

alla mobilità dei terminali. La maturità è tale che oggi già molti dispositivi prevedono il loro funzionamento con la versione IPv6, tuttavia sia da parte degli operatori, ed in particolare degli Internet Service Provide (ISP) i dubbi sulla transizione da IPv4 a IPv6 sono molti e non solo legati ai costi di aggiornamento che le reti richiederanno. Il punto fondamentale è che il passaggio all'IPv6 non è solo un fatto tecnologico, esso comporta un totale ripensamento della rete con incredibili trasformazioni che potrebbero sconvolgere il mercato ICT.

Con l'IPv6 scomparirebbe il ruolo della centrale di commutazione, con immensi cambiamenti per gli operatori che basano il loro business sulle reti telefonica convenzionale.

I cambiamenti saranno ancora più grandi per gli ISP, specialmente per ciò che riguarda il business basato sulla gestione degli indirizzi, in presenza di scarse risorse come oggi è con la versione IPv4. Il numero dei dispositivi che si attaccano alla rete internet sta crescendo esponenzialmente e questo fa aumentare l'esigenza di indirizzi IP e quindi il passaggio alla versione 6 e quindi stanno nascendo molte iniziative, specialmente nei Paesi Asiatici, per il passaggio all'IPv6. Tuttavia non sarà solo la richiesta di indirizzi o il semplice aggiornamento tecnologico che farà decollare il mercato dell'IPv6. Le previsioni oggi vedono questo passaggio ancora molto lontano (l'opinione più diffusa è circa 10 anni), anche se non mancheranno le iniziative che faranno sorgere tante sottoreti IPv6 in un contesto IPv4, che creeranno non pochi problemi di convivenza (ad esempio governo degli Stati Uniti ha imposto l'uso di IPv6 nelle reti di governo entro il 2008).

Sicuramente argomenti più trainanti saranno quelli legati alla migliore gestione della Qualità del Servizio per nuovi servizi basati su IP, come ad esempio la televisione su IP (IPTV, anche ad alta definizione), specialmente nel momento in cui le reti attuali cominceranno a mostrare problematiche congestioni in presenza di grossi volumi di traffico.

Caratteristiche IPv6

Gli indirizzi IPv6 sono lunghi 128 bit: la lunghezza quadruplicata rispetto ad IPv4 consente un numero teorico di indirizzi enormemente sovradimensionato rispetto alle prevedibili esigenze future.

In IPv6 sono definite tre tipologie di indirizzi: oltre agli indirizzi **unicast** e **multicast** presenti in IPv4, sono introdotti gli indirizzi **anycast**: un indirizzo anycast è tipicamente assegnato a più di un'interfaccia, ed un pacchetto destinato ad un indirizzo anycast è consegnato all'interfaccia con quell'indirizzo più vicina (secondo la metrica del protocollo di routing in uso) al nodo mittente.

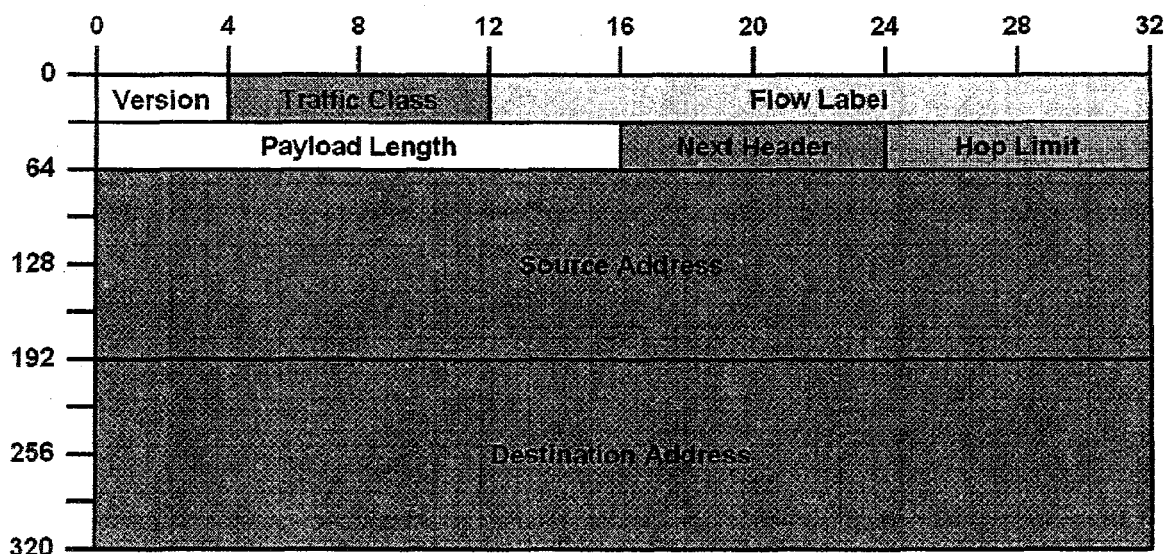


Fig. 21: Struttura dell'intestazione di un pacchetto IPv6.

Sulla base dell'esperienza operativa accumulata con IPv4, la struttura dell'header IPv6 (Figura 1) è stata notevolmente semplificata, in modo da aumentare l'efficienza del forwarding e quindi ridurre il carico computazionale richiesto ai router che processano i pacchetti. Il nuovo header IPv6 è lungo 40 byte, suddivisi nei campi presenti nella prima riga di fig. 23.

Tutti i nodi IPv6 supportano una nuova modalità di autoconfigurazione dell'indirizzo: la configurazione **stateless**. Quando un nodo si connette ad un link, attende che il router attestato a tale link gli invii un messaggio ICMPv6 di Router Advertisement. Il messaggio di Router Advertisement contiene il prefisso con cui l'host può costruirsi il proprio indirizzo IPv6, che l'host ricava appendendo al prefisso un Interface ID di propria scelta (ricavato a partire dall'indirizzo MAC della propria scheda di rete, oppure generato in modo pseudo-casuale). Una volta verificato attraverso il processo di Duplicate Address Detection che l'indirizzo scelto non è in uso, l'host può cominciare ad utilizzarlo per le comunicazioni.

Le crescenti esigenze di sicurezza sono state tenute in considerazione in IPv6 rendendo il supporto di IPsec obbligatorio per tutte le implementazioni (in IPv4, al contrario, il supporto di IPsec è facoltativo): questo si aggiunge ovviamente a tutti gli altri meccanismi di sicurezza di livello superiore, ed in particolare di livello applicativo, che continuano ad essere disponibili in IPv6 (TLS, SFTP, SSH, HTTPS, ...).

IPv6 migliora anche il supporto al multicast, rendendolo più scalabile e più facile da configurare rispetto ad IPv4. Il protocollo IGMP è infatti sostituito dal più funzionale MLD/MLDv2, e l'allocazione e la gestione degli indirizzi multicast è notevolmente semplificata dal fatto che a tali

indirizzi è riservato tutto il prefisso FF::/8: tenuto conto anche dei successivi 8 bit riservati per l'uso di flag e per individuare lo scope dell'indirizzo (2 campi di 4 bit ciascuno), questa scelta rende disponibili i restanti 112 bit per definire indirizzi multicast differenti.

IPv6 migliora molto, rispetto ad IPv4, il supporto alla mobilità di livello IP (Mobile IP), che consente ad un nodo mobile di essere sempre raggiungibile attraverso un indirizzo IP (*Home Address*) permanente ed indipendente dall'indirizzo IP (*Care-of Address*) che gli è assegnato nella rete che sta visitando: l'autoconfigurazione degli host permette di rimuovere il vincolo del supporto di Mobile IP anche nella rete visitata (attraverso il *Foreign Agent*), il supporto obbligatorio di IPsec facilita l'instaurazione di una connessione sicura tra il nodo mobile e l'*Home Agent* che ne gestisce la mobilità, il meccanismo di *Route Optimization* consente lo scambio diretto di traffico tra il nodo mobile ed il nodo con cui sta comunicando, senza il vincolo del transito attraverso l'*Home Agent*.

Applicazioni di IPv6

Da un punto di vista tecnologico la tecnologia IPv6 contiene al suo interno una serie di caratteristiche che ne fanno l'ingrediente ottimale per permettere ad Internet di continuare ad evolversi nell'ottica di una piattaforma ideale per il business, l'education, l'entertainment e più in generale della condivisione di informazioni.

La tabella 1 riassume alcune di queste caratteristiche e dei loro potenziali benefici.

IPv6	Potenziale Beneficio
Indirizzamento a 128-bit	Maggiore scalabilità dello spazio di indirizzamento (passaggio da 2^{32} a 2^{128} potenziali indirizzi), incrementata disponibilità di indirizzi utilizzabili per l'implementazione di servizi unicast e multicast based
Enabler per architetture end-to-end	Sensibile diminuzione della complessità necessaria per l'implementazione di strutture peer-to-peer di flussi di comunicazione. Riduzione e/o eliminazione delle operazioni di address translation.
IPsec a livello network	Miglior supporto nativo per funzionalità di sicurezza a livello IP, con conseguente facilitazione del deployment di servizi di encryption e VPN-like per una vasta gamma di applicazioni e servizi.
Maggiore flessibilità per politiche QoS	La presenza di un campo "flow label" in grado di indicare in maniera univoca un particolare flusso dati, e la possibilità di definire "extension headers", garantisce maggiore flessibilità nella

	implementazione e nella applicazione di servizi di QoS
Autoconfigurazione	Miglior supporto di funzionalità “plug and play” e di “autoconfigurazione”, grazie all’utilizzo di indirizzi IPv6 link-local e di scoped multicast/anycast.
Nuove famiglie di indirizzi	Maggiori opzioni per l’indirizzamento, grazie alla definizione di diverse famiglie di indirizzi (global, link-local, site-local) e alla possibilità di assegnare multipli indirizzi IPv6 a ciascuna interfaccia di un network device.
Generazione di indirizzi sicura	La possibilità di generare una parte dell’indirizzo IPv6 (il cosiddetto “interface identifier”) di un device tramite l’utilizzo di una chiave crittografica pubblica, di alcuni parametri opzionali e di una funzione di hashing one-way, permette in maniera semplice la verifica della autenticità dei messaggi ricevuti da quel device senza la necessita di utilizzare strutture dedicate allo scopo.
Nuove opzioni Multicast	Grazie all’espansione dello spazio di indirizzamento multicast a disposizione (ogni sito dotato di un prefisso IPv6 puo teoricamente generare 2^{32} gruppi multicast), è possibile ipotizzare la creazione di nuove modalità di distribuzione dinamica di contenuti on-demand su base multicast. Inoltre IPv6 multicast è un componente essenziale per il corretto funzionamento delle capacità di discovery e autoconfigurazione dei nodi IPv6.
Multihoming	La presenza di diverse tipologie di indirizzi IPv6 unita alla possibilità di assegnare contemporaneamente multipli indirizzi a una stessa interfaccia di rete, permette una più semplice diversificazione tra flussi di dati che debbono essere confinati ad una intranet interna, piuttosto che ad una extranet allargata, o che possono essere ruotati dalla global internet. Questo puo permettere anche la più facile applicazione di politiche di servizio (quali ad esempio QoS) diverse, a differenti flussi.

Header IP Flessibile	Grazie alla definizione dei cosiddetti “extension headers”, informazioni e funzionalità aggiuntive possono essere più facilmente integrate nel protocollo IPv6 a livello network, costituendo così il mattone primario per la costruzione di innovativi servizi di rete per mobilità, sicurezza, applicazioni peer-to-peer, QoS
----------------------	--

Tabella 1

3.1.5 Il progetto Forma TLC: la realizzazione della Rete Multiservizio per il Ministero delle Comunicazioni

Nell'ambito delle attività sulle reti, la FUB ha concluso nel 2006, il progetto Forma TLC, relativo alla realizzazione di un' infrastruttura di comunicazione tra le sedi centrali e quelle periferiche del Ministero delle Comunicazioni, che si configura come una rete multiservizio ad alta velocità in tecnologia IP, sulla quale sono state realizzate anche applicazioni pilota quali la videocomunicazione ad alta qualità, interna alle strutture ministeriali.

L'integrazione funzionale delle risorse di comunicazione tra le sedi periferiche (Ispettorati Territoriali) del Ministero e tra queste e la sede centrale di Roma, peraltro, anche quest'ultima costituita da edifici situati in zone diverse della città, è caratterizzata da un elevato livello di contenuti tecnologici, specie per quanto riguarda la multimedialità e l'interattività delle applicazioni.

Tale integrazione è stata ottenuta attraverso la realizzazione di un'infrastruttura di rete IP ad elevata capacità che si è ormai affermata come “rete globale” adatta a tutti i servizi, da quelli ormai consolidati (posta elettronica, accesso remoto a basi di dati) a quelli più avveniristici (presenza virtuale, lavoro condiviso, ecc.).

Su tale infrastruttura di rete il progetto ha realizzato un sistema di videocomunicazione ad alta qualità basato sull'innovativo paradigma di comunicazione “tutti vedono tutti”. E' stata prevista la possibilità di interconnessione con terminali su rete ISDN e su Internet Pubblica.

Sono state altresì completate un certo numero di sale attrezzate per videoconferenza, e teledidattica (ove opportuno). Dette sale sono situate presso l'ISCOM (sede EUR del Ministero), la sede di Largo Brazzà, gli Ispettorati Territoriali del Ministero di Torino, Genova e Napoli.

L'infrastruttura di rete

L'infrastruttura di rete è costituita da una rete privata virtuale VPN multiservizio e a larga banda, in tecnologia IP, tra le due sedi centrali del Ministero delle Comunicazioni e 5 Ispettorati Territoriali

del medesimo Ministero (Roma, Milano, Napoli, Torino, Genova).

Gli accessi alla rete sono a 100Mbit/s per le sedi centrali e a 10 Mbit/s per gli Ispettorati Territoriali.

Una delle caratteristiche peculiari della rete è la **separazione dei flussi di traffico** di tipo “dati” e di tipo “audio/video” **all’interno della rete, con relativa gestione differenziata dei medesimi.**

La rete del progetto Forma TLC è logicamente composta da due reti distinte:

- **rete “dati”** per il traffico relativo agli usuali servizi Internet quali posta elettronica, navigazione web, trasferimento dati, connessa a larga banda, in un unico punto protetto e controllato, a:
 - **Internet pubblica (10 Mbit/s)** per il traffico uscente verso l’esterno e per l’accesso del pubblico ai servizi del Ministero
 - **Rete Unitaria della Pubblica Amministrazione (2Mbit/s)** per il traffico da e verso altre Amministrazioni.

Per ragioni di sicurezza e riservatezza, il traffico “dati” della sede centrale di largo Brazzà verso il centro stella della rete è ulteriormente separato dal resto del traffico.

- **rete “videoconferenza”** per il traffico audio/video relativo a servizi di videoconferenza IP (H.323) ad alta qualità tra le sedi del Ministero. Per garantire la necessaria qualità del servizio, la rete “videoconferenza” è separata logicamente dalla rete “dati” all’interno dell’infrastruttura dell’operatore che la fornisce ed è separata anche “fisicamente” dalla rete “dati” nelle LAN all’interno di ciascuna sede ministeriale.

Caratteristica peculiare di tale rete è il supporto **dell’indirizzamento Multicast** che ha consentito la realizzazione di servizi di **multi videoconferenza di tipo innovativo basati sul paradigma “tutti possono vedere tutti”**.

La rete “videoconferenza” è inoltre **interconnessa alla rete ISDN** attraverso 4 accessi base (4x2x64 kbit/s) ed un Gateway H.323/H.320, , installato presso il “Centro di Gestione delle Videoconferenze” nella sede EUR, che consente ai terminali H.323 (IP) del Ministero di collegarsi con terminali ISDN (H.320).

I servizi di videoconferenza realizzati possono essere così classificati:

- Servizi *punto-punto ad alta qualità* (4 Mbit/s) internamente alla rete del Ministero.
- Servizi *punto-punto tra terminali della rete del Ministero e terminali ISDN esterni*, con limiti di qualità imposti dall’ISDN.
- Servizi di *multi videoconferenza tramite MCU* (Multipoint Control Unit) con limiti sulla visualizzazione dei partecipanti (4 quadranti di un’unica immagine) e sulla qualità imposti dall’MCU.
- Servizi di *multi videoconferenza senza MCU* di tipo “tutti possono vedere tutti” con numero di

partecipanti virtualmente illimitato.

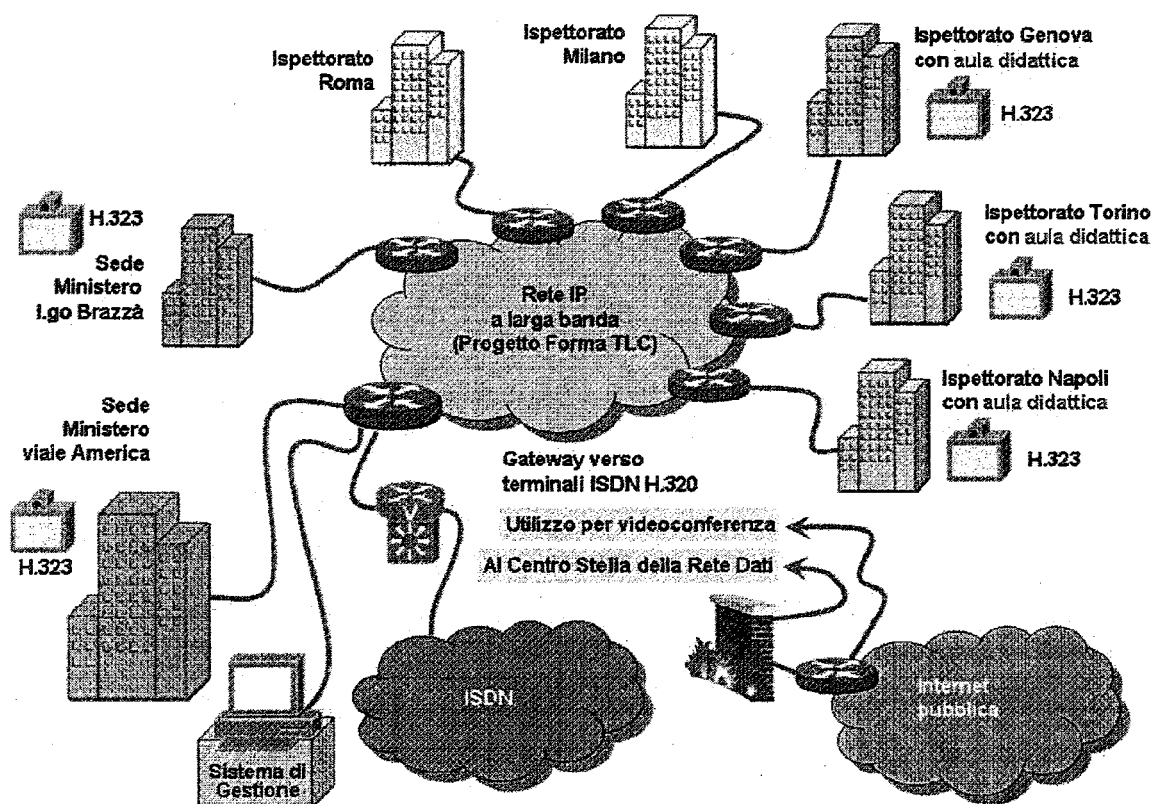


Fig. 22: schema della rete per la videoconferenza del Ministero delle Comunicazioni

Nell'ambito del progetto è stato completato l'allestimento di sale, corredate di apparati audio/video per la videoconferenza, la presentazione di filmati e materiale multimediale, nonché per il lavoro "cooperativo" con l'ausilio di supporti informatici. Le sale in questione sono: la Sala Riunioni dell'ISCOM, la Sala Ovale della sede di Largo Brazzà, le aule didattiche degli Ispettorati di di Torino, Genova e Napoli.

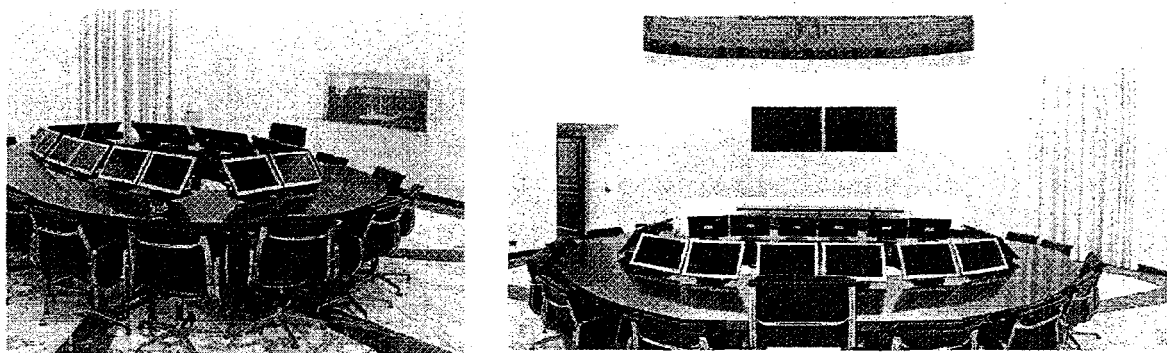


Fig. 23: Panoramica della Sala Ovale a Largo Brazzà.

Servizi innovativi

Si ritiene opportuno dedicare brevi commenti ai sistemi di multi videoconferenza realizzati dal progetto Forma TLC.

La multi videoconferenza (detta anche videoconferenza multipunto) è un particolare servizio di videoconferenza con un numero di siti partecipanti pari o maggiore di tre. Il sistema realizzato è basato sul paradigma “tutti vedono tutti” e questo perché ciascun sito partecipante può aprire finestre video separate per vedere tutti gli altri siti.

In questa modalità ciascun utente invia (in trasmissione) uno streaming video multicast con la qualità che ritiene opportuna. In ricezione, ciascun utente può aprire un numero di finestre video indipendenti per vedere tutti (o, a scelta, parte) degli altri partecipanti, a piena qualità, con la sola limitazione delle proprie risorse di accesso alla rete e di decodifica.

Il numero di finestre può non essere uguale per tutti i siti ed è limitato solo dalle risorse di rete e da quelle di elaborazione disponibili su ciascun sito. Il sistema è basato sulla modalità di comunicazione multicast su rete IP.

E' da rilevare che a tutt'ora, considerato lo stato attuale della tecnologia, è che servizi simili vengono realizzati attraverso apparati denominati MCU (Multipoint Control Unit) che consentono ai partecipanti di vedere solo colui che, in quel momento, ha la parola, oppure un'immagine suddivisa in 4 quadranti, contenenti altrettante icone di partecipanti.

Per poter instaurare videoconferenze anche con terminali esterni (H.323) o effettuare streaming di tipo IP-TV su rete Internet pubblica, il progetto ha predisposto (in collaborazione con il progetto VICOM del MIUR) una porta d'uscita verso Internet Pubblica in grado di sfruttare tutta la capacità dell'accesso ad Internet della rete del Ministero delle Comunicazioni (attualmente 10 Mbit/s) evitando ostacoli al flusso di dati costituiti da Firewall o reti VPN interne al Ministero.

Naturalmente data la mancanza di sicurezza di un siffatto accesso, questo è stato mantenuto fisicamente separato sia dalla rete del Ministero, sia dalla rete di videoconferenza.

L'accesso è stato impiegato in diverse occasioni per "remotizzare" conferenze tenutesi presso l'Aula Magna del Ministero verso sedi di Enti esterni (Telecom Lab a Torino, Politecnico a Milano, Insiel a Trieste).

Il collegamento (bidirezionale) con le sale esterne è stato realizzato tramite "streaming IPTV" ad alta qualità, ottenuti con apparati in prestito da una azienda nazionale.

Per un collegamento stabile dell'intera rete di videoconferenza con Internet Pubblica (servizio fruibile da tutte le sedi del progetto) sarebbe opportuno un apparato Gateway tra reti IP differenti, da installare nel "Centro di Gestione delle Videoconferenze" nella sede EUR.

3.1.6 Il progetto IST E-Photon/One

Nel 2006 la FUB ha partecipato al progetto Europeo IST E-Photon/One (<http://www.e-photon-one.org/>), fino al 28 febbraio e poi al progetto Europeo IST E-Photon/One+ (la continuazione). Tali progetti, coordinati dal Politecnico di Torino sono due reti di eccellenza costituita da 40 partner europei che includono manifatturiere, istituti di ricerca e università. Scopo di questo progetto è lo studio di reti, sistemi e dispositivi ottici per il "Broadband for All". In questo progetto la FUB si occupa principalmente dello studio di tecniche ottiche IP e architetture in fibra per l'accesso.

Durata del progetto IST E-Photon/One: marzo 2004 - febbraio 2006; E-Photon/One+: marzo 2006 - febbraio 2008.

I partners del progetto sono:

Alcatel Italia S.p.A., Alma Mater Studiorum - Università degli Studi di Bologna, Politecnico di Milano, Scuola Superiore Sant'Anna di Studi Universitari e Perfezionamento, Italia Telefónica Investigación y Desarrollo Sociedad Anónima Unipersonal Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid Universitat Politècnica de Catalunya, Universidad Politécnica de Valencia, Spagna; Instituto de Telecomunicações, Portogallo; Groupe des Ecoles des Télécommunications, France Telecom, Francia; Faculté Polytechnique de Mons, Interdisciplinair instituut voor BreedBand Technologie vzw, MULTITEL – Belgio; Technische Universiteit Eindhoven Olanda; Fujitsu Laboratories of Europe Ltd., Intel Corporation UK Ltd, The University of Southampton, University College London, University of Essex Regno Unito; Danmarks Tekniske Universitet (Technical University of Denmark), Danimarca; Kungliga Tekniska Högskolan, Svezia, Telenor ASA, Norvegia; Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.,

Technische Universität Berlin, Universität Duisburg-Essen, Universität Stuttgart, Germania; Technische Universität Wien (Vienna University of Technology), Austria; Akademia Gorniczo-Hutnicza, Polonia; Budapest University of Technology and Economics, Ungheria; Sveučilište u Zagrebu Fakultet Elektrotehnike i Računarstva, Croazia; Research and Education Society in Information Technologies, Research Academic Computer Technology Institute, Institute of Communication and Computer Systems/National Technical University of Athens; National and Kapodestrian University of Athens, University of Peloponnese, Grecia; Bilkent Üniversitesi, Turchia.

In questo progetto la FUB ha svolto alcune attività riguardanti la QoS e i dispositivi di accesso che sono state già presentate nei precedenti capitoli.

3.1.7 Le attività nell'ambito dell'ITU-T

Tra le altre azioni fatte dalla FUB in questa area vanno ricordate quelle nell'ambito ITU-T ed in particolare quelle fatte nell'ambito del gruppo italiano per il WP 2 Study group 15 (sistemi e fibre). Le attività hanno principalmente riguardato il Draft della G.oft riportando alcune proposte per le architetture di rete e sulle problematiche che derivano dai tempi di risposta di alcuni componenti ottici come Optical Add drop Multiplexing e Photonics Cross Connect.

Il modello di rete a cui si fa riferimento è quella della rete del trasporto che è costituita da tante sottoreti di operatori diversi con apparati diversi.

Ciò che avviene in una rete di questo tipo sono connessioni tra sistemi DWDM che attraversano collegamenti presenti in reti (rappresentate da nuvole), che finiscono in un Photonics Cross Connect (PXC) che effettua la permutazioni delle lunghezze d'onda. In presenza di una componentistica così vasta è stato necessario innanzitutto definire una serie di parametri fisici che caratterizzano i vari dispositivi ottici, in termini di attenuazione, rumore e soprattutto di tempi che caratterizzano la transizione di stato. Nella G.oft sono stati inseriti tutti questi parametri e fornito una gamma di valori standard.

E' stata inoltre accettata con piacere l'uscita della normativa G.657 che riguarda fibre ottiche particolari per l'area di accesso, ed in particolare in grado di subire forti curvature con raggi fino a 7 cm.

3.2 Area 2. Tecnologie radio avanzate

Il dibattito internazionale sui criteri di gestione dello spettro radioelettrico è stato ravvivato dai recenti orientamenti espressi dalla Commissione Europea verso l'approccio detto dei "*Property Rights*", che tende ad associare "diritti di proprietà" alle varie bande, consentendo ai detentori di tali diritti di determinarne in autonomia la destinazione d'uso. Per tali fini, la Commissione sottolinea l'importanza dei principi di *neutralità tecnologica* e di *neutralità nei servizi*, che rendono la scelta della destinazione d'uso delle frequenze indipendente dallo standard tecnico e dal servizio offerto.

Secondo questo orientamento comunitario, la maggior flessibilità dovrebbe essere propedeutica ad un principio generale di facoltà di cessione dei diritti d'uso su specifiche bande di frequenza concordate a livello comunitario, secondo principi comuni a tutti gli stati membri e fatta salva la tutela della concorrenza. A tal fine, la Commissione auspica una procedura di comitato per l'elaborazione dei principi comuni e la creazione di una autorità europea per le frequenze.

Questa visione comunitaria non è del tutto condivisa, essendo opinione di molti che la gestione dello spettro debba essere riservata ai singoli stati membri.

E' invece generalmente riconosciuta e incoraggiata la tendenza verso la maggior flessibilità procedurale, propedeutica ad un principio generale di semplificazione che favorisca il ricambio tecnologico; tutto ciò finalizzato, in ultima analisi, ad una razionalizzazione delle risorse radioelettriche che ne garantisca il reale valore economico.

Condizione preliminare e essenziale per avviare anche nel nostro paese una azione di valorizzazione dell'uso dello spettro, inteso come patrimonio pubblico, è la disponibilità di strumenti che rendano piena la conoscenza delle sue attuali condizioni di utilizzo nel territorio e che creino le condizioni per rilevare le condizioni di abuso e, successivamente, per prevenirle.

Alla luce di questa premessa, la FUB ha operato in due direzioni.

La prima riguarda un possibile supporto agli organi del Ministero nell'impegnativo compito di procedere ad una *rivisitazione generale dell'uso dello spettro*, sull'esempio della *Spectrum Framework Review* lanciata in Gran Bretagna dall'Ofcom. Per questi aspetti si rimanda all'Area relativa alle analisi economiche.

La seconda direzione riguarda la messa in opera di uno strumento operativo, residente presso il Ministero, per l'*Aggiornamento dinamico del Registro delle Frequenze su tutto il territorio nazionale* che, estendendo i principi operativi seguiti nella realizzazione del database delle frequenze televisive, consenta di mantenere aggiornata la conoscenza delle reali condizioni di utilizzo delle frequenze sul territorio, preparando la strada a criteri dinamici per la gestione dello spettro radioelettrico.

Le scadenze temporali relative alla costituzione del database delle frequenze televisive (per le quali

si rimanda all'Area sui sistemi di broadcasting) indirizzano gran parte delle attività di breve termine, ma al tempo stesso costituiscono delle linee guida per le possibili attività successive, orientate all'aggiornamento dinamico del costituendo Registro delle Frequenze.

In relazione alle attività per la costituzione del database delle frequenze televisive, esistono già delle linee di intervento concordate con la Direzione Generale per la Gestione e Pianificazione dello Spettro Radioelettrico indirizzate verso la verifica della congruenza dei dati anche attraverso una ampia campagna di misure sul territorio e verso il progetto della architettura delle strutture dati e delle modalità di accesso.

In tale ambito, si desidera sottolineare la centralità della attività di supporto avviata: ci si riferisce alle nuove possibilità di interrogazione remota e di contribuzione agli archivi da parte degli organi periferici del Ministero. La messa a punto di un raccordo in tempo reale fra ispettorati territoriali e direzione generale è un potente strumento operativo (la cui assenza spiega molti dei problemi attuali) che consente di immaginare una successiva possibilità di intervento che giunga alla creazione di un *osservatorio in tempo reale dello stato di avanzamento della transizione*, basato anche sulle campagne di misura che proverranno dagli organi periferici.

Questo raccordo potrebbe consentire di mantenere un aggiornamento continuo sulle modalità di utilizzo delle frequenze sul territorio, rendendo possibile sia la più completa informazione al cittadino sia un supporto alla risoluzione dei problemi interferenziali che inevitabilmente sorgeranno nella fase di transizione.

Per gli stessi scopi, si ipotizza l'*estensione del database delle frequenze in corso di predisposizione ai principali impianti dei paesi confinanti*. Tale azione sarà fondamentale anche nella fase di coordinamento bi- o multilaterale che consentirà di ampliare le risorse destinate al nostro paese da parte di Ginevra 2006.

L'estensione delle modalità di intervento sulle bande televisive anche alle altre bande di frequenza, in particolare al di sotto dei 900 MHz, è preliminare a una loro valorizzazione economica e costituisce la base per le successive valutazioni relative alle modalità di rilascio e assegnazione.

Le attività della Fondazione in questa area hanno affrontato, nel quadro dello sviluppo generale delle telecomunicazioni oggetto degli approfondimenti dell'area 1, gli aspetti relativi all'uso delle tecnologie radio, laddove le esigenze di connettività o di mobilità suggeriscono il ricorso a soluzioni alternative a collegamenti fissi.

Gli aspetti relativi al segmento di accesso hanno proseguito con le indagini sperimentali e di sistema relative a wi-fi e WiMax.

Nel caso di sistemi wi-fi, l'esigenza di approfondimento è prevalentemente legata a aspetti di integrazione di sistema, riservando in particolare attenzione alla valutazione delle reali capacità di

traffico e di copertura di reti costituite dalla spontanea aggregazione di *router* wi-fi a accesso condiviso.

Le tematiche relative al WiMax stanno approfondendo delle analisi di sistema condotte a supporto del Ministero, affiancando alle sperimentazioni orientate alla verifica di aspetti tecnologici nuove valutazioni orientate alla verifica di aspetti di servizio. Proseguirà, inoltre, l'attività di studio della rapida evoluzione dello standard, caratterizzata dalla continua definizione di nuovi profili operativi orientati anche alla mobilità, che potrà avere un significativo impatto sulla destinazione d'uso e sui possibili criteri di assegnazione della banda 3.4-3.6 GHz adoperata per la sperimentazione, ma ancora nelle disponibilità del Ministero della Difesa.

In questa fase di maturità dei sistemi radio mobili di seconda e terza generazione, il principale impegno, nell'ambito dei sistemi a piena mobilità, si rivolgerà alla evoluzione della flessibilità architetturale, premessa per i sistemi cosiddetti di quarta generazione (4G), caratterizzati appunto da una molteplicità di reti distinte tra le quali ci si deve poter muovere con protocolli di *hand-over* tra reti trasparenti per l'utente.

In questa area sono state svolte preliminari attività riguardanti gli aspetti tecnologici e di sistema relativi alla cosiddetta infomobilità, termine che racchiude le discipline ICT rivolte alla gestione della mobilità e del traffico. A tal fine, si sta valutando la possibilità di definire caratteristiche e funzionalità di una Piattaforma Logistica Nazionale che, integrando tutte le tecnologie radio disponibili (RFID, wi-fi, GSM, UMTS, DAB, DVB, reti private) con le tecnologie di localizzazione attuali e future, in particolare con la piattaforma satellitare del sistema Galileo, offra una base comune per l'ottimizzazione della gestione della mobilità delle merci e delle persone in ambito nazionale. In particolare, si valuteranno le soluzioni tecnologiche che possano ottimizzare servizi quali la bolla di accompagnamento elettronica o il *last minute* per merci.

Particolari specifici studi sono stati svolti sulla tecnologia RFID, alla quale è stata dedicato un libro bianco che ha offerto una panoramica sullo stato dell'arte.

3.2.1 Database delle assegnazioni di frequenza

Questa attività è mirata a mettere a disposizione del Ministero delle Comunicazioni un database completo ed aggiornato delle assegnazioni di frequenza, che possa essere utilizzato sia per i coordinamenti internazionali che per scopi interni. Essa si configura come naturale estensione e prosecuzione di una serie di progetti avviati in collaborazione tra Ministero e FUB fin dal 2001. Il primo di questi progetti, concluso nel 2003, aveva come obiettivo la costituzione del Registro Nazionale delle assegnazioni di frequenza. Nel 2004 è partita la nuova attività, avente come scopo il popolamento e l'aggiornamento del Registro Nazionale.

Nel corso del 2006 è inoltre emersa l'esigenza di fornire al Ministero delle Comunicazioni adeguata assistenza tecnica nella realizzazione dell'archivio digitale delle frequenze televisive, in ottemperanza alla delibera 163/06 (22 marzo 2006) dell'Autorità Garante per le Comunicazioni "Approvazione di un programma di interventi volto a favorire l'utilizzazione razionale delle frequenze destinate ai servizi radiotelevisivi nella prospettiva della conversione alla tecnica digitale".

Tale delibera è un Atto di indirizzo che prevede, al punto 1. del Piano di azione, l'"Istituzione del catasto nazionale delle frequenze in collaborazione con le competenti strutture del Ministero delle comunicazioni e avvalendosi della Polizia delle Telecomunicazioni per l'effettuazione dei controlli sul territorio". Tale catasto viene realizzato sotto forma di un archivio che andrà a costituire parte integrante del Registro Nazionale.

Per questo motivo, l'attività nel corso del 2006, ed in particolare nella seconda metà dell'anno, si è concentrata quasi esclusivamente sulla parte televisiva del Registro Nazionale.

Un punto qualificante di questa attività è la realizzazione di un'opportuna interfaccia web che permetta di accedere in remoto ai dati contenuti nel Registro Nazionale. Questa interfaccia sarà inizialmente messa a disposizione degli Ispettorati Territoriali che potranno pertanto visualizzare e, se necessario, correggere i dati di loro competenza territoriale, previa eventuali verifiche sul campo che si rendessero necessarie. A regime, anche il personale dell'Autorità Garante avrà accesso, in sola lettura, ai dati contenuti nell'archivio.

Inoltre la Fondazione Ugo Bordoni designerà personale tecnico che supporterà i colleghi della Direzione Generale per la Pianificazione e Gestione dello Spettro Radioelettrico per gli obiettivi specificamente assegnati al Ministero, occupandosi in particolare dei seguenti aspetti:

Verifica dei dati disponibili.

Sarà necessaria un'attenta verifica dei dati sia sotto l'aspetto di congruenza degli stessi, sia sotto l'aspetto del loro contenuto informativo (dato formalmente corretto o congruente con altre informazioni contenute su altri campi ma inesatto in quanto non rispondente a realtà), al fine di rilevare gli errori e provvedere alla loro correzione. Gli errori potranno essere di diverso tipo, da quelli più evidenti e facili da rilevare (ad es. longitudine e latitudine scambiate fra loro) a quelli che possono essere rilevati solo mediante un accurato controllo svolto su ogni singolo dato (ad es. errori dovuti all'utilizzo di diverse unità di misura). Si richiederà pertanto una particolare cura ed attenzione nel controllo dei dati disponibili. In tale fase, il personale della Fondazione opererà sotto la supervisione del Ministero cui è istituzionalmente riservata la valutazione sulla attendibilità dei dati la cui verifica può richiedere un'indagine, anche sui documenti cartacei, su ogni singolo caso.

Il personale della FUB provvederà inoltre a realizzare il database d'appoggio, contenitore delle suddette informazioni, che costituirà l'archivio nazionale delle frequenze televisive. Tale archivio dovrà essere gestito in modo da consentire la sua consultazione e il suo relativo aggiornamento, in tempo reale, dalla sede centrale del Ministero, da tutti gli Ispettorati Territoriali del Ministero, nonché dall'Autorità per quello che riguarda la consultazione dello stesso. Il data base in argomento dovrà anche contenere una tabella di misure sul campo effettuate dagli Ispettorati Territoriali, correlate agli impianti contenuti nel data base. Inoltre, tale database, sebbene sviluppato nell'ambito di un progetto a se stante, andrà a costituire parte integrante del Registro Nazionale, per il quale è già attivo uno specifico progetto, che contiene anche una sezione relativa alle assegnazioni delle frequenze televisive.

Inserimento dei dati nel database.

I dati disponibili, dopo essere stati verificati come sopra illustrato, verranno inseriti nel database per mezzo di procedure assistite e di rilevazione di incongruenza formale del contenuto rispetto ai formati previsti per il data base generale appositamente predisposte dalla FUB per essere messi a disposizione del Ministro e degli altri soggetti autorizzati ed interessati al loro utilizzo nei tempi previsti.

Procedure di verifica sperimentali ed allineamento con dati di ricezione

Al fine di procedere a una verifica dell'attendibilità dei dati ricevuti dovrà essere effettuata dagli organi periferici del Ministero una opportuna campagna di misura sul territorio. Nell'ambito di questa attività, la Fondazione, sulla base di una analisi tecnica volta a massimizzare i dati di impianto verificabili a parità di misure effettuate, fornirà alla DGPGSR indicazioni utili alla scelta delle località presso le quali effettuare le misure. Laddove necessario, in particolare per le misure iniziali che dovranno fornire un riferimento metodologico per l'intera campagna, la Fondazione parteciperà con proprio personale alla esecuzione delle misure sul territorio.

I dati rilevati saranno inviati dagli Ispettorati al Ministero utilizzando i canali telematici di contribuzione che la Fondazione sta predisponendo nell'ambito del progetto in corso sul registro delle frequenze e qualora non disponibili elettronicamente saranno raccolti presso gli Ispettorati dalla Fondazione su qualunque supporto. La Fondazione predisporrà presso gli uffici della DGPGSR un centro di raccolta nazionale nel quale confluiranno tutti i dati ricevuti.

I dati saranno trasformati in forma elettronica sotto la supervisione del Ministero e successivamente adoperati per operazioni di *reverse engineering* finalizzate alle verifiche di congruenza e basate su uno specifico *tool*, che la Fondazione renderà disponibile nel corso del progetto, con il quale risalire

alla potenza effettivamente irradiata a partire dall'intensità di campo elettromagnetico misurata dagli Ispettorati.

Le operazioni di correzione che dovessero essere ritenute opportune saranno gestite direttamente dal personale della Direzione Generale per la Pianificazione e Gestione dello Spettro Radioelettrico nell'ambito della attività congiunta con l'AGCOM.

Nel seguito si ricapitolano nel dettaglio le principali attività svolte nel corso del 2006, ripetendo l'avvertenza che gli sforzi si sono concentrati quasi esclusivamente sulla sezione del Registro Nazionale che costituisce l'Archivio delle frequenze televisive.

Manutenzione del database

Come appena osservato, il Registro Nazionale richiede una continua manutenzione, che nel 2006 ha riguardato in particolare due aspetti:

- prosecuzione dell'inserimento dei dati e loro verifica;
- aggiornamento costante dello strumento per conformarsi alle mutate esigenze internazionali (ad esempio, a causa del processo di periodica revisione dei formati standard per i coordinamenti internazionali).

Evoluzione del database

Una delle attività più importanti svolte nel corso del 2006 ha riguardato la definizione delle linee di sviluppo del Registro Nazionale per il prossimo futuro. Essa è stata svolta di concerto con il personale tecnico della DGPGSR con il quale sono stati mantenuti frequenti contatti e scambi di opinioni sui diversi temi di interesse, in maniera da allineare il lavoro svolto con le richieste e le effettive necessità del committente.

I principali temi trattati nel corso dell'anno sono:

- definizione delle modalità di accesso remoto ai dati contenuti nel Registro Nazionale:
 - si è posta in luce la necessità di definire il personale abilitato all'accesso remoto: sarà cura del Ministero indicare quali utenti saranno abilitati e con quali diritti d'accesso. L'accesso sarà consentito (inizialmente in sola lettura, e successivamente anche con diritti di scrittura) al personale degli Ispettorati Territoriali che verrà designato dalla DGPGSR, a partire da quegli Ispettorati che hanno dimostrato competenze e capacità tecniche adeguate;
- definizione dei formati da utilizzare per l'importazione dei dati ed il loro interscambio con il già citato strumento software che andrà ad implementare l'archivio delle frequenze televisive:
 - a questo fine si sono implementati i formati TA0 e TD1 (per la televisione analogica e