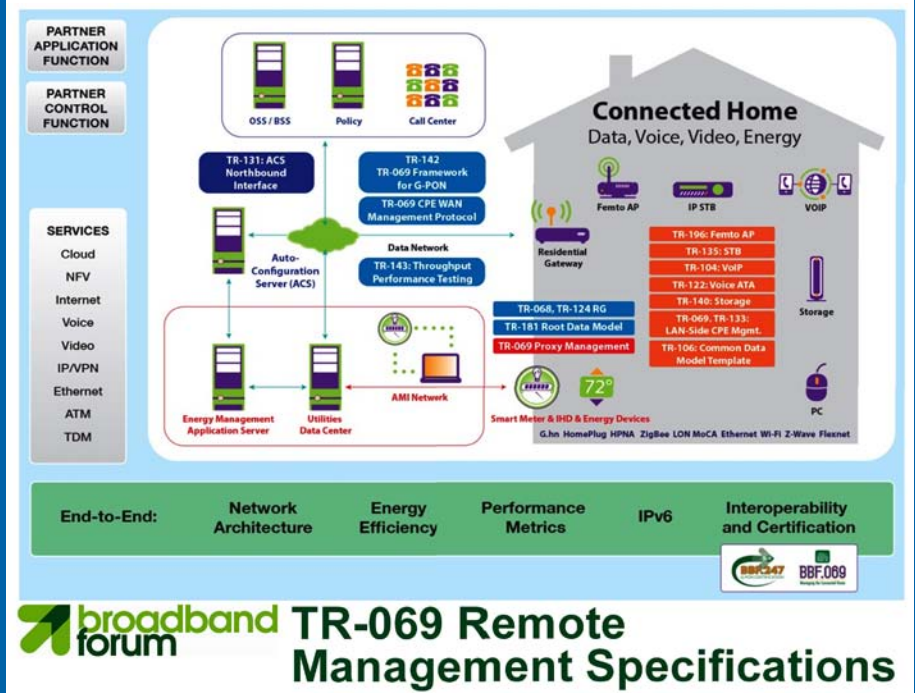
- specifiche su architetture per reti broadband multi-servizio e requisiti di nodo (fra cui TR 101, TR 144, TR 145, TR 178) Figura A;
- specifiche relative al protocollo CWMP (CPE WAN Management Protocol) più noto come TR-069 per la configurazione, gestione e monitoraggio remoto degli apparati domestici (Access Gateway, STB, NAS, terminali voce, access point –inclusi Femto Cell AP,) e dei data model associati Figura B;
- specifiche per il test d'interoperabilità fra apparati di numerose tecnologie abilitanti le reti broadband. Per citare le più rilevanti: ADSL/ADSL2+



broadband forum Multi-service Architecture

Figura A

Figura B



broadband forum TR-069 Remote Management Specifications

4 <http://www.broadband-forum.org/technical/trlist.php>

5 http://www.broadband-forum.org/technical/test_cert_programs.php#ghn

(TR-067 e TR-100/TR-105), VDSL2 (TR-114/TR 115), Bonding (TR-273), Vectoring (TR-249), G.fast (ID-337), GPON (TR-247), MPLS (TR-248) e lo stesso protocollo CWMP (TR 181).

Le specifiche di test del BBF (chiamate Test Plan) hanno permesso di accelerare l'adozione delle tecnologie definite negli standard ITU-T per i transceiver per la trasmissione su fibra e su rame contribuendo in modo decisivo al maturare di prodotti interoperabili fra loro.

In questo senso ITU-T e BBF hanno operato in modo sinergico e complementare: da un lato gli standard ITU T definiscono le interfacce GPON e DSL degli apparati, dall'altro i Test Plan del BBF definiscono le procedure di prova fra apparati di vendor diversi ed i risultati attesi affinché si possa verificare che siano interoperabili secondo lo standard. Il framework di testing del BBF non si limita ai Test Plan. Per molti filoni tecnologici si sono organizzati degli eventi di interoperabilità, detti Plugfest, presso dei laboratori di test indipendenti. Questi eventi vengono tipicamente avviati immediatamente dopo il rilascio dello standard ITU-T corrispondente e permettono ai chipset vendor oppure ai system vendor di incontrarsi in un laboratorio neutrale e di eseguire sessioni di test per evidenziare e risolvere problematiche d'interoperabilità.

I Plugfest vengono ripetuti in serie per una finestra temporale (12 – 24 mesi, ma a volte anche più lunga) finché le stesse manifatturiere ritengono che l'interoperabilità tecnologia è sufficientemente matura.

Contestualmente l'esperienza dei Plugfest permette di raffinare il contenuto dei Test Plan che, una volta consolidati, vengono utilizzati per la validazione: test di verifica di prodotto nella catena di rilascio dei costruttori di apparato, prove

di accettazione pre-deployment da parte degli Operatori.

In alcuni casi il framework di testing è stato ulteriormente valorizzato in un vero e proprio programma di Certificazione. Il Testing & Certification Committee (di cui Telecom Italia fa parte) ha il compito di valutare l'opportunità di lanciare tali Programmi sulla base di un'analisi del mercato ed in particolare di un sufficiente interesse da parte degli Operatori.

I programmi di Certificazione esistenti sono:

- BBF.069: relativa all'interoperabilità di apparati domestici rispetto alla loro gestione tramite protocollo TR-069 da parte di un Auto Configuration Server (quello che per Telecom Italia è REG-MAN);
- BBF.247: relativa all'interoperabilità di ONU GPON rispetto alla loro gestione tramite protocollo OMCI da parte di un apparato OLT

Per dettagli su questi programmi ed altre iniziative a supporto dell'interoperabilità fare riferimento al sito⁵.

Infine, è in corso di definizione il programma di Certificazione per apparati G.fast il cui lancio è previsto nel primo trimestre del 2016 ■

Si tratta di una rete convergente che trasporta insieme sia il traffico fisso che quello mobile, per tutte le tipologie di clientela (retail, business, top, wholesale).

La progressiva convergenza di tutti i servizi su IP sta portando ad una semplificazione della rete di trasporto che oggi è essenzialmente basata su due livelli:

- uno strato a pacchetto, con lo scopo di effettuare una aggregazione efficiente del traffico;
- uno strato ottico che ottimizza l'uso della fibra ottica, fornendo una serie di connessioni a banda molto elevata mediante la moltiplicazione a divisione di lunghezza d'onda (WDM).

Nel seguito dell'articolo si utilizza per semplicità il termine rete di trasporto per indicare insieme questi due strati.

Questo processo di semplificazione, ancora in corso, dovrebbe portare con il tempo ad una analogha semplificazione degli standard.

Come per la rete di accesso, anche le attività di standardizzazione per la rete di trasporto sono svolte in più enti. I principali sono ITU-T, IETF e IEEE. Fra essi esistono accordi per evitare sovrapposizioni sugli stessi temi, ma in alcuni casi tali accordi non riescono ad evitare duplicazioni di attività e conflitti.

2.1 Le Reti dati

Gli standard relativi alle reti dati sono sviluppati principalmente da IETF (*Internet Engineering Task Force*), una grande Comunità internazionale aperta ai progettisti di reti, agli Operatori, ai fornitori e ai ricercatori interessati allo sviluppo dell'architettura di Internet e al regolare funzionamento di Internet, anche come semplici individui e non

rappresentanti di specifici membri dell'industry.

Le attività in IETF sono svolte in Working Group organizzati in Aree a seconda dei temi.

Per gli aspetti di trasporto e dello strato IP, Telecom Italia segue in particolare i Working Group della RTG (*Routing Area*), che ha la responsabilità di assicurare la continuità operativa del sistema di routing di Internet, garantendo le caratteristiche di scalabilità e stabilità dei protocolli esistenti e definendo loro estensioni oppure nuovi protocolli quando occorre rendere disponibili nuove funzionalità.

Sono di interesse anche alcune attività svolte all'interno della TSV (*Transport and Services Area*), che si occupa dei meccanismi di trasporto end-to-end delle informazioni, e le tematiche relative alla Transport SDN, trattate all'interno della OPS (*Operations and Management Area*).

Una delle tematiche di grande interesse per Telecom Italia è quella del performance monitoring della rete e del traffico, trattata principalmente nell'ambito della Routing Area. La disponibilità di funzionalità di performance monitoring è essenziale per due applicazioni: verificare il corretto funzionamento della rete e misurare la qualità del traffico di un certo cliente, allo scopo di verificare il raggiungimento di specifici SLA (*Service Level Agreement*).

Telecom Italia ha sviluppato e brevettato una metodologia di performance monitoring, denominata PNPM (*Packet Network Performance Monitoring*) che, basandosi su una marcatura del traffico e su meccanismi di time-stamping, consente di effettuare misure di performance in servizio e direttamente sul traffico reale. Si hanno quindi i due vantaggi di non dover interrompere il

servizio per fare delle misure e allo stesso tempo di ottenere i risultati più realistici possibili.

Per la verifica di SLA, PNPM risulta più vantaggioso rispetto ad altre procedure che effettuano le misure in servizio mediante l'aggiunta di traffico artificiale perché può essere utilizzata per misurare le prestazioni sul traffico reale del singolo cliente. La descrizione dettagliata del metodo è data nel box di approfondimento 'PNPM: dal brevetto allo standard'. La metodologia brevettata per le misure passive di packet loss, delay e jitter su traffico IP reale è stata inclusa nel documento *draft-tempia-ippm-p3m-00*, a firma tutta Telecom Italia, presentato nel Working Group IPPM (*IP Performance Metrics*). Altri due documenti nell'ambito dello stesso Working Group definiscono l'applicazione pratica della metodologia (*draft-chen-ippm-coloring-based-ipfpm-framework-03*, in collaborazione con Ericsson e Huawei) e la classificazione dei metodi di misura attivi e passivi mettendo in risalto i pregi del PNPM. (*draft-morton-ippm-active-passive-01*). L'obiettivo per il futuro è quello di ampliare la metodologia PNPM anche per le misure attive, con un nuovo draft che estenda la portata di questi metodi rispetto ai documenti sopra descritti.

Oltre che per il traffico IP, la metodologia PNPM può essere utilizzata anche a livello di MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*), la tecnologia usata in rete principalmente per funzionalità di Traffic Engineering e per la realizzazione di VPN. In pratica, essa si basa sulla creazione di canali di comunicazione a un livello intermedio (MPLS appunto), sotto l'IP, semplificando le operazioni di routing per flussi di traffico affini per requisiti di servizio o destinazione. Infatti alcuni draft

ne propongono l'uso per migliorare l'RFC6374, standard di riferimento per le misure di packet loss, delay e jitter per reti MPLS (*draft-bryant-mpls-flow-ident-01*, *draft-bryant-mpls-synonymous-flow-labels-00*, *draft-bryant-mpls-sfl-control-00*, *draft-bryant-mpls-rfc6374-over-udp-00*).

Oltre al performance monitoring sono di notevole interesse diverse altre attività per l'evoluzione della tecnologia MPLS, in particolare l'uso di MPLS su topologie di rete ad anello ed alcune estensioni del protocollo RSVP, anche queste oggetto di Internet Draft in fase di sviluppo nei gruppi IETF.

Sempre all'interno della Routing Area di IETF, partendo da requisiti elaborati in ITU-T, è stato recentemente standardizzato il MPLS-TP (*Transport Profile di MPLS*) con funzionalità di OAM e protezione potenziate rispetto alla versione base di MPLS. Questa tecnologia è una variante del MPLS, adatta ad una rete di trasporto senza piano di controllo, ma dotata di un sistema di gestione centralizzato.

Telecom Italia attualmente utilizza tale tecnologia nella rete di backhaul di TIM Brasil (circa 5000 apparati di trasporto in tecnologia MPLS-TP sono stati installati in Brasile negli ultimi 5 anni) e nelle parti regionali della rete domestica.

L'insieme di standard relativi a questa tecnologia è ormai quasi completo. Rimangono in ambito IETF alcuni argomenti riguardo a meccanismi di protezione evoluti: ad esempio dual-homing protection (*draft Telecomitalia : "draft-ietf-pals-mpls-tp-dual-homing-protection-00"*) e multi-segment pseudowire protection (*draft Telecomitalia: "draft-ietf-pals-ms-pw-protection-01"*).

In relazione al routing MPLS è di notevole interesse la nuova tecno-

logia del Segment Routing, definita nel Working Group SPRING (*Source Packet Routing in Networking*). Il meccanismo alla base del Segment Routing (*draft-ietf-spring-segment-routing-02*) prevede che il nodo sorgente scelga un path e lo codifichi nell'header del pacchetto come una lista ordinata di "segment" e ogni nodo scelga poi la rotta in base alle informazioni attaccate dal nodo sorgente nel pacchetto. Per l'MPLS ciascun segment è codificato come una label MPLS aggiuntiva; per l'IPv6 un segment è codificato come un indirizzo IPv6 ed esistono altri use case.

Questa tecnologia sta trovando molti campi di applicazione e i benefici sono molteplici soprattutto in termini di packet forwarding, uso efficiente delle risorse di rete, automatic traffic protection (Fast Re-Route).

Altra tematica di grande interesse è il path-computation in reti multi-domain, multi-region o multi-layer. A tale scopo è in fase di standardizzazione l'architettura PCE, che consiste in elementi di rete (PCE) in grado di calcolare l'instradamento attraverso un determinato dominio e comunicarlo al nodo che ne fa richiesta (PCC) attraverso uno specifico protocollo (PCEP). Il PCC, nel caso debba instradare un servizio attraverso domini differenti, farà richiesta di path computation ai diversi PCE che gestiscono i singoli domini.

Un contributo significativo alla standardizzazione delle reti di trasporto viene fornito anche da IEEE per tutti i temi che riguardano Ethernet. In particolare, lo sviluppo degli standard riguardanti Ethernet è di responsabilità del comitato IEEE 802 LMSC (*LAN/MAN Standards Committee*) che è una commissione dell'IEEE preposta a sviluppare standard per le reti

locali (LAN) e per le reti metropolitane (MAN).

2.2 La Rete di trasporto ottica

Lo scopo principale della rete di trasporto ottica è fornire quantità sempre maggiori di banda ad un costo per bit trasportato sempre più basso, per poter fronteggiare in modo sostenibile il continuo aumento del traffico.

La tecnologia prevalente è la moltiplicazione a divisione di lunghezza d'onda, basata su concetti del tutto simili a quelli applicabili per la rete di accesso ottica definita nello standard NG-PON2. Nella rete di trasporto però la tecnologia WDM è utilizzata per moltiplicare e commutare lunghezze d'onda in reti magliate o ad anello e non vengono considerate reti passive strutturate ad albero.

Il principale ente di standardizzazione di riferimento per le reti di trasporto ottiche è l'ITU-T, ma anche l'IEEE e l'IETF contribuiscono alla standardizzazione di alcuni aspetti particolari⁶.

Nella rete di lunga distanza prevale l'esigenza di trasportare flussi con un bit rate sempre più elevato, mentre nelle reti metro l'esigenza principale è di trasportare flussi con un bit rate medio a costi sempre più bassi.

In una moderna rete di trasporto ottica i segnali client da trasportare subiscono una serie di elaborazioni digitali (in forma elettronica): incapsulamento in una trama che contiene funzioni di OAM, moltiplicazione secondo una gerarchia di segnali a bit rate crescente, commutazione. Il segnale digitale multiplexato viene poi convertito in ottico, ad una lunghezza d'onda prefissata e successivamente subisce ancora

delle elaborazioni ottiche analogiche: moltiplicazione a divisione di lunghezza d'onda, amplificazione, commutazione di lunghezza d'onda. Gli standard relativi alle OTN (*Optical Transport Network*) si riferiscono principalmente alle funzioni digitali (svolte con tecnologia elettronica) delle reti ottiche. Le funzionalità più propriamente ottiche sono meno regolate da standard sia per la loro natura analogica, sia perché sono proprio queste che determinano le prestazioni trasmissive e quindi sono considerate un elemento competitivo dai costruttori.

Le interfacce ethernet stanno ormai diventando il principale standard di trasmissione per gli apparati cliente delle reti di trasporto ottiche: oltre alle già standardizzate interfacce a 1, 10, 40 e 100 GbE, le previsioni di crescita del traffico (soprattutto per servizi mobili e *cloud*) suggeriscono l'esigenza di standardizzare nuovi *bit rate* sia in ambito metro che in ambito *backbone*. L'IEEE sta progredendo rapidamente nel definire i requisiti per un'interfaccia 400 GbE per il *backbone* (*IEEE P802.3bs 400 Gb/s Ethernet Task Force*, standard previsto per marzo 2017), ed ha iniziato i lavori per la standardizzazione di un'interfaccia 25 GbE a basso costo da utilizzare prevalentemente in ambito metro/regionale (*IEEE P802.3by 25 Gb/s Ethernet Task Force*, standard previsto per settembre 2016). Pertanto è necessario aggiornare gli standard delle reti OTN per rendere queste reti in grado di trasportare in modo efficiente questi nuovi segnali, assicurando una maggiore flessibilità di commutazione e moltiplicazione, ed una capacità di scalare a velocità di trasmissione sempre maggiori.

Attualmente per gli apparati e le architetture di rete OTN, descritti principalmente nelle Raccomandazioni ITU-T G.709, G.798 e G.872, non

⁶ In seno a ITU-T, il riferimento, come anche per le reti ottiche di accesso, è lo Study Group 15 "Networks, Technologies and Infrastructures for Transport, Access and Home"

sono previsti *bit rate* (sia lato cliente, sia lato rete) superiori a 100 Gbit/s. La definizione di un'interfaccia ethernet a 400 GbE richiede di modificare la gerarchia OTN e di introdurre nuove soluzioni trasmissive.

Dal punto di vista trasmissivo, l'aumento di capacità del singolo canale può essere ottenuto in tre modi diversi:

- aumentando il numero di simboli trasmessi nell'unità di tempo;
- utilizzando un formato di modulazione più complesso, che associa un numero maggiore di bit a ciascun simbolo;
- creando dei "superchannel" ottenuti affiancando un certo numero di sotto-portanti ottiche, ciascuna modulata a 100 Gbit/s.

La prima soluzione non è attualmente percorribile per i limiti di velocità dell'elettronica utilizzata nel ricevitore.

Le altre due soluzioni hanno in comune un allargamento della porzione di spettro occupata dal singolo canale ottico rispetto ai 50 GHz richiesti da un canale a 100 Gbit/s con modulazione DP-QPSK, che costituisce la soluzione oggi più utilizzata. Per consentire la moltiplicazione WDM di canali ottici con spettri più ampi di 50 GHz ITU-T ha introdotto la cosiddetta griglia DWDM flessi-

bile, standardizzata nella G.694.1, che consente di assegnare ad ogni canale uno *slot* identificato da una frequenza centrale, con larghezza spettrale multipla di 12.5 GHz. Un esempio di griglia flessibile è mostrato in *Figura 4*.

Si supponga di dover trasportare un canale a 400 Gbit/s, con modulazione 16 QAM. Tale canale occupa 75 GHz di banda ottica. Con la precedente soluzione a griglia fissa, con *slot* da 50 GHz non si avrebbe avuto abbastanza banda a disposizione, mentre utilizzando una griglia fissa a 100 GHz, si sarebbero sprecati 25 GHz di banda. La griglia flessibile, come riportato in *Figura 4* consente di allocare esattamente la banda necessaria.

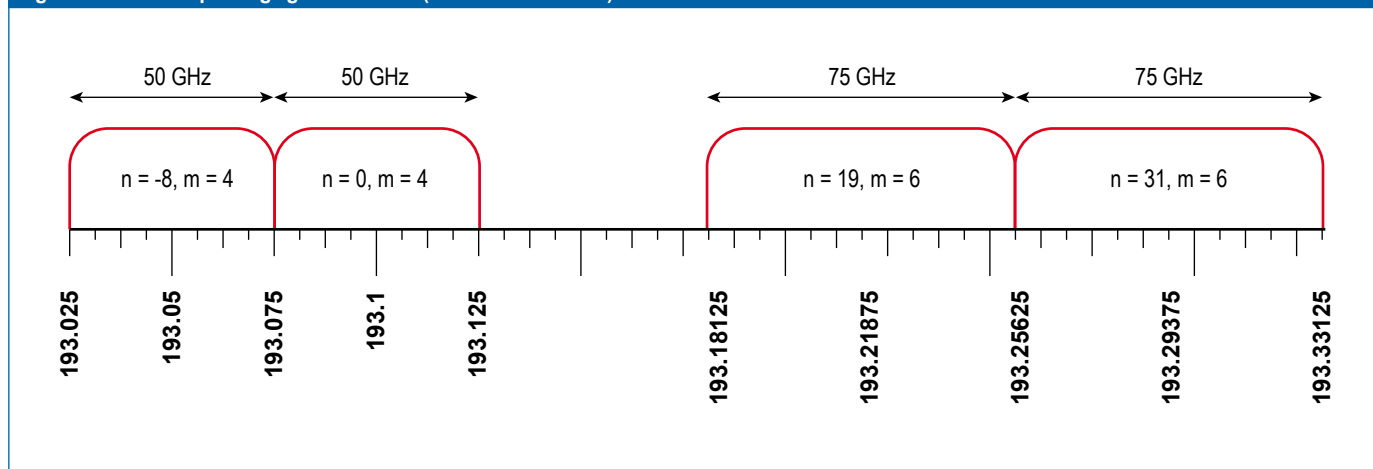
La tecnologia "superchannel" non è ancora oggetto di standardizzazione in ITU-T, anche se esistono prototipi di interfacce già disponibili e quindi verosimilmente sarà oggetto di studio nel prossimo *study period*. L'aumento delle velocità delle interfacce non è l'unico modo per aumentare la capacità complessiva di un sistema di trasporto WDM. Un secondo strumento a disposizione è in effetti quello di rendere più efficiente l'uso delle risorse disponibili. Dato che, proprio per la natura stessa delle reti di trasporto, i flussi

raccolti e trasportati sono di natura estremamente eterogenea, diventa necessario, per conseguire tale efficienza, migliorare le tecniche di moltiplicazione.

La crescente numerosità dei segnali cliente (sia in termini di formato, che di velocità di linea) ha portato ad un nuovo approccio seguito nella standardizzazione degli apparati OTN (ITU-T G.709 e G.798). In precedenza, si era definita una gerarchia di moltiplicazione rigida, ottimizzata per il trasporto dei client SDH, definendo dei contenitori ODU (*Optical Data Unit*) a diverso *bit rate* (2.5, 10, 40 e 100 Gbit/s). In questo modo il trasporto di altri segnali (ad esempio Ethernet o Fiber Channel) era fortemente dis-ottimizzato. L'ultima versione della Racc. G.709 introduce invece il concetto di ODUflex (*Optical Data Unit Flexible*), per il quale gli apparati OTN di nuova generazione possono allocare la banda necessaria a trasportare un segnale cliente (o una moltiplicazione di più clienti) in maniera flessibile, con una granularità definita.

Per segnali multiplati in un'interfaccia di linea fino a 100Gb/s, la granularità della banda assegnabile è pari a 1.25 Gbit/s, mentre per segnali multiplati in interfacce a velocità superiore a 100 Gbit/s, la

Figura 4 - Un esempio di griglia flessibile (ITU-T Rec. G.694.1)



granularità sarà scelta tra 5 Gbit/s (maggiore flessibilità ma anche complessità della matrice) e 10 Gbit/s (possibili disottimizzazioni per segnali a 25 GbE, ma matrici meno costose).

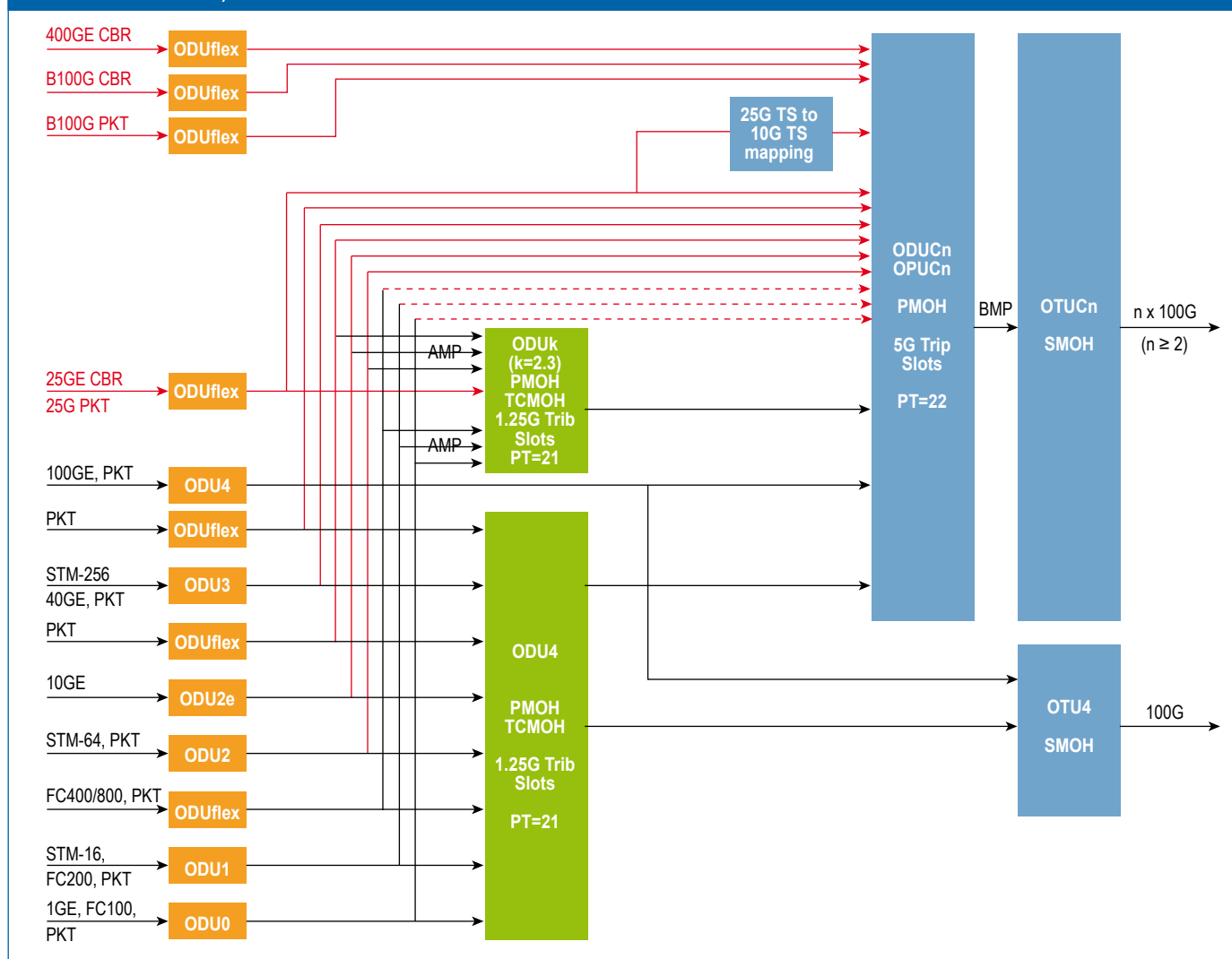
In *Figura 5* è mostrata la nuova versione dello schema della gerarchia di multiplexazione OTN che comprende sia il trasporto di segnali a velocità superiore a 100 Gbit/s, sia l'utilizzo delle ODUflex per l'uso più efficiente della banda. Questa modifica, ancora in discussione, verrà introdotta in una prossima revisione della raccomandazione G.709

Le reti mobili di nuova generazione (LTE e in futuro 5G) richiederanno un trasporto sempre più capillare di interfacce a velocità maggiori e con stringenti requisiti di latenza, dalle stazioni radio alla core network. Il trasporto ottico DWDM è un buon candidato per soddisfare entrambi i requisiti, a patto che il costo delle soluzioni ottiche utilizzate sia contenuto ed adeguato al contesto di utilizzo (rete di accesso e metro). Un altro vantaggio delle soluzioni DWDM è quello di facilitare un'integrazione tra l'accesso fisso e mobile, come mostrato in figura, in

quanto (per collegamenti di qualche decina di km) è possibile moltiplicare sulla stessa fibra segnali di formato e velocità diversa senza particolari restrizioni.

La Questione 6 del SG 15 ITU-T ha pertanto individuato lo spazio per la definizione di una nuova Raccomandazione (provvisoriamente chiamata "G.metro") che individui una soluzione a basso costo per le reti WDM metro, con prestazioni più performanti rispetto a quelli proposti nella attuale versione della G. 698.3 (bit rate limitato a 1 Gbit/s), ma ad un costo inferiore

Figura 5 - Bozza di schema di mappaggio e multiplexazione di segnali OTN, comprendente segnali B100G (output della Riunione Plenaria ITU-T SG15 di Novembre 2014)



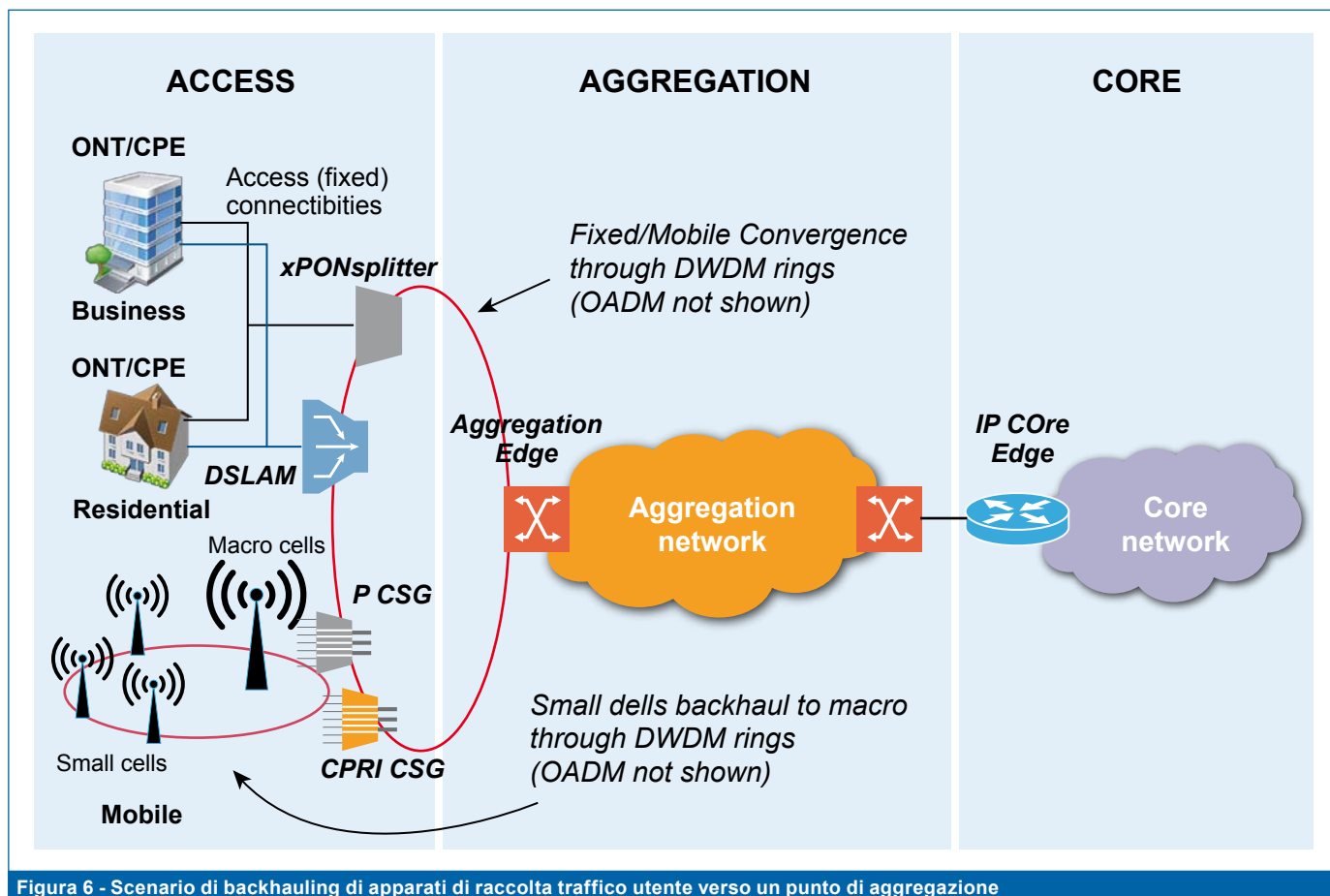


Figura 6 - Scenario di backhauling di apparati di raccolta traffico utente verso un punto di aggregazione

rispetto alle applicazioni definite nelle Raccomandazioni G.698.1 e G.698.2. In breve, la soluzione G.metro propone di standardizzare il trasporto di 40 canali in multiplexione DWDM bidirezionale (una sola fibra di linea), utilizzando interfacce sintonizzabili in lunghezza d'onda con bit rate a 1 Gbit/s, 2.5 Gbit/s e 10 Gbit/s, su una distanza massima di 40 km. Il contenimento dei costi è portato da due fattori. Il primo è l'utilizzo di una sola fibra per la trasmissione e la ricezione del bundle dei canali DWDM, mentre il secondo è di tipo operativo, in quanto queste interfacce saranno in grado di sintonizzarsi automaticamente su un canale libero nello spettro ottico, una volta connesse ad una porta disponibile sui multiplexatori ottici.

Attualmente è in fase di standardizzazione il meccanismo di auto-configurazione delle interfacce ottiche, mentre il rilascio della prima versione dello standard è previsto nel prossimo anno.

Una delle caratteristiche più importanti di una rete di trasporto è la sua resilienza cioè la sua capacità di garantire il trasporto delle informazioni anche in condizioni di guasto. Problema sempre più sentito sia perché le reti trasportano quantità di dati sempre più grandi, sia perché in esse transitano anche dati molto pregiati. La resilienza della rete viene garantita introducendo dei meccanismi di protezione che effettuano il re-instradamento automatico del traffico quando un guasto viene rilevato.

Nello SG15 di ITU-T, la Questione 9 "Transport network protection/re-

storage" si occupa proprio di meccanismi di protezione e sta lavorando su un insieme di raccomandazioni specifiche per la tecnologia OTN.

- la G.873.1 "Optical Transport Network (OTN): Linear protection" tratta semplici schemi di protezione lineari utilizzabili su sistemi WDM punto-punto;
- la G.873.2 "OTN Shared Ring Protection" si riferisce alle topologie ad anello;
- la G.odusmp "OTN Shared Mesh Protection" è una nuova raccomandazione che standardizza meccanismi di protezione condivisa nei quali le risorse di back-up, sebbene abbiano un percorso pre-calcolato e talvolta pre-allocato, sono condivise tra più flussi working;
- la G.mdsp "Multi-domain shared protection" è anch'essa una nuova

raccomandazione il cui ambito è la standardizzazione di meccanismi di protezione end-to-end su più domini di rete, ciascuno dei quali è dotato di un proprio meccanismo di protezione, anche diversi fra loro.

2.3 SDN e le reti di trasporto

Il concetto di SDN (*Software Defined Networking*) è nato con l'obiettivo di consentire la realizzazione di una nuova architettura di rete nella quale il controllo è completamente disaccoppiato dall'instradamento dei pacchetti (forwarding). Questo consente di avere un piano di controllo completamente programmabile che mette a disposizione una visione astratta delle risorse di rete per lo sviluppo di applicazioni e nuovi servizi.

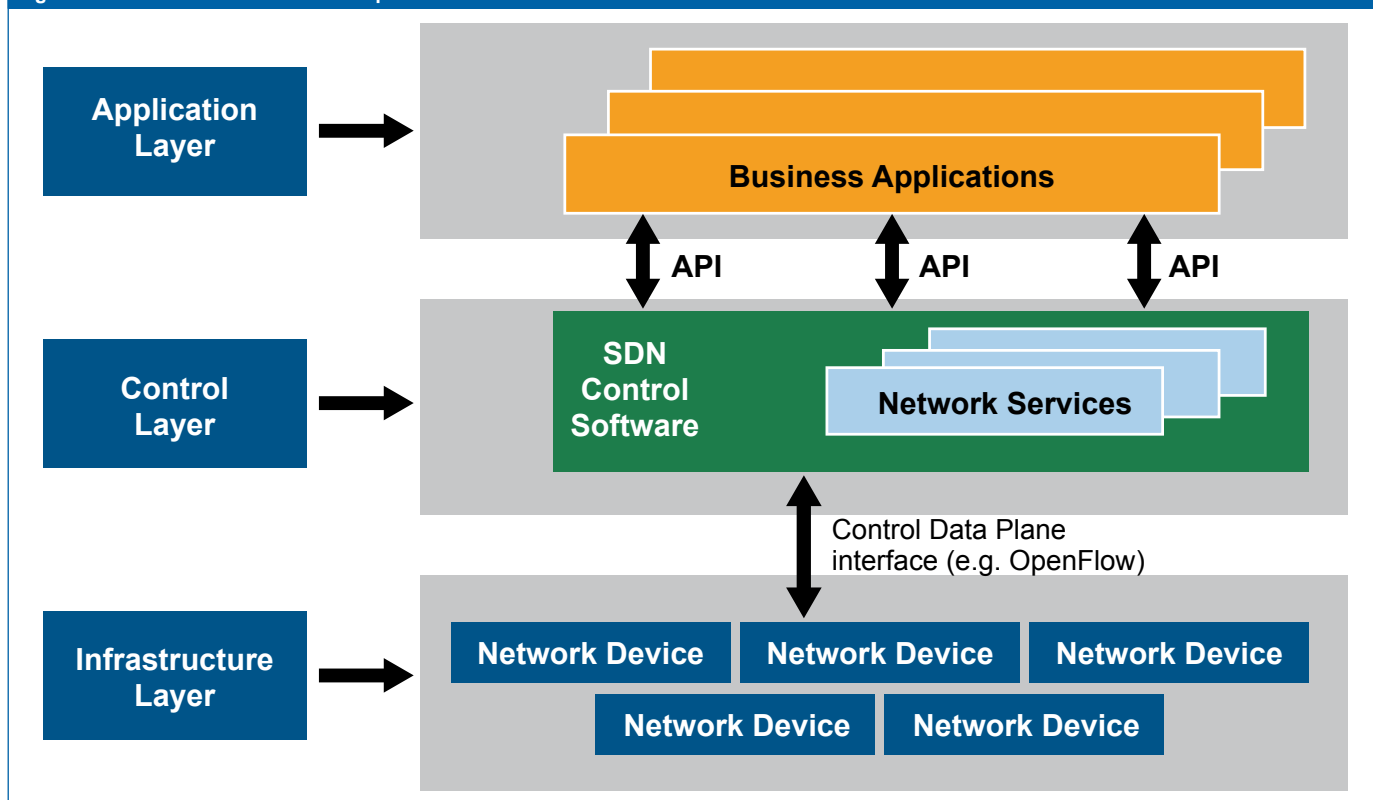
L'architettura di rete SDN definita da ONF (*Open Networking Forum*) è mostrata in *Figura 7* ed è costituita da tre livelli distinti.

- l'Infrastructure Layer è formato dai NE (*Network Element*) che svolgono le funzionalità di commutazione (switching) e instradamento (forwarding) dei pacchetti;
- il Control Layer contiene l'intelligenza che controlla il comportamento di forwarding degli NE e comunica con loro attraverso interfacce standard;
- l'Application Layer consiste in un insieme di applicazioni che servono per creare servizi, partendo dalle risorse della rete SDN. Il confine fra Application Layer e Control Layer è realizzato attraverso una interfaccia northbound basata sul concetto di API (*Application Programming Interface*).

Secondo questo modello, l'architettura di una rete SDN è caratterizzata da tre aspetti fondamentali.

- **Intelligenza centralizzata.** In una architettura SDN il controllo di rete è separato dagli elementi che svolgono il forwarding e la comunicazione fra queste diverse entità avviene attraverso una interfaccia southbound standardizzata, basata sul protocollo OpenFlow. Centralizzando l'intelligenza di rete il processo di decisione sull'instradamento risulta semplificato perché si basa su una visione globale della rete a differenza di quanto avviene nelle reti attuali dove i singoli nodi non sono a conoscenza dello stato complessivo della rete stessa;
- **Programmabilità.** Le reti SDN sono controllate da funzionalità software che possono essere sviluppate da fornitori diversi oppure direttamente dall'operatore di

Figura 7 - Architettura di riferimento per una rete SDN



rete. La disponibilità di API che consentono alle applicazioni di interagire con la rete abilita la possibilità di innovazione e differenziazione nel campo dei servizi;

- astrazione. In una rete SDN le applicazioni che usano le risorse operano su una visione astratta della rete sottostante. Questo garantisce la portabilità dei servizi e del software.

La versione di SDN sviluppata da ONF prevede che il Controllore utilizzi il protocollo Openflow per comunicare con gli apparati e che le funzioni di controllo siano completamente centralizzate. L'approccio completamente centralizzato può presentare problemi di scalabilità in reti con un elevato numero di nodi, per questo IETF sta lavorando

ad una variante di questa architettura nella quale possono convivere funzioni di controllo centralizzate e distribuite, ma vengono mantenuti i concetti di programmabilità e di astrazione delle risorse di rete.

Nello sviluppare la sua versione di SDN, IETF riutilizza protocolli ed architetture che erano già stati definiti per altri scopi. È questo il caso del protocollo Netconf (*Network Configuration Protocol*), un protocollo di gestione (RFC6241) destinato a sostituire SNMP (*Simple Network management Protocol*) per la configurazione degli apparati, che ora costituisce una delle opzioni disponibili per la southbound interfaccia del controllore SDN. Poiché una delle funzioni principali del controllore SDN è quella di path com-

putation, all'interfaccia southbound è anche possibile utilizzare PCEP per comunicare il path ai network element.

In questo contesto può trovare applicazione anche il Segment Routing, in uno scenario di applicazione dell'SDN, nel quale un controllore centralizzato decide il percorso in rete sul quale instradare il traffico e lo comunica al solo nodo sorgente, il quale utilizza il Segment Routing per comunicare questo percorso agli altri nodi.

ONF ha recentemente iniziato una attività che ha come obiettivo l'estensione dei concetti SDN alle reti di trasporto ottiche, nota con il nome di T-SDN (*Transport SDN*). Questa estensione si scontra però con il fatto che nelle reti ottiche il

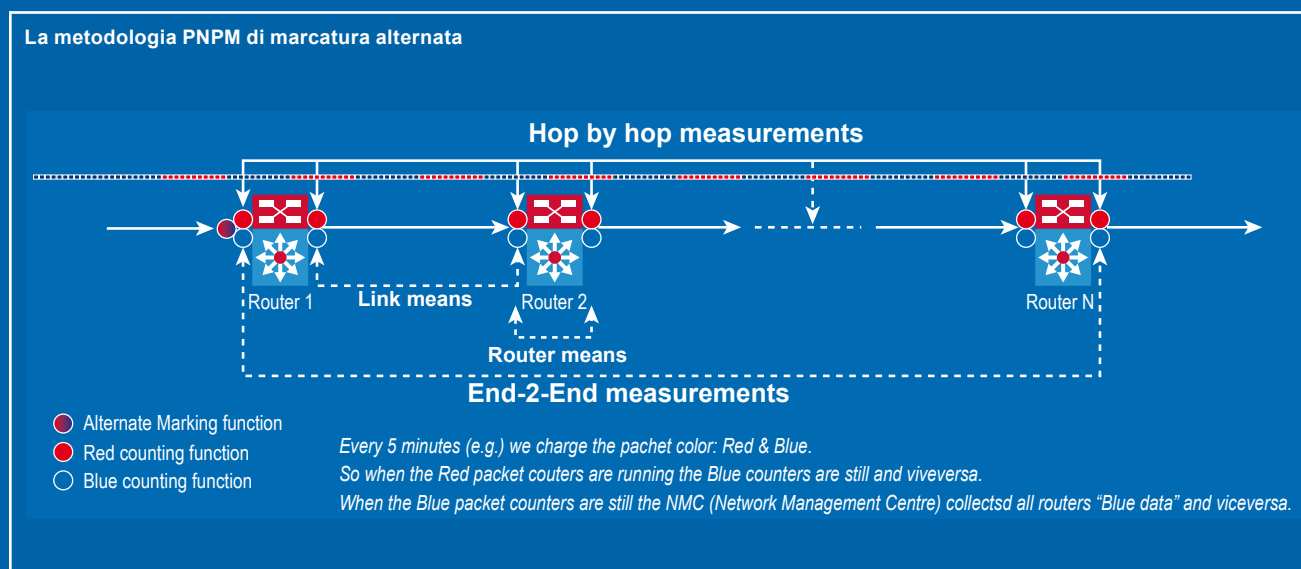
PNPM: dal brevetto allo standard

Dal 2008 in poi Telecom Italia ha depositato una serie di richieste di brevetto relative ad una nuova metodologia di misura delle prestazioni delle reti a pacchetto

denominata PNPM (*Packet Network Performance Monitoring*).

Il concetto base di tale metodologia consiste nella marcatura alternata di un bit

dell'header dei pacchetti ('colorazione' dei pacchetti). Periodicamente, ad esempio ogni 5 minuti, si cambia il "colore" in modo da creare dei blocchi di pacchetti



calcolo del percorso di una lunghezza d'onda deve tenere conto dei limiti trasmissivi legati alla propagazione della luce sul mezzo fisico che dipendono da aspetti non completamente standardizzati.

In prospettiva, la disponibilità di controllori SDN multi-layer in grado di controllare in modo congiunto sia lo strato a pacchetto sia quello ottico potrebbe consentire una reale integrazione IP/Ottico con vantaggi in termini di ottimizzazione dell'uso delle risorse e di prestazioni della rete.

Conclusioni

La tecnologia per le reti ottiche, ben lungi dall'essere monolitica e

universale, presenta una varietà di scelte implementative e di varianti che ne permettono l'ottimizzazione in funzione delle necessità di applicazione. Altrettanto complesso è l'insieme degli standard che la definiscono. La tendenza evolutiva tracciata da questi ultimi indica peraltro come sia fortemente sentita l'esigenza di una semplificazione che consenta una riduzione sia dei costi di implementazione (capex) che di quelli di gestione (opex). Questa deve permettere di andare sempre più verso l'integrazione dei segmenti di rete diversi sotto un'unica piattaforma, con efficienza più alta. L'obiettivo dell'unificazione della gestione è imposto anche dall'esigenza di controllare la qualità del servizio end-to-end.

Inoltre la necessità di abbattere i costi pur migliorando le caratteristiche fa sì che si cerchi di adattare le tecnologie a costo inferiore anche all'applicazione in segmenti diversi da quelli abituali. Ad esempio il DWDM delle NG-PON2 usato in accesso comincia ad essere considerato anche per applicazione nei segmenti metro e trasporto, tradizionalmente equipaggiate con dispositivi specifici molto più costosi. La stessa tendenza deriva anche dalla necessità di supportare con una rete ottica capillare, oltre all'utenza fissa, anche le funzionalità di back- e fronthauling per la rete mobile.

In sostanza molti fattori concorrono a selezionare tecnologie che siano applicabili in modo esteso su reti

consecutivi dello stesso "colore" alternati da altri di "colore" diverso.

L'applicazione di questa metodologia ad un flusso di traffico che attraversa una semplice rete è mostrata in modo schematico nella figura.

Nel punto in cui il traffico entra nella rete sottoposta a misura c'è una funzione di marcatura che colora in modo alternato tutto il traffico del flusso. In vari punti della rete sono posizionate delle funzioni di conteggio che contano i pacchetti in ciascun blocco di un determinato colore. Le misure di packet loss possono essere fatte in modo semplice confrontando i risultati dei conteggi effettuati su uno stesso blocco in punti diversi della rete. In questo modo, è possibile misurare le prestazioni sia end-to-end sia in punti intermedi della rete, fino ad individuare la causa della perdita di pacchetti che può essere localizzata in un singolo link o router.

Inoltre, è possibile prevedere funzionalità di conteggio più sofisticate che contano

tutti i pacchetti di un blocco aventi una caratteristica comune (ad esempio l'indirizzo IP di destinazione) per misurare la packet loss su flussi di traffico più piccoli all'interno del flusso principale.

Questa metodologia, estremamente semplice e di facile implementazione, ha permesso prima la realizzazione della misura di packet loss su traffico reale, poi la sua estensione anche alla misura dei parametri di delay e jitter, aggiungendo tecniche di time-stamping.

Essa è stata applicata sulle reti IP di Telecom Italia, prima per la misura delle prestazioni del traffico multicast del servizio IPTV e poi per il traffico LTE sulla rete di backhaul.

Basandosi su queste esperienze la metodologia PNPM è stata proposta per la standardizzazione con un draft presentato in IETF (l'ultima versione presentata è denominata "draft-tempia-ippm-p3m-00"). L'interesse che questo ha riscosso ha portato alla presentazione di altri draft, basati sulla stessa metodologia ⁷.

In IETF, come in quasi tutti i maggiori enti di standardizzazione, è richiesto di dichiarare preventivamente quando un draft si basa su uno o più brevetti, pena il blocco del processo di standardizzazione. Telecom Italia ha quindi dichiarato che renderà disponibile la licenza dei brevetti della metodologia PNPM, su base FRAND (*Friendly And Not Discriminatory*), qualora i draft diventino standard. Cioè, in parole povere, le licenze avranno un prezzo "ragionevole" e saranno concesse senza favoritismi.

Alcuni costruttori hanno dimostrato interesse all'acquisizione delle licenze della suite di brevetti PNPM, ed uno in particolare, ha già finalizzato il contratto d'acquisto di una licenza non esclusiva per lo sfruttamento di questi brevetti nei suoi apparati ■

mauro.cociglio@telecomitalia.it

⁷ Si possono citare quello di Huawei-Ericsson-Telecom Italia "draft-chen-ippm-coloring-based-ippm-framework-03" e quello di Cisco che applica la metodologia al traffico MPLS: "draft-bryant-mpls-synonymous-flow-labels-00"

aventi diverse finalità, fermo restando che dovranno continuare ad essere disponibili gli strumenti per ottimizzare l'uso in diversi contesti, permettendo un netto miglioramento in flessibilità. Uno di questi strumenti è sicuramente quello della virtualizzazione delle funzionalità di controllo (control plane) grazie alla separazione completa di queste dalle funzionalità legate allo user plane su cui viaggiano i dati utente veri e propri ■

Acronimi

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	LAN	Local Area Network	TDM/TDMA	Time Division Multiplexing/Time Division Multiple Access
API	Application Programming Interface	LTE	Long Term Evolution	TR	Technical Report
CPE	Customer Premises Network	MAN	Metropolitan Area Network	UI	Unità Immobiliare
DPBO	Downstream Power Back Off	MPLS	Multi-Protocol Label Switching	UPBO	Upstream Power Back Off
DSLAM	DSL Access Multiplexer	MPLS-TP	Multi-Protocol Label Switching-Transport Profile	VDSL2	Very high speed Digital Subscriber Line 2
DP-QPSK	Dual Polarization – Quadrature Phase Shift Keying	NE	Network Element	VPN	Virtual Private Network
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	NGAN	Next Generation Access Network	WDM	Wavelength Division Multiplexing
FRAND	Friendly And Not Discriminatory	NG-PON2	Next Generation – PON 2	WT	Working Text
FTTB	Fiber To The Building	OAM	Operation Administration and Management	XG-PON	10Gigabit-capable PON
FTTCab	Fiber To The Cabinet	ODF	Optical Distribution Frame		
FTTdP	Fiber To The distribution Point	ODN	Optical Distribution Network		
FTTH	Fiber To The Home	OLI	Open Lambda Initiative		
G.fast	Fast Access to Subscriber Terminals	OLO	Other Licensed Operator		
GPON	Gigabit capable Passive Optical Network	OLT	Optical Line Termination		
GbE	Gigabit Ethernet	ONT	Optical Network Termination		
IP	Internet Protocol	ONU	Optical Network Unit		
ITU	International Telecommunications Union	PCC	Path Computation Client		
ITU-T	International Telecommunications Union - Telecommunications Standardisation Sector	PCE	Path Computation Element		
		PCEP	Path Computation Element Protocol		
		PNPM	Packet Network Performance Monitoring		
		PON	Passive Optical Network		
		PoP	Point of Presence		
		ODU	Optical Digital Unit		
		ONF	Open Networking Forum		
		OUT	Optical Transport Unit		
		QAM	Quadrature Amplitude Modulation		
		RFC	Request For Comments		
		ROE	Ripartitore Ottico di Edificio		
		RSVP	Resource Reservation Protocol		
		SDN	Software Defined Network		
		SLA	Service Level Agreement		
		SME	Small Medium Enterprise		
		SOHO	Small Office Home Office		
		TDD	Time Division Duplexing		

giuseppe.ferraris@telecomitalia.it
 luca.pesando@telecomitalia.it
 maurizio.valvo@telecomitalia.it



Giuseppe Ferraris

Ingegnere elettronico, è entrato in Azienda nel 1989 come ricercatore nel campo delle reti di trasporto. Ha partecipato alle attività di standardizzazione in ITU-T ed ETSI e a diversi progetti di ricerca finanziati dalla Comunità Europea, riguardanti le reti ottiche, occupando varie posizioni di responsabilità. Ha proseguito la sua attività nel campo della gestione dei progetti di ricerca e poi del testing. È tornato poi ad occuparsi di reti di trasporto ed è attualmente responsabile della funzione IP & Transport Innovation •



Luca Pesando

in Azienda dal 1992, è coordinatore delle attività di standardizzazione su IPTV e media delivery, Accesso Fisso e Trasporto dal 2006. Dal 2008 al 2014 è stato deputy Board Director per Telecom Italia dell'Open IPTV Forum e dal 2012 ne è stato il Vice-President. Fino a febbraio 2015 è stato Chairman dell'ETSI Project E2NA (End-to-end Network Architecture) ed è attualmente Chairman del Working Group M493 del TC NTECH. Prima del 2006 ha seguito varie attività in Telecom Italia con ruoli di project manager, nell'ambito di progettazione di sistemi di interconnessione ottica e sistemi di sicurezza per comunicazioni fisse e mobili. Ad inizio anni 2000 ha fatto parte del team di progetto del Backbone Nazionale Integrato. Prima di entrare in Telecom Italia ha lavorato per tre anni presso l'Università e la sezione INFN di Torino dopo il conseguimento del Ph.D in fisica •

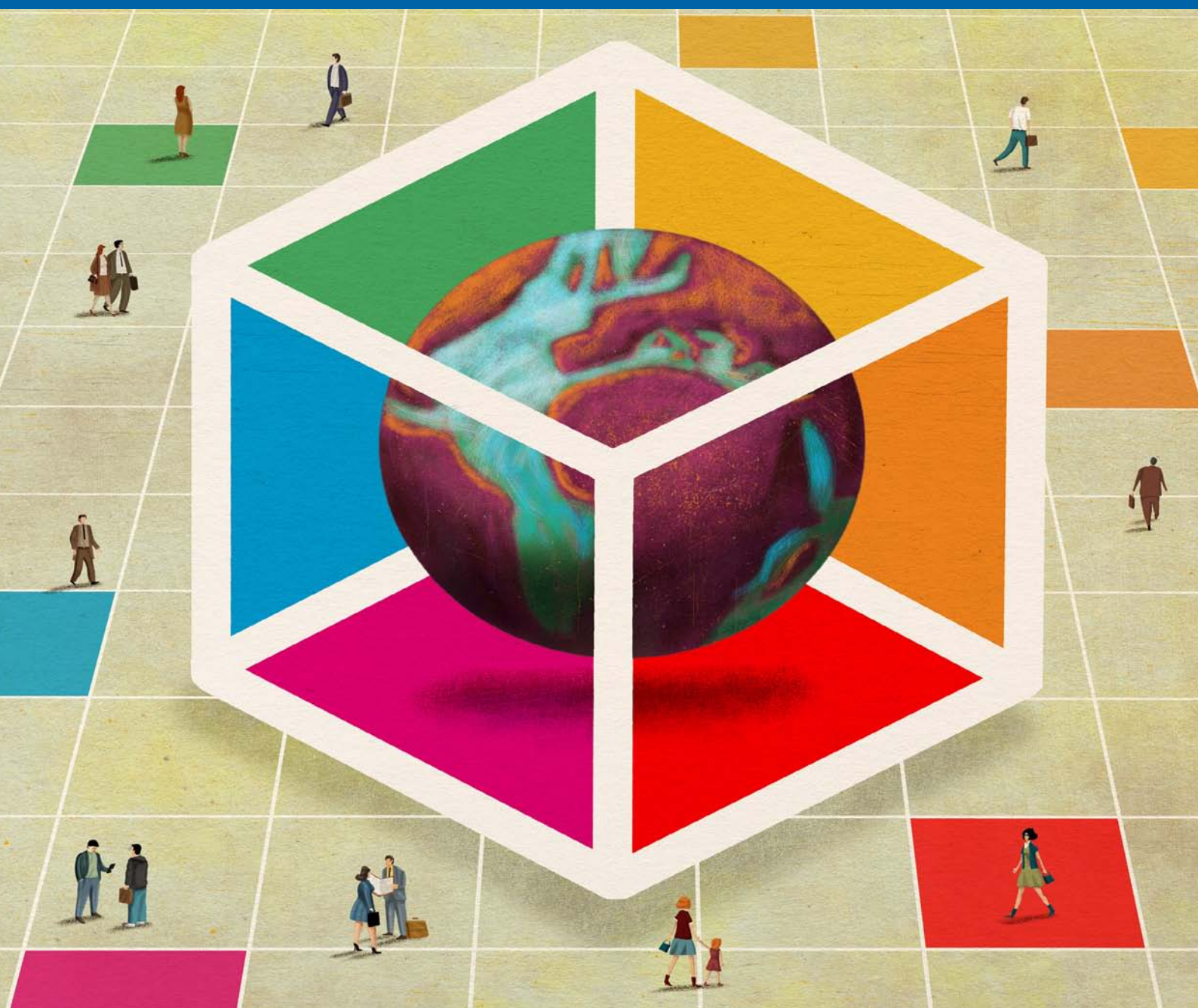


Maurizio Valvo

Ingegnere elettronico, è in Azienda dal 1991, dove si è inizialmente occupato di sistemi Passive Optical Network 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 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 relative all'evoluzione delle tecnologie ottiche per la Next Generation Access Network, contribuisce alla standardizzazione delle tecnologie NG-PON2 ed è responsabile dei laboratori "Sistemi per reti di accesso a larga banda" e "Innovation Lab - Rete" •

IL RUOLO DELLO STANDARD NEL MONDO DEI SERVIZI E APPLICAZIONI

Cecilia Corbi, Francesco Vadalà



L'industria delle telecomunicazioni sta affrontando dei cambiamenti radicali con effetti sui modelli di business e conseguentemente la modalità con cui gli standard sono definiti. Anche se la situazione corrente può essere vista come una “caotica transizione” in un ecosistema in continua evoluzione, esiste ancora la necessità di utilizzare standard di riferimento, per assicurare l'interoperabilità tra soluzioni diverse.

1 Introduzione

Può essere utile ricordare le origini dello standard. Nel febbraio del 1904, un grande incendio devastò per due giorni interi la città di Baltimora, nel Maryland (USA). Più di milleduecento pompieri furono necessari per domare le fiamme. Una delle principali ragioni della durata di tale incendio fu la mancanza di uno standard nazionale nell'equipaggiamento delle manichette usa-

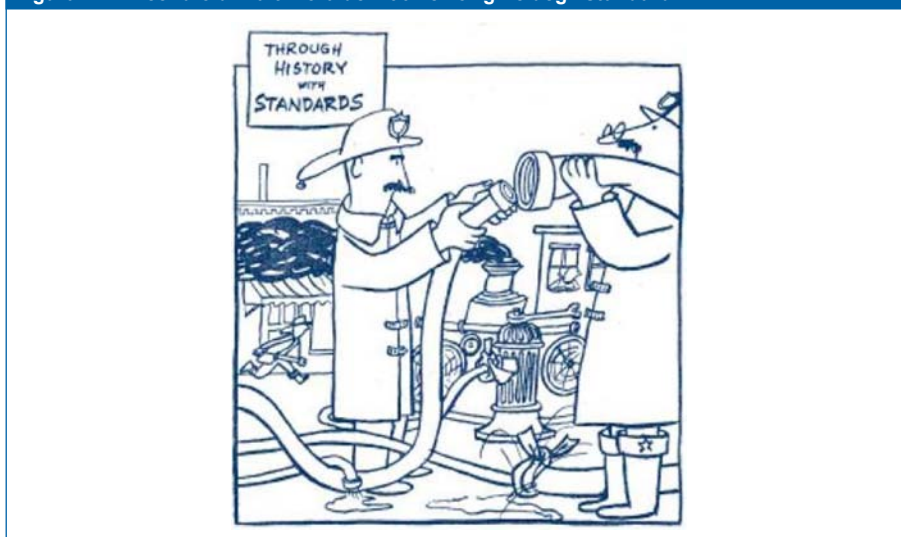
te dai vari pompieri. Nonostante siano accorsi dalle città vicine (come Filadelfia e Washington D.C., ma anche da New York City, Virginia, Wilmington, e Atlantic City) numerosi mezzi dei pompieri, molti non poterono essere utilizzati perché le manichette dei mezzi antincendio non poterono essere agganciate agli idranti di Baltimora. Dopo l'incendio di Baltimora, divenne chiaro che uno standard di riferimento era necessario e fu adottato dalla National Fire Protection Association uno

standard nazionale per i connettori degli idranti antincendio¹.

2 Dalla via “inerziale” ai nuovi modelli introdotti dagli OTT

Lo stesso principio fu applicato all'inizio dell'industria delle telecomunicazioni. Agli albori delle telecomunicazioni così come di Internet, dal momento che una tecnologia fondamentale stava per essere inventata, era imperativo per la crescita di nuovi mercati che degli standard di riferimento fossero stabiliti prima di un dispiegamento in grande scala della tecnologia e dei relativi servizi. Il processo per lo sviluppo di questi standard seguì un approccio tradizionale “a cascata”, il che aiutò ad armonizzare (a volte anche con delle alternative in ballo) soluzioni tecniche pre-standard alle necessità del mercato. Agli inizi degli anni 2000, un evento “di rottura” invase l'industria delle telecomunicazioni: lo sviluppo di un tipologia di Service Provider del tutto nuova, i cosiddetti “OTT (*Over The Top*)”. Gli OTT come Apple, Google, Amazon e molte altre ‘web companies’ che si sono

Figura 1 - L'incendio di Baltimora del 1904 e l'origine degli standard



¹ The Great Baltimore Fire, pubblicato da ISO Standardization magazine nel 1953, <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire04/art095.html>

sviluppate in questi anni hanno introdotto un'innovazione radicale in termini sia di hardware e tecnologie sia di servizi, contribuendo significativamente alla crescita della penetrazione del mobile e dell'uso dei dati. Gli OTT hanno costruito il loro successo sulla loro capacità di capire e soddisfare i bisogni degli utenti e per alcuni di essi addirittura creare questi bisogni, sfruttando un approccio centrato sul cliente ("customer-centric"), educando il mercato ai propri servizi e prodotti.

3 La "rottura" introdotta dagli OTT riflessa sul mondo degli standard

La "rottura" che si è verificata nel mondo dei servizi digitali ha avuto un riflesso sulle attività standard dell'industria delle telecomunicazioni: la digital revolution ha infatti cambiato molto il mondo degli standard per il layer dei servizi ed applicazioni negli ultimi 15 anni. In passato, l'"Application Layer" era sotto il completo controllo dell'Operatore. Solo l'Operatore era capace di fornire servizi all'utente finale. L'interoperabilità (e "interoperabilità" significa "standard di riferimento") era necessaria a tutti i livelli, rete e

servizi. Accadde che gli OTT hanno preso l'egemonia sull'"Application Layer" e sul "Control Layer", relegando il business degli operatori al solo "Network Layer". E non solo, ma gli OTT hanno anche "ri-disegnato" il mondo dei servizi e oggi gli OTT sono i principali fornitori di servizi. L'interoperabilità è ancora necessaria e obbligatoria al livello di rete, ma per l'"Application Layer" è diventata "utile" nel migliore dei casi.

4 La reazione dell'industria delle telecomunicazioni

L'industria delle telecomunicazioni (e con essa incluso l'ecosistema degli standard per le telecomunicazioni) ha reagito focalizzandosi sull'arricchimento e valorizzazione degli asset degli Operatori, quelli esistenti (come la rete, i sistemi di billing, i sistemi di customer care, identità e autenticazione, sicurezza) e identificandone dei nuovi (come l'identità singola, gestione del traffico attraverso policy control e deep-packet inspection, qualità end-to-end, qualità differenziata, Network API, dati). Gli OTT sono stati bravi ad aggirare le limita-

zioni derivanti dall'impossibilità di controllare le policy di rete e avere accesso alle informazioni del livello di rete. Oggi la banda non è più un problema in termini di offerta di servizi real-time per la rete fissa e lo stesso sta già accadendo per la rete mobile con il dispiegamento del 4G (e prossimamente il 5G). In aggiunta, gli OTT riescono a funzionare senza informazioni provenienti dalla rete, facendo affidamento solo sugli end-points su cui possono avere il controllo. Per esempio, per l'autenticazione, la stessa user experience può essere resa all'utente finale, usando i cookies del browser web (con un livello di sicurezza inferiore, ma senza che gli utenti ne percepiscano la differenza).

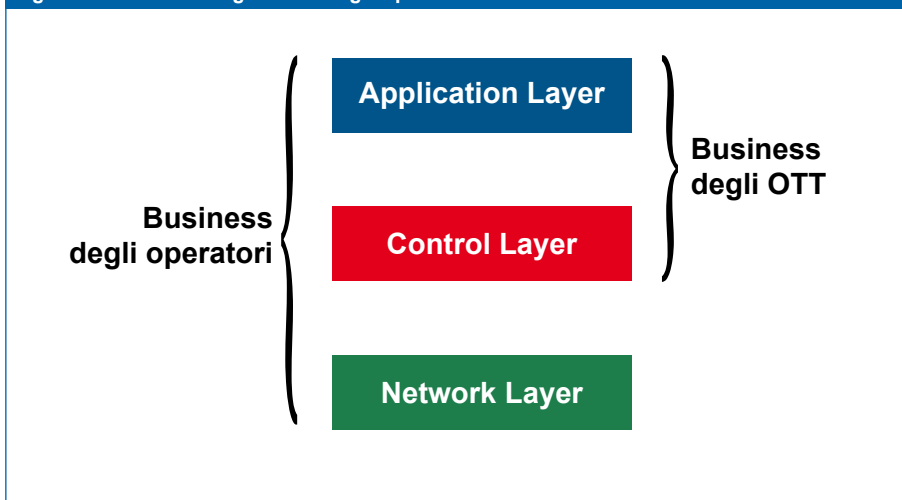
5 Application Layer: i punti chiave per il mondo degli standard

Il risultato di questa trasformazione è un ecosistema più complesso che evolve sempre più velocemente man mano che ci avviciniamo al futuro in cui tutte le comunicazioni (un tempo solo tra le persone, ma oggi sempre più tra le "cose") saranno Internet-based.

Per star dietro a questi cambiamenti, è importante realizzare quanto diversamente rispetto a oggi, gli standard futuri debbano essere strutturati. Come raggiungere questo obiettivo e stare al passo con i tempi? Attraverso un approccio con più sfaccettature, tra cui:

- assicurarsi che il processo di standardizzazione sia accompagnato da tool per sviluppatori in un ambiente di servizi aperto e programmabile, attraverso API (*Application Programming Interface*) esposte sia a livello di rete sia a livello di terminale;
- adottare approcci agili e collaborativi per lo sviluppo di enabler

Figura 2 - Business degli OTT e degli Operatori a confronto



“alla velocità di Internet”, che risultino nel rendere disponibile del codice base che possa accelerare lo sviluppo dell'enabler;

- estendere il focus su servizi per nuovi segmenti di mercato come Machine-to-Machine, Healthcare, Public Safety, e conseguentemente, assicurarsi che il processo di standardizzazione sia multi-stakeholder, ossia non più un processo che vede coinvolti soltanto operatori e fornitori del mondo telco, ma bisogna considerare tale processo come un effort "multi-stakeholder" (Agenzie Governative, utenti, Enti regolatori, operatori, fornitori, aziende automobilistiche, municipalità, OTT, ecc.), per avere l'opportunità per molti altri gruppi di essere coinvolti nel definire i “requisiti” per i prossimi standard, e specialmente essere sicuri che qualsiasi standard tecnologico emerga, esso non vincoli alcun modello di business né alcuna tipologia di interazione applicazione/utente; Inoltre è importante per gli SSO non essere soli nel loro ruolo di stabilire standard di riferimento, ed è fondamentale riconoscere l'importanza di lavorare con altre organizzazioni per lavorare congiuntamente sulle stesse attività o su aspetti complementari in maniera coordinata e all'interno di un quadro di riferimento cooperativo.

Infine, un valore incommensurabile per un SSO è rappresentato dal gruppo di persone, delegati esperti delle varie tecnologie. Le associazioni SSO rappresentano un luogo, una struttura dove i delegati possono incontrarsi, condividere le attività su cui stanno lavorando, discutere, identificare punti di vista comuni, definire specifiche tecniche che saranno più di valore che se specificate da una sola azienda.

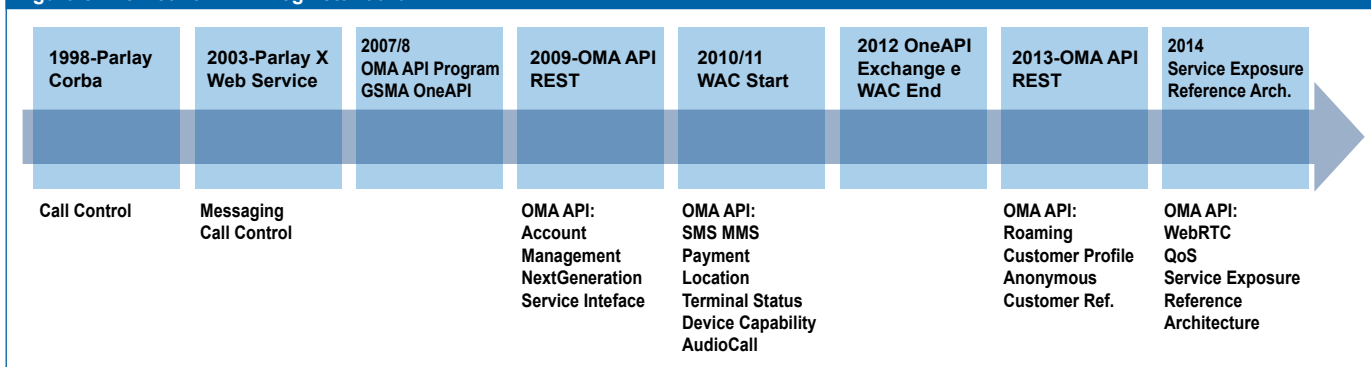
6 Le Network API negli standard

Le API (*Application Programming Interface*, in italiano *Interfaccia di Programmazione di un'Applicazione*) sono da tempo note agli sviluppatori come una modalità di interazione tra componenti software, ossia uno strumento tecnico attraverso il quale semplificare e risolvere il problema dell'interoperabilità tra moduli o piattaforme. Con il termine Network API (o NetAPI) si intendono le API che descrivono ed espongono funzionalità erogate dall'infrastruttura di un operatore Telco e che abbiano caratteristiche di resilienza ed utilità di utilizzo anche da parte di terze parti. Le Network API sono nate a fine degli anni '90 nell'ambito dell'iniziativa Parlay (*Figura 3*), un consorzio gui-

dato da BT. L'obiettivo iniziale di Parlay era la definizione di meccanismi ed interfacce per “aprire” la Rete Intelligente dell'operatore verso applicazioni di provider esterni, al fine di soddisfare una richiesta elaborata dall'authority britannica per le telecomunicazioni.

Seguendo l'evoluzione tecnologica delle API, dalla metà degli anni 2000 in ambito di lavoro congiunto tra 3GPP e Parlay sono state standardizzate le API OSA (*Open Service Architecture*) Parlay X Web Services, attività poi confluita nel 2008 in OMA (*Open Mobile Alliance*). OMA è l'ente di riferimento per la standardizzazione dei cosiddetti Service Enabler, ossia elementi abilitatori per realizzare servizi per l'utente finale. OMA ha istituito un “API Programme” ed è riconosciuta come riferimento per la definizione delle API e del modello di esposizione (*OMA Service Exposure Framework*). Dal 2008 ad oggi, OMA ha definito oltre 25 Network API con paradigma REST che riguardano le principali funzionalità Telco “esponibili” dagli operatori Telco verso terze parti (Content Service Provider, Developers, Business Partners): messaging, audio call, payment, terminal status, customer profile, ecc. Tra le ultime Network API rilasciate da OMA citiamo: la Roaming REST API, che viene utilizzata da tutti gli operatori europei

Figura 3 - Le Network API negli standard



Il W3C e gli standard per le tecnologie WEB



Il W3C (*World Wide Web Consortium*), che conta ad oggi 382 membri, sviluppa tecnologie e raccomandazioni che garantiscono l'interoperabilità (attraverso specifiche, linee guida, best practices, software e applicazioni) per portare il World Wide Web al massimo del suo potenziale. Il W3C ha la missione di raggiungere il massimo consenso ed inclusione degli attori coinvolti nel processo di evoluzione del Web con la diffusione di informazioni, comunicazioni e attività. Con il contributo dei maggiori OTT (Google, Facebook, Apple, Microsoft) e Telco operators, il W3C ha recentemente celebrato il ventesimo anniversario del W3C Europe a Parigi e come di consueto supportato la WWW conference quest'anno ospitata a Firenze. Proprio in quest'ultima occasione Telecom Italia oltre a sponsorizzare l'evento, ha partecipato con uno stand e presentato alcuni risultati conseguiti in progetti correlati alle tecnologie Web proprio nell'ambito del W3C Track.

W3C, oltre alle foundation alla base della Web platform come HTML5, prosegue nella esplorazione di settori verticali come Web and TV, Web of Things, Web Payments e Web for Automotive.

In risposta ad un aumento della domanda dei consumatori per i dati e servizi in Connected Auto, il W3C ha anche recentemente rilanciato una collaborazione con l'industria automobilistica per

arricchire la esperienza Web di conducenti e passeggeri negli autoveicoli. L'impegno si concentra inizialmente sul fornire agli sviluppatori di applicazioni uno strato di accesso standard e sicuro ai dati del veicolo.

Case automobilistiche, produttori di chip, i produttori di browser e operatori di telefonia mobile hanno iniziato a lavorare con il W3C sul progetto di specifica per i dati auto: identificazione del veicolo, accelerazione e velocità, pressione dei pneumatici, lo stato della batteria e personalizzazione informazioni come la posizione del sedile e informazioni clima.

La tecnologia Web riduce il time to market per le applicazioni automotive, consentendo una rapida innovazione; anche per questo numerosi leader del settore automobilistico partecipano all'iniziativa tra cui: BlackBerry, Continental, Ford, General Motors, Intel, Jaguar, Land Rover, Porsche e Volkswagen.

Nel contempo il Social Web WG sta definendo practices e API per facilitare la creazione di un Social Web fortemente distribuito aderendo alle linee guida Europee sul tema della privacy/proprietà dei dati e per mitigare l'effetto accentratore delle attuali mainstream Online Social Network (Facebook, Twitter, LinkedIn).

Nel febbraio 2015, il W3C ha anche rilanciato la iniziativa in ambito Web of Things per accelerare lo sviluppo di

mercati aperti per i prodotti e servizi basati sensori e attuatori, e altri dati sul Web.

Nell'ambito Web Real-Time Communications il WebRTC Working Group prosegue l'evoluzione della specifica verso una Candidate Recommendation.

Il gruppo di interesse denominato ORTC (*Object RTC*) community group ha raccolto requisiti e spunti dalla tecnologia ORTC che è il frutto di un'iniziativa Microsoft parallela a WebRTC che definisce APIs per la comunicazione real time sul Web senza però, a differenza di WebRTC, vincolare lo sviluppatore di applicazioni all'utilizzo di specifici protocolli o formati di segnalazione.

Attualmente si stanno discutendo i passi operativi di una futura convergenza tra le specifiche volta ad un arricchimento delle API e ad un miglioramento dei meccanismi di gestione delle sessioni.

Telecom Italia è membro del W3C dal 2004 ed oltre a seguire le iniziative evidenziate in precedenza presidia o ha presidiato diversi gruppi tecnici tra i quali Social Web WG, WebRTC WG, Device API WG e prima ancora Semantic Annotation to WSDL e Widgets WG. Telecom Italia ha anche partecipato attivamente a numerosi eventi come workshop o online Jams per contribuire alla visione dei Telco nell'ambito di un'arena prevalentemente presidiata dagli OTT. Telecom Italia è anche membro dell'Advisory Committee, il cui mandato è quello di gestire il budget del consorzio oltreché indirizzare le tematiche normative definendo delle priorità ■

claudio.venezia@telecomitalia.it

per l'interconnessione con gli Alternate Roaming Provider al fine di ottemperare alla nuova regolamentazione Roaming in vigore dal Luglio 2014; la QoS REST API che abilita un'applicazione a controllare la qualità del servizio (QoS) applicata alla connettività di un utente finale su base temporanea. Tra le NetAPI in fase di specifica troviamo:

- la Zonal Presence REST API, che permette l'accesso di terze parti ad informazioni su utenti che si trovano in determinate aree geografiche (es. in una determinata zona o in uno dei negozi di una particolare catena);
- la Twinning REST API che permette di associare un "secondary" device ad un "primary" device, di modo che il secondary device assuma l'identità del primary device e quindi sia in grado di ricevere chiamate e messaggi destinati al primary device, originare chiamate e messaggi ed essere percepito dalla destinazione come se fosse il primary device.

7 Le Network API in Telecom Italia e nel mondo

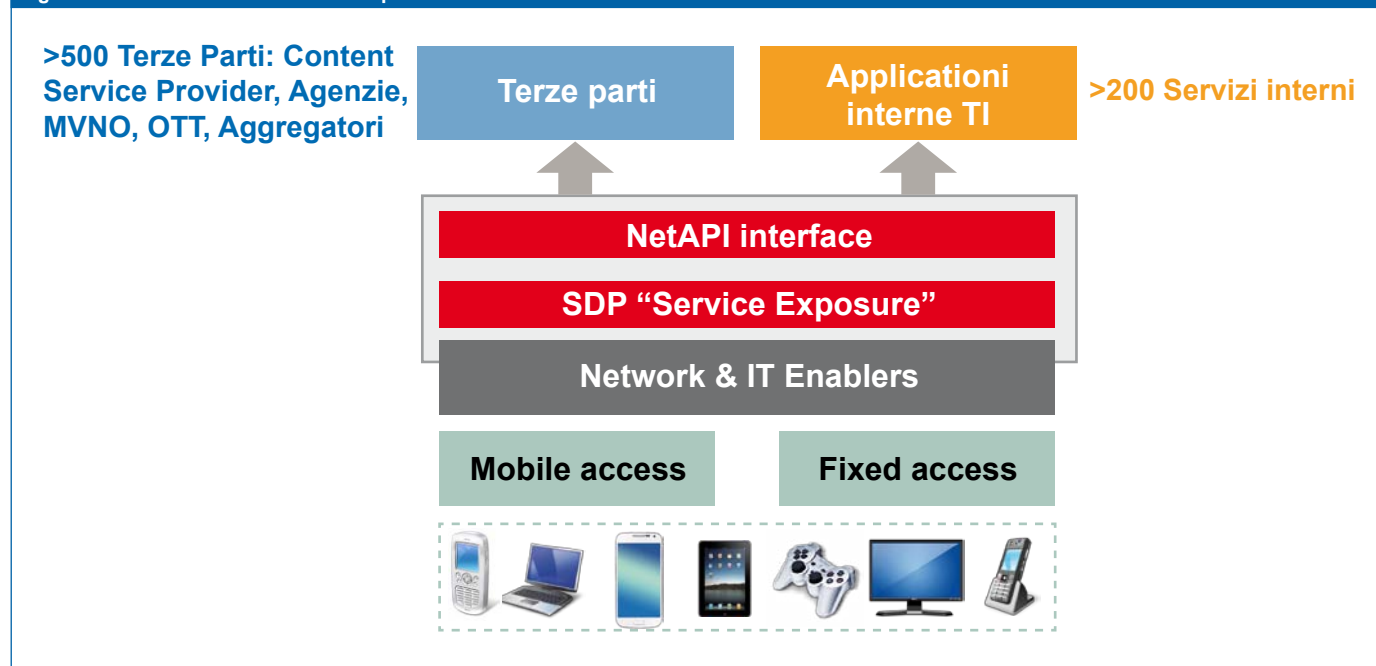
Prima di passare a cosa hanno fatto o stanno facendo altri Operatori sul tema delle Network API, si rende opportuna una precisazione. A volte si trovano in dei report o blog su Internet delle considerazioni su confronti tra le API esposte da attori Web (quali Amazon, Google) e le API esposte dagli Operatori, ma le Network API che un Operatore può esporre sono e devono essere diverse da quelle esposte da Amazon o Google. Il Service Exposure di Telecom Italia (nato circa dieci anni fa per implementare l'esposizione di funzionalità verso i MVNO) è considerato nel contesto internazionale un caso di successo di esposizione di API da parte di un Operatore. La scelta di Telecom Italia è stata infatti di creare un'infrastruttura di esposizione verso business partner e per utilizzo interno. Così come sono ritenute esperienze di successo quelle di Portugal Telecom

e TELUS, molto simili al Service Exposure di Telecom Italia. Telefonica è identificata invece come esempio di fallimento (riconosciuto e ammesso) di esposizione delle API verso i developers (long tail), con quella che era la loro iniziativa "BlueVia". Telefonica ha spostato il focus verso un utilizzo interno delle API, promuovendo in particolare le Payment e Communication API.

AT&T ha messo in piedi sicuramente il più rilevante ecosistema di esposizione API verso "developer", con un portale ed eventi, quali Summit e Hackaton, aperti ai developers, ma non è chiaro che livello di business AT&T faccia con questa iniziativa, e sembra piuttosto che l'iniziativa continui a fiorire solo grazie ai capitali che AT&T continua ad investire.

In tutti i casi di successo di esposizione di Network API è stato molto importante e decisivo l'impatto in termini di processi e governance aziendale come elemento abilitante: non si tratta quindi solo di una

Figura 4 - Architettura del Service Exposure di Telecom Italia



Voice	Multimedia	Localization	UserIdentity	Premium & Billing	Messaging	MVNO	Advertising	M2M Internet of Things
<ul style="list-style-type: none"> Conferencing ClickToCall Voice Voice Services 	<ul style="list-style-type: none"> Delivery: licenses Distribution: Protection encoding, VOD, EPG 	<ul style="list-style-type: none"> Network Localization Mobility Pattern 	<ul style="list-style-type: none"> OTT Password PIN MOO Profile Synchronization IP2CLI IP2MSISDN (APIUNICA) 	<ul style="list-style-type: none"> Attivaz/Disattivaz VAS Billing VAS Attivazione Carte Servizi InfoBundle 	<ul style="list-style-type: none"> SMS A2P Mail USSD MMS 	<ul style="list-style-type: none"> Provisioning MobileNumber Portability CDR Change Service 	<ul style="list-style-type: none"> Banner Injection 	<ul style="list-style-type: none"> M2M Geo-localization

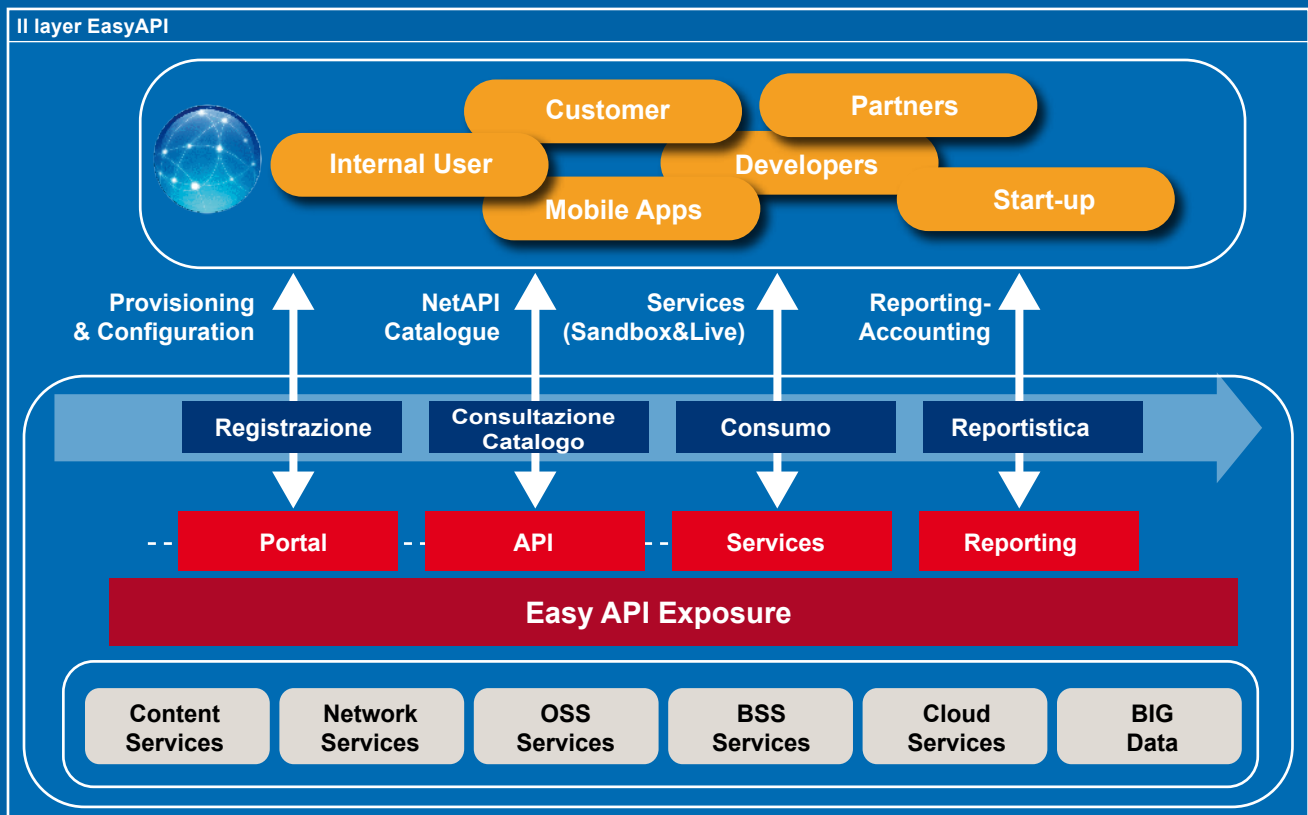
Figura 5 - Network API esposte dal Service Exposure di Telecom Italia

Easy API: strumento per la monetizzazione degli asset di Telecom Italia

In un contesto dove la competizione tra gli operatori è sempre più agguerrita e dove il consolidamento del fenomeno "OTT" causa la riduzione dei profitti, gli operatori devono essere "smart" e trovare nuovi flussi di revenue: Telecom Italia sta perseguendo questa via monetizzan-

do i propri asset attraverso le Network API e l'evoluzione del Service Exposure che prevede anche utilizzo di "EasyAPI". Le Network API rivestono un ruolo rilevante come vettore di integrazione tra l'ecosistema che le implementa ed i mondi esterni; dal punto di vista Telco

l'utilizzo di API costituisce lo strumento con cui creare valore, monetizzando gli asset dell'Operatore, attraverso un approccio cooperativo con le Terze Parti, combinando l'intelligenza e le funzionalità Telco con servizi/contenuti esterni. Gli Operatori devono sfruttare le funzionalità



questione tecnologica, ma anche di mindset che l'Operatore deve assumere: anche su questo Telecom Italia ha fatto scuola.

Le API pubbliche offerte sul Web dagli OTT sono invece tipicamente utilizzate per creare nuovi ecosistemi e per supportare offerte digitali su Web Marketplace.

Le Network API oggi disponibili ed esposte dal Service Exposure sono più di 50, raggruppate in aree funzionali, con statistiche di utilizzo che riportano circa 2 miliardi di invocazioni di API per mese distribuita tra terze parti (13%) ed applicazioni interne a Telecom Italia (87%).

esistenti nella rete per fornire valore che vada oltre la sola connettività dati, attraverso Network API che rendono disponibili le funzionalità di rete caratterizzati da eventi, informazioni e interfacce che abilitano la creazione di valore aggiunto (es. gestione policy, informazioni di profilo, funzionalità di messaggistica e contatto, localizzazione, advertising, billing, esposizione di dati, ...).

All'interno di Telecom Italia esistono diverse API, esposte oggi in gran parte del Service Exposure, create nel tempo con tecnologie diverse, per rispondere a esigenze di marketing puntuali. Ciò rende l'insieme di API eterogenee dal punto di vista dell'erogazione del servizio; queste si presentano verso l'esterno con specifici vincoli di rete (ad es. relativamente al provisioning per l'utilizzo delle API). Il layer EasyAPI (v. Figura) ha lo scopo di uniformare la gestione delle NetAPI e si pone al di sopra delle API Platform, rendendo più efficace l'utilizzo delle NetAPI, con un modello di utilizzo snello e veloce, "self service", unico ed omogeneo sia per utilizzo interno che esterno.

EasyAPI è quindi il framework di Service Exposure di Telecom Italia utilizzato per integrare facilmente terze parti all'utilizzo delle NetAPI. EasyAPI permet-

te di disaccoppiare la logica delle API Platform dalla modalità di esposizione (separando quindi il back-end dal front-end di esposizione), uniformando le interfacce dal punto di vista tecnico con una erogazione uniforme (REST), con un unico meccanismo di autenticazione (basato su uso di token) e un unico set di codici di errore. In aggiunta alla parte run-time, EasyAPI prevede un ambiente di staging, un catalogo usufruibile online dagli sviluppatori esterni ed interni, una interfaccia unificata di reportistica. Nel catalogo si possono trovare i dettagli tecnici delle API, ma anche esempi di utilizzo (approccio «ready to use»). Pertanto l'evoluzione del Service Exposure consente da un lato una più semplice e veloce integrazione da parte delle terze parti (compresi gli OTT), ma nel contempo rappresenta un elemento abilitante per amplificare la monetizzazione di dati e funzionalità disponibili nel Gruppo Telecom Italia ed offerti da terze parti mediante il riuso in diversi mercati di business (market place) di funzionalità e dati abilitati inizialmente per un mercato specifico ■

francesco.ludovico@telecomitalia.it

8 Un framework standard per le applicazioni Web: specifica OMA GotAPI

La Open Mobile Alliance ha rilasciato lo scorso febbraio l'enabler OMA GotAPI (*Generic Open Terminal API Framework*) Version 1.0, un package di specifiche che può influenzare la nostra vita di tutti i giorni. Noi tutti abbiamo uno smartphone e attraverso il nostro smartphone siamo sempre connessi ("Smartphone Society"). E viviamo in un mondo connesso, un mondo di Internet delle Cose ("Internet of Things - IoT"): smart TV, tablet, dispositivi wearable, e PCs, ma anche elettrodomestici, apparati di illuminazione e di riscaldamento, così come dispositivi di monitoring delle nostre auto controllati dalle compagnie di assicurazione che permettono agli utenti di pagare il premio assicurativo solo per la quantità di chilometri effettivamente percorsi. Le previsioni dicono che per l'anno 2020 ci saranno 50 miliardi di dispositivi connessi alla Big Internet. L'aspettativa è che gli smartphone saranno connessi a tutti questi dispositivi e che applicazioni che girano sugli smartphone permetteranno agli utenti di interagire con questi dispositivi attorno a loro per controllarli, raccogliere dati da loro a fini di analisi e utilizzare i risultati di questa analisi per migliorare la vita di tutti i giorni degli utenti.

Connettere dei dispositivi ad uno smartphone richiede delle applicazioni dedicate che devono essere installate nello smartphone e che includano i driver per il controllo dei device, con differenti versioni di tali applicazioni per ciascun sistema operativo, arrivando così a considerevoli costi di sviluppo. È qui che il GotAPI di OMA può giocare un ruolo chiave. OMA GotAPI definisce un framework per applicazioni Web (in esecuzione sullo smartphone) per

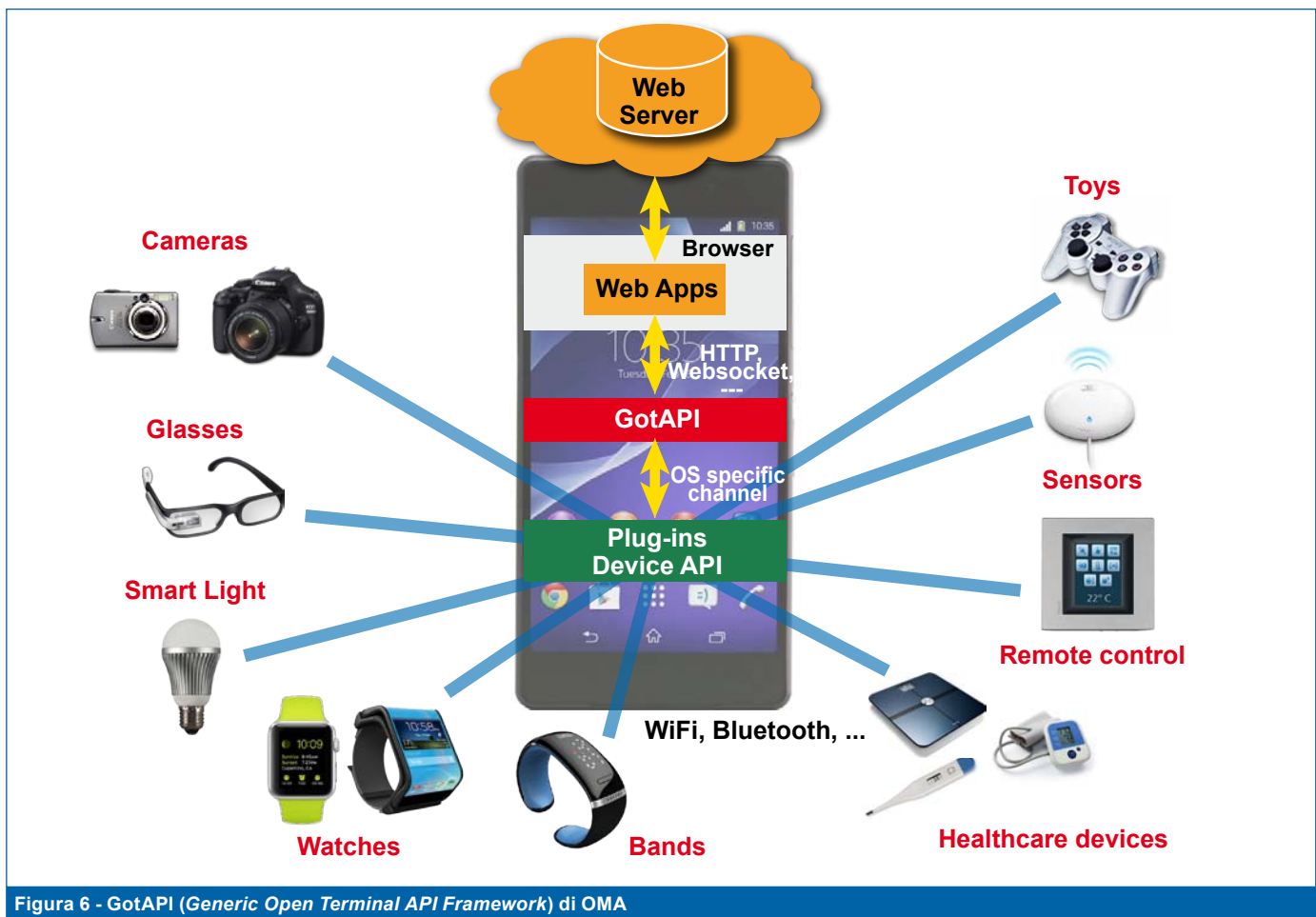


Figura 6 - GotAPI (Generic Open Terminal API Framework) di OMA

accedere a dispositivi esterni attraverso delle "device API" tramite tecnologie Web. Questo permette agli sviluppatori di creare applicazioni (usando tecnologie Web) compatibili con una varietà di dispositivi. Gli utenti possono avere applicazioni che girano nei browser dei loro smartphone, che possono accedere a dispositivi esterni consistentemente per qualsiasi sistema operativo, per esempio accedendo ad un monitor o ad una stampante dalla stessa applicazione attraverso le stesse device API. Ovviamente, lo smartphone dovrà avere a bordo il plug-in che permetta allo smartphone stesso di interagire con il dispositivo esterno, ma l'applicazione Web in esecuzione sullo smartphone (unica per tutti i sistemi operativi) potrà interagi-

re con tutti i dispositivi esterni per i quali è presente il plug-in. Questo dà agli sviluppatori l'opportunità di creare un nuovo ecosistema di dispositivi ed applicazioni interoperabili, di cui gli utenti potranno beneficiare.

Lo sviluppo del OMA GotAPI è stato fortemente supportato da NTT DoCoMo, che ha anche rilasciato il codice open source del loro GotAPI-compliant software². NTT DoCoMo ha anche annunciato ad Aprile la creazione del Device WebAPI Consortium³, al fine di promuovere la diffusione (inizialmente in Giappone, ma poi world-wide) del OMA GotAPI: tra i membri del consorzio ci sono NEC, CASIO, SHARP, Sony, SoftBank, Microsoft Japan, Vuzix, Fujitsu.

Conclusioni

In questo attuale contesto di mercato fluido ed innovativo, la continua evoluzione tecnologica dei servizi digitali insieme al ruolo predominante degli OTT e Web Companies avrà sempre più impatti dirompenti nella Social Digital Life e gli Operatori dovranno sempre più raccogliere tali sfide contribuendo all'erogazione di servizi agili, affidabili e di elevata qualità.

Come descritto in questo articolo, anche se in un'accezione differente dagli standard di rete, sviluppare specifiche standard per il Service Layer può costituire ancora un elemento importante per accelerare la diffusione di alcuni ser-

² <https://github.com/DeviceConnect/DeviceConnect>

³ <http://device-webapi.org>

NetAPI la parola a...

Pierre-Henri Gross, Vice Chair OMA Architecture Working Group

How long have you and Alcatel-Lucent been involved in the API space?

Alcatel-Lucent's involvement in API developments started in the early 2000 with Parlay APIs defined within 3GPP and later moved to OMA in 2008. We were pioneer with Application Enablement concept in 2010 and more recently we launched the New Conversation APIs program in 2012.

We are actively contributing to the RESTful Network APIs in OMA and in GSMA. We chair and champion several groups and I am proud to be part of this as Vice Chair of OMA ARC working group.

Additionally, we contribute to client side API standardization in ATIS ORCA and W3C to enable WebRTC interworking with IMS networks.

What are the opportunities enabled by Network APIs?

APIs help Service Providers reach out to the broader developer ecosystem to unleash innovation. By tapping into developers' creativity, Service Providers can run a 2 way strategy: launch new retailed services developed by trusted partners or expose APIs to enterprise developers or long tail developers and explore new wholesale business models. As an example, a service provider is selling the API capability to a 3rd party application developer to connect e-commerce parties (e.g. rideshare taxi drivers and riders) using short lived phone numbers without revealing identities of either party. The SP has revenue from both API usage charges, virtual number subscription fees as well as from the additional traffic terminating on its network.

To complement network APIs, operators can use WebRTC client-side APIs to deliver communications in any device with a suitable browser, such as a tablet, laptop, television, and bridge web and telecom words.

What are the Operator Benefits to expose Network APIs?

Acceleration: deliver new carrier branded applications faster by reducing time to market from years to months,

Adaption and differentiation: differentiate beyond IR.92 and IR.94 standard communication features and adapt the user experience to meet the constantly changing needs of customers,

Simplification: completing cloud that eases the deployment and scaling of services, APIs allow reducing both the development and integration costs.

Monetization: by transforming IP-communication features into an asset that can be built into any internet mobile application, web page or connected object, APIs enable exploring new markets (integrating with enterprise IT business process, internet of things, mobile internet provider etc.).

Which is in your view the role of standardization for API?

Clearly our Customers and developers want to see that any API fits in a long term standardisation path and avoid vendor lock in. Of course we still want to keep extensibility to allow for innovation and differentiation.

From groups like OMA ARC we also get valuable Best Practices from capitalizing on years of member contribution expertise.



Pierre-Henri Gross holds an engineering degree in telecommunications from ParisTech Telecom. He joined Alcatel-Lucent in 1989 and held various technical and management positions in R&D for wireless and wireline network products. He later joined the IP Platform CTO Group and participated to several Service Standard working groups, in particular OMA and GSMA contributing on IMS and RCS, Web Technologies, WebRTC and APIs. He is currently Vice Chair of the OMA Architecture Working Group ■

pierre.gross@alcatel-lucent.com

Can you tell us a bit what Alcatel-Lucent expects from API strategies?

Alcatel-Lucent strategy aims to help our customers to rethink their comms strategy and get a slice of the incoming 4th wave of telecom revenues.

In opposite to the first 3 waves of revenues - mobile voice, messaging, 4G LTE data-driven services - the 4th wave of valued added services (VAS) marks the evolution of standalone services towards a portfolio of 3rd party contextual applications that embed IP-communications features into any mobile application, web application or the internet of things.

APIs are the integration point to leverage voice, messaging and video fea-

• • •

tures and offer them as an embeddable and sellable “à la carte” IP-Comms features for developers and enterprises.. With APIs and simple software development kits developers can easily insert their app into any conversation, using subscriber’s existing phone number and enterprises can embed communications capability into their business process.

The competitive landscape of the 4th wave of VAS is tough as the barriers of entry for developers and OTT players are low and not only require a more agile Service Provider’s organization but require as well vendors to offer the tools and enablers for carriers to open their network to the developers community. As a company we are committed to consistently open up the capabilities of

our network products with client and network APIs and continue to support our Service Provider customers in changing how communication services are delivered and consumed shifting the focus to service innovation and growth ⁴ ■

vizi, soprattutto se tali specifiche sono progettate con approccio differente dal passato. Lo standard assomiglierà sempre più a qualcosa che prende forma man mano che la si usa. Tentare di imporre standard in un ecosistema così dinamico non può funzionare. D'al-

tro canto, focalizzandosi su design pattern e approcci condivisi che possono divenire nel tempo linee guida e diventare “standard” attraverso il suo utilizzo. E questo approccio è simile a quello che accade nel mondo open source e per gli standard Internet.

Il ruolo degli Operatori sarà quindi quello di facilitare questo nuovo modello, contribuendo con requisiti meno tecnologici ma più di business in un ecosistema di *coopetition* (*cooperation + competition*) ■

ceciliamaria.corbi@telecomitalia.it
francesco.vadala@telecomitalia.it

⁴ For more information, please see <http://developer-ims.alcatel-lucent.com/>



**Cecilia
Corbi**

Matematica, è entrata in Azienda nel 1989 ed è Senior Project Manager nel gruppo "Standard Coordination & Technical Disclosure".

Si è occupata di attività di innovazione interna ed è stata responsabile di diversi progetti per lo sviluppo e messa in campo di servizi innovativi per gli Operatori Mobili delle consociate estere. Dal 2006 segue e coordina le attività di standardizzazione nei diversi enti di normativa inerenti il Service e Application Layer quali OMA, W3C, ETSI, TM Forum. Dal 2012 ricopre l'incarico di Vice Chairman del Board of Directors in OMA (*Open Mobile Alliance*) ■

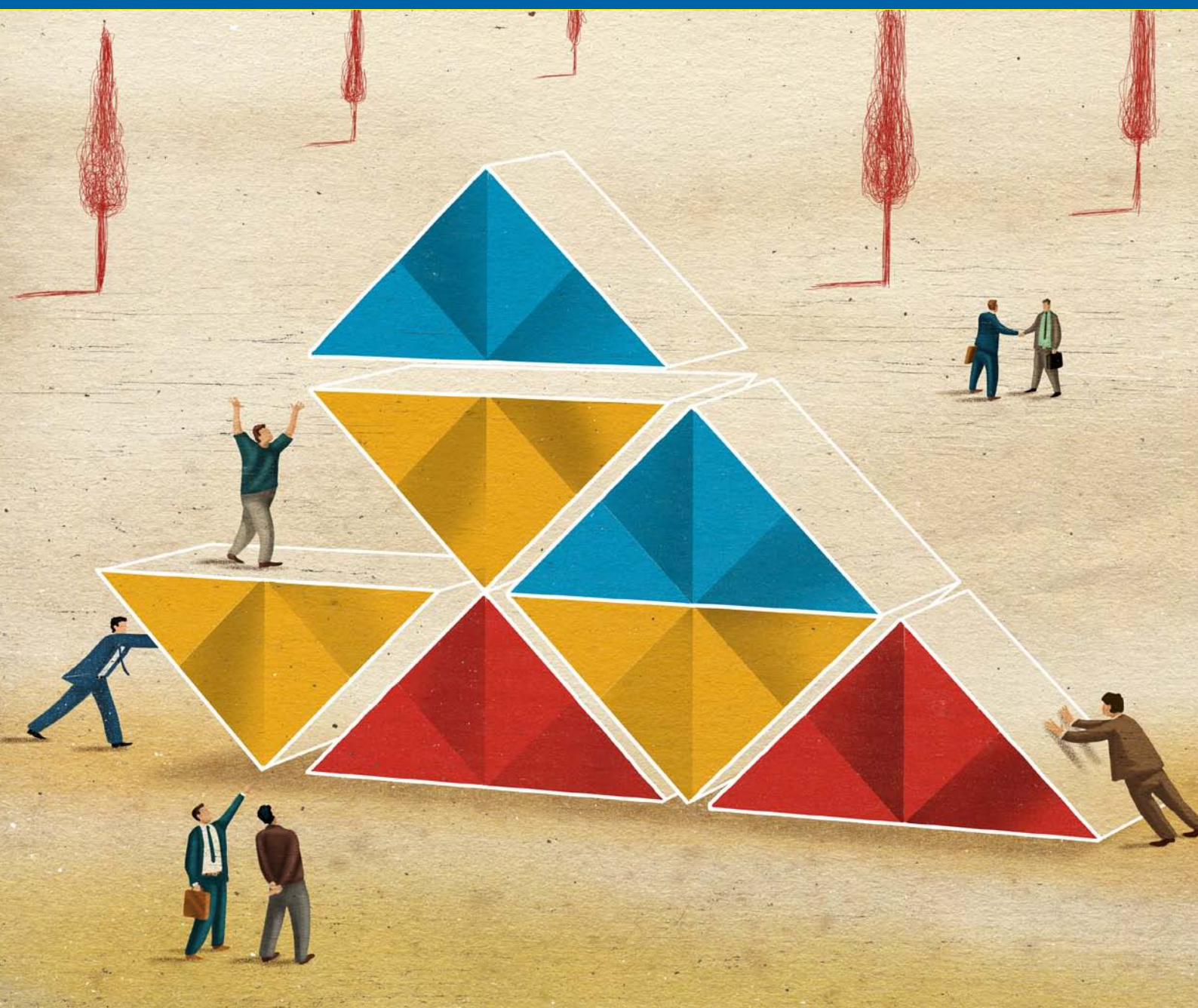


**Francesco
Vadala**

Laureato in Ingegneria elettronica, è entrato in Azienda nel 2000, dove ha lavorato in diversi progetti di innovazione e R&D. Da metà 2014, fa parte del dipartimento "Smart Pipe & Network API", dove analizza tecnologie emergenti e coordina per il dipartimento le attività standard nell'area del Service Layer, Smart Enablers, Network API, architetture per applicazioni mobili e service delivery. Delegato dell'ente OMA (*Open Mobile Alliance*), è stato Chairman del Requirements Work Group (marzo 2009 – marzo 2013) ed attualmente è Chairman della Technical Plenary (da novembre 2012).

OPEN SOURCE E STANDARD

Massimo Banzi



progetti di sviluppo Open Source si fondano sul concetto di sviluppo collaborativo del sw. Chi sviluppa, è chi è realmente interessato alle funzionalità implementate e per questa ragione tende a rispettare i tempi del proprio bisogno e a costruire attorno a sé una community di sviluppatori che ne condividano le necessità.

Come conseguenza di ciò, in un contesto di enorme dinamismo nelle esigenze di piattaforme infrastrutturali, un consorzio in cui siano fornite specifiche condivise (standard de-facto) tra tutti gli stakeholders di un bisogno (fornitori di servizi, fornitori di infrastruttura abilitante, vendor di sw e hw) non può che essere il contesto ideale per uno sviluppo dinamico e completo di queste piattaforme.

1 Introduzione

Non c'è competizione interna: singolarmente nessuno degli stakeholders potrebbe garantire un completo sviluppo della piattaforma a misura del servizio e l'adozione di specifiche standardizzate consente la collaborazione e indirizza l'esigenza di clienti che, partecipando alla community, possono esercitare una funzione di controllo e di reindirizzamento.

Un attento uso delle licenze permette di costruire meccanismi di business validi per i vendor, basati sulla fornitura di supporto, training, customizzazione per i singoli clienti, ma tutto nel contesto di un approccio WIN-WIN.

I grandi enti di standardizzazione come ETSI, se ne sono accorti e vedono in queste community OS (*Open Source*) il luogo ideale dove avere implementate le proprie specifiche. In certi casi si pongono addirittura nella condizione di costruire

una community di sviluppatori OS loro stessi, attorno a specifici progetti critici.

Fondamentale però è la qualità del sw sviluppato, le sua usabilità che devono essere garantite fin dall'inizio e i processi di assurance del sw, in modo da garantirne un suo immediato utilizzo in esercizio.

2 Il sw Open Source come movimento di pensiero

Quando si parla di software "Open Source" si tende spesso ad associarlo al concetto di "Software Libero" (in inglese Free Software) e quindi a pensare a veri e propri simboli di quel movimento come Richard Stallman, o Linus Torvald.

In verità i due concetti, per quanto simili, si basano su principi diversi. Il software libero è un movimento sociale che si impernia una sorta di "imperativo etico" fondamentale: l'utente deve essere "padrone" del

sw, padrone di eseguire il programma, di studiare il programma e di ridistribuirne delle copie con o senza modifiche.

Al contrario l'"Open Source" è fondamentalmente una metodologia di sviluppo; si focalizza su come "migliorare" il software con un approccio molto pratico che arriva alla conclusione che il software non libero non è una soluzione non ottimale.

Le ragioni che hanno portato Stallman a codificare la filosofia del "Free Software" sono molto pratiche, essendo lui entrato in contrasto con i Copyright che negli anni '80 del secolo scorso si andavano sempre più diffondendo per proteggere i produttori di sw e che impedivano di apportare utili migliorie a pacchetti, che lui doveva usare (nel suo caso si trattava di codice per la gestione di stampanti).

Stallman considerò un "crimine contro l'umanità" queste restrizioni: non tanto il voler far pagare per il sw, ma il negare agli utenti certe

libertà considerate fondamentali, quali:

- libertà di eseguire il programma come si desidera, per qualsiasi scopo (libertà 0);
- libertà di studiare come funziona il programma e di modificarlo in modo da adattarlo alle proprie necessità (libertà 1). L'accesso al codice sorgente ne è un prerequisito;
- libertà di ridistribuire copie in modo da aiutare il prossimo (libertà 2);
- libertà di migliorare il programma e distribuirne pubblicamente i miglioramenti da voi apportati (e le vostre versioni modificate in genere), in modo tale che tutta la comunità ne tragga beneficio (libertà 3). L'accesso al codice sorgente ne è un prerequisito.

Invece, il software Open Source, si appoggia sulla definizione poi codificata dalla "Open Source Initiative"¹ dove si afferma che il Software OS è software che può essere liberamente usato, cambiato o diffuso (avendolo modificato o meno) da chiunque. Tutti possono sviluppare e distribuire sw OS, ma con delle licenze in accordo con alcuni criteri fondamentali:

- distribuzione Libera del sw : la licenza non deve pretendere diritti d'autore o altri compensi per la vendita;
- il codice sorgente deve sempre accompagnare gli applicativi ;
- la licenza deve consentire di effettuare modifiche al codice e di distribuire i lavori derivati in accordo alla licenza del sw originale;
- integrità del codice originale dell'autore: la licenza può porre dei vincoli alla distribuzione del codice originale modificato, ma deve consentire di rilasciare delle patch che lo modifichino in fase di Build: si vuole preservare l'integrità del codice originale, senza impedirne la modifica attraverso componenti aggiuntive;

- non ci deve essere discriminazione contro gruppi o persone;
- non ci devono essere discriminazioni di settori o imprese (ad non deve limitarne l'uso per fini commerciali o di ricerca);
- distribuzione delle licenze: i diritti associati ad un programma si devono poter applicare a tutti;
- la redistribuzione del sw non deve limitare l'efficacia delle licenza originale;
- il far parte di una distribuzione non limita l'efficacia della licenza: se il sw è preso separatamente, comunque i principi originali delle licenza continuano a valere;
- la licenza di un pacchetto non può estendersi ad altri pacchetti distribuiti contestualmente;
- la licenza deve essere indipendente dalla tecnologia nel senso che una particolare tecnologia (ad esempio l'obbligo di dare un assenso con il mouse in un box) non può limitarne la distribuzione.

2.1 OSS & IPR: contraddizione? Il mondo delle licenze

La legge sul Copyright viene usata di solito da un autore, detentore quindi della proprietà intellettuale sull'artefatto, per impedire che un qualsiasi acquirente del bene possa riprodurre, modificare o ridistribuire il bene .

Tutto questo, come dicevamo, contrasta con il pensiero di Stallman che non nega il diritto ad avere dei ricavi dallo sviluppo di software, ma che fortemente sostiene il diritto di poter intervenire sul sorgente

di un pacchetto acquistato per poterlo adattare alle proprie esigenze. Si è diffuso quindi nel mondo Open Source il concetto di CopyLeft. Giocando sul significato dei termini, esso vuole sancire il diritto dell'autore a rinunciare al diritto di occultare il codice per garantire a tutti il permesso di riprodurlo, adattarlo e ridistribuirlo però, con la condizione che tutte le copie così ottenute siano legate alla licenza originale.

Nasce quindi il concetto di "virilità" della licenza nel senso che se un pacchetto sviluppato ingloba componenti rilasciate sotto licenze "CopyLeft", se non si vuole incorrere in problemi legali, tutto il pacchetto deve ereditare quella licenza. Esempio la GNU GPL (*General Public License*) con cui sono distribuiti sw come lo stesso Linux o Drupal un diffusissimo CMS o uno dei più famosi DB Open Source MySQL.

È possibile usare questo tipo di licenze virali in un contesto di Business? Se l'obiettivo è quello di fornire supporto all'installazione, configurazione, esercizio del pacchetto non ci sono problemi, ma nel momento in cui occorra intervenire con customizzazioni deve essere ben chiaro che lo sviluppo delle stesse per quanto retribuito, sarà comunque soggetto alla stessa licenza e quindi il sorgente dovrà essere reso disponibile.

Esistono licenze che però consentono una maggiore protezione del bene prodotto. Forse il più famoso di questi esempi è la licenza Apache, che in sostanza consente intervenire sul codice, modificarlo e ridistribuirlo e poi includerlo in progetti chiusi. Chi



¹ <http://opensource.org/>

non conosce il Web Server di Apache o OpenStack, e ancora il nuovo OPnfv,? Tutti rilasciati sotto licenza Apache 2.0.

È chiaro che questa consente, oltre che quanto già indicato, anche di sviluppare codice che diventa proprietario ed è protetto.

Ad esempio si potrebbe voler sviluppare funzionalità che caratterizzano un servizio specifico sopra una piattaforma Open Source. È chiaro che rilasciare il sorgente, darebbe la possibilità a concorrenti di sfruttare lo sforzo implementativo a costo zero per i propri servizi.

Comunque la valutazione della corretta licenza è strettamente legata al tipo di business che si vuole costruire, per cui l'aspetto fondamentale è la conoscenza esatta dei vincoli imposti dalle licenze che coprono i prodotti usati. Il tutto complicato dal fatto che in ambienti complessi, spesso si devono integrare componenti con diverse licenze che non necessariamente sono compatibili tra loro. Data la complessità della problematica, è sorto un business sulla validazione di pacchetti contenenti OSS. Un esempio è la BlackDuck² che fornisce supporto a pagamento, ma anche una grande mole di informazioni del tutto gratuite.

2.2 OSS e standardizzazione: fattore abilitante per il business

Un aspetto che non può essere trascurato al giorno d'oggi è il tempo

di obsolescenza delle tecnologie, sia hardware che software. Questo ha come effetto la necessità di un continuo aggiornamento, con tempi che non possono che adeguarsi alle esigenze del mercato. Nel campo delle telecomunicazioni stiamo assistendo alla "softwarizzazione delle rete" e in generale alla nascita di un contesto in cui si vogliono sviluppare servizi digitali sempre più complessi dove collaborano tanti partner, ciascuno per le proprie competenze specifiche e che portano alla erogazione di servizi E2E (in tempi brevissimi, in accordo con le esigenze di un mercato contingente e frenetico).

Non c'è più tempo di aspettare grandi Sw Vendor che con un flusso tradizionale sviluppino pacchetti a supporto dei servizi. Né è tempo di grossi investimenti per soluzioni che magari diventano obsolete prima di andare in esercizio. Occorrono metodologie nuove (Agili, DevOps ad es.) che contraggano i tempi di sviluppo. Ma quando si tratta di tecnologie radicalmente nuove, dove necessitano piattaforme articolate (il Cloud o la virtualizzazione della rete) ecco che occorre sfruttare al massimo le sinergie, l'esistente, per rispettare i tempi imposti dallo sviluppo.

Il sw chiuso impone all'azienda di fare tutto da sola, ma il vecchio business non regge più.

Ecco allora che Salesforce rilascia soluzioni CRM contenenti pacchetti OS (Phoenix, Aura) e la stessa

Microsoft porta .NET su GitHub (una Forge di sw dove sono ospitati progetti e che mette a disposizione tutti gli strumenti per sviluppare codice in forma collaborative).

Il fatto di lavorare in un ambiente collaborativo di per sé non significa standardizzazione, ma quando i maggiori clienti di una determinata soluzione si mettono insieme per definire i requisiti di una piattaforma e i maggiori vendor di software e di hardware si uniscono per implementarla (in Opstack ad esempio troviamo AT&T, HP, Oracle, IBM, NEC, Huawei, Cisco, EMC2, ...), è chiaro che verrà sviluppato uno standard di fatto, che poi inevitabilmente ricadrà negli enti di standardizzazione che ne prenderanno atto.

Ma non solo le aziende, anche la politica ne prende velocemente atto, tanto che la Comunità Europea da anni sta monitorando il fenomeno e ha sviluppato una strategia di adozione del sw OSS per il periodo 2014-2017³.

Non è un caso che ETSI stia pensando a come affrontare le opportunità offerte dal SW OS, caldeggiando la formazione di un progetto Open Source finalizzato a realizzare una piattaforma per la virtualizzazione delle funzionalità di rete in linea con le specifiche sviluppate nello Study Group ETSI/NFV, ma dall'altro pensando a realizzare essa stessa un progetto che ospiti codice sviluppato per il progetto ONEM2M. Ma anche altri enti, OMA ad esempio, sostengono lo sviluppo delle proprie interfacce in ambienti OS.

2.3 Necessità di criteri di assurance per il sw OS

Uno dei problemi più critici nell'adozione di componenti OS per solu-



² <https://www.blackducksoftware.com>

³ http://ec.europa.eu/dgs/informatics/oss_tech/strategy/strategy_en.htm

5 areas of OSS use at the European Commission



1 We use OSS in our Data Centre

Web server
Application servers
Operating systems



2 We use OSS web and social tools to collocate

Forum
Blogs
Content management



3 We use OSS on our desktop

Browsers
File management
Media players



4 We use OSS tools and methods to develop software

Tolls
Libraries
Collaboration



5 We provide software based on OSS license

Citizens' initiative
EUSurvey
JoinUp

Figura 1 - La strategia della UE in tema di sw OSS

zioni di Business critiche, sta nella possibilità di garantire un adeguato supporto all'esercizio. Il sw deve essere di qualità, con un'adeguata community alle spalle, viva, che sia in grado di implementare eventuali nuove esigenze e/o mantenere adeguatamente il codice esistente.

Occorre che i pacchetti di sw Open Source abbiano una sorta di "etichetta" che ne certifichi la conformità con certe specifiche che assicurino l'utilizzatore finale.

In quest'ottica ci si è mossi in ambito accademico dove era stato avviato un progetto OpenBRR (BRR - *Business Readiness Ratings*) che ha pubblicato un WhitePaper⁴ con le indicazioni per un assessment del sw Open Source fatto sulla base di parametri che si sono evidenziati come importanti per la valutazione di un pacchetto Sw OS.

Questo progetto che comunque si fondava su precedenti esperienze, è stato poi inserito in un ambito più ampio: nel WG 2.13 di IFIP.

IFIP è un organismo internazionale con una partnership consultiva con l'UNESCO, che rappresenta le comunità IT di 56 paesi. Riunisce più di 3500 ricercatori dell'Accademia e

dell'Industria, organizzati in più di 100 Working Groups che riportano a 13 comitati tecnici.

Uno di questi WG il 2.13 nato nel 2004, è focalizzato sul sw OS e vuole investigare sulle tecnologie, le pratiche operative, di sviluppo di rilascio di questo software oltre che sulle dinamiche delle comunità di sviluppatori e sulle opportunità offerte alle Industrie e alla Pubblica Amministrazione nell'adozione di questo sw.

In generale però questo gruppo di lavoro, così come il Progetto OpenBRR possono dare indicazioni, linee guida, che consentano un assessment di un pacchetto OS, non è il loro ruolo quello di definire degli standard o dei "marchi di qualità". Questo, d'altro canto, può essere fatto da quegli stessi enti, come ETSI, che ne stanno comprendendo le potenzialità.

È quindi auspicabile una collaborazione che possa unire l'esperienza e le competenze in ambito accademico con la capacità ed il ruolo istituzionale di enti chiamati a definire degli standard a garanzia del consumatore sia esso un privato, una Industria o la Pubblica Amministrazione.

Conclusioni

In Telecom Italia non siamo rimasti a guardare: già dal 2000 era stato sviluppato dai colleghi di Tilab JADE (*Java Agent Development Framework*) - un pacchetto di middleware per lo sviluppo di applicazioni ad agenti in accordo alle specifiche FIPA per sistemi intelligenti interoperabili. Il pacchetto si propone di semplificare lo sviluppo di questi agenti e di garantirne l'adesione agli standard. Rilasciata con licenza LGPL, la piattaforma è alla base di due altri pacchetti WADE (aggiunge classi per supportare l'esecuzione di task a partire da workflow definiti) e AMUSE (che si focalizza sullo sviluppo di applicazioni "sociali" dove vari utenti collaborano per raggiungere uno scopo comune - focalizzato sul on-line gaming multi-user).

JADE è stata utilizzata per sviluppare applicativi attualmente in esercizio: WANTS per l'attivazione di servizi ADSL e Wizard per la gestione della forza lavoro dei tecnici Telecom Italia.

⁴ Business Readiness Rating for Open Source - www.openbrr.org, BRR 2005 - RFC 1

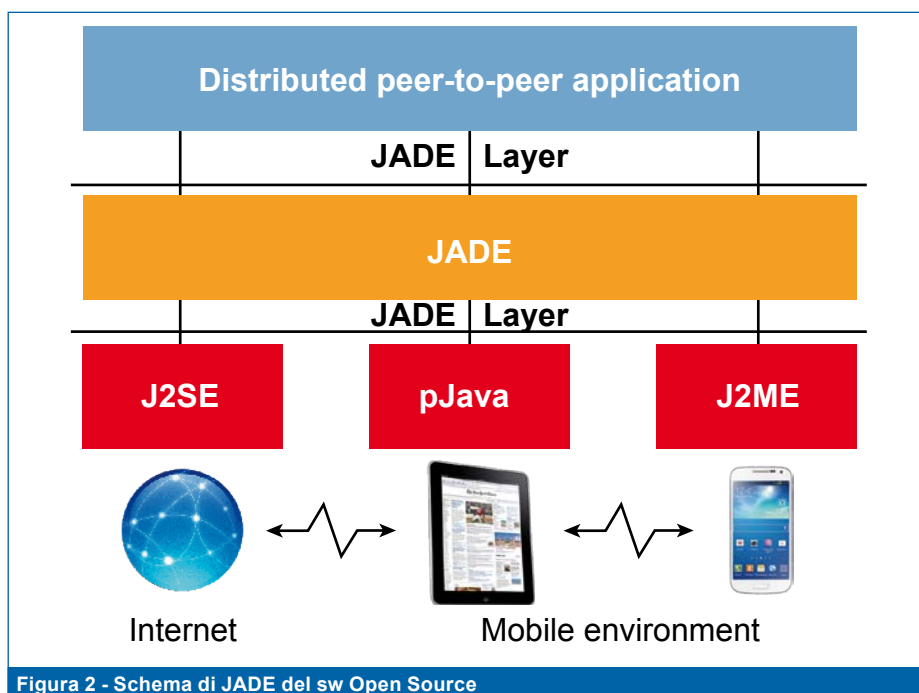


Figura 2 - Schema di JADE del sw Open Source

Qualche anno fa inoltre, era stata fatta un'indagine sull'utilizzo di sw OS all'interno dei nostri sistemi di gestione: erano stati censiti più di 700 componenti Open Source principalmente con licenza Apache (circa il 43%), ma erano anche presenti componenti con licenza BSD (16%) e con licenza GPL e LGPL (ca 14%). Insomma un uso intensivo.

Oggi l'interesse per queste tecnologie è comunque vivo soprattutto nell'ambito del Cloud, dove si usa OpenStack e pacchetti associati; nel DWH è diffuso Hadoop di fatto il pacchetto di riferimento quando si parla di analisi di BigData. Hadoop è anche inglobato nella soluzione architetturale complessiva di Netezza di IBM. Infine una particolare attenzione va riservata al nuovo progetto Open Source OPnfv, che vuole porsi come infrastruttura di riferimento per la NFV integrando tutti i pacchetti esistenti in piena compliance con le specifiche ETSI.

Insomma il mondo Open Source è un mondo vivo, vibrante, che propone un nuovo approccio allo sviluppo

di sw e a cui le grandi aziende possono guardare come un'opportunità. Su come poi sfruttare tali opportunità, adottando in esercizio le soluzioni, le opzioni sono svariate.

Ci si può dotare di un forte dipartimento di sviluppo che prenda in carico del tutto l'installazione, la configurazione, il supporto all'esercizio, e la customizzazione dei pacchetti Open Source. Questi gruppi diventano a tutti gli effetti degli esperti che possono anche collaborare attivamente allo sviluppo nella comunità.

Oppure ci si può appoggiare a terzi che svolgano queste mansioni, magari qualche grosso sviluppatore all'interno della community OpenSource, attraverso cui si possono comunque veicolare esigenze specifiche.

In ogni caso non ci sarà più il timore di un lock-in sul vendor come era in passato sulle soluzioni proprietarie ■



Massimo Banzi

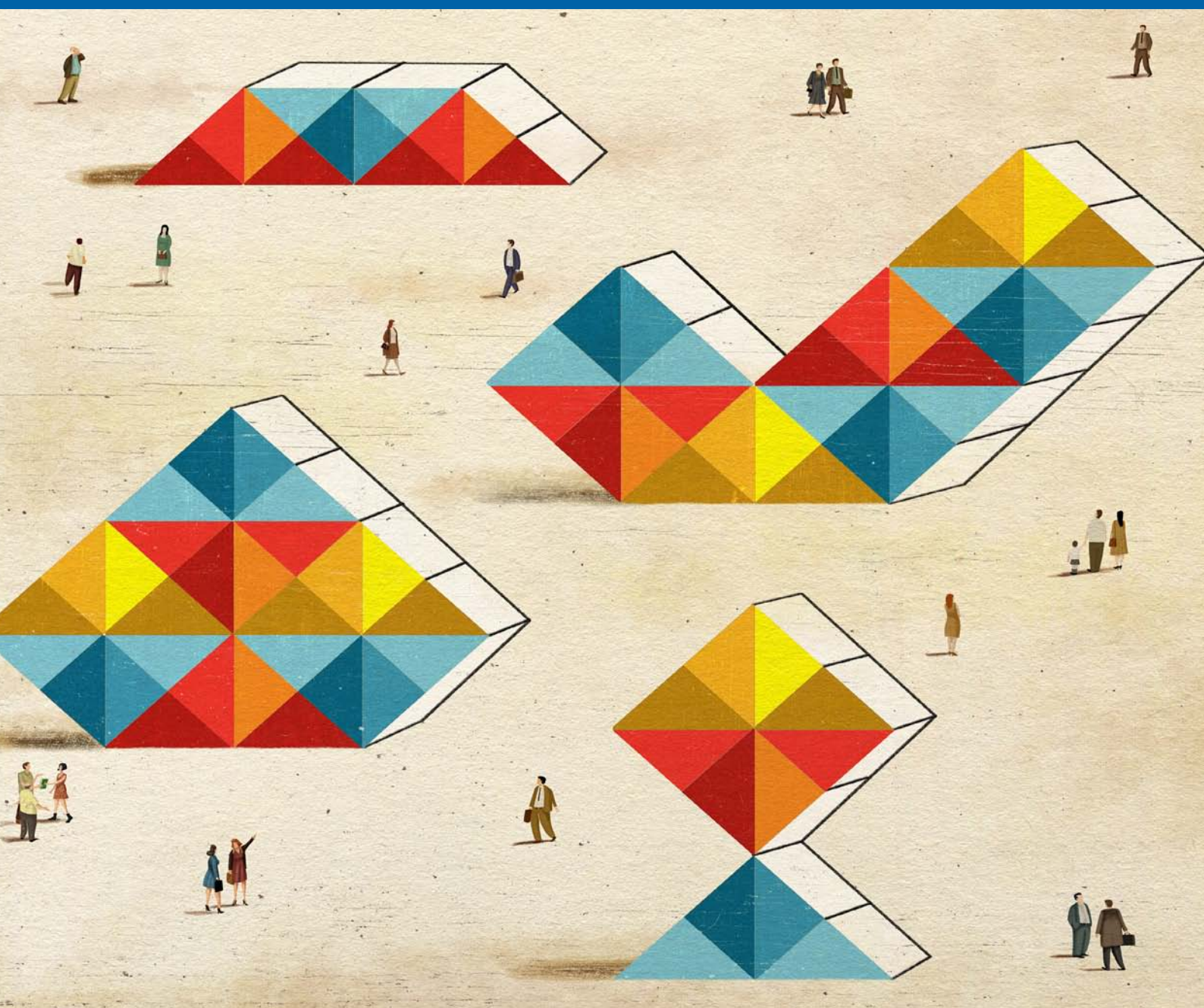
laureato in Fisica, è entrato in azienda nel 1994. Dal 2011 si occupa di standardizzazione per "Cloud Computing", "Big Data Analytics" e "Management Support Systems evolution" all'interno di vari enti di normativa.

Precedentemente è stato responsabile della realizzazione di linee guida per l'utilizzo di software open source in sistemi Business critical in Telecom Italia IT e fino al 2007 responsabile del Configuration Management Competence Center nella Software Factory di Telecom Italia dove si occupava di tutte le attività inerenti l'identificazione, il build ed il rilascio del software. Ha svolto anche attività accademica presso l'Università di Bolzano nella Facoltà di Computer Sciences fino al 2012 ■

massimo.banzi@telecomitalia.it

STANDARD & INTERNET DELLE COSE

Michele Lupano, Enrico Scarrone



In questo articolo si spazia dalla definizione di cosa distingue l'Internet delle cose dal Machine to Machine, per addentrarsi in una veloce carrellata sul mondo dell'evoluzione degli standard, base per l'innovazione delle piattaforme di service enablement.

1 Introduzione

È sufficiente navigare sul web per verificare che c'è molta confusione sui concetti di IoT e M2M (inclusa la variante IoE) e sul fatto che ciascuno tende a dare definizioni precise che sono corrette solo se applicate al contesto specifico preso in considerazione, o così generali da non essere significative.

Questo corrisponde alla generale complessità di modellare un sistema che deve rappresentare oggetti reali e virtuali, a volte molto semplici a volte estremamente complessi, esseri viventi e tutte le loro interazioni, inclusa la mole delle informazioni condivise e la loro persistenza nella rete.

Nel contesto degli standard per le piattaforme di service enablement i termini diventano sostanzialmente equivalenti. Semplificando, un sistema IoT/M2M è costituito da tre componenti:

- un insieme di mezzi di comunicazione che includono molteplici reti e protocolli, e.g. una rete Wi-fi connessa ad una rete radiomobile che a sua volta colloquia con la "big internet";

- un insieme di semantiche ed ontologie che modellano il significato dell'insieme delle informazioni scambiate (e.g. SAREF ne caso delle smart appliances);
- un insieme di servizi ed applicazioni che permettono al sistema di interagire con il mondo reale, sia quello umano sia quello artificiale delle "cose".

Tradizionalmente i sistemi sono sostanzialmente omogenei (o quasi) e fanno uso di protocolli di comunicazione specifici del loro settore industriale e di semantiche spesso proprietarie, come nei sistemi più semplici di telecomando ed automazione presenti da decenni, dove lo scambio di informazioni fra le diverse "isole" tecnologiche è limitato. Basti pensare alla difficoltà nel realizzare progetti anche nel caso relativamente semplice della domotica: ad oggi la casa intelligente è un progetto di integrazione costoso che spesso richiede una certa creatività per mettere insieme sistemi diversi. La sfida per l'attuale IoT/M2M è proprio quella di abilitare la condivisione fra questi conglomerati di sistemi diversi, creando nuovi servizi basati sull'interazione fra più

servizi e fra più sorgenti di informazione.

Arriviamo alla definizione di IoT come un sistema che supporta la condivisione e/o l'interlavoro delle semantiche e delle ontologie, abilitando la condivisione di informazioni (siano essi dati o istruzioni), anche quando i protocolli usati da chi mette a disposizione l'informazione e da chi ne fruisce sono diversi.

2 OneM2M

Se consideriamo gli standard propriamente detti (standard de jure) l'unica iniziativa consolidata e globale per il supporto per IoT e M2M relativamente al service layer è rappresentata da oneM2M [1].

OneM2M è un progetto di partnership fra i maggiori enti di standardizzazione regionali di telecomunicazioni ispirata al modello del 3GPP. ETSI (Europa), TTA (Corea), TTC e ARIB (Giappone) TTA e ATIS (Nord America), CCSA (Cina), TSDSI (India) sono i partner principali [2], mentre OMA, BBF, HGI, Continua, GlobalPlatform, New Generation

M2M Consortium sono partner associati [2]. Circa 200 aziende sono membri [3] di oneM2M, principalmente, ma non solo, del settore IT e Telecomunicazioni.

Tutti i documenti oneM2M sono accessibili liberamente via FTP [4], le specifiche pubblicate sono disponibili anche sul portale web di oneM2M [5].

Per approfondimenti sono disponibili alcuni webinar introduttivi a oneM2M [6].

2.1 Origini di oneM2M

L'obiettivo iniziale dichiarato di oneM2M è di creare uno standard globale per una piattaforma di servizio per IoT e M2M, flessibile e interoperabile con i sistemi esistenti, in grado di combinare le soluzioni attuali e future in unico framework applicativo.

OneM2M rappresenta la globalizzazione dei lavori sviluppati inizialmente in ETSI M2M, oggi SmartM2M [7], in particolare della Release 2 delle specifiche ETSI M2M, di cui riprende l'approccio e le soluzioni. È essenzialmente foca-

lizzato al riuso di quanto disponibile e sul colmare i gap che impediscono al mercato IoT di decollare, cercando di trovare una soluzione al problema della frammentazione e semplificando interfacce verso le applicazioni ed il loro interlavoro, in particolare relativamente ai servizi e reti di comunicazione, riuscendo i servizi in modo trasparente per il mondo applicativo.

2.2 Lo standard oneM2M

OneM2M è prima di tutto un framework di interlavoro fra servizi e deployment di tecnologie diverse.

Fin dai primi passi in ETSI è stato riconosciuto che una moltitudine delle soluzioni per M2M/IoT sarebbero continuate ad esistere per motivi di legacy e di ottimizzazione specifiche dei vari settori industriali, senza contare la settorialità dei vari business collegati. Questo sia riguardo a soluzioni proprietarie, sia a soluzioni standard (e.g. ITS)

Al riguardo la sfida è non era tanto sulla parte protocollare, quando sul come condividere le informazioni, anche a livello semantico, fra so-

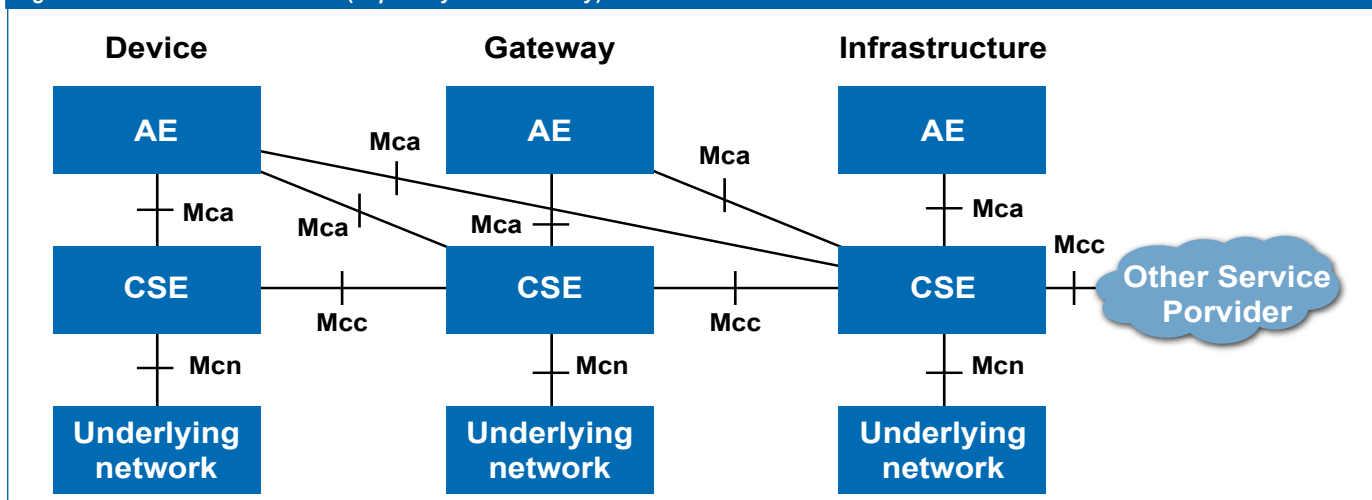
luzioni e settori diversi. Il tutto al fianco di un'opportunità di uso nativo delle API specifiche di oneM2M, con l'intenzione di ridurre la frammentazione ove possibile e nei tempi opportuni.

Inoltre, aspirando a supportare almeno in linea di principio tutti servizi IoT/M2M, il sistema doveva essere necessariamente flessibile e supportare diversi modelli di deployment e di business, gestendo diversi gradi di complessità dei servizi nonché le eventuali limitazioni nei device e nei gateways.

Ne è risultata una piattaforma distribuita, in grado di distribuire complessità a livello di device, gateway e server centrali, così come di concentrarla in rete nel caso di constrained devices/gateways.

Dalla *Figura 1* si evince come tutto ruoti su un elemento funzionale denominato CSE (*Capability Service Entity*) in grado di offrire una API (Mca) alle applicazioni (Application Entity) sia locali che remote e di comunicare con altre CSE tramite un'altra API definita (Mcc). Queste API sono sostanzialmente invarianti alla configurazione e non richiedono una conoscenza della configurazione e delle reti usate per

Figura 1 - L'architettura della CSE (*Capability Service Entity*)



Intervista a Marco Annoni

vice-chairman di ETSI ITS

Cosa si intende quando si parla di ITS?

Le soluzioni ITS consistono nell'applicazione di tecnologia ICT al mondo dei trasporti per lo sviluppo di sistemi e servizi in grado di rendere la mobilità delle persone e delle cose più sicura, efficiente, con ridotto impatto ambientale. In generale questo si applica a tutte le modalità di trasporto (gomma, rotaia, ..ecc) anche se attualmente il focus principale è sulla mobilità veicolare privata, pubblica e commerciale.

In che cosa consiste, praticamente?

In poche parole si tratta di rendere il veicolo parte di un ecosistema integrato grazie all'adozione di tecniche di comunicazione che consentano allo stesso di interagire con l'ambiente circostante. Questo vuol dire che il veicolo diventa capace di comunicare ed interagire con i veicoli adiacenti, con l'infrastruttura stradale con i centri servizio.

In pratica, il veicolo diventa uno degli elementi attivi della futura Smart City.

Esiste quindi una relazione tra la cosiddetta IoT (l'Internet delle Cose) e l'ITS?

Dal punto di vista logico, certamente. L'IoT prevede un futuro in cui nodi intelligenti (sensori, attuatori) si scambieranno dati, informazioni, comandi e, in questa visione, anche il veicolo può diventare uno di questi nodi. In pratica, la realtà è un poco più articolata. Il veicolo si muove, trasporta beni e persone e, come tale, deve essere soggetto a norme e vincoli di responsabilità personali che richiedono lo sviluppo di alcune soluzioni dedicate che siano sicure, certificabili, replicabili e interoperabili.

In che senso interoperabili?

Ci sono due aspetti da considerare. Il primo è che, per definizione, il veicolo viaggia e quindi la sua capacità di comunicare, di interagire con l'esterno deve essere garantita sempre, indipendentemente dal fatto che si trovi a Torino, a Roma, in Francia o in Germania. Il secondo è che il veicolo non deve comunicare solamente con altri veicoli, ma anche con una infrastruttura stradale che diventerà sempre più intelligente. Per questo è necessario definire e sviluppare un "linguaggio" tramite il quale i vari elementi in gioco si possano scambiare dati ed informazioni. Per questo si parla di comunicazione veicolo-veicolo (V2V), veicolo-infrastruttura (V2I), veicolo-ambiente esterno (V2X).

Come si garantisce questa interoperabilità e la definizione di un "linguaggio" consistente?

È qui che interviene il ruolo fondamentale della standardizzazione. In Europa, questo è stato riconosciuto direttamente dalla Commissione Europea che, dopo aver pubblicato il "Piano d'Azione ITS" che vincola gli stati membri all'adozione progressiva di una serie di misure atte a rendere il trasporto e la mobilità in Europa più sicura, efficiente e sostenibile, ha dato mandato ufficiale (rif. EC Mandate M/453) agli enti di standardizzazione coinvolti a sviluppare congiuntamente tutti gli standard necessari a rendere possibile l'inizio del dispiegamento delle soluzioni ITS in Europa.

A che punto è questa attività di standardizzazione?

L'attività relativa al mandato 453 della EC svolta da ETSI ITS e CEN TC204 ha portato alla pubblicazione della co-



Marco Annoni, ingegnere elettronico, entra in Telecom Italia nel 1985 e si occupa di comunicazioni via satellite e tecniche di on-board processing e switching. Da oltre quindici anni si occupa di ITS (*Intelligent Transport Systems*), coordinando, la partecipazione Telecom Italia ai progetti R&D in questo settore (SAFETUNNEL, GST, GAL-PMI, OPEN GATE, eMOTION, CVIS, eCoMove, HeERO, COMPASS4D, TEAM, MOBiNET). Attualmente coordina le attività di innovazione e prototipazione nel settore ITS. Rappresenta ufficialmente Telecom Italia in ERTICO ITS Europe, in TTS Italia, nel Comitato Tecnico dell'Associazione nazionale dei ATSP (*Telematic Service Providers*) e nel GSMA ASIG (*Automotive Special Interest Group*). È attivo nel processo di standardizzazione dei sistemi cooperativi ITS con il ruolo di vice-chairman di ETSI TC ITS dal 2010. Contribuisce anche al processo di standardizzazione e sviluppo pre-operativo dell'eCall come membro della eCall Standardization Task Force e della eCall Implementation Platform della EC e dell'EU Group on Policy and Regulation for the Internet of Things della GSMA (CLEU) ■

siddetta "Release1" degli standard che è attualmente utilizzata dai costruttori automotive e di sistemi per infrastruttura stradale per sviluppare i primi dispositivi in grado di comunicare in modalità V2V e V2I che potranno essere installati sui futuri modelli di veicoli e a bordo strada per aumentare la sicurezza nella



• • •

circolazione veicolare. Naturalmente il processo di standardizzazione non si può chiudere con la finalizzazione di una "Release", ma prosegue con le modifiche ed estensioni che si considerano necessarie per tener conto dei risultati delle prime campagne di test di interoperabilità (plugtest) e dei test pre-

operativi (field operational test) che si stanno svolgendo sia in Europa che negli USA. Attualmente, oltre al lavoro di manutenzione della prima release, sono in corso le attività di identificazione delle funzionalità aggiuntive e di sviluppo degli standard che verranno inclusi nella Release2

Come si svolge, in pratica, il processo di standardizzazione?

In generale ogni ente di standardizzazione ha la sua organizzazione interna. ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*) è organizzato in TC (*Technical Committee*). Il TC ITS si è dato una struttura in WG (*Working Group*), ognuno dei quali si occupa di tematiche tecniche specifiche e sviluppa gli standard di competenza. L'approvazione e la successiva pubblicazione sono decise a livello di TC. In partico-

supportare la comunicazione. Le CSE di per sé assumono la forma di una piattaforma nel caso dei server in rete, di client relativamente complessi quando istanziata su device e gateways. La API Mcn è invece caratterizzata diversamente a seconda del tipo di rete sottostante usata.

2.3 Le caratteristiche peculiari di oneM2M

Il sistema presenta alcune scelte tecnologiche, quali:

- l'uso di un sistema di identificazione degli elementi basato su URI;

- un indirizzamento basato su URL;
- l'uso di IP (indipendentemente dalla versione, IPv4 o IPv6) almeno nella tratta di lunga distanza, lasciando libertà nelle parti di Area network;
- la scelta di uno stile REST per le API, dove tutti gli aspetti del mon-

lare, i gruppi di lavoro di ETSI ITS sono i seguenti:

- WG1: Application Requirements and Services;
- WG2: Architecture and Cross Layer;
- WG3: Transport and Network;
- WG4: Media and Medium Related;
- WG5: Security.

Dal momento che lo standard è considerato uno degli enabler fondamentali nel business delle telecomunicazioni, la partecipazione all'attività di standardizzazione in ETSI è fornita dai membri (compagnie) su base volontaria e tutti gli standard prodotti sono pubblici e disponibili gratuitamente per download.

Quali sono i prossimi passi?

I prossimi passi nella standardizzazione ITS vedranno un incremento nell'utilizzo di comunicazioni basate su tecnologie LTE, LTE direct e 5G e le liaison che si stanno sviluppando con il 3GPP vanno esattamente in quella direzione. Questo consentirà di affiancare l'utilizzo di bande licenziate ad operatori mobili a quelle non-licenziate ed attualmente già allocate esclusivamente a servizi "safety-related" in campo ITS (nella banda dei 5.9 GHz). Si vedrà anche una graduale convergenza con le attività di standardizzazione svolte globalmente in ambito M2M in quando la realizzazione della cosiddetta Smart City del futuro dovrà vedere l'interlavoro tra tutte le varie componenti che la comporranno e l'ITS è certamente una di queste ■

do reale sono modellati tramite il concetto di risorsa [8].

Queste sono semplicemente scelte implementative e non rappresentano gli aspetti più caratterizzanti di oneM2M.

Le peculiarità profonde di oneM2M, oltre alle già citate flessibilità del

deployment e orientamento all'interlavoro con altre tecnologie, sono legate ad alcune funzionalità specifiche, fra le principali:

- **Store and share:** il meccanismo di comunicazione usa un paradigma di comunicazione che si basa sul condividere l'informazione senza necessariamente consumarla. L'origine di questa scelta è legata proprio alla necessità di creare una certa persistenza delle informazioni nel sistema per permetterne una fruizione da parte di più applicazioni, non necessariamente sempre connesse ed alla necessità di agevolarne la traduzione ove necessaria nelle semantiche specifiche usate dalle diverse applicazioni. Uno degli effetti collaterali è che non è necessario indirizzare l'applicazione (o le applicazioni) target, l'informazione verrà infatti inviata attraverso un meccanismo di notifiche alle applicazioni che ne hanno fatto richiesta.

La persistenza richiesta è legata al tipo di informazione e quindi all'uso che le applicazioni prevedono di farne. Il sistema oneM2M è in grado di mantenere le informazioni e le serie storiche, basandosi su database dedicati o integrati con quelli usati per eventuali servizi cloud.

- **Separazione fra Security e Privacy:** tutte le comunicazioni fra gli elementi del sistema sono ovviamente protette, riuscendo meccanismi già esistenti e/o sfruttando la sicurezza offerta dalla rete sottostante (e.g. su tratte cellulari). La privacy è garantita invece dalla piattaforma in se stessa che permette l'accesso a ciascuna informazione solo a chi è esplicitamente autorizzato a farlo. Il meccanismo è quello di associare a ciascuna informazione delle policy, che sostanzialmente defi-

niscono chi può leggere, scrivere, rimuovere e modificare le informazioni, incluse alcune condizioni opzionali (orario su cui operare, posizione geografica chi opera, ruolo, etc.). Le applicazioni che controllano ciascuna informazione decidono come modificare queste policy estendo e restringendo dinamicamente l'accesso.

Le stesse policy sono soggette a un meccanismo simile, facendo sì che il permesso di leggere o manipolare l'informazione possa essere dato dinamicamente direttamente dalle applicazioni e che questi diritti possano essere anche affidati ad applicazioni diverse da quella che ha generato l'informazione. Non esiste direttamente il concetto di "ownership" dell'informazione, il sistema traccia chi crea l'informazione e a chi è stato dato il permesso di leggerla e manipolarla. Il risultato è un meccanismo snello, molto flessibile, che supporta svariate modalità di accesso, in grado di modellare diversi modelli di ownership e controllo dell'accesso ai dati, permettendo di limitare il costo della gestione della privacy delle informazioni relative sia a cose sia a persone e di gestirle in modo integrato.

- **Riuso e indipendenza dalle funzionalità di rete:** il sistema oneM2M da un lato rende indipendenti le applicazioni dalle reti di comunicazione usate, dall'altro ne mantiene piena coscienza, in modo da riusarne pienamente capacità e funzionalità. Alcuni esempi rilevanti sono:

- il riuso dei servizi di gestione dei terminali con l'integrazione con i sistemi di gestione basati su OMA Lightweight M2M (per idettagli si rimanda all'inserimento specifico), OMA DM [9] e BBF TR 069 [10];
- la capacità di oneM2M di agire come SCEF (*Service Capability Exposure Function*) [11] delle

La gestione remota dei dispositivi embedded

OMA LWM2M (*Lightweight M2M*) è uno standard di comunicazione specificato da OMA (*Open Mobile Alliance*) appositamente per l'industria del M2M (*machine-to-machine*) e dell' IoT (*Internet of Thing*); in particolare è stato studiato per eseguire la gestione remota, sia dal punto di vista di configurazione che applicativo, di una vasta gamma di dispositivi embedded connessi.

Il mercato dell'industria M2M è composto da diversi segmenti (automotive, smart city, building automation, smart energy, agriculture, security and safety, health, etc.), nei quali il numero di dispositivi connessi è in crescita esponenziale. Anche se gli use case sono naturalmente diversi, tutti condividono la necessità non solo di dover far comunicare piattaforme in rete e dispositivi remoti attraverso una varietà di reti di comunicazione, ma anche di gestirne la configurazione e controllarne le funzionalità: i nuovi scenari applicativi, infatti, richiedono di poter operare remotamente su questi dispositivi per accenderli e spegnerli, configurarne i parametri di funzionamento, installare applicazioni

e servizi, monitorarne il funzionamento, raccogliere i dati, correggere eventuali problemi e così via.

Questi scenari sono al momento coperti da una pleora di tecnologie proprietarie, con il conseguente problema di diffusione, di interoperabilità e di alto costo. D'altro canto, gli standard storicamente definiti per la gestione remota degli apparati, dai router broadband della rete fissa agli smartphone, non sono particolarmente adatti per il parco dispositivi connessi in espansione, ovvero quelli con risorse limitate. Tradizionalmente il mercato M2M ha sempre pensato che gli "end-device" (sensori, attuatori, etc) fossero collegati in reti locali low power (ZigBee e Z-Wave, ad esempio) e che poi "uscissero" su Internet per raggiungere la piattaforma applicativa attraverso un dispositivo cellulare o un gateway. Negli ultimi anni, tuttavia, la tendenza è stata quella di collegare tali dispositivi direttamente alla rete Internet, ad esempio attraverso IPv6 over Low Power Wireless (6LoWPAN) che, definito da IETF, consente di collegare dispositivi

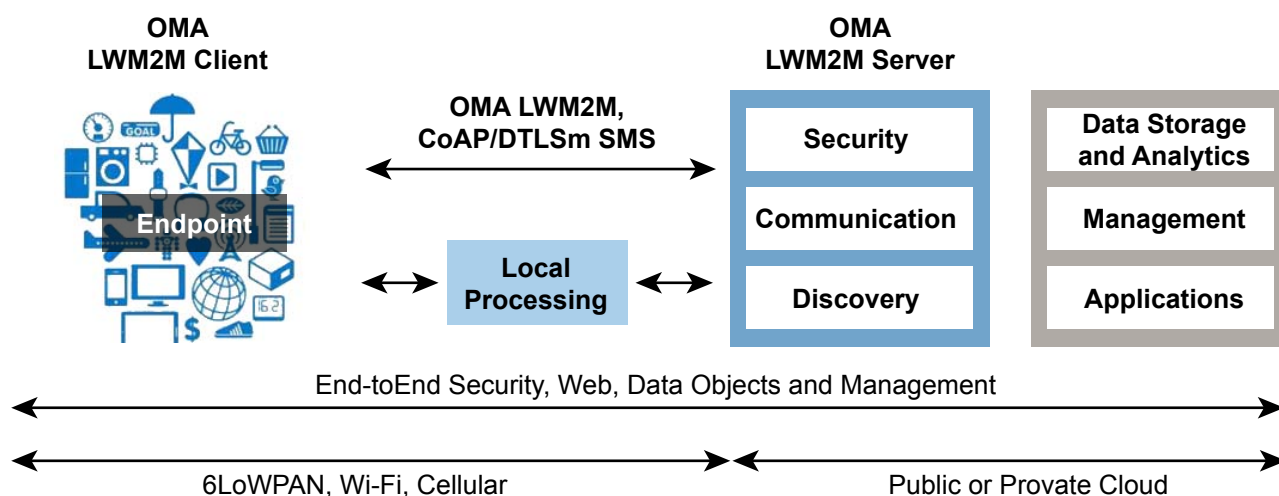
low-power wireless o wired, come ad esempio i PLC.

Questi protocolli sono disegnati per il trasporto di payload molto contenuti (meno di 127 byte) e i dispositivi hanno generalmente risorse limitate, ad esempio di memoria (e.g. 16 kB di RAM e 128 kB di Flash), di computing o di batteria. OMA LWM2M nasce con l'obiettivo specifico di permettere la gestione remota dei dispositivi "a risorse limitate" e si caratterizza per quattro caratteristiche fondamentali:

- 1) è disegnato per implementare l'architettura REST;
- 2) è pensato per l'utilizzo di un data model estensibile basato sul concetto di risorsa REST;
- 3) è progettato per adattarsi alle performance dei dispositivi "resource constrained";
- 4) è basato sul riuso del CoAP (*Constrained Application Protocol*) definito da IETF come variante di HTTP per i dispositivi IoT low-cost.

OMA LWM2M definisce il protocollo di comunicazione tra un server, tipicamente ospitato in un data center pubblico

Figura A - La relazione tra LWM2M Client e LWM2M Server



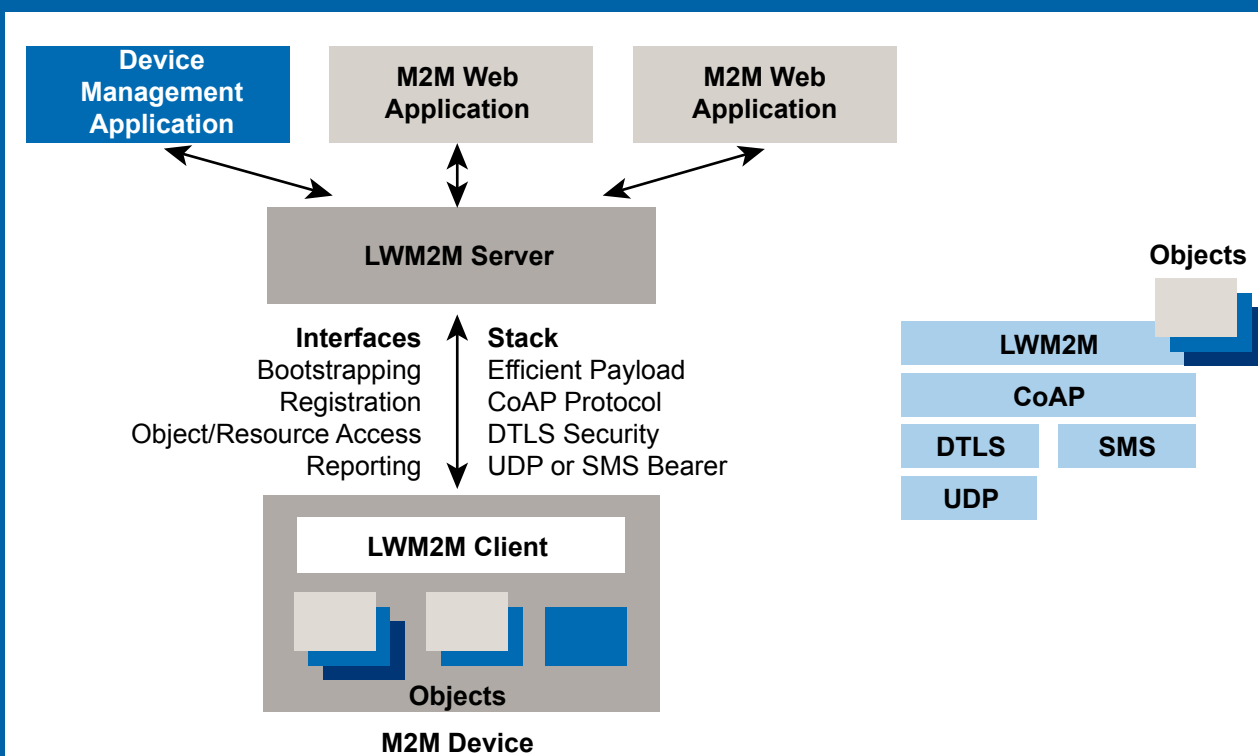


Figura B - Il protocollo di comunicazione

o privato e gestito da un M2M Service Provider, un Network Provider o un Application Provider, ed un client che risiede sul dispositivo ed è generalmente integrato in librerie software o funzioni native del sistema operativo.

Il protocollo si compone di quattro interfacce (“Bootstrap”, “Device Discovery and Registration”, “Device Management and Service Enablement” e “Information Reporting”) implementate su uno stack protocollare che usa IETF CoAP (*Constrained Application Protocol*) come protocollo di trasporto su UDP e SMS. In maniera analoga a HTTP, CoAP definisce gli header, i codici di richiesta/risposta, gli attributi e i meccanismi di ritrasmissione, contenendo le dimensioni dell’overhead di messaggio, riducendo la frammentazione, supportando il multicast; a differenza di HTTP, i messaggi COAP sono scambiati in maniera asincrona su un trasporto datagram-oriented quale l’UDP. Inoltre il

messaggio CoAP è codificato in formato binario, permettendo un overhead minimo di 4 byte, quindi adatto a dispositivi resource-constrained.

La parte di sicurezza della comunicazione, ovvero la garanzia di un canale sicuro tra Server e Client, è assicurata dall’implementazione dello standard DTLS (*Datagram Transport Layer Security*), sia in modalità preshared key sia public key technology.

OMA LWM2M definisce le funzionalità di provisioning e bootstrapping, che permettono al Server di gestire le chiavi, il controllo di accesso e la sicurezza nella fase di pairing tra server e client; il data model, inoltre, è organizzato in modo tale che le informazioni sono rese disponibili in forma di “risorse REST” organizzate a loro volta in “oggetti”: ad esempio, ogni dispositivo contiene l’oggetto “Firmware” che riassume le risorse usate per aggiornare il firmware.

Gli oggetti definiti all’interno della prima release dello standard LWM2M coprono:

- **Security & Access Control:** per gestire gli aspetti di sicurezza tra server e client e l’accesso ai dati;
- **Device:** informazioni specifiche sul device;
- **Firmware:** per la gestione e gli aggiornamenti del firmware;
- **Location:** per la gestione delle informazioni sulla posizione e sulla localizzazione del dispositivo;
- **Connettività:** per la gestione e il monitoraggio delle risorse legate alla connettività, allo stato delle connessioni e delle relative statistiche.

L’astrazione tra il protocollo di trasferimento e il data model offre l’indubbio vantaggio di poter estendere la base dati in maniera illimitata, ovvero definendo a posteriori oggetti e risorse per coprire le caratteristiche fisiche e appli-

• • •

cative più disparate. Tali estensioni possono essere specificate anche da altri soggetti diversi da OMA: ad esempio IPSO Alliance ha già definito una lista di oggetti compatibili con LWM2M per scopi legati alle applicazioni smart city. In realtà qualsiasi organizzazione o azienda può creare nuovi oggetti compatibili con OMA LWM2M: OMA mantiene un sito pubblico (registry) dove questi oggetti possono essere registrati e catalogati.

Dalla diffusione di OMA LWM2M si attendono i seguenti benefici per l'intera catena dell'industria M2M:

- riduzione della frammentazione nell'area della gestione remota dei dispositivi M2M, abilitando soluzioni plug-and-play e la diversificazione

della varietà di dispositivi e servizi gestibili;

- crescita del mercato M2M in vari segmenti, specialmente quelli per i quali è necessario che il costo del device sia bassissimo al fine di mantenere business model sostenibili;
- riduzione del time-to-market di nuove applicazioni e sistemi;
- riduzione dei costi e della complessità dell'interfacciamento tra i device M2M e le piattaforme server (e cloud), con una conseguente facilitazione dell'innovazione su entrambi i fronti;
- aumento dell'offerta di device connessi e piattaforme di gestione interoperabili.

Quando uno standard viene creato, occorre un certo tempo per ottenere una

penetrazione significativa nel mercato di riferimento; nel caso del OMA LWM2M, esistono già una serie di soluzioni commerciali messe in campo da server provider e produttori di moduli M2M (es. ARM). Anche il mondo open source si è adoperato per la distribuzione di soluzioni sia server (ad esempio Eclipse Foundation) che client.

L'ecosistema, quindi, è in movimento; OMA, dal canto suo, continua a lavorare sulla nuova versione del protocollo, ma nel mentre opera anche come riferimento per la registrazione degli oggetti definiti anche terze parti ed organizza Test Fest per la verifica pratica dell'interoperabilità delle varie implementazioni ■

salvatore.scarpina@telecomitalia.it

reti 3GPP verso il mondo applicativo;

- l'integrazione con i servizi di localizzazione;
- l'integrazione con i sistemi di gestione delle sottoscrizioni, sia di servizio che di terminale;
- l'integrazione con i sistemi di tariffazione.

Al tempo stesso è in grado di replicare tali funzionalità a livello di piattaforma, nel caso che la rete sottostante non le renda disponibili. Di fatto il requisito minimo è di disporre di una connettività IP fra gli elementi di piattaforma e di una qualsiasi connettività generica di area network nel caso di constrained devices.

2.4 OneM2M come framework di interlavoro

Come introdotto precedentemente, oneM2M è prima di tutto un

framework di interlavoro fra tecnologie.

L'approccio seguito è stato quello di usare le API (Mca e Mcc) e di definire delle applicazioni dedicate (AE interworking proxy) capaci di mappare le specifiche tecnologie ed i relative data model (siano essi standard o proprietari) sulle risorse base standardizzate da oneM2M, che, essendo generiche, hanno un limitato contenuto semantico.

Questo fa sì che le attività di interlavoro siano eseguite al bordo del sistema e che oneM2M supporti una moltitudine di scenari di interlavoro con vari livelli di condivisione dei protocolli e delle semantiche. Di fatto si possono avere semantiche condivise solo ai bordi del sistema senza interlavoro, sia come mappaggi su semantiche comuni capaci di agire come "lingua franca" fra tecnologie diverse (come per il citato caso di SAREF per le smart appliances).

A titolo semplificativo dell'approccio seguito, la *Figura 2* riporta un tipico caso di comunicazione fra tecnologie diverse in oneM2M.

3 Stato delle specifiche ETSI e prime implementazioni

Attualmente è disponibile la Release 1 delle specifiche rilasciata a gennaio 2015 che copre tutti gli aspetti descritti e che è significativamente stabile essendo basata sulle precedenti specifiche oneM2M. La release 2, che estende le funzionalità, in particolare portando a completamento quelle di interlavoro semantico è prevista al 1Q 2016. La lista delle funzionalità completa è descritta nel work program di oneM2M [12].

Le implementazioni di demo e trials hanno finora dimostrato la capacità delle specifiche tecniche di standar-

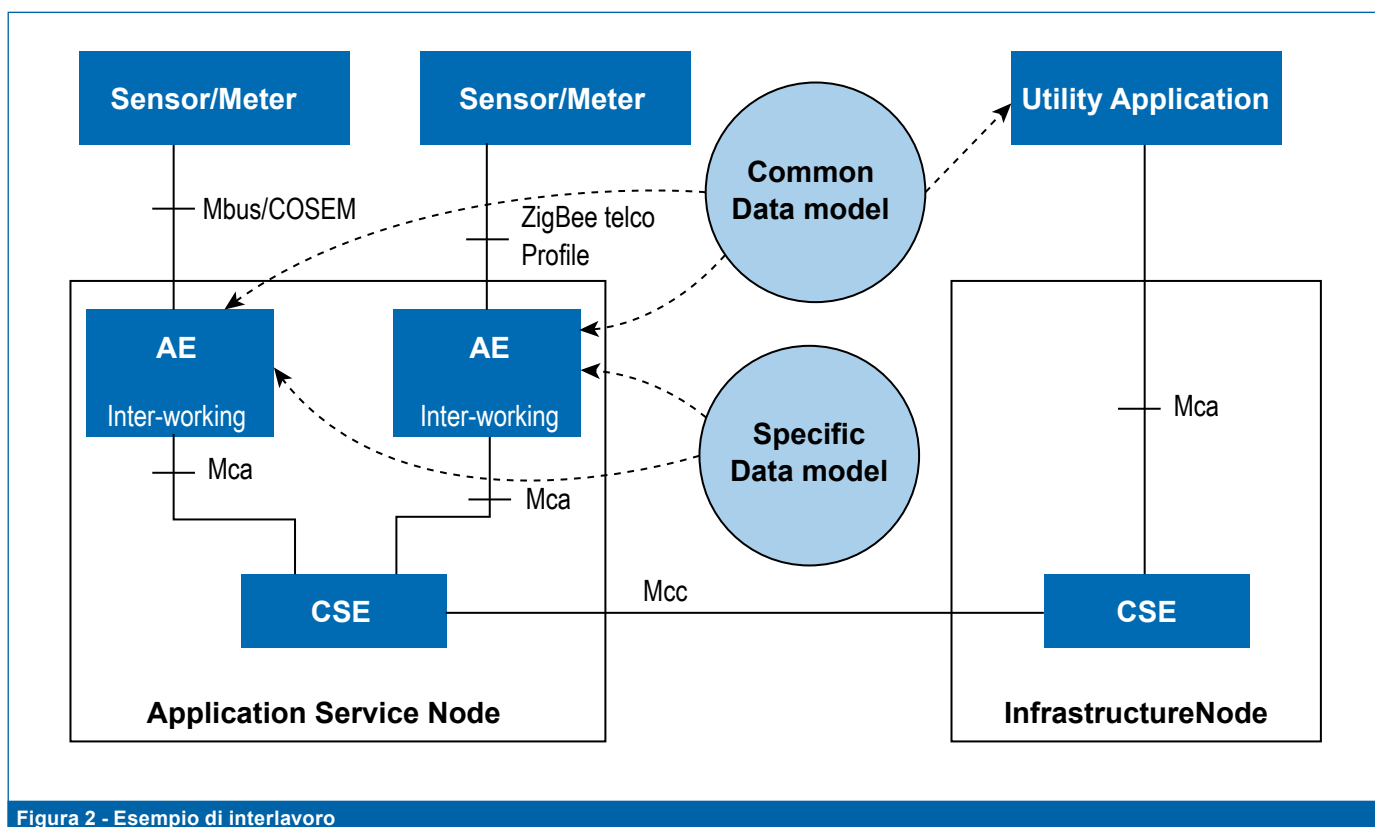


Figura 2 - Esempio di interlavoro

dizzazione di supportare un'ampia varietà di servizi, con l'eccezione di un unico use case non supportato relativo a sistemi di controllo e automazione industriale con stringenti requisiti di "real-time" (dell'ordine di pochi millisecondi).

Un'idea a riguardo di alcune demo di servizio è disponibile sul sito oneM2M [13].

Da segnalare inoltre l'attività congiunta di ETSI con le organizzazioni DG connect e DG Energy della Commissione Europea rivolta alla standardizzazione della comunicazione per le Smart Appliances [14] (gli apparati domestici nelle case) che fa un riuso diretto delle specifiche oneM2M, integrandole con aspetti di semantica e ontologia specifici [15]. Una prima implementazione commerciale della Release 1 di oneM2M è stata resa disponibile in Corea [16] ed è prevista in Giappone [17].

Conclusioni

I sistemi attualmente sul mercato per M2M sono espressione di settori industriali specifici o di molteplici consorzi caratterizzati da soluzioni sviluppate da aziende specifiche, spesso in sovrapposizione e competizione.

I problemi di frammentazione delle soluzioni rappresentano un limite per lo sviluppo del mercato IoT/M2M, in quanto obbligano alla gestione di piattaforme di servizio multiple e impediscono economie di scala.

Risulta così estremamente difficile la costruzione dei servizi complessi basati sulla condivisione di informazione e l'interazione di servizi più semplici (e.g. Smart Cities). Il passaggio ad IoT richiede la costruzione di framework più complessi, in grado sia di sempli-

ficare la frammentazione, sia di integrare sistemi dedicati ove opportuno.

In questo contesto oneM2M rappresenta il tentativo più significativo (forse l'unico ad oggi) di creare uno standard di piattaforma orizzontale e multiservizio per IoT, in grado di interlavorare con le soluzioni esistenti e al tempo stesso di incentivare la riduzione della frammentazione.

Il numero e la tipologia delle organizzazioni aderenti, se pur con una predominanza dei settori IT e TLC e la prospettiva di implementazioni commerciali a breve, assicurano una buona confidenza nella capacità di oneM2M di accelerare la convergenza su IoT, soprattutto attraverso l'integrazione di soluzioni esistenti e il riuso di componenti e tecnologie standard già disponibili ■

Urlografia

- [1] <http://www.oneM2M.org>
- [2] <http://www.onem2m.org/about-onem2m/partners>
- [3] <http://www.onem2m.org/membership/current-members>
- [4] <ftp://oneM2M.org>
- [5] <http://www.onem2m.org/technical/published-documents>
- [6] <http://www.onem2m.org/technical/webinars>
- [7] <https://portal.etsi.org/tb.aspx?tbid=726&SubTB=726>
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer
- [9] <http://openmobilealliance.org/about-oma/work-program/device-management/>
- [10] <http://it.wikipedia.org/wiki/TR-069>
- [11] http://ftp.onem2m.org/Work%20Programme/WI-0037/WI-0037-3GPP_Rel13_IWK-V0_0_1.DOC
- [12] <http://ftp.onem2m.org/Work%20Programme/>
- [13] <http://www.onem2m.org/onem2m-showcase/showcase-presentations>
- [14] <http://www.etsi.org/news-events/events/890-2015-04-dg-connect-etsi-workshop-on-smart-appliances-4>
- [15] http://www.eco-smartappliances.eu/Documents/Ecodesign%20Smart%20appliances_Discussion%20note_workshop_150310.pdf
- [16] <http://m2mworldnews.com/2015/06/11/80021-sk-telecom-opens-thingplug-an-integrated-iot-platform-based-on-onem2m-standards/>
- [17] http://www.netmanias.com/en/post/korea_ict_news/7376/iot-korea-mwc-2015/modacom-announced-the-development-of-interworking-technology-between-onem2m-and-alljoyn-platforms

michele.lupano@telecomitalia.it
enrico.scarrone@telecomitalia.it



**Michele
Lupano**

Ingegnere elettronico, entra in Azienda nel 1992 e si occupa di comunicazioni cellulari GSM e DCS1800. Nel 1999 assume la responsabilità del progetto di qualificazione dei cellulari a marchio TIM. Da circa quindici anni si occupa del settore M2M (*Machine-to-Machine*) con la realizzazione di dispositivi prototipali per il controllo remoto di sistemi, la localizzazione di persone e veicoli, la raccolta e l'invio di misure in ambito sanitario e sportivo. A partire dal 2008 inizia la partecipazione alla standardizzazione Machine-to-Machine, fornendo contributi alle specifiche tecniche dei gruppi ETSI SmartM2M e della sua evoluzione in oneM2M. Attualmente segue il mondo IoT (*Internet of Things*) ■

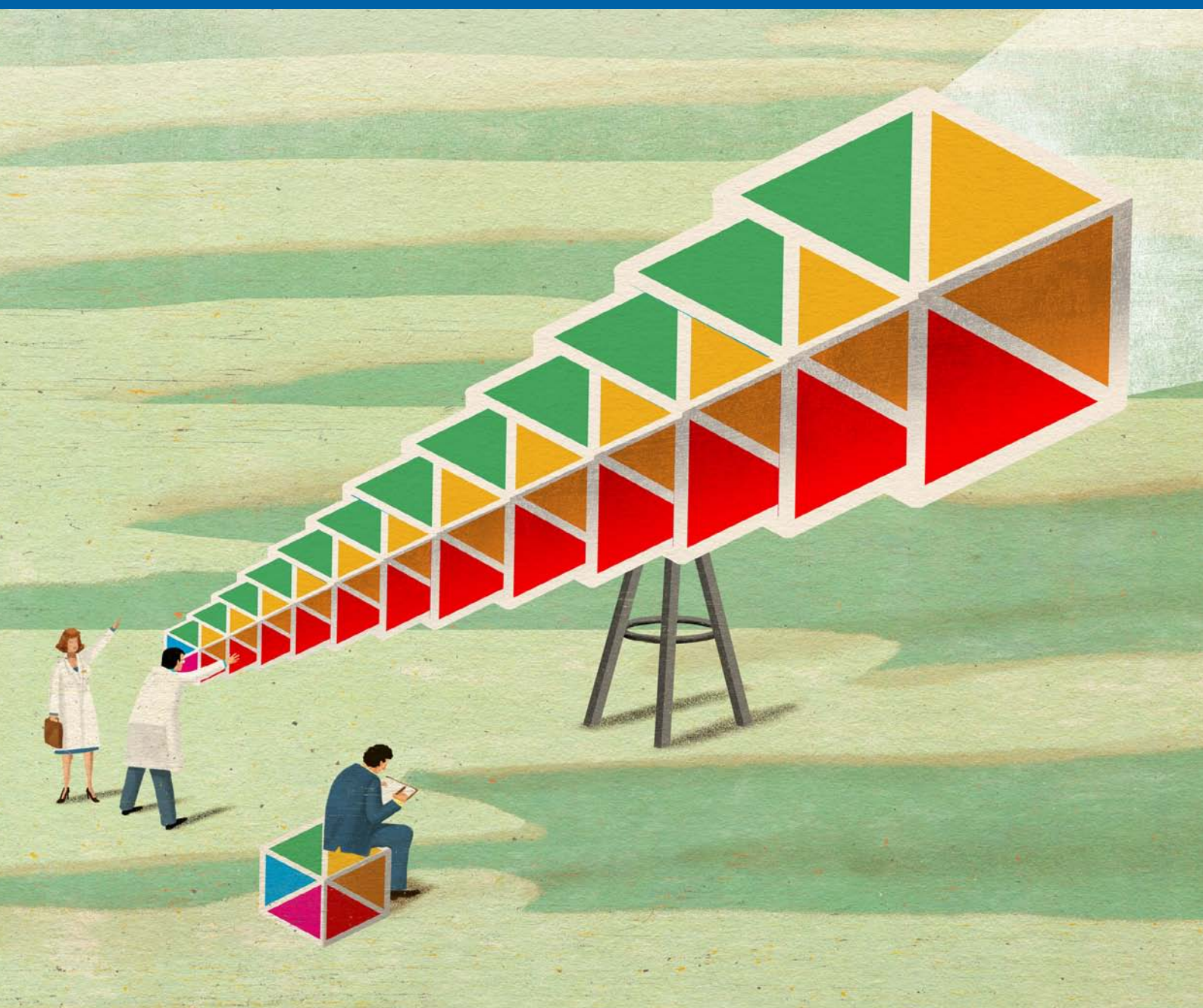


**Enrico
Scarrone**

è in Azienda dal 1992, dove fin da subito ha seguito progetti di ricerca in ambito fisso e mobile, oltre che diverse attività di standardizzazione. Ha anche lavorato al dispiegamento di nuove soluzioni di reti, in particolare Broadband, in Austria, Spagna, Grecia, Turchia, Brasile, Perù, Indonesia, fornendo consulenza tecnica in ambito radiomobile e sulla convergenza fisso-mobile-IP in Venezuela, Vietnam, Paesi Bassi, Egitto e Arabia Saudita. Dal 2006 al 2011 è stato chairman del 3GPP SA1, responsabile dei requisiti per gli aspetti di servizio e di rete dei sistemi mobili, oggi arrivati alla quinta generazione. Dal 2008 ha contribuito alla definizione dei sistemi M2M e Internet of Things, partecipando anche alla fondazione del gruppo ETSI TC smartM2M (di cui è stato Chairman dal 2011 e al 2012) e al Partnership Project oneM2M. Attualmente è Vice Chairman dello Steering Committee di oneM2M e Vice-Chairman di ETSI TC smartM2M ■

STANDARD PER I SISTEMI DI GESTIONE DELLE RETI E SERVIZI DIGITALI

Massimo Banzi, Cecilia Corbi



L'industria delle telecomunicazioni sta affrontando dei cambiamenti radicali con effetti enormi sui modelli di business a causa della ben nota Rivoluzione Digitale e ai nuovi paradigmi tecnologici che abiliteranno scenari di mercato sempre più competitivi, quali ad esempio NFV e SDN nonché l'introduzione del 5G.

Nell'ambito della gestione della rete e dei servizi, gli enti di standardizzazione si sono focalizzati sul livello di qualità erogato, sulla sicurezza dei dati e sui processi necessari per garantirlo adeguatamente nei tempi richiesti; in questo articolo si presenta una carrellata dell'evoluzione degli standard legati a questi ambiti tematici.

1 I nuovi paradigmi del business digitale e il cambiamento del mondo IT

Il mercato richiede che i servizi siano progettati, ingegnerizzati, erogati, mantenuti e dismessi in tempi brevissimi e la rete dell'Operatore deve consentire dinamismo e flessibilità appropriati: rete dell'Operatore che diviene sempre più una rete "programmabile" vicino a chi la usa, che si adatta in modo pressoché automatico, alle necessità di banda variabili, alla crescente necessità di performance, qualità, affidabilità, sicurezza.

In questo contesto diversi sono i paradigmi di riferimento rilevanti, tra cui:

- il Cloud, con capacità di calcolo distribuita, flessibile e facilmente scalabile, soprattutto quello ibrido, che fornisce un maggior senso di sicurezza ai clienti, garantendo loro un controllo diretto su una parte dei propri dati;
- la virtualizzazione delle funzioni di rete, nota come NFV, che in-

troduce un sostanziale cambio di paradigma nel modo in cui vengono realizzate le reti di telecomunicazioni, spezzando il legame tra hardware e software e facendo leva sulle tecnologie di virtualizzazione IT per consolidare apparati e funzionalità di rete su server standard e fornendo nel contempo una maggior flessibilità operativa;

- il paradigma SDN (*Software-Defined Networks*), in grado di fornire programmabilità e centralizzazione dei processi di decisione sulla gestione di pacchetti e flussi applicativi direttamente sulla rete e non più all'interno dei singoli apparati. Un nuovo modo di gestire la rete, che prevede la separazione del control-plane dal transport-plane, con diversi vantaggi: dal dinamismo alla gestibilità, dall'efficienza dei costi all'adattabilità;
- il SON (*Self-Organizing Network*) con lo scopo di abilitare l'automatizzazione di parte dei processi di configurazione e ot-

timizzazione della gestione della rete.

La rete dell'Operatore viene ad integrarsi sempre più con il mondo IT, una rete che va gestita non più con i processi tradizionali, i cosiddetti processi denominati di NET-OPS (*Network Operations*), in quanto ritenuti troppo rigidi per poter rispondere alle esigenze di questa nuova realtà.

Occorre quindi gestire la rete mediante esecuzione di processi agili, dinamici, flessibili come quelli attualmente in uso per lo sviluppo dinamico del software, ovvero i DEV-OPS (*Development & Operations*). Una metodologia agile in cui c'è uno stretto collegamento tra chi sviluppa implementando i requisiti, e chi poi deve gestirli, mantenerli. Tutto questo dinamismo ha poi un impatto dirompente sulla intera infrastruttura di gestione della rete, in particolare sui sistemi OSS (*Operations Support Systems*) e BSS (*Business Support Systems*) che si devono adeguare per rispondere a questa dinamicità.

2 Gli enti di standardizzazione

Per affrontare la crescente complessità della gestione della rete e garantire l'interoperabilità tra i sistemi di Vendor diversi, gli enti di standardizzazione internazionali sono fortemente impegnati in diversi ambiti tra cui il 3GPP working Group SA5 per la gestione delle reti radiomobili, il DMTF per la standardizzazione di Systems Management, il TM Forum e altri consorzi.

2.1 Il TM Forum e la sua evoluzione

Uno degli enti internazionali che stanno seguendo aggressivamente questa evoluzione del Business delle Telco e gli impatti sui sistemi di gestione delle reti è il TM Forum. Con oltre 1000 compagnie affiliate di cui circa 250 telco service providers, la sua missione è quella di definire strumenti standardizzati e best-practices a supporto di questo business.

Telecom Italia è stata, nel 1995, tra i primi aderenti al TM Forum, quando il suo scopo era principalmente definire un modello che formalizzasse l'insieme di tutti i sistemi a supporto del business delle telco tradizionali. In quei tempi si progettò il TOM (*Telecommunication Operations Map*) e poi la sua evoluzione eTOM con un modello, il SID (*Information Model*) che ne definisse le entità, e poi la mappa dei sistemi a supporto (TAM). Col passare degli anni eTOM è diventato standard

La specifica standard API CIMI del DMTF per il Cloud Management in ambito IaaS

Con più di 4000 partecipanti attivi in rappresentanza di più di 40 nazioni e più di 60 aziende, il DMTF (*Distributed Management Task Force*)¹ è la Standard Development Organization che riunisce i maggiori player dell'industria IT per collaborare alla standardizzazione (specifica, validazione, promozione, adozione) del Systems Management. I suoi standard abilitano l'interoperabilità fra sistemi, soluzioni e tool multi-vendor in ambito enterprise: per fare un esempio il SIMBIOS (*System Management BIOS*), che definisce come reperire informazioni memorizzate nel BIOS di un computer, è attualmente utilizzato in più di 2 miliardi di piattaforme al mondo.

Telecom Italia è attiva nel DMTF dove è presente nel Board e opera nell'ambito del CMWG (*Cloud Management Working Group*) e dell'Open Software Defined Data Center Incubator.

Il gruppo Cloud Management è stato creato per specificare le interfacce (API) di gestione del ciclo di vita di risorse cloud (computing, storage, network), principalmente in ambito IaaS (*Infrastructure as a Service*). Le attività di specifica hanno visto coinvolti i maggiori player di riferimento (vmware, Cisco, IBM, HP,

EMC, Intel, Novell, Citrix, Oracle, Microsoft, Fujitsu, Intel, CA Technologies, Huawei, Hitachi, NEC, Toshiba, ecc. e tra gli operatori telecom: Telefónica, Telecom Italia, Orange, AT&T, China Mobile), sono iniziate nel luglio 2010, con il rilascio della prima versione dell'API CIMI (*Cloud Infrastructure Management Interface*) a settembre 2012; in seguito il DMTF ha rilasciato la Release 1.1 a novembre 2013, che è diventata formalmente *standard ISO / IEC* nel mese di Agosto 2014 (rif. documento ISO IEC 19831:2015).

L'obiettivo principale della partecipazione di Telecom Italia alle attività del DMTF è di ottenere interfacce di gestione (API) per piattaforme hw-sw virtualizzate che risultino effettivamente *Technology & Vendor Independent*, garantendo quindi interoperabilità fra un Consumer e molteplici Provider che offrono l'interfaccia standardizzata per la gestione dell'infrastruttura Cloud, fondamentale in un'architettura di erogazione servizi dell'Operatore sempre più agile e service-oriented.

Il ruolo di Telecom Italia insieme agli altri Operatori è stato infatti quello di fornire sia use cases (es. il Monitoring delle ri-

sorse oppure la gestione della Business Continuity per un'installazione Cloud di un cliente), sia di tipo "tecnologico" (es. gestione delle "snapshot", oppure la definizione degli stati di una Machine ecc.). Tecnicamente l'API CIMI usa il protocollo HTTP per lo scambio di messaggi, formattati utilizzando entrambe le notazioni JSON (*Java Script Object Notation*) ed XML (*eXtensible Markup Language*). CIMI specifica un protocollo REST-style (*Representational State Transfer*) e consente la modellazione delle risorse di base in ambito IaaS: potenza computazionale, storage, networking. Il modello non è specifico ad HTTP ed è possibile mappare CIMI anche verso altri protocolli.

In particolare il Cloud user, che è il cliente che usufruisce dell'offerta di infrastruttura cloud, potrà utilizzare l'API per richiedere l'allocatione di risorse cloud, l'installazione di software e la gestione del funzionamento dell'infrastruttura virtuale di propria pertinenza.

Il modello informativo dell'API CIMI è composto da alcune risorse di riferimento quali il CEP (*Cloud Entry Point*), che costituisce il punto d'accesso per il Consumer per reperire (discovery)

¹ <http://www.dmtf.org>

² <http://www.openstack.org/>

ITU-T (M.3050), allineandosi con altri standard esistenti (ITIL) più vicini all'IT, ma soprattutto diventando un vero punto di riferimento per i Telco Service Provider. Si è poi arricchito di un insieme di strumenti a supporto, di alcune interfacce tra i sistemi di gestione e gli elementi di rete (Integration Framework).

Resosi conto dell'evoluzione verso i servizi digitali, da alcuni anni il TM Forum ha avviato un progetto strategico sui servizi digitali, che si

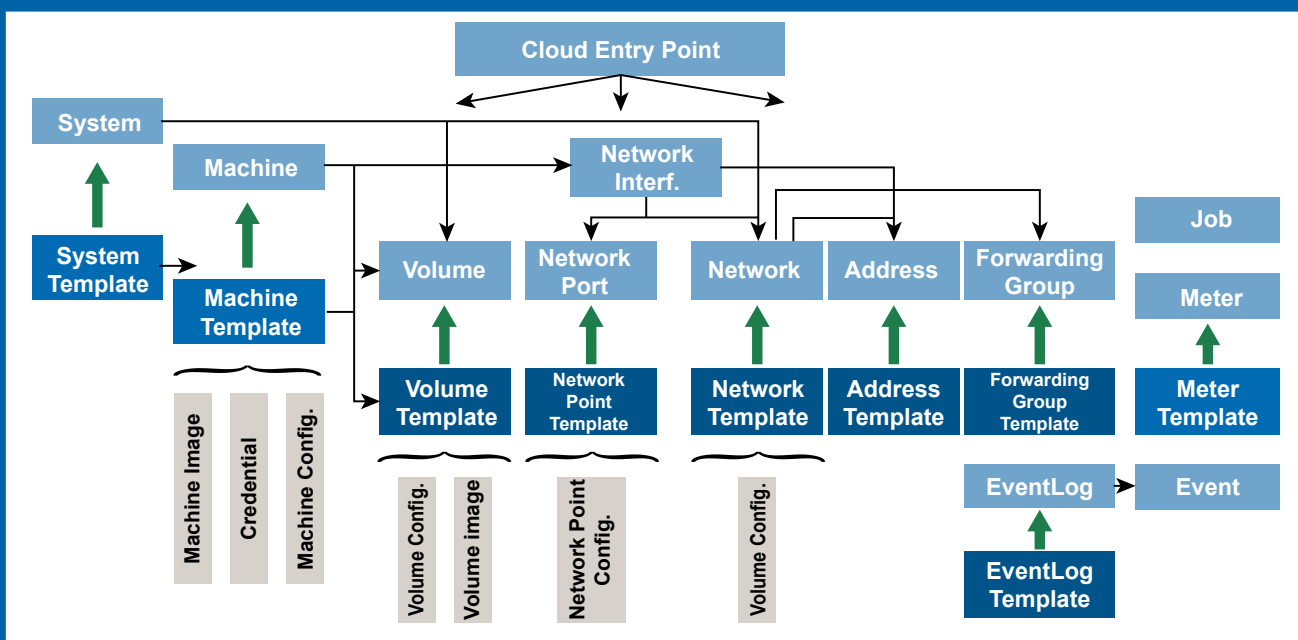
declina in tre grandi filoni strategici (Agile Business and IT, Open Digital Ecosystem, Customer Centricity), che si appoggiano al cosiddetto Framework: il noto brand che sta ad indicare l'insieme dell'infrastruttura metodologica che sostiene e integra tutti progetti strategici.

E proprio il Framework (Figura 1) nella sua interezza sta evolvendo per cogliere al suo interno i nuovi modelli di business, quindi non più un telco che fornisce servizi tradizionali, ma che evolve verso infra-

strutture e modelli più agili e dinamici all'interno di un ecosistema in cui i diversi stakeholders (utenti, sviluppatori, Operatori, Web Companies,...) devono interagire sinergicamente tra loro ciascuno con i propri meccanismi di business.

2.1.1 I programmi strategici

A completamento delle attività metodologiche portate avanti nel Fra-



Le principali risorse del modello informativo CIMI – Rel. 1.1

le risorse del cloud afferente al consumer, e da risorse quali *Machine*, *Volume*, *Network*, associate rispettivamente all'infrastruttura di computing, storage e networking, *System* (risorse relative ad aggregazioni di *Machines*, *Volumes* e *Networks*), ed infine risorse di *Monitoring*, associate al metering ed eventing delle risorse.

Al fine di allargare il potenziale di utilizzo e diffusione delle API CIMI, è in corso un'attività di creazione di contatti con la community *OpenStack*² per "aggan-

ciare" le API CIMI a questa iniziativa. *OpenStack* sta rapidamente diventando un riferimento "de facto" nell'ambito delle piattaforme cloud IaaS ed espone proprie API che possono essere comparate all'API CIMI del DMTF. In ambito DMTF si è peraltro avviata un'attività per creare una *reference implementation* di CIMI in linea con *OpenStack*.

Quest'ultima attività può infine avere un riflesso positivo anche per quanto riguarda l'applicabilità delle API CIMI nell'emergente ambito della NFV (*Net-*

work Functions Virtualization). Nel DMTF si è avviata un'attività di mappatura delle funzionalità ricoperte da CIMI rispetto alle "Management Interfaces" in via di specifica nell'architettura di riferimento ETSI NFV. Da una prima analisi è emerso che *CIMI può essere applicata*, con opportune variazioni che saranno da specificare, in sinergia con ETSI ■

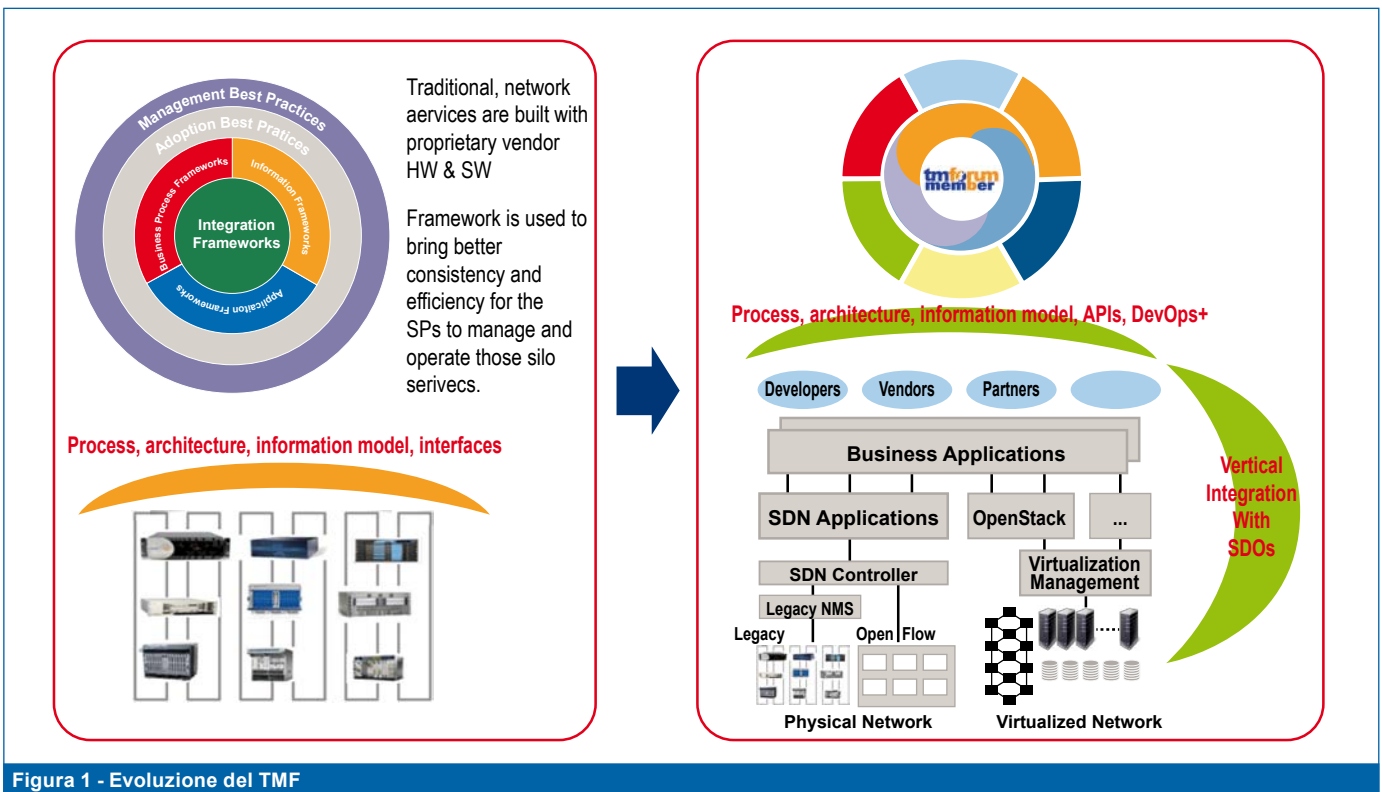


Figura 1 - Evoluzione del TMF

meworx, che rimane il core delle attività su cui poi tutte si ricollegano, il TM Forum ha una serie di programmi strategici che affrontano tutti gli spetti di maggior rilevanza nel business odierno dei Telco Service Providers.

I programmi in corso sono i seguenti: *Agile Business and IT*: Questo programma vuole aiutare i Service Providers ad ottimizzare costantemente le loro infrastrutture IT e di esercizio, in modo da garantire che le attività di provisioning e di gestione dei servizi abbiano la flessibilità e la dinamicità necessarie nel contesto attuale, attraverso la riduzione dei costi di esercizio, la riduzione dei rischi attraverso l'automazione dei processi, l'incremento della customer satisfaction.

Il TM Forum risponde a tali esigenze attraverso:

- evoluzione del Framework come processo strutturato e ben definito che possa rendere più semplice l'intera architettura IT;

- facilitando la messa in campo di nuovi servizi in modo efficace ed efficiente promuovendo la collaborazione dei vari stakeholders in un approccio sinergico verso il servizio e consentendo di individuare metriche adeguate per misurarne la qualità e la sicurezza;
- definendo interfacce standard programmabili (API) per l'interazione tra i diversi sistemi. il TM Forum ha definito la DSRA (Digital Service Reference Architecture) per supportare:

- l'esposizione di capabilities attraverso componenti software, ovvero API funzionali e di management quali product catalog, ordering, trouble ticket, identity management, service inventory management³;
- la composizione e la distribuzione sui diversi domini di business, tecnologici e di mercato;
- la definizione di un modello interoperabile di lifecycle end-to-

end (sia del SW/API che dei servizi costruiti sopra);

- i requisiti sia di tipo architetturali tecnologici, applicativi e relativi ai dati ma anche relativi agli aspetti di business.

Il secondo programma strategico è *Open Digital Ecosystem*, focalizzato sul modello futuro della distribuzione dei servizi digitali nell'ecosistema.

Il TM Forum si inserisce in questo scenario di trasformazione, che prevede una crescita nei prossimi 5 anni dai 20 ai 50 miliardi di terminali che si conetteranno on-line. Attraverso questo programma l'ente vuole facilitare la collaborazione tra i partner, creando un ecosistema aperto, dove i nuovi servizi possano essere erogati rapidamente, facilmente ed in modo sicuro attraverso un'ampia gamma di modelli di business con tanti partner che collaborano proficuamente, sviluppando quindi strumenti, API, modelli

³ <https://www.tmforum.org/strategic-program/api-zone/>

informativi, processi di business, standard e best practices necessari a far partire e fiorire questo ecosistema digitale aperto.

Il terzo programma strategico è *Customer Centricity*, il cui obiettivo è supportare i service providers e le imprese a far evolvere costantemente il loro business andando oltre la customer experience tradizionale verso un coinvolgimento diretto del cliente in modo da massimizzare le quote di mercato, la fedeltà del cliente e le opportunità di crescita.

Oggi i clienti sono più informati e in grado di prendere decisioni critiche di quanto non lo siano mai stati. Coinvolgerli attivamente nella definizione del servizio di cui hanno bisogno, capire i loro reali bisogni, cosa pensano, le loro azioni, può fare o disfare una collaborazione fruttuosa.

A tale scopo il Framework viene rivisto in ottica di erogazione di servizi digitali, fornendo linee guida per la gestione della Customer Experience, che viene utilizzata come fattore abilitante per far crescere la profittabilità, vengono studiate nuove metriche, modelli di analisi e valorizzazione dei Big Data e Use Case significativi.

2.2 Il progetto ZOOM

Nel programma Agile Business and IT, il progetto ZOOM (*Zero touch Orchestration, Operations and Management*) merita particolare attenzione.

Avviato nel 2014⁴ vuole formalizzare una visione del nuovo ambiente virtualizzato per l'erogazione di servizi digitali, dando chiare indicazioni di tutti gli aspetti che devono essere affrontati, da quelli architeturali a quelli di evoluzione dei sistemi di gestione, dei processi, della forza lavoro.

Il modello di riferimento lo mutua dall'IT: occorre sviluppare un approccio "agile" alla gestione dell'operatività della rete.

Quando gli apparati di rete diventano poco più che "ferro" con piani di instradamento e di controllo spostati su macchine virtuali in data center specifici o generalizzati, la gestione della rete diventa simile a quella del software e pertanto si parla di spostamento delle metodologie di gestione della rete Net-Ops verso approcci più da sviluppo Dev-Ops, dove però i tempi sono contratti al massimo e il ciclo progettazione-sviluppo-test-esercizio è

pressoché automatizzato dai tool a supporto.

In sinergia con ETSI NFV e altri enti di normativa, il progetto ZOOM (*Figura 2*) si è focalizzato su tutti gli aspetti che impattano i servizi e la gestione del processo organizzandosi in questi gruppi di lavoro funzionali:

- un primo gruppo col nome di "Foundation Work" affronta gli aspetti di allineamento del Framework a fronte dell'introduzione di queste nuove tecnologie per l'erogazione di servizi digitali, quindi come cambiano i processi eTOM, la modellazione delle nuove entità virtuali, le nuove policy, gli aspetti di evoluzione architeturale;
- "E2E Virtualization Management" tratta della gestione di servizi in cui diversi stakeholders possono avere un ruolo nella fornitura del servizio; chiaramente occorre ripensare la Service Assurance in quest'ottica, dove tanti sono i player che devono comunque garantire dei livelli di servizio adeguati in un contesto in cui gli ambienti di erogazione sono per lo più ibridi;
- "Operations Transformations" considera l'impatto che la virtualizzazione ha sui sistemi di gestio-

Figura 2 - Obiettivi di ZOOM



⁴ A dicembre 2014 sono stati rilasciati diversi documenti reperibili sul sito <http://www.tmforum.org>

ne (OSSe BSS), sul personale, sui processi;

- “Virtualization Operation Readiness & Procurement” affronta l’impatto sul cliente di questi nuovi servizi, ne analizza gli Use Case e affronta la tematica della distribuzione e impacchettamento delle funzionalità di rete virtualizzate.

Infine è utile menzionare uno strumento del TM Forum per “riportare in azienda” esperienze operative, ovvero i “Catalyst” o “proof of concept” (Figura 3); trattasi di progetti sperimentali dove vendor di tecnologie si consorziano e sviluppano, usando gli strumenti messi a disposizione dal TM forum stesso, soluzioni innovative a problemi contingenti indicati dagli sponsor del progetto: i Service Providers.

Nel corso del 2015 Telecom Italia si è focalizzata principalmente sui Catalyst associati alla virtualizzazione

della rete. Uno ad esempio si propone di sviluppare una vCPE (*Virtual Customer Premises Equipment*) istanziabile in modo pressoché automatico e con funzionalità scalabili. Un secondo Catalyst “Closing the loop” si propone di istanziare un processo di miglioramento costante della qualità dei servizi erogati su una piattaforma ibrida, attraverso la misura ed analisi continua e proattiva di indicatori di performance, eventuali disservizi e qualità percepita dal cliente, anche misurata attraverso sonde⁵.

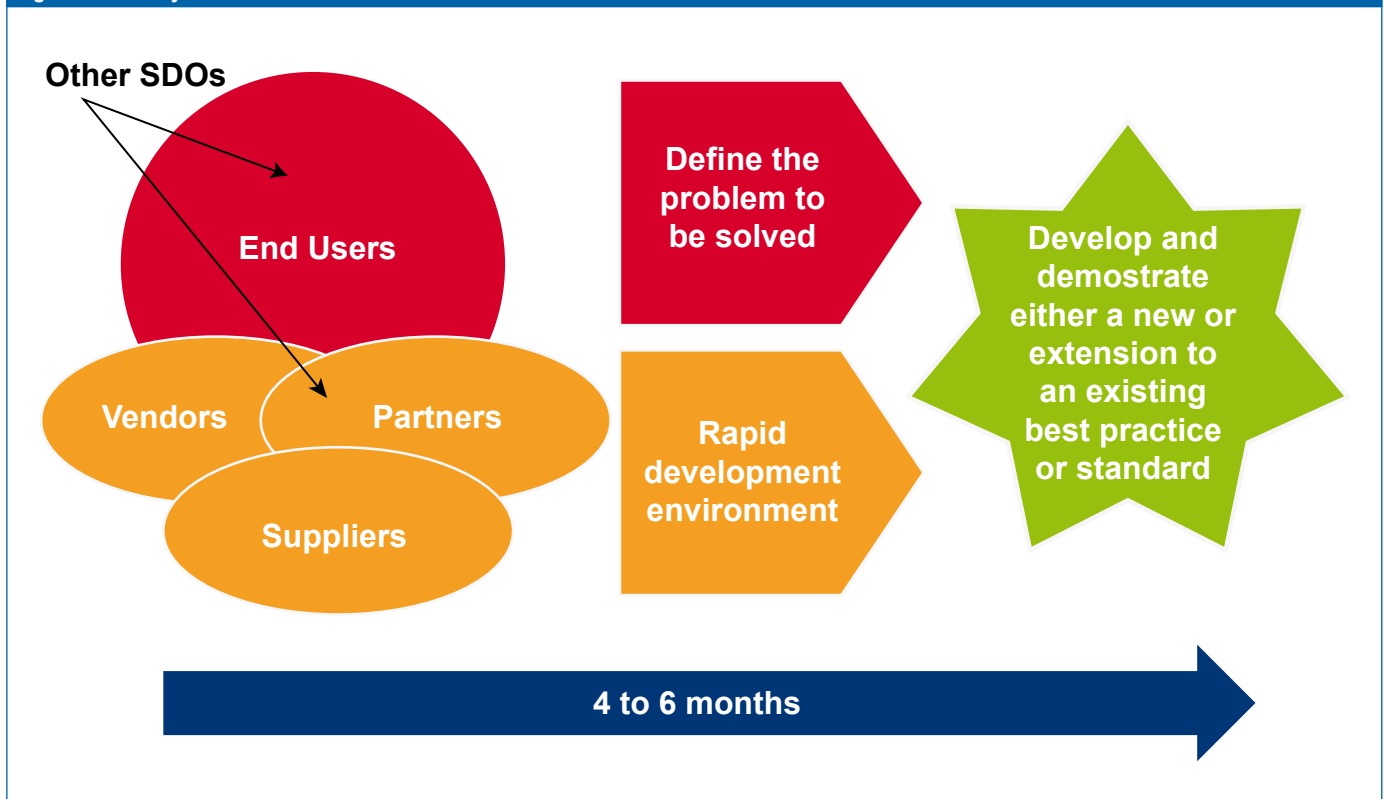
Telecom Italia è stata sempre presente nel TM Forum ricoprendo ruoli rilevanti, e attualmente riveste particolare rilevanza presiedere le attività e indirizzarle, in quanto è stato avviato nel 2014 un processo di revisione interno dei processi aziendali fondato su un modello a processi end to end, che si basa

proprio sul modello eTOM e FrameworkX del TM Forum.

Oltre all’evoluzione del Framework, per Telecom Italia rivestono interesse i programmi TM Forum della Digital Service Architecture e definizione delle APIs di management, dell’evoluzione del modello dei processi in ambito ZOOM, il progetto Customer Centricity e tutti i temi legati alla sicurezza delle applicazioni “cloud”.

Per quest’ultimo ambito è rilevante anche il ruolo della Cloud Security Alliance, di cui Telecom Italia è membro, un’associazione internazionale composta a livello mondiale da oltre 29.000 soci individuali, più di 100 aziende e 20 organizzazioni partner, che nasce con lo scopo di promuovere l’utilizzo di best practice e linee guida per la sicurezza del cloud computing.

Figura 3 - I catalyst del TM Forum



⁵ Le descrizioni dei vari Catalyst sono reperibili presso <http://www.tmforumlive.org/catalyst-demonstrations/>

TM FORUM

How is the TM Forum evolving to fulfill the "Digital Era evolution", what are the main challenges to be faced and how does this impact the role of Service Providers.

We recognized the changes taking place in the business landscape for service providers in 2013, and launched the Open Digital program to begin to prepare our members for the transformations to come. This program has begun the process of creating a common language and APIs for ecosystem partners to work together easily, and a number of catalyst projects have already proven the key technical and business principles behind this work. This program explores a broad range of use cases for digital services and Internet of Things use cases, and embraces a broad set of industries digital health, energy, utilities and other verticals.

In addition to this, the scale of transformation of the service provider business has become clear, leading to the launch of our Agile Business & IT program in 2014. As every industry goes through its own digital transformation, the opportunities for service providers are significant. But seizing these requires a radically different approach to product innovation, creation, customization and delivery, as part of an "elastic infrastructure" offering.

In 2014 we created the ZOOM (*Zero-touch Orchestration, Operations and Management*) project to create a living blueprint for a new generation of service provider support systems to deliver true business agility. Our goal is to make sure that service providers can move at the speed of the rest of the digital ecosystem.

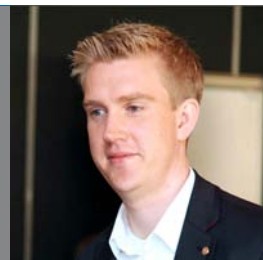
The time has now come to pull all of these activities together, and at TM Forum Live! (June 1-4, Nice, France)

a new vision for the digital ecosystem will be launched. This provides a common vision and language for us to move forward working in key areas: Firstly, Customer Centricity to keep the end customer at the centre of our members' businesses; secondly the digital bridges of technical and business processes between ecosystem partners to enable them to build the end to end management systems needed to ensure those customers experiences; and then the fundamental building blocks such as security, privacy and metrics. We intend to leverage the existing maturity of Frameworkx to help make this a reality.

How is the TMForum making the whole of Frameworkx more agile to align with the evolution of needs of Telcos. Are there plans to make it more easily usable by Customers?

Frameworkx is very much at the centre of the fundamental building blocks mentioned above. Digital transformation is putting enormous pressures on telcos and the way they operate. This, in turn, drives the need for Frameworkx to evolve to support emerging business models in the digital fabric. Frameworkx has been continuously evolving to support these needs over the past two years.

As Frameworkx expands to cover an ever-wider ecosystem, and be used in a much more agile business environment, we also recognize the need to keep it easy and efficient to use. We are working on this in a number of ways. Firstly we are ensuring that Frameworkx is being driven forward by real use cases for complex digital services, identifying the common business processes, information elements and APIs and ensuring there is no duplication. Several key pieces of this work are included in the latest version – Frameworkx 15.0 – being



Nik Willetts, Chief Digital Officer for TM Forum. Nik is responsible for driving the Forum's success and value-delivery across a broad range of competencies, including digital services. Previously, Nik held a number of executive positions within the Forum, including responsibility for marketing and communications, global events and IT. Prior to joining TM Forum, Nik ran a successful consulting business working with multi-national companies including BT, WestLB and The Carphone Warehouse ■

made available in June 2015, with many more planned for the coming months. Secondly we are creating toolkits to guide businesses wanting to adopt Frameworkx directly to the relevant sections, a piece of work that came directly out of the experience of working with other verticals in the Open Digital Program. We're also working on new ways to consume and interact with Frameworkx in addition to the many modeling and visualization tools already commercially available. Going forward we are looking at our packaging, whole release and collaborative development lifecycle to ensure it keeps the stability needed for certification programs and the agility needed for new business models.

One of today's key issues is Virtualization of Networks; TM Forum has ZOOM among its strategic programs which is addressing interesting topics such as impact over Management Systems, transformation of NetOps toward the ore agile DevOps, Work-

• • •

• • •

force evolution, etc. What are the challenges for the next few years and what is TMF is planning to better and more operationally support Telcos in deploying suitable infrastructures and to identify new business opportunities?

The evolution of digital ecosystems is where new business opportunities will emerge. The Forum intends to push forward with an agenda of connecting ecosystems, simplifying exchange of valuable data between ecosystems and establishing parts of the foundation for creating cross-industry ecosystem service offerings.

The TM Forum ZOOM program has already delivered several pieces of work that are already helping digital businesses today, future deliverables within this program will focus on accelerating this work in areas such as:

- Complete policy management framework, validated Information Model and management APIs
- System, Process and organisation

transformation approach including use of catalogues

- Automated procurement processes through the use of catalogues and relevant metrics.

Many of these changes will have major impacts on business processes, and the applications that drive those processes. The benefit of approaching these in a holistic way with in the TM Forum is that we will be able to reflect those changes in the Operations Framework and Application Framework, and allow members to have a consistent way of optimizing the operation hybrid platforms.

Once a new important topic such as NFV becomes "fashionable" all SDOs want to gain the most of it risking overlapping with others, and thus reducing efficiency. How TMForum plan to address the relationship with other groups to cooperate in the translation of TMF best practices into standards?

TM Forum has always been focused on the end-to-end management as-

pects of new industry dynamics, and we work collaboratively with other bodies to ensure we are complementing the work they do. While there are always "fashionable" topics, we find a lot of the work has sustaining themes. NFV and 5G are two good examples of this.

We work hard to avoid "reinventing the wheel" and in the example of NFV, have been closely involved with the ETSI NFV ISG since early in its life, coordinating with the leadership of this group to ensure our role is clearly understood. This has resulted in a number of ETSI Proof of Concept projects being housed under our Catalyst program, and universal respect for the Forum's role being recognized by SDOs and many major analyst houses.

Another emerging topic, for example, is 5G. We consulted with NGNM during their white paper process, and plan to work closely with the Open Group on the Enterprise architectural aspects of our new digital ecosystem vision. Similarly, we are working closely with MEF on B2B NaaS ■

Conclusioni

Lo scenario del mondo OSS del Telco Service Provider deve quindi tenere conto dell'avvento dei nuovi paradigmi funzionali e degli impatti da essi generati sui processi e i sistemi a supporto e non ultimo sull'adattamento degli skill necessari interni alle Aziende, per far sì che vengano raggiunti e mantenuti gli obiettivi di qualità, elasticità e di

efficienza dei nuovi servizi richiesti dal mercato e dalle nuove architetture di riferimento a supporto.

Occorre evidenziare che in questa trasformazione di un'evoluzione tecnologica comunque inevitabile e necessaria, vi sarà un periodo non breve di coesistenza tra due mondi gestionali diversi, che dovranno garantire insieme l'uniformità gestionale e contemporaneamente sostenere i nuovi dettami di questa evoluzione.

Telecom Italia ha intrapreso questo "viaggio di trasformazione" e il suo ruolo attivo nei vari enti di standardizzazione facilita questo percorso, permettendo di indirizzare i requisiti e gli ambiti di interesse del nostro business, garantire la realizzazione di un ambiente aperto ed interoperabile per l'agile erogazione di servizi digitali, nonché l'esplorazione di nuovi contesti emergenti nell'Industry ■

massimo.banzi@telecomitalia.it
ceciliamaria.corbi@telecomitalia.it



Massimo Banzi

laureato in Fisica, è entrato in azienda nel 1994. Dal 2011 si occupa di standardizzazione per "Cloud Computing", "Big Data Analytics" e "Management Support Systems evolution" all'interno di vari enti di normativa. Precedentemente è stato responsabile della realizzazione di linee guida per l'utilizzo di software open source in sistemi Business critical in Telecom Italia IT e fino al 2007 responsabile del Configuration Management Competence Center nella Software Factory di Telecom Italia dove si occupava di tutte le attività inerenti l'identificazione, il build ed il rilascio del software. Ha svolto anche attività accademica presso l'Università di Bolzano nella Facoltà di Computer Sciences fino al 2012 ▪



Cecilia Corbi

matematica, è entrata in Azienda nel 1989 ed è Senior Project Manager nel gruppo "Standard Coordination & Technical Disclosure". Si è occupata di attività di innovazione interna ed è stata responsabile di diversi progetti per lo sviluppo e messa in campo di servizi innovativi per gli Operatori Mobili delle consociate estere. Dal 2006 segue e coordina le attività di standardizzazione nei diversi enti di normativa inerenti il Service e Application Layer quali OMA, W3C, ETSI, TM Forum. Dal 2012 ricopre l'incarico di Vice Chairman del Board of Directors in OMA (*Open Mobile Alliance*) ▪

EFFICIENZA ENERGETICA

Claudio Bianco, Mauro Boldi



Una delle tematiche divenute molto importanti negli ultimi anni e riguardo alla quale la standardizzazione ha un ruolo fondamentale è senz'altro quella dell'efficienza energetica. L'interesse di Telecom Italia al riguardo è molto elevato: basti pensare che siamo il secondo cliente (dopo le Ferrovie) dei fornitori di energia elettrica. L'aspetto investe ovviamente tanto la tecnologia per la rete fissa quanto quella per il mobile e in molti casi si verifica una collaborazione a livello di competenze dei diversi gruppi che nel corso del tempo se ne sono a vario titolo occupati. L'interesse è focalizzato sia sui terminali che sugli apparati di rete e nel seguito si fornisce una rassegna delle principali attività nei diversi enti alle quali anche Telecom Italia ha contribuito e sta contribuendo in modo significativo.

1 ETSI

Telecom Italia è attiva da diversi anni nel Technical Committee ETSI EE (*Environmental Engineering*). Questo comitato è un comitato "multi-task", che si occupa di numerosi aspetti correlati agli apparati ed infrastrutture per ICT, tra i quali aspetti legati a gestione della temperatura, dell'umidità degli ambienti, aspetti meccanici, acustici, interfacce e architetture per la gestione dell'alimentazione degli apparati stessi. Inoltre il Comitato ha, all'interno del proprio ambito di studio, anche le sorgenti di energia, tradizionali e alternative, l'efficienza energetica in generale e tutti gli aspetti eco-ambientali, tra cui spicca il LCA (*Life Cycle Assessment*) degli apparati e dei servizi. Il comitato ETSI EE è attualmente presieduto da Alcatel Lucent e vede la partecipazione attiva di Telecom Italia, con le proprie aree

O.ET.WA.WI e O.ET.IPN.FA. Il Comitato si compone di alcuni gruppi di lavoro, specificamente: EE1, che lavora sulle tematiche relative alle condizioni climatiche (temperatura ed umidità) ed ambientali (polveri, rumorosità, ...) degli apparati; EE2, che si occupa di interfacce di alimentazione (in corrente alternata e continua), messa a terra e tematiche connesse; EEPS, dedicato a tutti gli aspetti ambientali dei prodotti e delle reti/servizi ICT.

In particolare l'attività maggiore in questi anni si è indirizzata ai gruppi EE1 ed EEPS, anche in collaborazione con EE2.

Nello specifico EEPS ha nei suoi termini di riferimento l'analisi della legislazione sugli aspetti ambientali a livello europeo, valutandone l'impatto sugli apparati e le infrastrutture delle telecomunicazioni. Copre inoltre gli aspetti di riduzione dei consumi, metodi di misura dei consumi energetici stessi¹ ed utilizzo delle fonti rinnovabili².

In EEPS Telecom Italia ha contribuito, tra gli altri deliverable pubblicati recentemente, a due specifiche in particolare, per la parte di rete di accesso mobile. Si tratta della specifica ES 202 706 sull'efficienza energetica delle stazioni radio base, e la specifica ES 203 228 sull'efficienza energetica delle reti di accesso radio mobile. Le due specifiche sono strettamente correlate, come si evidenzia nella *Figura 1*.

Come si vede la prima specifica consente di misurare in laboratorio l'efficienza energetica in termini di traffico smaltito confrontato all'energia necessaria per smaltirlo delle stazioni radio base, dal 2G all'LTE-Advanced, sia per macrocelle che per microcelle. Si tratta di una normativa fondamentale, ampiamente ripresa a livello di enti regolatori e ministeriale, sia in Italia che in Europa. Ad esempio è alla base del CoC (*Codice di Condotta*) per il consumo degli apparati mobili. La specifica prevede due moda-

¹ EN 303 215 "Measurement methods and limits for power consumption in broadband telecommunication network equipment"

² Maggiori informazioni: <https://portal.etsi.org/TBSiteMap/EE/EEToR.aspx>

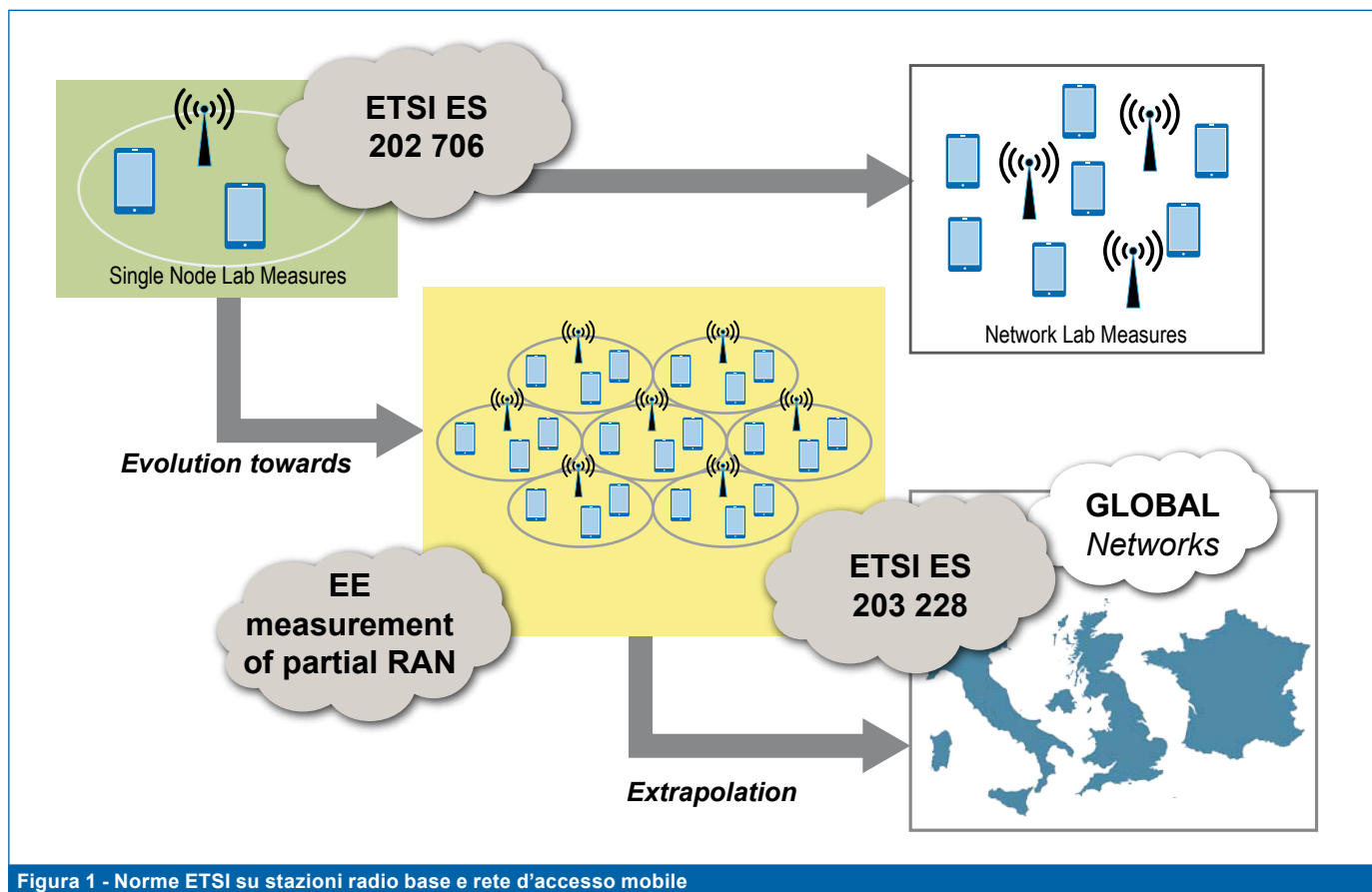


Figura 1 - Norme ETSI su stazioni radio base e rete d'accesso mobile

lità di misura, entrambe in laboratorio: una misura "statica", ovvero in assenza di traffico variabile nel tempo, ed una misura "dinamica", ovvero con opportuni terminali in grado di generare profili di traffico predefiniti e variabili.

Questa modalità di misura a traffico variabile ha indotto nel 2012 l'apertura di gruppi di studio dedicati in EEPS relativi all'efficienza energetica delle stazioni radio base in rete live³. È una naturale evoluzione delle misure in laboratorio dinamiche il tentativo di sistematizzare e regolare le misure delle reti di accesso radio mobile in campo. Telecom Italia ha fortemente sostenuto questa evoluzione, divenendo "rapporteur" della specifica conseguente, la ES 203 228, approvata e pubblicata ad aprile 2015. Questa specifica ha riscosso un ampio se-

guito a livello di normativa, essendo di fatto una prima mondiale in questo ambito.

Altri gruppi hanno seguito in liaison, tra cui specialmente GSMA che ne ha fatto la base per le proprie valutazioni di efficienza delle reti mobili. Inoltre la specifica è stata riportata in modo molto simile anche dalla raccomandazione ITU-T SG5 "L.1330", anch'essa pubblicata a marzo 2015. Infine la specifica è alla base di un nuovo WI aperto a maggio 2015 da SA5 in 3GPP per eventuali aggiornamenti delle specifiche in 3GPP per la misura del traffico e dei consumi energetici.

Anche in questa specifica la misura richiesta è quella del traffico smaltito in piccole porzioni della rete di accesso, messo a confronto con l'energia consumata per smaltirlo. Per le misure di consumo dell'ener-

gia si fa riferimento al momento ai sensori nei siti radio, analoghi a quelli che Telecom Italia ha già dispiegato nella sua rete (sensori SES Algorab). È tuttavia preannunciato un futuro allineamento con la specifica in corso di sviluppo in EE2 relativa alla comunicazione da parte degli stessi apparati radio mobile del loro consumo istantaneo verso OSS (*Operation Support System*). Questa specifica⁴, valida per gli apparati di tutti i segmenti di rete (fisso e/o mobile), è ritenuta fondamentale e le manifatturiere si stanno già predisponendo per una conformità ad essa (oltre ai dati di consumo, verranno anche rese disponibili, sempre direttamente dagli apparati stessi senza la necessità di impiegare sonde o sensori esterni, le informazioni relative alla temperatura dell'aria in

³ Si veda il rapporto tecnico TR 103 117 del 2011

⁴ ES 202 336-12 "Telecom/ICT equipment control and monitoring information model"

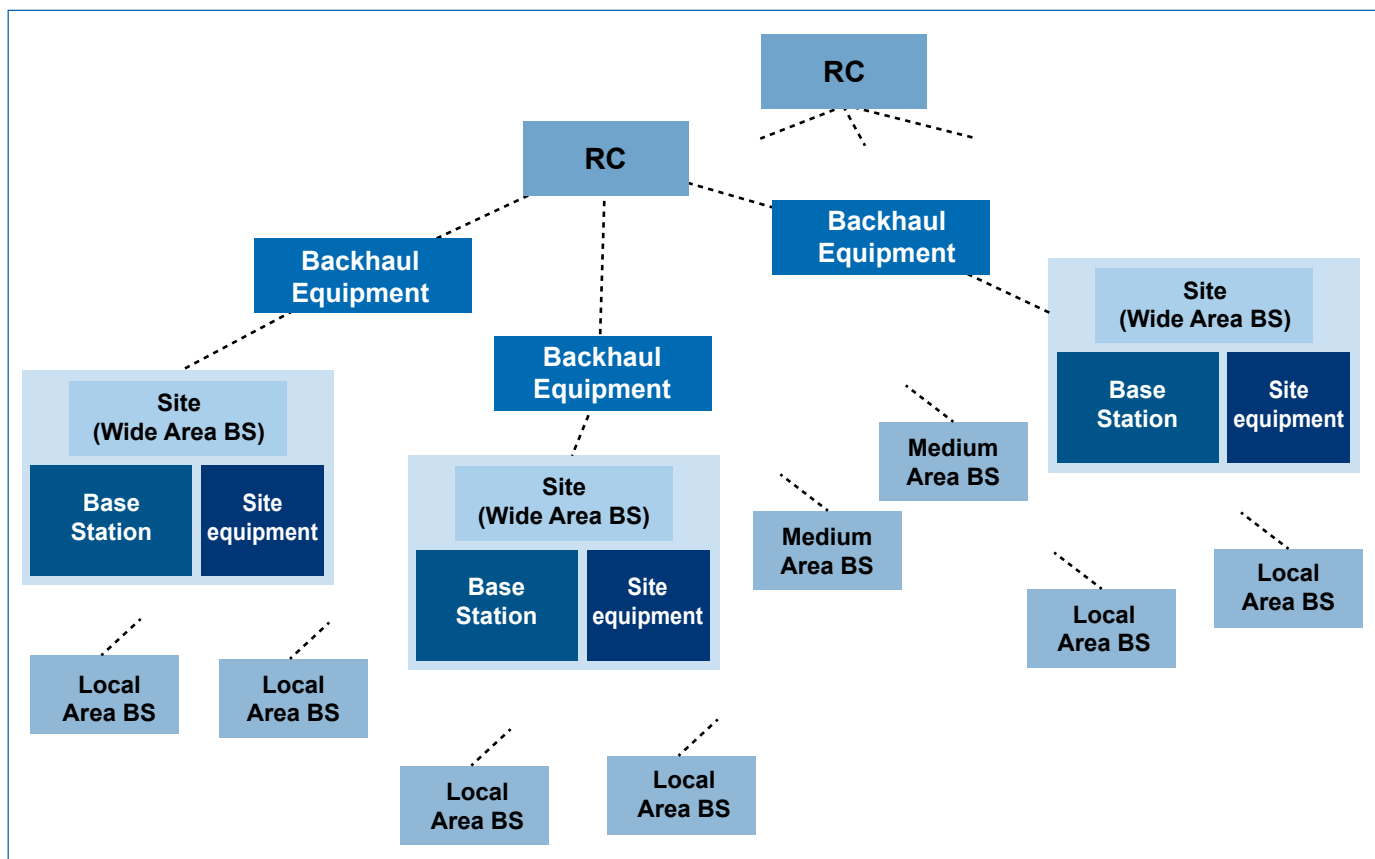


Figura 2 - Elementi della rete di accesso radio considerati dalla specifica ES 203 228

ingresso agli apparati stessi, per il loro raffreddamento).

ETSI EE sta promuovendo, presso altri enti di standardizzazione quali ATIS per gli USA, CIAJ per il Giappone e SESEI/TEC-India, l'allineamento degli standard mondiali relativi alla misura della efficienza energetica per le reti radiomobili.

Per quanto riguarda EE1, va segnalato che questo sottogruppo ha, recentemente, sviluppato lo standard ES 203 156 "Thermal Management requirements for outdoor enclosures", per tener conto dello sviluppo delle reti di accesso Ultra BroadBand in ottica FTTCab (*Fiber to The Cabinet*), con apparati ICT installati in armadi stradali.

Va evidenziato che, in generale, l'attività di ETSI e dei vari organismi di standardizzazione tecnica europei (e.g. CEN/CENELEC), vie-

ne pilotata e promossa da mandati e regolamentazioni definiti dall'Unione Europea stessa, tra i quali si segnalano la recente Regulation 801/2013 "Networked standby power consumption of household and office equipment" ed il Mandato M/462 "ICT to enable efficient energy use in fixed and mobile information and communication networks".

2 Altri enti di standardizzazione e forum di riferimento

Come già accennato in precedenza, altro ente di standardizzazione fortemente impegnato sulle tematiche di efficienza energetica, a livello internazionale, è l'ITU-T (*International Telecommunication Union*), attivo sui temi di efficientemente energetico sia degli apparati ICT

che delle infrastrutture al loro servizio, con lo SG5 (*Study Group 5*), anch'esso presidiato da delegati TI delle aree O.ET.WA.WI e O.ET.IPN.FA.

Da segnalare, inoltre, l'importante attività che Telecom Italia esplica da anni, con ruolo di presidenza, in seno alla ETNO ETF (*Energy Task Force*), network dei principali Operatori europei, che si pone l'obiettivo di condividere best practice e benchmark sui temi energetici. ETNO ETF mira, fra l'altro, non solo ad incrementare l'efficienza energetica per l'Operatore ICT, ma anche a sviluppare e a rendere disponibili soluzioni che possano aiutare anche tutti gli altri settori dell'economia, e gli stessi cittadini europei, a conseguire una maggior efficienza energetica. Altri forum di riferimento per Telecom Italia, sono

il BBF (*BroadBand Forum*) e l'HGI (*Home Gateway Initiative*), anch'essi presidiati, spesso con ruoli di responsabilità organizzativa, da delegati della nostra Azienda.

La Commissione Europea promuove, infine, per il tramite del proprio JRC (*Joint Research Center*) di Ispra, l'elaborazione dei Codici di Condotta per la definizione dei target di consumi massimi definiti per i nuovi apparati broadband della rete di accesso fissa e mobile, delle prestazioni minimali di efficienza per gli alimentatori esterni e per gli UPS (*Uninterruptible Power Supply*), attività anche questa presidiata da Telecom Italia.

Conclusioni

L'ICT (*Tecnologie dell'Informazione e Comunicazione*) rappre-

senta una delle più significative "soluzioni" a disposizione per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei consumi energetici e degli impatti ambientali connessi alle attività dell'uomo. Va però tenuto anche conto che il suo peso energetico, decisamente significativo, pone l'ICT anche tra i "problemi" che necessitano di attenzione ed ottimizzazione. Al progressivo dispiegamento di nuovi sistemi si accompagna, infatti, un contestuale incremento dei relativi consumi energetici, che va opportunamente governato per evitare derive inaccettabili. Gli Enti di governo (es. Commissione Europea, Autorità regolatorie locali) stanno richiedendo al mondo ICT di ridurre il proprio impatto energetico. Tale risultato può essere conseguito solo attraverso una forte azione coordinata fra i vari soggetti coinvolti nel

settore (Operatori e Costruttori di sistemi in particolare) attraverso i tavoli della standardizzazione e coerentemente con gli impegni di Corporate Social Responsibility propri delle moderne aziende. Il fine di accelerare la disponibilità di apparati a maggior efficienza energetica, a partire dalla loro componentistica di base (chipset) e considerando sia gli apparati di rete che quelli dell'utente finale. Nessun Operatore, neanche il più grande, sarebbe infatti in grado di indirizzare da solo un mercato ormai globalizzato verso prodotti e sistemi più efficienti. I benefici economici ed ambientali sono a vantaggio sia degli Operatori di settore che di tutta la comunità ■



Claudio Bianco

Ingegnere elettronico, nel 1995 entra in Azienda. Le sue attività di ricerca ed ingegnerizzazione spaziano dall'efficienza energetica, ai sistemi d'energia e di condizionamento innovativi, dall'accumulo energetico, all'analisi dei consumi dei nuovi apparati di rete per l'accesso Ultra-BroadBand (architetture FTTx).

In tema di standard, all'interno dei Comitati Tecnici ETSI EE (Environmental Engineering) è chairman del Working Group EE1, e delegato per attività Q13 and Q17 sull'efficienza energetica ETSI ATTM ed ITU-T/ SG5 ▪



Mauro Boldi

Ingegnere elettronico, entra in Azienda nel 1998 per occuparsi di tematiche relative all'accesso radio mobile, in particolare antenne e propagazione, soluzioni "Radio Over Fiber", reti collaborative (CoMP, network MIMO) ed efficienza energetica.

Su questi stessi temi ha pubblicato articoli e brevetti, ed è attivo in molti progetti europei (tra cui recentemente Metis e Metis II, nell'ambito dell'introduzione del sistema radio 5G).

È delegato Telecom Italia nel comitato ETSI EE sull'efficienza energetica, dove è vice presidente del gruppo EEPS, e nel gruppo ETSI ISG sulle onde millimetriche ▪

Notiziario Tecnico

Anno 24 - Numero 2, Luglio 2015
www.telecomitalia.com/notiziariotecnico
ISSN 2038-1921

Proprietario ed editore Gruppo Telecom Italia

Direttore responsabile
Michela Billotti

Comitato di direzione
Alessandro Bastoni
Francesco Cardamone
Sandro Dionisi
Daniele Franceschini
Gabriele Elia
Giuseppe Roberto Opilio
Gabriela Styf Sjoman

Segreteria di redazione
Roberta Bonavita

Contatti
Via Reiss Romoli, 274
10148 Torino
Tel. 011 2285549
Fax 011 2285685
notiziariotecnico.redazione@telecomitalia.it

Progetto editoriale
Peliti's

Art Director
Mario Peliti

Grafica e impaginazione
Marco Nebiolo

Illustrazioni
Alberto Ruggieri

A questo numero hanno collaborato

Marco Annoni
Antonio Ascolese
Massimo Banzi
Claudio Bianco
Simone Bizzarri
Mauro Boldi
Buldorini Andrea
Mauro Castagno
Carmen Catalano
Giuseppe Catalano
Mauro Cociglio
Cecilia Maria Corbi
Luciana Costa
Elena Demaria
Giuseppe Ferraris
Mauro Ficaccio
Dino Flore
Maurizio Fodrini
Maria Pia Galante
Pierre Henri Gross
Ivano Guardini
Erik Guttman
Andrew Howell
Luigi Licciardi
Francesco Ludovico

Michele Lupano
Mario Madella
Flavio Marigliano
Emiliano Mazza
Paola Motta
Luca Pesando
Andrea Pinnola
Davide Pratone
Christopher Price
Roberto Procopio
Paola Regio
Giovanni Romano
Luis Jorge Romero
Enrico Ronco
Dario Sabella
Nicola Santinelli
Enrico Scarrone
Davide Sorbara
Mauro Tilocca
Massimiliano Ubicini
Francesco Vadalà
Alessandro Vaillant
Maurizio Valvo
Claudio Venezia
Nik Willets

Stampa

Tipografia Quintily
Viale Enrico Ortolani,
149/155 00125 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
10 Luglio 2015

Gli articoli possono essere pubblicati solo se autorizzati dalla Redazione del Notiziario Tecnico.

Gli autori sono responsabili del rispetto dei diritti di riproduzione relativi alle fonti utilizzate.

Le foto utilizzate sul Notiziario Tecnico sono concesse solo per essere pubblicate su questo numero; nessuna foto può essere riprodotta o pubblicata senza previa autorizzazione della Redazione della rivista.

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.



L'editoria del Gruppo Telecom Italia comprende anche

Sincronizzando #

<http://www.telecomitalia.com/sincronizzando>





sky

SOLO LA **FIBRA**^{OTTICA}
DI TELECOM ITALIA
TI PORTA **SKY**, SENZA PARABOLA.



Scopri TIM Sky,
chiamate, Internet e Sky.
Anche con l'ADSL veloce.
Da 39€/mese.

IL FUTURO FIRMATO
TELECOM ITALIA.

