

PUBBLICAZIONI

- “World’s first LSA pilot in the 2.3-2.4 GHz band”, *ECC PT1(16)028*, Helsinki, January 19-21, 2016. Contributo al gruppo CEPT impegnato a sviluppare le linee guida operative per l’accesso condiviso alla banda 3.6-3.8 GHz.
- Guiducci D., Carciofi C., Petrini V., Vellucci A., Spina E., Chawdhry P., “Licensed Shared Access Pilot in Italy Part I - Regulatory Sharing Framework”, *European Conference on Networks and Communications (EuCNC 2016)*, Athens, Greece, June 27-30, 2016.

EVENTI CORRELATI

- Workshop su “Innovation in the digital single market in Europe- World’s First LSA (Licensed Shared Access) Pilot”, October 25, 2015, *EXPO 2015*, Milano. L’evento è stato organizzato dalla Fondazione Bordini in qualità di coordinatore del progetto pilota ed ha visto la partecipazione dei maggiori soggetti istituzionali italiani ed europei, inclusa la Commissione Europea e suoi organi consultivi BEREC e RSPG, il MiSE e l’AGCOM.
- Workshop voluto dal Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea su “Modern Spectrum Management – Experience with License Shared Access”. L’incontro è ospitato dal MiSE e si inserisce nelle iniziative di Enlargement&Integration destinate a Paesi non comunitari; Roma 15-17 febbraio 2016.
- Workshop su “Experiences on Spectrum Sharing across the world”, ospitato nell’ambito della *11th EAI International Conference on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks (Crowncom 2016)*, Grenoble, France, May 30-June 1, 2016. La proposta di workshop è stata accettata e il workshop è in fase di preparazione.

SPERIMENTAZIONE E SVILUPPO

- **Software/tool**
Sharing Tool comprensivo del simulatore elettromagnetico per analisi di propagazione finalizzate alla coesistenza tra diversi sistemi.
- **Laboratori**
Setup sperimentale per la rete radiomobile indoor e outdoor operata su base LSA.

DELIVERABLE

- Deliverable D2.1, “Specification of the sharing framework”.

GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO**Assistenza e supporto al MiSE nello svolgimento delle attività di cui all'art. 4 del decreto legge 31 marzo 2011, convertito in legge 26 maggio 2011, n. 75**

Progetto autofinanziato a supporto della PA

Come già avvenuto negli anni precedenti (2011-2014), ai sensi dell'art. 4 del decreto legge 31 marzo 2011, convertito in legge 26 maggio 2011, n. 75 (Misure di razionalizzazione dello spettro radioelettrico), il Ministero dello Sviluppo Economico ha dovuto procedere all'assegnazione dei diritti d'uso relativi alle frequenze radiotelevisive in ambito locale, predisponendo, per ciascuna area tecnica o Regione coinvolta nel passaggio alla televisione digitale terrestre, una graduatoria dei soggetti legittimamente abilitati alla trasmissione radiotelevisiva in ambito locale. Il MiSE, riconoscendo il ruolo strategico della Fondazione nello svolgimento delle attività suddette, ha richiesto nuovamente il supporto della stessa.

Tuttavia, come nel 2013 e nel 2014, le attività svolte dalla Fondazione a supporto del MiSE (previste dall'art. 1 comma 1 lettera f) della convenzione sottoscritta in data 21 luglio 2011 fra il Ministero e la Fondazione Bordonni) sono state condizionate dalle pronunce degli organi giurisdizionali, avvenute nel corso del 2015, che hanno imposto al MiSE la revisione delle graduatorie di assegnazione delle frequenze, con motivazioni diverse a seconda dei casi.

I criteri in base ai quali sono state redatte le nuove graduatorie sono quelli imposti dalla legge:

- entità del patrimonio al netto delle perdite;
- numero dei lavoratori dipendenti con contratto di lavoro a tempo indeterminato;
- ampiezza della copertura della popolazione;
- priorità cronologica di svolgimento dell'attività nell'area, anche con riferimento all'area di copertura.

La revisione degli atti già pubblicati dal MiSE ha dovuto tenere conto delle prescrizioni contenute negli atti degli organi giurisdizionali e derivate dalla diversa natura dei contenziosi.

Le attività svolte dalla Fondazione nel corso del 2015 sono state conseguenti a richieste ufficiali presentate dal MiSE e basate sulla natura dei ricorsi pervenuti.

GESTIONE DELLO SPETTRO RADIO

COMMA 147

Attuazione Comma 147 legge n. 190/2014 - Riforma Emittenza Locale

Progetto autofinanziato a supporto della PA

Il Progetto prevede la realizzazione di tutte le attività relative alla riforma di sistema dell'emittenza locale ai sensi di quanto previsto al comma 147 della legge 23 dicembre 2014 n. 190. Le finalità del Progetto sono le seguenti:

- fornire al Ministero tutti gli elementi tecnici necessari per la realizzazione della riforma;
- fornire supporto al Ministero per la redazione dei bandi, dei disciplinari di gara e delle linee guida;
- realizzare per il Ministero tutti gli strumenti tecnici previsti dalle procedure (algoritmi di calcolo, database, sito);
- realizzare le procedure per il calcolo delle graduatorie;
- supportare il Ministero nella gestione delle richieste dell'utenza.

Il Progetto è stato articolato nelle seguenti attività:

1. partecipazione al Tavolo istituito dal Ministero per lo svolgimento di funzioni di supporto tecnico alle scelte istituzionali derivanti dagli obblighi di legge per quanto attiene ai temi relativi sia agli operatori di rete sia ai fornitori di servizi di media audiovisivi (FSMA);
2. progettazione e realizzazione delle procedure automatiche e dei relativi database per la presentazione online delle domande di partecipazione ai bandi di gara;
3. studio e implementazione di opportuni algoritmi di calcolo necessari all'elaborazione delle graduatorie per i FSMA e per gli operatori di rete e finalizzati alla predisposizione delle graduatorie stesse;
4. valutazione dei parametri per l'assegnazione di frequenze a nuovi operatori di rete;
5. gestione informatica delle domande di partecipazione e attività di Help Desk;
6. successiva attività di assegnazione di frequenze a nuovi operatori di rete in base alla delibera AGCOM 402/15/CONS;
7. successiva attività di assegnazione degli LCN. Tale attività è condizionata dall'emanazione di un'apposita delibera da parte di AGCOM.

Nel corso del 2015 sono state completate le attività 1, 2, 3 e 4. Le altre attività verranno svolte nel corso del 2016, a valle delle decisioni sulle tempistiche che verranno adottate dal Ministero.

Partecipazione al Tavolo istituito dal Ministero per lo svolgimento di funzioni di supporto tecnico alle scelte istituzionali derivanti dagli obblighi di legge

Il compito della Fondazione è stato quello di fornire al Ministero il supporto tecnico necessario nell'espletamento di tutte le attività richieste per l'attuazione della norma e che sono state concordate all'interno dei gruppi di lavoro istituiti dal Ministero allo scopo. In particolare la Fondazione ha fornito supporto sia per l'espletamento delle procedure relative a:

- definizione delle nuove graduatorie dei FSMA;

132

ATTIVITÀ FUB 2015

- assegnazione delle frequenze agli operatori di rete, a valle della nuova pianificazione stabilita da AGCOM con delibera 402/15/CONS.

Le attività svolte hanno riguardato:

- la partecipazione ai lavori del Tavolo tecnico per la definizione dei criteri di valutazione esplicitati nel bando di gara;
- il supporto al Tavolo tecnico nella predisposizione dei bandi e dei disciplinari di gara;
- l'informatizzazione delle procedure di ricezione delle domande;
- il supporto agli Uffici nella fase di validazione delle domande.

Inoltre, la Fondazione ha fornito supporto agli Uffici della Divisione IV della DGSCERP in una serie di attività propedeutiche all'espletamento delle procedure stabilite dalla norma. In particolare, nell'analisi e nell'aggiornamento delle pratiche relative alle richieste di integrazione delle reti da parte di operatori di rete già titolari di diritti d'uso delle frequenze, e nell'analisi delle autorizzazioni per FSMA in ambito locale.

Progettazione e realizzazione del database e del sito per la presentazione online delle domande per FSMA

L'attività di progettazione è stata svolta attraverso lo sviluppo di mappe concettuali in base alle quali è stato sviluppato il codice. Il database realizzato contiene tutte le informazioni relative ai soggetti che parteciperanno ai bandi di gara come Fornitori di Servizi di Media Audiovisivi (FSMA).

Per quanto riguarda la progettazione e la realizzazione del sito web, si è reso necessario lo sviluppo di un sito web che tenga conto dei vincoli previsti dai bandi e che, al contempo, sia fruibile dall'utente in maniera chiara e semplice. Il sito, infatti, implica una continua interazione con utenti esterni che saranno obbligati, ai sensi di quanto sarà prescritto dai bandi di gara, alla compilazione online della domanda di partecipazione. Il sito è stato strutturato in due aree distinte: un'area pubblica, liberamente accessibile e contenente le informazioni generali, il testo dei bandi di gara, i contatti e tutte le informazioni che non rivestono carattere di riservatezza; un'area privata, accessibile con username e password, nella quale ciascun operatore dovrà inserire i dati richiesti ai fini della compilazione della domanda. Il sito è stato sviluppato secondo una struttura a moduli che permette di approntare ogni tipo di modifica senza dover intervenire sul codice, al fine di minimizzare la possibilità di errori e per garantire la continua operatività durante il periodo previsto dal bando di gara per la presentazione delle domande. Per motivi legati ad esigenze del Ministero la pubblicazione dei bandi di gara verrà posticipata ai primi mesi del 2016.

Studio e implementazione di opportuni algoritmi di calcolo necessari all'elaborazione delle graduatorie dei FSMA

Per rispondere all'esigenza del Ministero di uno strumento veloce per la formazione delle graduatorie dei FSMA e per l'assegnazione dei nuovi LCN, è stata sviluppata una procedura automatica. I criteri utilizzati per la formazione delle graduatorie sono regolati da quanto previsto nei bandi di gara.

Valutazione dei parametri per l'assegnazione di frequenze a nuovi operatori di rete

Per quanto riguarda l'attività relativa alla definizione del nuovo bando per l'assegnazione delle frequenze, nel corso del 2015 la Fondazione ha curato la stesura delle linee guida che illustrano i criteri e le modalità che verranno adottati per la formazione di graduatorie regionali di operatori di rete televisivi operanti in ambito locale, finalizzate all'assegnazione di diritti d'uso di frequenze, attribuite a livello internazionale all'Italia e non assegnate a operatori di rete nazionali per il servizio televisivo digitale terrestre. Tale procedura viene adottata in applicazione di quanto previsto all'art. 147, comma 1, della legge 190 del 2014 che ha modificato l'articolo 6 del decreto-legge n. 145 del 2013, convertito dalla legge 9/2014. In particolare, il contributo maggiore fornito dalla Fondazione è stato lo studio dei criteri di valutazione previsti dalla norma per la formazione delle graduatorie, finalizzato alla definizione dei punteggi che saranno attribuiti ai singoli parametri di valutazione. Inoltre, la Fondazione ha curato la stesura del bando e del disciplinare di gara, in collaborazione con la DIV IV della DGSCERP.

EVOLUZIONE DEI SISTEMI RADIOMOBILI

MITIGAZIONE INTERFERENZE LTE – DVB-T

Gestione della mitigazione delle interferenze sulla televisione digitale terrestre derivate dall'apertura del servizio LTE sulla banda 800 MHz

Convenzione tra Telecom Italia, Vodafone Omnitel, Wind Telecomunicazioni e la Fondazione Ugo Bordoni

Convenzione tra MiSE - Direzione Generale per la pianificazione e la gestione dello spettro radioelettrico e la Fondazione Ugo Bordoni

HELP Interferenze è il servizio di assistenza ai cittadini che riscontrano disturbi alla TV digitale terrestre dovuti alle interferenze tra i segnali LTE e quelli televisivi. Le potenziali difficoltà nella ricezione dei segnali della TV dipendono dalla graduale accensione da parte degli operatori di telefonia mobile delle stazioni radio base LTE, che trasmettono in banda 800 MHz (le trasmissioni LTE in banda 1800 MHz e 2600 MHz non creano interferenze alla TV).

La tecnologia LTE è alla base dei sistemi di telefonia mobile di quarta generazione, detti anche servizi 4G, che consentono la connessione Internet ultraveloce per smartphone e tablet. Per consentire quindi un adeguato sviluppo delle reti 4G LTE in banda a 800 MHz, il Ministero dello Sviluppo Economico ha istituito un Tavolo Tecnico, per la mitigazione delle interferenze LTE-DVB-T, con la partecipazione della Fondazione e degli Operatori aggiudicatari dei diritti d'uso per queste frequenze.

Le attività svolte nell'ambito del Tavolo Tecnico hanno interessato lo studio delle problematiche interferenziali, la quantificazione di malfunzionamenti potenzialmente subiti dagli utenti nella ricezione del segnale televisivo, la definizione delle azioni e delle procedure per la risoluzione dei problemi di interferenza.

Nel corso del 2013, il Ministero dello Sviluppo Economico ha emesso il Regolamento recante misure e modalità d'intervento da parte degli operatori delle telecomunicazioni per minimizzare le interferenze tra servizi a banda larga mobile ed impianti per la ricezione televisiva domestica, di cui al decreto ministeriale del 9 agosto 2013, n.165, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 44 del 22 febbraio 2014. Il Regolamento stabilisce che gli Operatori affidino alla Fondazione Ugo Bordoni il ruolo di "Gestore" del servizio di mitigazione delle interferenze LTE e che il Ministero si avvalga del supporto tecnico, scientifico operativo, logistico e di comunicazione del Gestore allo scopo di individuare e valutare le tecniche di mitigazione più opportune secondo gli standard, le metodologie e le best practices anche internazionali. Le attività di gestione del servizio Helpinterferenze da parte della Fondazione sono regolate secondo le modalità contenute in due specifiche convenzioni stipulate separatamente con gli Operatori e con il Ministero.

Nel 2014 la Fondazione Ugo Bordoni ha realizzato tutte le infrastrutture software necessarie alla messa in opera del servizio, secondo le finalità e le disposizioni indicate nel Regolamento. Nel corso del 2015, invece, sono proseguite le attività di gestione del servizio "Help Interferenze":

- realizzando l'attività di comunicazione e di informazione con l'obiettivo di assicurare ai cittadini delle aree interessate da eventuali interferenze tra i servizi LTE e gli impianti di ricezione domestica della televisione digitale terrestre la conoscenza delle misure e delle modalità di intervento per il ripristino della corretta ricezione dei segnali TV;
- accogliendo le segnalazioni degli utenti televisivi riguardanti il verificarsi di disturbi alla ricezione televisiva potenzialmente causati dai sistemi LTE operanti in banda 800 MHz;
- analizzando le segnalazioni in base alle risultanze previsionali emergenti dalle Mappe di rischio e individuando le segnalazioni di interferenza potenzialmente riconducibili ai sistemi LTE operanti in banda a 800 MHz;

134

ATTIVITÀ FUB 2015

- emettendo, verso gli Operatori, i necessari ticket di intervento tecnico presso l'utente;
- garantendo assistenza telefonica automatizzata finalizzata a fornire supporto agli utenti sul numero verde 800 126 126 per la verifica dell'eventuale coinvolgimento della propria zona;
- fornendo supporto agli utenti per la formulazione delle segnalazioni tramite un web form presente sul sito web www.helpinterferenze.it;
- garantendo via e-mail assistenza di tipo Help Desk per le segnalazioni non gestibili in via automatica, per analizzare i report di intervento, per intrattenere i rapporti con gli uffici periferici del Ministero dello Sviluppo Economico;
- fornendo supporto al Ministero dello Sviluppo Economico nella valutazione degli esiti delle attività di intervento e nella valutazione di eventuali modifiche, integrazioni e miglioramenti del processo, delle metodologie e del modello previsionale approntato per la gestione delle segnalazioni e degli interventi conseguenti alle segnalazioni, ove le misure individuate non risultassero efficaci.

EVOLUZIONE DEI SISTEMI RADIOMOBILI

μWAVES 5G

Indagine teorico sperimentale sull'utilizzo di portanti radio sopra i 6 GHz per le reti mobili di quinta generazione (5G)

Progetto in convenzione con MiSE - ISCOM

Gli obiettivi di questo Progetto sono i seguenti:

- individuazione delle potenziali bande sopra i 6 GHz per un possibile utilizzo nei sistemi di 5G e relativi aspetti normativi nel contesto nazionale;
- studio delle caratteristiche di propagazione delle onde millimetriche nelle bande in oggetto e relative potenzialità di utilizzo;
- panoramica degli scenari e delle strategie d'uso dei sistemi 5G in relazione alle bande di frequenza in oggetto;
- valutazione economica sullo sfruttamento delle bande individuate.

Nel 2015, sono stati raggiunti i seguenti risultati:

- individuazione delle bande di frequenza proposte a livello mondiale da enti regolatori, gruppi di ricerca e costruttori identificando quelle che risultano essere di più largo interesse;
- analisi del quadro regolamentare italiano nelle bande d'interesse;
- individuazione e descrizione delle principali tecnologie che favoriranno l'uso delle bande sopra i 6 GHz attualmente in fase di sviluppo;
- descrizione delle architetture di rete che meglio si adattano all'utilizzo con bande sopra i 6 GHz ed implicazioni tecniche per l'implementazione delle stesse da parte degli operatori di telecomunicazioni;
- studio e calcolo delle attenuazioni supplementari (ossigeno, vapor acqueo, pioggia, ecc.) nella propagazione dei segnali sopra i 6 GHz, con particolare riferimento a tre località italiane (Milano, Roma, Trapani) scelte per le loro differenti condizioni climatiche;
- simulazioni con un tool software della copertura radio in particolari aree urbane, rurali ed indoor, realizzate con diverse bande di frequenza sia in condizioni di collegamento in vista che non in vista;
- attività sperimentale in campo condotta presso la sede ministeriale dell'EUR con il personale dell'ISCOM per verificare, in corrispondenza di specifici setup sperimentali, le presrazioni dei collegamenti nella banda dei 33 GHz e quella dei 75 GHz, sia per collegamenti indoor che outdoor;
- analisi del Link budget in alcune delle bande millimetriche individuate con valutazione, attraverso misure sperimentali, dell'attenuazione prodotta da alcuni materiali caratteristici presenti negli edifici;
- panoramica sugli standard e sulle tecniche di modulazione dei segnali a larga banda attualmente allo studio per i sistemi 5G ad onde millimetriche;
- panoramica sulle applicazioni pratiche che beneficeranno dell'uso delle bande sopra i 6 GHz;
- valutazione degli aspetti economici dell'implementazione delle reti sopra i 6 GHz.

SPERIMENTAZIONE E SVILUPPO

- Sviluppo di un tool software per il calcolo dell'attenuazione supplementare per collegamenti radio sopra i 6 GHz in presenza di diverse condizioni ambientali (pioggia, nebbia, umidità, ecc.).
- Misure sperimentali indoor e outdoor per collegamenti operanti nelle bande dei 33 GHz e dei 75 GHz.

DELIVERABLE

- D1.1: Rapporto Finale (in preparazione)
- D2.1: Stato dell'arte e panoramica sugli aspetti tecnologici e regolamentari (versione draft)
- D2.2: Stato dell'arte e panoramica sugli aspetti tecnologici e regolamentari (versione finale) (in preparazione)
- D3.1: Report sulle bande disponibili
- D3.2: Analisi delle caratteristiche propagative dei segnali sopra i 6 GHz
- D3.3: Link Budget per collegamenti ad onde millimetriche
- D4.1: Analisi dei possibili scenari applicativi
- D4.2: Report sugli standard di comunicazione e sulle tecniche di modulazione (in preparazione)
- D4.3: Panoramica sulle applicazioni (in preparazione)
- D5.1: Report sugli aspetti economici (in preparazione)

EVOLUZIONE DEI SISTEMI RADIOMOBILI

URBAN

Reti per Accessi UltraBroadband e UltraReliable (UltraReliable Broadband Access Networks)

Progetto in convenzione con MiSE - ISCOM

Il Progetto ha studiato l'evoluzione delle reti di comunicazioni mobili verso la quinta generazione (5G), affrontando i temi più importanti attualmente presi in considerazione dalla comunità di ricerca.

La necessità di fornire servizi mobili in una grande varietà di ambienti, a terminali d'utente di tipo diverso e con specifiche di qualità estremamente variabili da servizio a servizio, richiederà un adeguamento della struttura della rete, che sarà caratterizzata dalla coesistenza di diverse tecniche di accesso radio. Anziché reti diverse, rigidamente separate tra loro, la quinta generazione vedrà lo sviluppo massiccio di reti eterogenee (HetNet) che comprenderanno al loro interno diverse sotto-reti. In questo modo sarà possibile soddisfare le molteplici, e spesso contrastanti, esigenze delle varie tipologie di utente, di terminale e di servizio.

Le attività di URBAN hanno consentito di fare il punto sullo stato dell'arte e di definire ed affrontare le principali sfide da risolvere nel cammino verso il 5G, che possono essere schematicamente raggruppate attorno a tre grandi temi:

- La rete d'accesso. In questo segmento vanno studiate, in particolare, le tecniche di trasmissione per sistemi distribuiti di antenne ed il loro impatto sulle architetture di rete. Vanno inoltre tenute in conto le problematiche generate dalla coesistenza delle diverse sotto-reti che compongono una HetNet (ad esempio, l'interferenza reciproca fra di esse).
- La rete di trasferimento (backhaul e core network). Essa non avrà più una struttura rigida come quella delle reti mobili del passato, grazie alle tecniche più evolute per la gestione e la configurazione delle reti (ad es. Software Defined Network, Network Function Virtualisation). Ciò consentirà di rispondere alle esigenze dell'utente in un contesto di gestione dinamica delle risorse.
- Il quadro normativo. Anche l'ambito regolamentare nazionale ed internazionale dovrà essere adattato per supportare l'evoluzione delle reti verso il 5G. Infatti, il quadro normativo deve consentire lo sviluppo delle reti di nuova generazione tutelando sia gli investimenti degli operatori che il mercato e la concorrenza (e quindi gli utenti) e ciò non può prescindere dalle nuove tecniche di trasmissione e dalle architetture di rete evolute che differenzieranno il 5G dalle reti attuali.

Più in dettaglio, per quanto riguarda la rete d'accesso, il 5G vedrà l'irruzione sulla scena di tecniche di trasmissione e di tipologie di antenna evolute, in grado di portare la cosiddetta "densificazione" della rete ad un livello mai raggiunto prima. Con il diminuire del raggio cellulare e con l'aumentare del numero di reti che condivideranno lo spettro radio, in particolare con l'utilizzo sempre più intensivo delle bande non licenziate, il problema del controllo e della mitigazione dell'interferenza assumerà un'importanza centrale.

Pertanto, le antenne dovranno diventare sempre più "intelligenti", non saranno più dei semplici collettori incaricati di ricevere e trasmettere segnali radio. Sarà anche necessaria una sempre più stretta collaborazione tra le varie stazioni base, che dovranno ordinare in maniera coordinata al fine di minimizzare l'interferenza mutua: ciò richiederà, tra l'altro, una sincronizzazione estremamente accurata tra le varie stazioni base, oltre che la conoscenza reciproca (ogni stazione base dovrà sapere dove sono situate le stazioni vicine e cosa stanno facendo in ogni istante). Mediante opportune configurazioni e con l'utilizzo di tecniche di processamento del segnale sempre più sofisticate, sarà quindi possibile servire in modo puntuale ed accurato il singolo utente, minimizzando nel contempo l'in-

terferenza generata sia nei confronti di altri terminali connessi alla stessa rete, sia verso altre reti e sistemi operanti nella stessa banda di frequenza oppure in bande adiacenti.

Nel corso del Progetto Urban sono state studiate e caratterizzate le tecniche più promettenti in tal senso, che vanno dall'utilizzo di antenne attive, a quello di sistemi di antenna distribuiti, all'utilizzo del Massive MIMO (tecnica basata sull'impiego di antenne multiple, composte anche di centinaia di elementi, sia al trasmettitore che al ricevitore). Riguardo al coordinamento fra stazioni base sono state affrontate le principali tecniche come CoMP (*Coordinated Multi Point*) ed eICIC (*enhanced Inter-Cell Interference Coordination*).

Con l'aumentare della densità della rete, sarà necessaria anche un'evoluzione della rete di trasporto, in particolare del segmento di backhaul, che collega la rete radio con la *core network*. Essa dovrà essere in grado di gestire contemporaneamente un gran numero di flussi di dati, ed il suo dimensionamento dovrà essere adeguato. Il rischio è infatti che il "collo di bottiglia" che limita la capacità di trasporto, che nelle comunicazioni mobili è stato tradizionalmente situato nell'interfaccia radio, si sposti alla rete fissa. Per ovviare a questo problema, sono attualmente allo studio tecniche ed architetture di rete innovative. Gli elementi di rete, che finora sono sempre stati rigidamente definiti, costruiti ad hoc per uno specifico compito e disposti secondo precise gerarchie, saranno sempre più spesso costituiti da elementi standard programmabili, remotizzati e svincolati dalla natura fisica della rete che devono gestire. Le funzioni di rete verranno virtualizzate (NFV), le reti stesse saranno definite e configurabili mediante software (SDN) e l'architettura della rete, che oggi è concettualmente identica a quella delle prime reti telefoniche, cambierà radicalmente ed assumerà le sembianze del cloud (C-RAN).

Naturalmente, l'ottimizzazione di una rete così complessa non sarà un compito banale, ed anch'esso è stato affrontato nell'ambito di Urban. Si tratterà di un problema di ottimizzazione multidimensionale, con un grande numero di parametri indipendenti le cui specifiche spesso sono in contrasto fra di loro. L'ottimizzazione di una rete 5G dovrà comprendere infatti l'efficienza spettrale, l'efficienza energetica, il costo dell'infrastruttura (costo iniziale per il dispiegamento della rete e costi operativi di gestione), la capacità della rete e la soddisfazione dell'utente. Tutte queste voci possono venire inserite in una funzione costo il cui valore deve essere ottimizzato. Nel corso di Urban sono stati messi in luce i principali fattori che contribuiscono a comporre le varie voci di tale funzione costo. Il tipo di ottimizzazione effettivamente messo in atto dipenderà dalle scelte del singolo operatore, ad esempio alcuni potrebbero privilegiare una riduzione dei costi mentre altri una massimizzazione del traffico smaltito.

Infine, il Progetto Urban si è occupato anche di questioni normative e regolamentari. L'utilizzo dello spettro radio, come noto, è disciplinato e rivisto con cadenza quadriennale dalle conferenze WRC (World Radiocommunication Conference). L'avvento sulla scena delle reti eterogenee e della coesistenza tra standard di comunicazione diversi e di vari operatori nella stessa banda e/o nella stessa area geografica pone, oltre che sfide tecniche, anche la necessità di valutarne l'ammissibilità in base alle norme vigenti. In vista delle nuove esigenze e delle peculiarità dei nuovi sistemi, sarà necessaria una revisione delle normative in modo che esse non costituiscano un impedimento allo sviluppo del 5G, divenendo invece un fattore in grado di garantire, da un lato, il dispiegamento dei nuovi servizi e, dall'altro, la concorrenza fra gli operatori del settore, tutelando gli utenti. In altri termini, le Pubbliche Amministrazioni devono salvaguardare gli investimenti (invero ingenti) fatti dai vari attori dell'industria delle telecomunicazioni - manifatturieri, operatori, fornitori di servizi e di contenuti "over the top" OTT - e, al contempo, tutelare i diritti del cittadino/utente garantendo la libera concorrenza sul mercato ed una disciplina di prezzi equa. Come passo preliminare a questa attività, in supporto alla Pubblica Amministrazione italiana, la FUB ha effettuato nel corso di Urban un'analisi delle regolamentazioni in vigore e delle decisioni prese in sede internazionale, al fine di supportare le attività di normazione, controllo e vigilanza proprie della PA stessa.

Oltre alla consegna delle relazioni interne (deliverable) previste dal programma di lavoro approvato congiuntamente dalle due parti, a conclusione e complemento delle attività del Progetto URBAN si è tenuto un seminario nell'ambito della Scuola Superiore di Specializzazione in Telecomunicazioni (SSSTLC) intitolato "Reti eterogenee nel contesto 5G: potenzialità e prospettive" (11 febbraio 2016). Il seminario ha avuto lo scopo di illustrare le attività del Progetto e le prospettive future di sviluppo per il 5G in Italia, affrontando, in particolare, il tema delle reti eterogenee e delle molteplici implicazioni tecniche e regolamentari.

DELIVERABLE
.....

- D1: Il contesto HetNet nell'ambito 5G
- D2: Le tecniche di trasmissione per sistemi distribuiti di antenne
- D3: Tipologie HetNet nel contesto ultrabroadband e ultrareliability
- D4: Studio di algoritmi per l'ottimizzazione di reti HetNet
- D5: Approccio SDN per reti HetNet
- D6: Ottimizzazione di reti HetNet in termini spettrali e capacità trasmissive
- D7: Capacità trasmissive e interferenze in contesti LoS e NLoS
- D8: Descrizione di procedure SDN in un contesto HetNet
- D9: Gli aspetti regolamentari che deriveranno dal 5G

140

ATTIVITÀ FUB 2015

QUALITÀ DEI SERVIZI DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA

MisuraInternet

Misura e valutazione della qualità dell'accesso a Internet da postazione fissa

Progetto in convenzione con AGCOM (Delibera n. 244/08/CSP) con finanziamento a carico degli Internet Service Provider

Nel 2008, l'AGCOM (Delibera n. 244/08/CSP) ha avviato il progetto italiano per il monitoraggio della qualità degli accessi a Internet da postazione fissa.

Le finalità perseguite sono tre:

- effettuare misure certificate su tutto il territorio nazionale per comparare la qualità delle prestazioni offerte da ogni operatore di rete fissa, per i profili ADSL più venduti, oltre a creare una rete di monitoraggio nazionale degli accessi in banda larga;
- mettere gli utenti in condizione di valutare e certificare la qualità del proprio accesso a Internet da postazione fissa, utilizzando specifici software gratuiti (Ne.Me.Sys. e MisuraInternet Speed Test);
- costituire una base di dati, generata dalle misure certificate e dalle misure derivanti dai software, dalla quale poter estrarre delle statistiche significative finalizzate a monitorare la presenza o meno della banda larga in Italia, la qualità della stessa e la sua evoluzione.

Le misure delle prestazioni delle reti dei singoli operatori, pubblicate sia sul sito del Progetto che su quelli degli operatori, costituiscono i valori di qualità dell'accesso ad Internet di riferimento per confrontare i profili di accesso a Internet da rete fissa presenti sul mercato.

Le principali realizzazioni del Progetto sono:

- Server di misura posti presso i maggiori NAP nazionali (NaMeX di Roma, MiX di Milano e ToPiX di Torino) e relativa architettura;
- Rete per la misura dei valori statistici (sonde presso gli ispettorati o CoReCom);
- Sistema di gestione sonde e misure (sistema di monitoraggio delle sonde e allarmistica - NOC);
- Software Ne.Me.Sys.

Consente agli utenti di ottenere un certificato probatorio, attestante la qualità della propria rete fissa di accesso a Internet. Nel caso in cui l'utente rilevi valori inferiori rispetto a quanto promesso dall'Operatore nel contratto stipulato, i risultati di tale misura riportati nel certificato costituiscono prova d'inadempimento contrattuale e possono essere utilizzati come strumento di tutela da allegare al reclamo finalizzato a richiedere il ripristino degli standard minimi e, ove non vengano ristabiliti i livelli di qualità contrattuali, il recesso senza costi. Il certificato viene prodotto alla fine del ciclo di misura o viene rilasciato anticipatamente nel caso in cui venga rilevata una palese violazione dei vincoli contrattuali su almeno uno dei parametri misurati. Entrambi i casi sono gestiti in maniera automatica dal software e dal back end del Progetto.

- Software MisuraInternet Speed Test (MIST)

Permette di ottenere il valore istantaneo della qualità dell'accesso a Internet dell'utente. Tramite questo software non si effettua un test sulla generica velocità di navigazione su Internet, ma si verificano esattamente, in maniera istantanea, le prestazioni della rete dell'Operatore che fornisce il servizio di accesso a Internet all'utente. Inoltre MIST comunica all'utente lo stato del proprio PC e della rete locale al fine di suggerire le condizioni del sistema più idonee che consentano una misura attendibile. Nel caso in cui l'utente rilevi valori peggiori rispetto a quanto garantito contrat-

tualmente dall'Operatore, o poco soddisfacenti, è consigliato effettuare il test completo tramite Ne.Me.Sys., al fine di ottenere il certificato che riporterà ogni eventuale violazione della qualità promessa.

- Portale informativo/divulgativo per la banda larga (www.misurainternet.it)

Costituisce uno strumento attivo poiché l'utente, oltre a poter consultare sul sito le prestazioni dei singoli Operatori nei territori e le statistiche generali del Progetto, può effettuare delle misure con Ne.Me.Sys e MIST e confrontarle sia con gli impegni dell'Operatore sia con le misure certificate.

Per comodità di lettura, si riportano gli sviluppi del Progetto nel 2015 suddivisi in tre attività:

1. Valori statistici comparativi
2. Sito web del progetto
3. Utenti Finali

Valori statistici comparativi

Sono stati effettuati interventi di manutenzione e di installazioni *ex novo* di sonde presso tutti gli ispettorati facenti parte della rete di misurazione dei valori statistici. L'attività di manutenzione durante il 2015 è stata prevalente a causa dell'obsolescenza dell'hardware e dell'upgrade delle linee più commercializzate a livello nazionale e regionale.

Sito web del Progetto www.misurainternet.it

Nei corso del 2015, sono stati effettuati aggiornamenti, modifiche e migliorie al Sito web del Progetto finalizzate ad una migliore assistenza nei confronti degli utenti finali.

In particolare:

- è stato introdotto un sistema di ticketing testuale tracciato gestito da uno staff FUB;
- è stato realizzato il software per il tracciamento delle richieste di assistenza tramite il quale gli operatori di help-desk possono consultare le richieste, visualizzare le email eventualmente già scambiate, rispondere all'utente e girare una richiesta al responsabile dell'help-desk;
- è stata realizzata una pagina ("Cosa fare se ...") della sezione "info/FAQ", nella quale un utente può trovare i chiarimenti relativi ai dubbi e ai problemi più frequenti, ed eventualmente compilare in forma guidata un richiesta di assistenza e inviarla.

Tale approccio ha consentito di abbreviare i tempi di risposta, di rilevare e correggere tempestivamente eventuali problemi nel funzionamento del Sito, di rilevare i principali ostacoli riscontrati dagli utenti e di produrre statistiche sulle tipologie di richieste ricevute e sulla loro distribuzione nel tempo, anche al fine di identificare nuove voci da aggiungere nella pagina "Cosa fare se ...".

Utenti finali

Si è proceduto con l'aggiornamento dei software Ne.Me.Sys. e MIST rispetto ai sistemi operativi in commercio. Allo stesso tempo, i software sono stati aggiornati per versioni di sistemi operativi antecedenti al fine di permettere anche agli utenti che utilizzino sistemi operativi non più supportati, di usufruire dei software del Progetto.

Attività di studio e sperimentazione

Nel corso dell'anno 2015, sono state svolte importanti attività di tipo sperimentale.

L'obiettivo principale è stato quello di rendere disponibili le misurazioni su accessi ad Internet a 100Mbps simmetrico (su rete fissa) utilizzando il protocollo http. A tal fine, è stata condotta un'analisi, sia in laboratorio sia in campo, per validare i risultati conseguiti. È stato inoltre certificato il Software Ne.Me.Sys per gli ispettorati valido per linee *ultrabroadband*.

142

ATTIVITÀ FUB 2015

La sperimentazione è stata condotta anche con il contributo degli Operatori; FUB ha infatti reso disponibile sul sito www.misurainternet.it/sperimentazioni il software M!ST con protocollo http che gli Operatori hanno potuto testare in autonomia. Il software segue le specifiche dello standard ETSI ES 202 765-4. La fase sperimentale, effettuata in logica cooperativa, ha reso possibile visionare le prestazioni delle linee sotto test non solo a chi le testava, ma anche a coloro i quali hanno partecipato alla sperimentazione.

QUALITÀ DEI SERVIZI DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA

Misura della qualità del servizio mobile

Qualità dei servizi di comunicazioni mobili e personali

Progetto in convenzione con AGCOM (Delibere n. 154/12/CONS e 580/15/CONS) con finanziamento a carico degli Operatori

Il Progetto sulla rilevazione della Qualità del Servizio (QoS) nelle reti di comunicazione mobili è stato commissionato da AGCOM, in base alla Delibera 154/12/CONS, alla cui stesura ha contribuito un Tavolo tecnico costituito dall'Autorità con la Fondazione Ugo Bordoni e gli Operatori di telefonia mobile. La Delibera identifica gli indicatori di prestazione (KPI) capaci di rappresentare la qualità dei diversi servizi erogati tramite rete radiomobile e le modalità per la loro rilevazione, e affida alla Fondazione l'incarico di svolgere l'attività di misura e di elaborazione dei dati.

L'attività, della durata prevista di 4 anni, ha come oggetto la rilevazione della QoS nelle reti mobili tramite 8 campagne di misura nomadiche (Drive test) svolte sul territorio nazionale, in numero di 2 per ogni anno. Obiettivo finale del Progetto è la presentazione al pubblico, per ogni campagna, dei risultati dei test effettuati, per consentire una verifica delle prestazioni fornite dalle reti mobili nelle diverse aree geografiche. FUB ha il compito di rilevare la qualità dei servizi identificati dalla delibera:

- FTP Upload (caricamento di un file dal terminale utente a un server FTP)
- HTTP Download (scaricamento di un file da un server HTTP al terminale utente)
- HTTP Browsing (accesso ad una pagina web durante la navigazione in Internet)
- Ping (misura del ritardo di trasmissione dati, RTT, dal terminale mobile al server e viceversa).

Per ognuna delle tipologie di test, viene rilevata la prestazione corrispondente (in termini di velocità di trasmissione, durata, ritardo di trasmissione dati, o variazione del ritardo) e l'eventuale tasso di insuccesso. Le misure vengono effettuate su un mezzo mobile equipaggiato con strumentazione specializzata, che sosta all'interno di aree di 500m x 500m (pixel) individuate, in base alla densità demografica, nelle aree comunali di città italiane.

Nella prima fase del Progetto (2012-2013) sono state effettuate, per ogni campagna, rilevazioni in 1013 pixel distribuiti nelle 20 città "capoluogo demografico" delle regioni italiane. In ogni punto di misura è stato effettuato un ciclo di test prefissato della durata di 20 minuti. I dati così ottenuti sono stati analizzati e aggregati da FUB a livello di città e a livello nazionale, quindi forniti all'Autorità per la pubblicazione.

Nel 2012, dopo l'acquisizione della strumentazione necessaria e l'allestimento del mezzo mobile, è stata svolta una prima campagna a carattere sperimentale, volta a evidenziare eventuali criticità del Progetto e a mettere a punto tutte le procedure operative e le modalità di validazione e aggregazione dei dati. La campagna, effettuata dal 18 giugno al 26 ottobre 2012, ha permesso innanzitutto la messa a punto di una procedura di pianificazione finalizzata all'ottimizzazione dei percorsi urbani. Sono state sviluppate anche le opportune procedure di validazione dei dati. I risultati sono stati analizzati all'interno del Tavolo Tecnico ma non sono stati pubblicati, stante il carattere sperimentale delle misure. L'attività è poi proseguita con la pianificazione e la realizzazione di due campagne di misura nel corso dell'anno 2013.

La prima campagna ufficiale svolta nel 2013 è iniziata il 28 gennaio e si è conclusa il 24 maggio. I dati grezzi relativi ad ogni rete mobile sono stati forniti al relativo Operatore. L'insieme di tutti i dati è stato invece raccolto in un database della Fondazione per l'elaborazione. Dopo una fase di validazione dei dati, le misure sono state aggregate sulla base dei criteri di elaborazione statistica previsti in Delibera 154/12/CONS. Ai termine di questo processo, sono stati prodotti e forniti all'AGCOM dei rapporti ufficiali relativi alle misure effettuate. I risultati ottenuti, che costituiscono il primo resoconto nazionale

144

ATTIVITÀ FUB 2015

comparato sui dati di qualità del servizio broadband in mobilità fornito dai quattro operatori mobili, sono stati pubblicati sul sito www.misurainternetmobile.it.

Nella seconda campagna del 2013, iniziata il 15 novembre e conclusa il 21 marzo 2014, è stata inserita una misura di browsing tramite protocollo https, che permette un accesso limitato e sicuro ad una pagina web durante la navigazione in Internet. È così possibile misurare il traffico in rete legato a transazioni che devono essere sicure perché contenenti dati sensibili. L'introduzione di questa misura è stata ritenuta importante dato il rapido aumento dell'incidenza di tali servizi.

Parallelamente alle campagne di misura ufficiali, in cui le misure vengono effettuate in modalità statica, viene anche svolto un ciclo di misura dinamico durante lo spostamento tra i punti di misura nelle città e nei trasferimenti extraurbani. Queste misure aggiuntive, che non producono dati ai fini della pubblicazione, sono state utilizzate per condurre un'analisi degli effetti della mobilità sulla qualità del servizio offerto dalle reti, in ambiente urbano o extraurbano. Grazie all'elevata mole di dati raccolti nelle campagne di misura del 2013, i risultati di questo studio sono stati pubblicati nell'ambito della Conferenza Networks 2014 (Madeira, Portogallo).

Nel corso del 2014 sono state effettuate misure in 40 città, inserendo 20 nuovi capoluoghi di provincia, prevalentemente coincidenti con la seconda città più popolosa della regione. Il numero complessivo di punti di test (pixel) è salito a 1202, con una ridistribuzione sulle 40 città basata su criteri analoghi a quelli utilizzati per le prime campagne.

Nel 2015 è stato condotto uno studio preliminare per la prosecuzione dell'attività di rilevazione della Qualità del Servizio (QoS) nelle reti di comunicazione mobili. Tale studio ha portato alla stesura della nuova Delibera 580/15/CONS, che modifica la precedente 154/12/CONS, e alla conseguente definizione di un nuovo accordo economico tra la Fondazione e i 4 operatori mobili. Le modifiche introdotte nella Delibera 580/15/CONS riguardano diversi aspetti: dal device e dalla strumentazione utilizzata per la misura, alla modalità di misura, fino ad arrivare alla pubblicazione dei risultati.

Di seguito le novità più importanti:

- passaggio allo smartphone con sistema operativo Android, in quanto attualmente risulta essere il dispositivo e la configurazione più diffusa a livello utente per l'accesso broadband da rete mobile;
- estensione delle misurazioni alla tecnologia 4G/LTE, solo per le città (10 inizialmente) in cui tale tecnologia risulta essere sufficientemente matura;
- introduzione di nuovi test con i relativi KPI, in accordo alla specifica ETSI ES 202 765-4; in particolare, è stato introdotto il protocollo HTTP al posto del protocollo FTP anche per i test di misurazione del throughput in upload;
- introduzione, sia per l'upload sia per il download test, di fixed duration, sempre in accordo alla specifica ETSI, e al fine di evitare che la lunghezza del test sia dipendente dalla tecnologia utilizzata; questi test, quindi, non sono vincolati dalla lunghezza del file e consentono di misurare il throughput sulla base della quantità di byte scaricati in un intervallo fisso di tempo.
- introduzione di misure di qualità del servizio di videostreaming; in via sperimentale, a partire dalla prima campagna del 2015 (iniziata in dicembre e tutt'ora in corso), sono state introdotte misure di qualità sul servizio di videostreaming su piattaforma Youtube, che potranno in seguito costituire un ulteriore risultato a disposizione degli utenti;
- estensione dei drive test alle misurazioni dinamiche, ossia alle misure in movimento effettuate negli spostamenti da un pixel di misura all'altro o nei trasferimenti da una città all'altra; le modalità di pubblicazione di questi risultati saranno diverse per le misure dinamiche in ambiente urbano e le misure dinamiche extraurbane.

Queste nuove scelte hanno comportato la sostituzione dello strumento di misura fornito da Swisqual/Rohde-Schwarz.

A partire dal 2016, agli utenti verranno forniti i risultati puntuali delle misurazioni svolte in una determinata area e per le diverse reti mediante interfaccia grafica basata su mappe del territorio. Inoltre, sul sito web del Progetto (www.misurainternetmobile.it), per ciascuna città e a livello nazionale, verranno pubblicati i dati aggregati relativi alle misurazioni effettuate sulle 4 reti mobili.