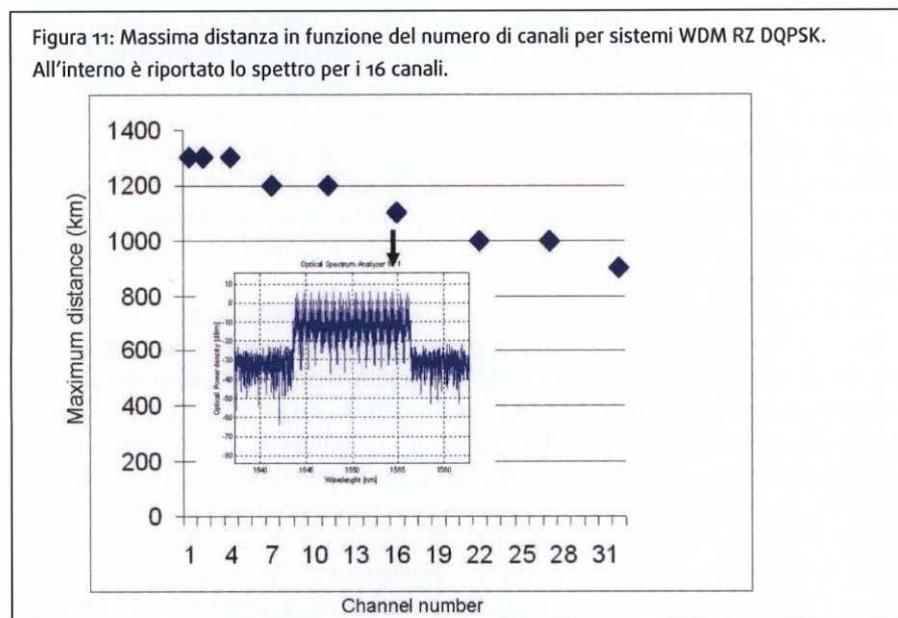


Nella Figura 11 riportiamo la massima distanza che può essere raggiunta con sistemi nx100 Gb/s DQPSK in collegamenti con fibre G.652.



#### RIPRISTINO VELOCE IN RETI GEOGRAFICHE DI TIPO GbE

La crescita del traffico dati Internet e l'evoluzione dei servizi IP stanno portando a dei radicali cambiamenti nelle infrastrutture di rete degli operatori di telecomunicazioni, al fine di soddisfare una maggiore richiesta di banda dovuta alla sempre più capillare diffusione di tecnologie di accesso a banda larga e alla crescita di servizi "bandwidth-greedy", come quelli multimediali.

In questo contesto, gli operatori stanno passando dalle tradizionali reti TDM (Time Division Multiplexing) a circuito a un modello connection-oriented basato sul modo di trasferimento a pacchetto. Il passaggio a reti basate sulla commutazione a pacchetto consente di realizzare una rete multi-servizio in grado di sostenere in modo molto flessibile una moltitudine di servizi e applicazioni differenti. Per gli operatori, abbandonare le tradizionali reti TDM può rappresentare un risparmio notevole oltre a una semplificazione significativa dell'infrastruttura di rete.

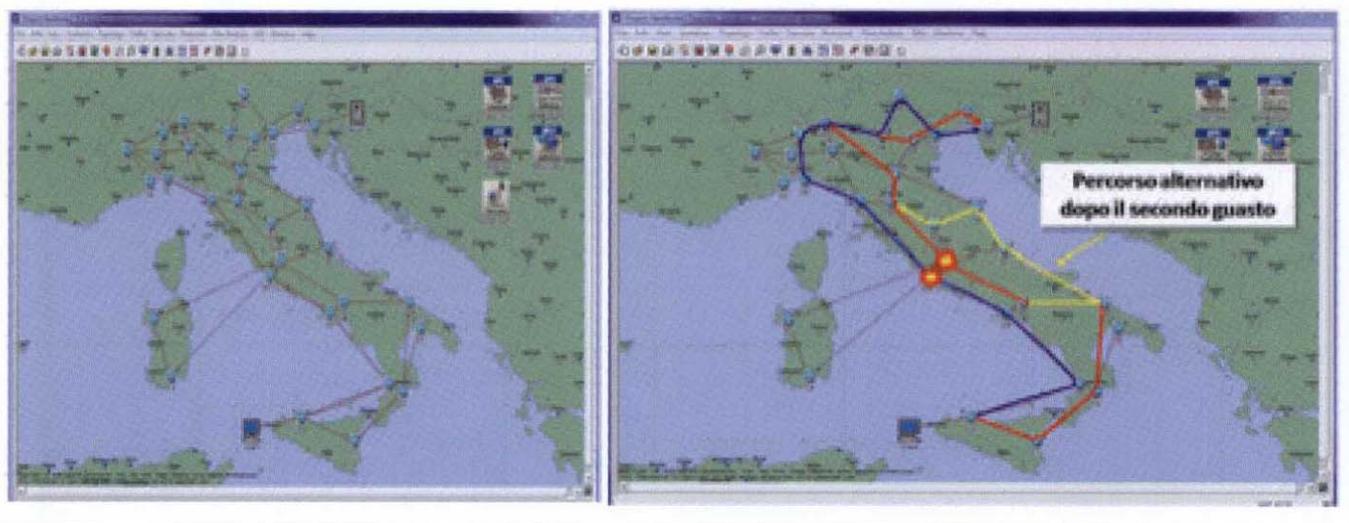
La diffusione di Ethernet nelle reti LAN e l'espansione del traffico dati basato su IP hanno portato alla diffusione di Ethernet come tecnologia di tipo "packet-based" anche nelle reti metropolitane. Inoltre, la possibilità di disporre di interfacce semplici ed economiche e ad alto bit rate, attraverso gli standard Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet, 40 Gigabit Ethernet, ha indotto gli operatori a considerare l'impiego di Ethernet nella rete di Core con il ruolo di tecnologia di trasporto (Carrier Ethernet), direttamente sovrapposta allo strato ottico DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). Nonostante questi vantaggi, per utilizzare Ethernet all'interno della rete Core è necessario arricchirlo di funzionalità e caratteristiche di tipo Carrier-Grade, che abilitino cioè questa tecnologia ad essere impiegata per scopi di trasporto di grandi moli dati su vaste aree geografiche. La capacità di proteggere automaticamente dai guasti il traffico transitante

in rete è uno dei requisiti fondamentali per una tecnologia di trasporto che deve garantire altissimi livelli di affidabilità e tempi di ripristino molto ridotti.

Nel corso del 2010, FUB ha quindi studiato le prestazioni, in termini di tempi di ripristino, di una rete basata su Ethernet e MPLS. Le tecniche di ripristino proprie del protocollo MPLS, quali Fast ReRoute (FRR) e Standby Secondary Path (SSP), consentono a Ethernet di dotarsi di quei meccanismi di protezione e ripristino in grado di renderla adatta a svolgere il ruolo di Carrier Protocol su reti a scala geografica. Tenendo conto che le reti di telecomunicazioni sono fortemente interconnesse con le altre infrastrutture, e per tale motivo soggette anche a guasti derivanti da quest'ultime, si è anche verificata la resilienza a guasti multipli di una rete che utilizzi tali tecniche. L'obiettivo finale di questo lavoro, basato sulla simulazione con codice OPNET, è stato quello di verificare che una rete dorsale Gigabit Ethernet è in grado di garantire, in caso avvengano guasti (singoli e multipli), tempi di ripristino accettabili anche per i servizi con le richieste più stringenti.

Nella Figura 12 (a), riportiamo la rete che abbiamo considerato con il codice MATLAB e che riproduce una porzione della rete di Telecom Italia. Nella Figura 12 (b), i percorsi di back-up, anche in conseguenza di guasti multipli [3], [14].

Figura 12- Modello di rete e i percorsi di buck up.



I risultati ottenuti dalle simulazioni mostrano che i tempi di ripristino possono essere inferiori ai 50 ms e quindi perfettamente compatibili con le reti SDH.

## RISPARMIO ENERGETICO

Nel corso del 2010, FUB si è occupata dei temi che riguardano il risparmio energetico sia per quanto riguarda le reti di TLC sia, più in generale, per ciò che attiene l'efficienza degli edifici.

**RISPARMIO ENERGETICO NELLE RETI DI TLC**

Il sostanziale incremento del traffico Internet, rendendo necessari dispositivi con una maggiore capacità di trasmissione e di elaborazione, determina un più alto consumo energetico. Il settore ICT è responsabile di un consumo che va dal 2% al 10% di quello mondiale. In particolare, alcuni studi sollevano il dubbio che il consumo energetico possa diventare il fattore maggiormente vincolante per lo sviluppo delle nuove reti di telecomunicazione, ancor più della capacità delle tecnologie ottiche ed elettroniche. In questa prospettiva, diventa necessario pensare ad un'ottimizzazione delle infrastrutture proprio ai fini di limitarne i consumi energetici.

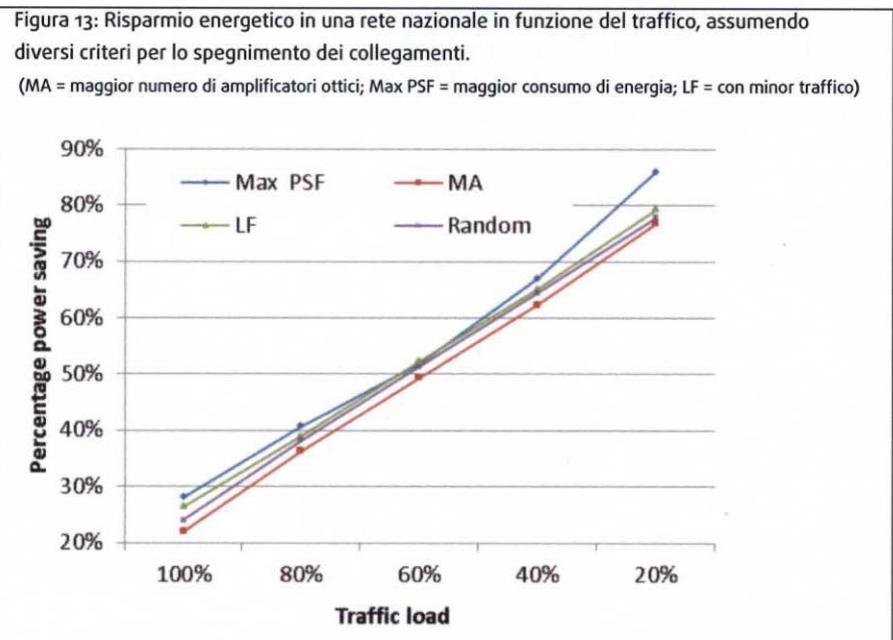
Il vincolo energetico riguarda tutti i segmenti della rete e per ciascuno comporta scelte diverse sia sulle reti già esistenti che su quelle che devono ancora essere realizzate. Nel corso del 2010, FUB ha svolto diversi studi riguardanti il risparmio energetico nelle reti di TLC con particolare enfasi per le reti di accesso e le reti dorsali.

Per quanto riguarda le reti di accesso, sono stati considerati diversi scenari riguardanti le tecniche in rame, radio e in fibra. Studi precedenti avevano già mostrato che le reti in fibra ottica (Fiber to the x, FTTx) sono quelle che, a parità di capacità, consentono i maggiori risparmi energetici.

In uno studio svolto in questo anno, abbiamo dimostrato che non solo le reti in fibra ottica sono in grado di far risparmiare più energia rispetto alle tecniche in rame (xDSL) e radio (WiMAX, LTE), ma se consideriamo l'arco dei 10 anni, i risparmi ottenuti con le tecniche in fibra permettono addirittura il completo finanziamento delle opere di realizzazione delle stesse reti.

Per quanto concerne invece le reti backbone, gli studi si sono concentrati sulle tecniche basate sullo spegnimento dei collegamenti quando si è in condizione di basso traffico [2]. In particolare, abbiamo studiato protocolli e algoritmi che permettono di re-instradare il traffico su un minor numero di elementi di rete quando il traffico in rete è minore. Si è quindi adottato un approccio basato un algoritmo euristico che iterativamente prova a spegnere nodi e link della rete, ordinandoli in accordo ad un determinato criterio, che può essere causale oppure basato su un ordinamento delle connessioni in base al traffico trasportato [1]. La rete considerata è una rete di trasporto ottica WDM. Poiché in una rete a commutazione di lunghezza d'onda la qualità del servizio si definisce in termini di tempo di fuori servizio, in questo lavoro si è tenuto conto dei requisiti di protezione dei flussi clienti. L'obiettivo era minimizzare l'energia consumata dai link ottici WDM, minimizzando il numero di fibre accese nell'intera rete e rispettando al contempo i vincoli di flusso, di capacità, di continuità delle lunghezze d'onda (cioè assenza di convertitori di lunghezza d'onda) e di protezione con percorsi di backup condivisi.

Nella Figura 13, riportiamo i risultati più significativi della nostra ricerca, che mostrano la percentuale di potenza che può esser risparmiata in funzione del traffico presente in rete utilizzando diversi criteri per lo spegnimento dei collegamenti in fibra.



I risultati mostrano che, indipendentemente dalla scelta del criterio di spegnimento dei collegamenti, il risparmio può raggiungere anche il 90%. Se applichiamo questo principio ad una rete nazionale, con 18 nodi principali e operate su un'area di 4000x2000 km<sup>2</sup>, la quantità di potenza che può essere risparmiata è di decine di KW con un risparmio giornaliero di circa 1 MWh e quindi 365 MWh in un anno.

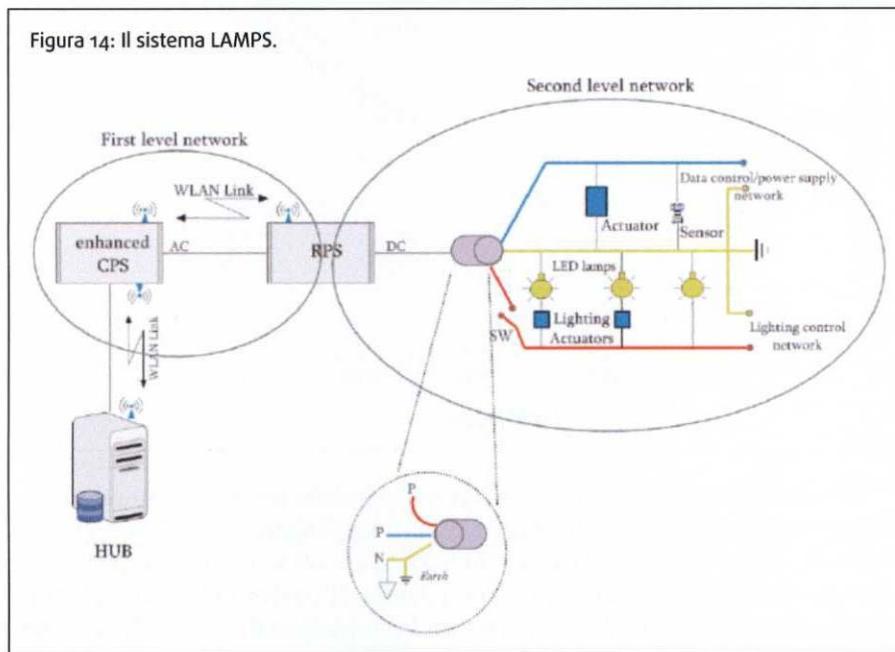
#### **LAMPS (Lighting Addressing Management of Premises energy Services)**

Nel contesto delle possibili soluzioni per l'efficientamento energetico degli edifici residenziali e pubblici, è stato studiato un sistema di gestione dell'energia che integra diversi sotto-sistemi a basso consumo energetico che può operare in spazi pubblici, sia indoor che outdoor, quali centri commerciali, aeroporti, stazioni di servizio, ecc. Questo studio ha dato origine ad una proposta di progetto europeo presentata nell'ambito della Call FP7-ICT-2011-7, *Objective ICT-2011.6.2 ICT systems for energy efficiency*, al momento ancora in fase di valutazione.

La soluzione prevede l'impiego di lampade a stato solido (SSL), di per se già più efficienti di quelle attualmente impiegate, sia per l'illuminazione interna che esterna, integrate in un'infrastruttura di distribuzione di energia elettrica originale, che fa uso di un impianto in corrente continua in luogo di quello tradizionale in corrente alternata. Questo approccio consente di centralizzare in un numero limitato di punti la trasformazione da alternata a continua della corrente elettrica richiesta per l'alimentazione delle lampade, determinando di conseguenza una maggiore affidabilità del sistema e un elevato risparmio energetico ed economico.

In aggiunta, l'adozione di questa innovativa soluzione, consentirebbe l'utilizzo della stessa infrastruttura di distribuzione elettrica per la trasmissione di segnali digitali di controllo e monitoraggio di reti di sensori, deputate allo svolgimento di funzioni specifiche quali allarmistica, videosorveglianza, ottimizzazione della rete

di condizionamento e climatizzazione, illuminazione comandata di specifiche aree, ecc. A tal proposito, occorre evidenziare che tale soluzione potrebbe essere impiegata in alternativa agli esistenti sistemi PLC (Power Line Communication), sperimentando prestazioni migliori per via delle ridotte interferenze che la corrente continua determina sul segnale di controllo rispetto a quella alternata.

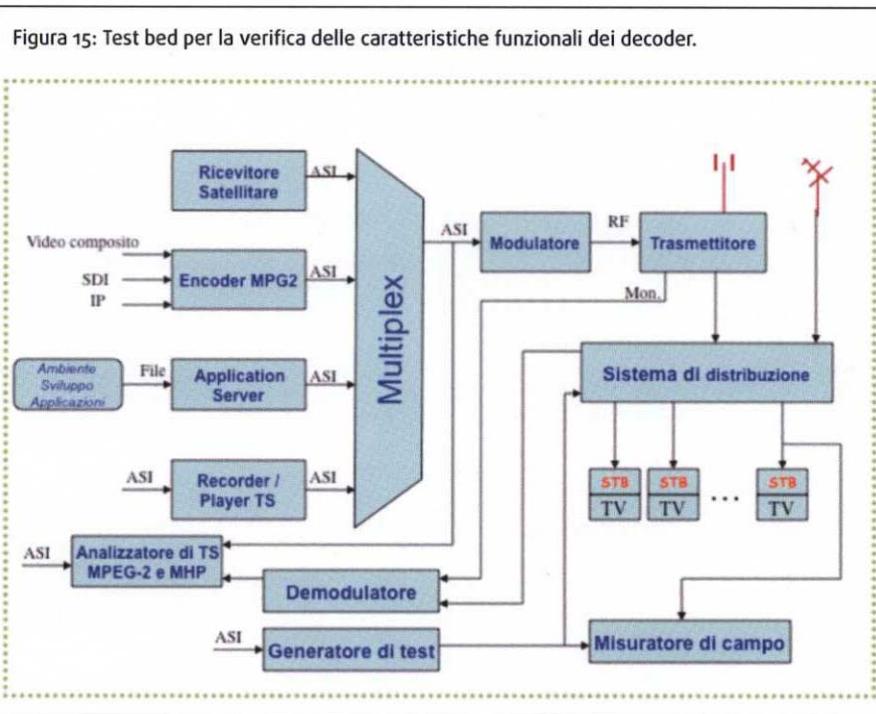


## ATTIVITÀ SUI DECODER PER IL DIGITALE TERRESTRE

I benefici che il servizio televisivo potrà trarre dal processo di digitalizzazione delle reti di comunicazione consistono sostanzialmente nell'utilizzo di tecniche più efficienti per la sua fornitura e in un notevole ampliamento dell'esperienza di fruizione da parte degli utenti. In questo contesto, assume particolare rilevanza il cosiddetto "decoder ibrido" che collegato ad una rete broadcast in tecnologia DVB, da un lato, e ad Internet, dall'altro, è in grado di presentare all'utente, oltre ai tradizionali servizi di radiodiffusione televisiva (*Servizi Lineari*), anche i servizi di media audiovisivi a richiesta (*Servizi non Lineari*) e quelli tipici dell'ambiente di Web Browsing. Questi decoder devono rispondere ai requisiti imposti dai vari enti e organismi regolatori internazionali (es. DVB, IETF, EICTA) e nazionali (es. AGCOM, DGTVi, CEI).

Relativamente alla televisione digitale terrestre, già da qualche anno, è stato allestito nei laboratori FUB un test bed, schematizzato in Figura 15, per la verifica delle caratteristiche funzionali e tecniche dei decoder. Nella Tabella 4, riportiamo le funzionalità che vengono attualmente testate.

## AREA 2 - TECNOLOGIE PER LE RETI DI NUOVA GENERAZIONE



Attualmente è allo studio l'ampliamento del test bed al fine di consentire anche la verifica e la sperimentazione di decoder ibridi.

Tabella 4: Esempi di caratteristiche funzionali e tecniche.

N.	Categoria	Caratteristica Funzionale	Note
F1	Sintonizzazione	Procedure di sintonizzazione	Prima installazione, re installazione, Automatica, di un singolo canale, ecc.
		Sintonizzazione in banda III VHF	Canalizzazione italiana e canalizzazione europea
		LCN	Presenza, possibilità di esclusione, ecc.
		Risoluzione dei conflitti di LCN	
F2	Operatività	Lista dei programmi	Accesso diretto ai programmi attraverso la lista, gestione personalizzata della numerazione, ecc.
		Televideo e sottotitoli	Presentazione e gestione
		EPG	Presentazione e gestione
		Controllo parentale	Gestione
		Telecomando	Tempi di risposta al cambio canale
		Video	Gestione formati 4:3 e 16:9
		Audio multilingua	Possibilità di selezione
		Impostazioni di default	
		Istruzioni a schermo	
N.	Categoria	Caratteristica Tecnica	Note
T1	Demodulazione del segnale digitale	Corrispondenza alla norma COFDM DVB-T (EN 300744)	Modi di trasmissione, code rate, costellazioni, e intervalli di guardia stabiliti nella delibera AGCOM n. 216/00/CONS
		Larghezza di banda del canale	7 MHz in Banda III, 8 MHz in Banda IV-V
		Livello massimo del segnale	Delibera AGCOM n. 216/00/CONS
		Trasparenza rispetto alla variazione dei parametri di modulazione	
T2	Decodifica del contenuto digitale	Demultiplexing del transport stream MPEG-2	Norma DVB ETR 101 154
		Decodifica video	Profilo MPEG-2 Main Profile @ Main Level (4:3 e 16:9)
		Decodifica audio	MPEG-1 Audio Layer I & II
		Service information	Correttezza nell'interpretazione delle tabelle PMT, NIT, SDT, ecc.
T3	Connessioni	Ingresso e pass-trough a radiofrequenza	
		Presa SCART	
		Altre connessioni A/V	
T4	Altro	Telecomando	
		Manuale	

## PUBBLICAZIONI E INTERVENTI

### Riviste Internazionali

[1] A. Coiro, M. Listanti, A. Valenti, F. Matera, "Reducing power consumption in wavelength routed networks by selective switch off of optical links", *IEEE J. Of Selected Topics in Quantum Electronics*, vol. PP, Issue 99, agosto 2010.

[2] A. Silvestri, A. Valenti, S. Pompei, F. Matera, A. Cianfrani, A. Coiro, "Energy saving in optical transport networks exploiting transmission properties and wavelength path optimization", *Elsevier Optical Switching Network*, Vol.7, Issue 3, luglio 2010, pp. 108-114.

### Conferenze Internazionali

[3] M. Lucci, A. Valenti, F. Matera, D. Del Buono, "Investigation on fast MPLS restoration technique for a GbE wide area transport network", *ICTON 2010*, Munich, giugno-luglio 2010.

[4] S. Pompei, M. Teodori, A. Valenti, S. Di Bartolo, G. Incerti, D. Del Buono, "Experimental implementation of an IPTV architecture based on Content Delivery Network managed by VPLS technique", Proceedings of *IEEE Reliable Networks Design and Modelling*, Moskow, Russia, 19-20 ottobre 2010.

[5] M. Tabacchiera, F. Matera, A. Mecozzi, M. Settembre, "Dispersion Management in Phase Modulated Optical Transmission Systems", *IEEE European Conference on Optical Communications (ECOC) 2010*, Mo2.C.2, Torino, 20-23 settembre 2010.

[6] A. Del Grosso, L. Rea, P. Bolletta, A. Valenti and A.M. Luisi "On the Impact of Operative Systems Choice in End-user Bandwidth Evaluation: Testing and Analysis in a Metro-access Network", *International Conference on Access Networks, Services and Technologies (IARIA ACCESS 2010)*, Valencia, Spain, settembre 2010.

[7] G. Tosi, A. Teixeira, A. Valenti, J. Prat, G. Incerti, S. Di Bartolo, V. Carrozzo, "Remotely Power Assisted Optical Network Terminals in Gigabit Ethernet Passive Optical Network Scenarios", *OSA Optics & Photonic Congress 2010*, Karlsruhe, Germany, giugno 2010.

[8] G.M. Tosi Beleffi, A. Valenti, S. Pompei, S. Di Bartolo, G. Incerti, V. Carrozzo, A. Andò, A. Busacca, A.L.J. Teixeira, L. Costa, "Remote optical monitoring in remotely power assisted passive optical networks", *ICTON 2010*, Munich, giugno 2010.

[9] M. Giuntini, J. Morabito, A. Valenti, F. Matera, V. Carrozzo, S. Di Bartolo, "Integration of optical telecommunications and radio access networks to assure quality of service", *ICTON 2010*, Munich, giugno 2010.

[10] M. Celidonio, D. Di Zenobio, L. Pulcini, "A Broadband Integrated Radio LAN", Proceedings of *17th IEEE Workshop on Local and Metropolitan Area Networks*, maggio 2010.

**Conferenze Nazionali**

[11] A. Valenti, S. Pompei, A. Rufini, F. Matera, “Dimostrazione sperimentale della conversione di lunghezza d’onda in una rete ottica passiva”, Atti di *FOTONICA 2010*, Pisa, 25-27 maggio 2010.

[12] E. Mammi, S. Pompei, A. Valenti, G. Russo, D. Milanesio, V. Sardella, “Valutazione Sperimentale delle prestazioni di servizi televisivi su reti ottiche GbE di tipo Unmanaged e Managed”, Atti di *FOTONICA 2010*, Pisa, 25-27 maggio 2010.

[13] M. Tabacchiera, F. Matera, A. Mecozzi, M. Settembre “Analisi della compensazione della dispersione cromatica per sistemi RZ DQPSK a 100 Gb/s”, Atti di *FOTONICA 2010*, Pisa, 25-27 maggio 2010.

[14] M. Lucci, A. Valenti, S. Pompei, P. Bolletta, F. Matera, “Analisi su tecniche di ripristino MPLS veloci su una rete dorsale interamente basata su trasmissione GbE”, Atti di *FOTONICA 2010*, Pisa, 25-27 maggio 2010.

[15] M. Giuntini, A. Valenti, F. Matera, “Integrazione della rete di telecomunicazioni ottica con accessi radio che garantiscono la qualità del servizio”, Atti di *FOTONICA 2010*, Pisa, 25-27 maggio 2010.

**Pubblicazioni interne**

[16] A. Aloisi, M. Celidonio, L. Pulcini, “Studio e valutazione dell’interferenza co-canale e da canali adiacenti tra il segnale DVB-T ed il segnale relativo a sistemi mobili di 4° generazione in banda UHF”, Relazione interna FUB, maggio 2010.

## **Area 3**

# **QUALITÀ DEL SERVIZIO, INGEGNERIA DEI SISTEMI ICT**

**RESPONSABILE DI AREA**

**PAOLO TALONE**

Quest'Area raccoglie e sviluppa le conoscenze per la valutazione della qualità dei servizi ICT, intesa come indicatore della prossimità dei servizi medesimi all'operatività ideale, analizzando tutti i fattori che concorrono alla loro degradazione.

La valutazione di qualità ha, necessariamente, un aspetto duale:

- caratterizzazione di un servizio per garantirne la piena operatività su una data rete;
- caratterizzazione di una rete per garantire il pieno supporto a un dato servizio.

La caratterizzazione costituisce il risultato della valutazione di qualità.

Un aspetto intermedio ma essenziale è costituito dalla misurazione di parametri di qualità (del servizio o della rete). Normalmente, la misurazione è oggetto di progetti finalizzati e produce risultati spesso commissionati e utilizzati a prescindere da una caratterizzazione completa della rete o del servizio.

La valutazione e le misurazioni per essa necessarie, basate su standard riconosciuti e recepiti, è vista dal lato utente ed intesa nell'accezione globale (Quality of Experience – QoE), riassumendo così molti tra gli elementi di criticità per il successo di un servizio.

I fattori di degradazione di un servizio vengono analizzati con le metodologie afferenti all'Ingegneria dei sistemi ICT, da cui la necessità di competenze nell'Ingegneria dei servizi e nelle Architetture di comunicazione.

I temi per la ricerca e le attività finalizzate sono potenzialmente vastissimi e una loro esplorazione esaustiva supera sicuramente i confini operativi dell'Area. Le attività sono, pertanto, di volta in volta, dimensionate con le risorse a disposizione e focalizzate sui temi potenzialmente più produttivi o che godono di commesse. A questo proposito, l'Area è, per elezione, collaborativa con le altre Aree FUB, che, su alcuni temi di qualità, possono assumere un carico di lavoro anche maggiore di quello messo a disposizione dall'Area "Qualità del servizio".

## MISURAZIONE DI PARAMETRI DI QUALITÀ DI SERVIZIO IN CONTESTI APPLICATIVI DI PORTATA NAZIONALE

Nel 2010 l'Area 3 ha partecipato, in posizione di leader, a due Progetti (“Qualità dell'accesso a Internet da postazione fissa” e “Valutazione del Loudness nei programmi televisivi”) e ha collaborato ad un terzo (“Qualità dell'accesso a Internet da postazione mobile”); ha sviluppato, sempre in posizione di leader, una tematica principale di ricerca (“Architetture e tecniche di Q.o.S per la Televisione su Internet”) e collabora su diverse altre (“Architetture e tecniche di Q.o.S. per servizi VoIP”, ecc.).

Nei due paragrafi seguenti, si anticipa una descrizione sintetica dei due Progetti “Qualità dell'accesso a Internet da postazione fissa” e “Valutazione del loudness nei programmi televisivi” rimandando per maggiori dettagli alla relativa sezione di questo documento.

### QUALITÀ DELL'ACCESSO A INTERNET DA POSTAZIONE FISSA

Da tempo, il nostro Paese sostiene un impegno progettuale e realizzativo per la diffusione dell'accesso a banda larga a Internet sul territorio nazionale. In quest'ambito, è consapevolezza diffusa che le strategie realizzative non possono prescindere dalle tematiche di qualità del servizio. Attraverso una valutazione di qualità accurata e diffusa sul territorio è infatti possibile raggiungere un duplice obiettivo:

- delineare un quadro reale, perché ricavato “sul campo e sull'installato”, dei servizi disponibili sul territorio;
- mettere il singolo utente in grado di valutare se il servizio di accesso a Internet fornito dall'Operatore da lui prescelto soddisfi le promesse dell'Operatore medesimo e le proprie aspettative.

Di queste necessità si è fatta carico l'AGCOM con la delibera n. 244/08/CSP e le successive modifiche (delibere n. 147/09/CSP, n. 188/09/CSP e n. 400/10/CSP). La 244/08/CSP mira a valutare la qualità di accesso a Internet da postazione fissa e definisce parametri tecnici delle misure necessarie. Con la delibera n. 147/09/CSP, FUB è stata designata come “Soggetto indipendente” responsabile della progettazione dei sistemi e della conduzione delle misure; la delibera n. 188/09/CSP ha invece definito i criteri di ripartizione dei costi delle misure tra gli operatori.

I parametri prestazionali oggetto di valutazione sono individuati attraverso il recepimento della normativa europea ETSI EG 202-057-4 e sono il frutto di una riflessione, avviata già da tempo con gli Operatori e le associazioni dei consumatori, che appare tuttora necessaria per il proseguimento delle attività e per la definizione di ulteriori sviluppi futuri.

I parametri prestazionali di un accesso a Internet, vengono determinati in due distinte campagne di misure, realizzate in due situazioni differenti:

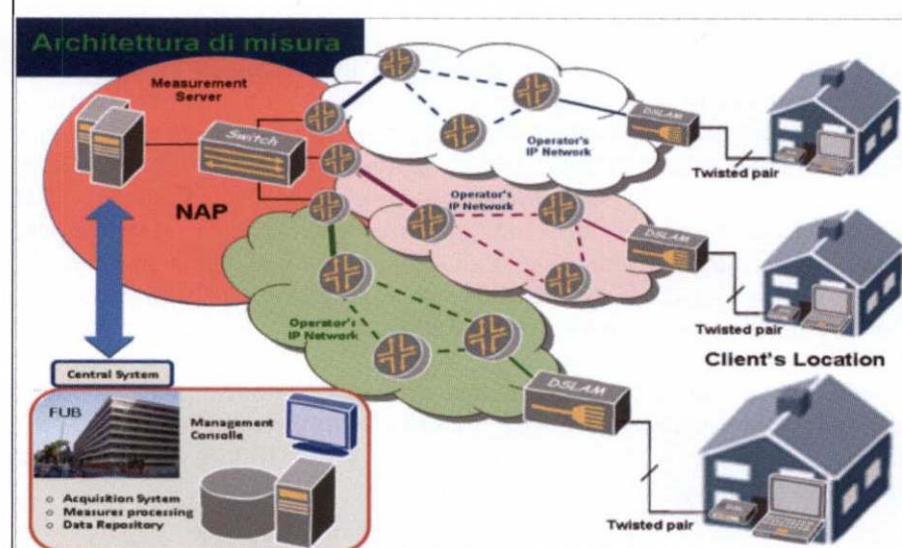
- misure per i valori statistici, ad uso degli operatori affinché questi rendano pubblici i parametri di qualità delle proprie offerte;
- misure ad uso degli utenti privati, per verificare - con un software certificato che operi sui PC dei singoli utenti - le prestazioni degli accessi a Internet (da postazione fissa) offerti dagli Operatori sul territorio nazionale.

Le misure per i valori statistici vengono svolte in tutti i capoluoghi di regione in siti allestiti da FUB (generalmente sedi periferiche del Ministero dello sviluppo economico – Dipartimento per le comunicazioni dette Ispettorati o Dipendenze). In queste sedi, tutti gli operatori attestano i sistemi di accesso (ADSL) alle proprie reti con garanzia di assoluta parità di trattamento.

Per le misure ad uso degli utenti privati, invece, FUB ha realizzato Ne.Me.Sys.: un software gratuito e disponibile per tutti i sistemi operativi di PC scaricabile dal sito [www.misurainternet.it](http://www.misurainternet.it), nel quale gli utenti possono trovare tutte le informazioni utili. Al termine della misura viene rilasciato un certificato (con valore probatorio) che illustra le prestazioni dell'accesso a Internet. L'utente che riscontra una difformità delle prestazioni rispetto ai parametri dell'Operatore può, attraverso il certificato, sporgere reclamo. Se, trascorso un certo tempo, l'Operatore non pone rimedio, l'utente può ripetere la misura e questa volta recedere dal contratto senza penali.

Ne.Me.Sys. è un software "Open Source" (codice sorgente disponibile in chiaro) ed è il primo e unico caso in Europa di software ufficiale e certificato messo a disposizione degli utenti. L'innovazione di Ne.Me.Sys., rispetto ad altri software disponibili sul mercato, consiste nella particolare architettura di misura che rende possibile rilevare le prestazioni riferibili alla sola tratta di responsabilità dell'Operatore. Questo si ottiene attraverso il posizionamento dei server di misura utilizzati dal progetto nei punti fisici di interscambio tra le reti dei vari operatori (chiamati NAP o IPX). Ciò assicura che lo scambio dei dati, tra il PC dell'utente con Ne.Me.Sys. ed il Server remoto, transiti esclusivamente attraverso la rete di responsabilità dell'operatore.

Figura 1: Schema architettonico del sistema di misura.



La misura di Ne.Me.Sys. si basa su uno scambio di pacchetti tra il PC dell'utente e un server posizionato nell'IPX più prossimo. Questo posizionamento dei due punti di misura, unitamente al grande numero di misure distribuite nell'arco di 24 ore e ad una serie di garanzie sullo svolgimento dei test, rende la misura certificata. In questo modo è possibile, seppure con un iter di misura considerevolmente più gravoso rispetto ai pochi secondi necessari con altri software, ottenere un risultato probante e utilizzabile per eventuali contenziosi con il proprio Operatore.

**VALUTAZIONE DEL LOUDNESS NEI PROGRAMMI TELEVISIVI**

Con il passaggio dei sistemi radiotelevisivi alla tecnologia digitale e con il diffondersi dei formati di alta definizione sia per televisione sia per radio (come recentemente annunciato dalla BBC), lo scenario relativo alla fruibilità dei contenuti audio è oggetto di profonda mutazione. I precedenti standard di produzione e le relative misure di qualità hanno conseguentemente subito una completa trasformazione, aprendo peraltro nuove potenzialità tecniche e creative. Il primo, e forse più importante, parametro di qualità dell'audio ad essere stato rimodulato è il loudness, inteso come potenza sonora percepita dall'utente, e i parametri tecnici ad esso correlati.

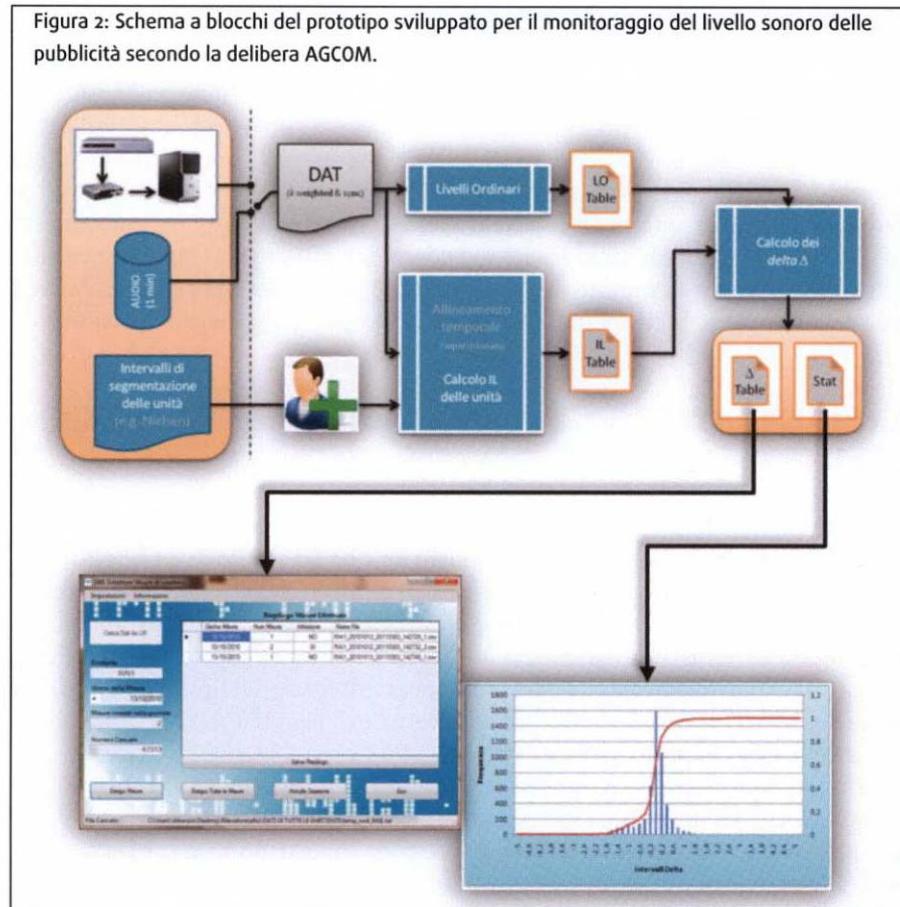
Il mercato statunitense, storicamente legato a formati proprietari che fanno uso dei cosiddetti "metadata", ha trovato nelle raccomandazioni dell'ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) le nuove linee guida; in Europa, la recentissima raccomandazione del *European Broadcasting Union EBU R128* e i suoi documenti tecnici hanno stabilito lo stato dell'arte di questa importante rivoluzione, che presto sarà recepita anche in nuove raccomandazioni ITU.

Questi strumenti normativi hanno anche permesso di definire eventuali abusi nel controllo del loudness, in particolare nei messaggi pubblicitari: se negli Stati Uniti una legge sul controllo dei livelli sonori è stata approvata a fine 2010, in Europa diversi paesi come Regno Unito, Polonia e Italia si erano già prima dotati di proprie leggi a riguardo. In Italia, l'ACGOM ha definito i limiti dei livelli sonori dei messaggi pubblicitari e le metodologie per rilevare infrazioni a tali limiti con la delibera n. 219/09/CSP.

FUB, attiva in questo ambito da diversi anni, ha contribuito ai lavori dei principali organismi nazionali ed internazionali, non ultimo l'Unione Europea di Radiodiffusione (EUR/EBU). In particolare, FUB ha sviluppato uno specifico prototipo software, ad oggi unico nel suo genere, per la messa in opera della complessa normativa italiana definita da ACGOM. Il sistema è in grado di: stimare il livello ordinario di programmazione (che è una variabile giornaliera risultante dalla misura di loudness dei sei giorni contigui e precedenti al giorno di riferimento della variabile); operare confronti puntuali dei singoli eventi pubblicitari con il livello ordinario; eseguire le misure statistiche; infine, effettuare le rilevazioni secondo i principi di campionamento casuale definite nella procedura prevista dalla delibera.

ACGOM ha affidato a FUB una campagna di misure, da sviluppare tra il 2010 ed il 2011. Le misure sono state realizzate con il sistema prototipale descritto sopra e, fino ad ora, hanno coinvolto 20 emittenti tra DVB-T e DVB-S, per un totale di oltre 240 giorni di segnale audio analizzato.

Figura 2: Schema a blocchi del prototipo sviluppato per il monitoraggio del livello sonoro delle pubblicità secondo la delibera AGCOM.



Sull'attività di valutazione del loudness nei programmi radiotelevisivi, si attendono interessanti sviluppi nel prossimo periodo. Per prima cosa devono essere studiati sistemi di ottimizzazione per l'individuazione e l'allineamento degli eventi pubblicitari nel segnale (operazione che oggi è operata manualmente); devono inoltre essere sviluppate metriche e metodologie congrue con i segnali ad alta definizione e con i sistemi ed i servizi innovativi come IPTV, WebTV, ecc. Un'altra necessità è l'archiviazione "fedele" dei segnali trasmessi ovvero l'acquisizione, l'archiviazione e la gestione dei transport stream dei diversi multiplex di interesse per la Pubblica Amministrazione, con fini di controllo che riguardano anche i valori di loudness dei contenuti pubblicitari. Anche in questo ambito si è iniziato uno studio progettuale, in vista della realizzazione di un prototipo che permetta un'acquisizione centralizzata ed una ridistribuzione dei segnali per tutti i molteplici servizi pubblici e non solo.

## TECNOLOGIE NEI SISTEMI WIRELESS A CORTISSIMO RAGGIO

Tra le ulteriori tematiche che costituiscono patrimonio culturale dell'Area, si ricorda l'esistenza di una competenza, consolidata nel corso degli anni, sulle tecnologie impiegate nei sistemi RFID (Radio Frequency Identification) e sui sistemi Short Range Device anche non esclusivamente dedicati all'identificazione (ad esempio sistemi NFC – Near Field Communication, per i pagamenti elettronici). Su tale tematica, anche nel corso del 2010, è proseguito il presidio culturale nel solco di quanto svolto negli anni precedenti, con particolare riguardo all'impiego delle tecnologie Short Range per i pagamenti elettronici.

## ARCHITETTURE E TECNICHE DI Q.O.S. PER LA TELEVISIONE SU INTERNET

L'attività afferente all'ingegneria dei sistemi ICT si è focalizzata sulle architetture per la televisione su Internet. In questo ambito, lo studio di architetture innovative è tappa propedeutica per la messa a punto delle relative tecniche di QoS (Quality of Service). Si tratta di architetture e di tecnologie per la qualità (essenzialmente di trasporto) di media lineari (IPTV, WEB TV) e non lineari (TV on demand). In particolare, sono state studiate architetture del tipo WEB TV (diffusione via Internet) in alternativa ad architetture di tipo IPTV (diffusione all'interno delle singole infrastrutture IP di un Operatore).

L'argomento è, per il momento, tipicamente di ricerca e riguarda le tecniche di protezione dell'informazione per garantire adeguati livelli di qualità del trasporto in ambiente IP. Per i servizi di televisione su infrastruttura di trasporto IP, infatti, il fattore probabilmente determinante per l'affermazione è costituito dal conseguimento di un alto livello di qualità della user experience, che è strettamente legata alla qualità del servizio. Risulta quindi necessario rispettare gli stringenti vincoli di qualità mutuati dai tradizionali servizi broadcast, utilizzando però un'infrastruttura di trasporto IP non concepita per supportare servizi con requisiti di isocronismo e di affidabilità del trasferimento, quali quelli richiesti dai servizi basati sullo streaming audio/video. Al fine di raggiungere un alto livello di qualità su un'infrastruttura IP comunque essa sia, ovvero gestita (rete di operatori TLC) o non gestita (Open Internet), è possibile sfruttare la codifica di canale orientata al pacchetto. Infatti, i codici di correzione d'errore a livello applicativo (AL-FEC) operano sui pacchetti dati dei flussi del servizio trasmessi sulla rete IP senza alcun coinvolgimento della rete, che, pertanto, risulta completamente trasparente al trasferimento. Conseguentemente, nelle reti non gestite i codici di correzione d'errore a livello applicativo costituiscono i principali meccanismi per la QoS, mentre nelle reti gestite possono essere sfruttati congiuntamente ad opportune politiche di gestione del traffico per soddisfare i requisiti di QoS.

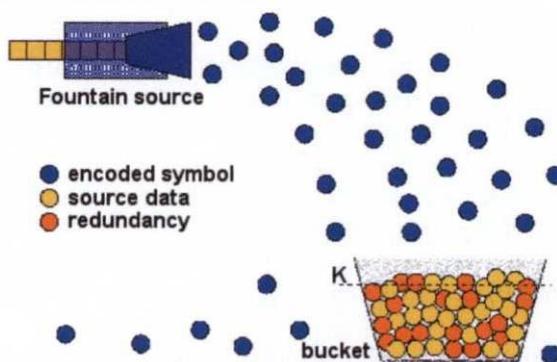
Gli studi e le sperimentazioni effettuate nel 2010 hanno avuto lo scopo di determinare i limiti teorici e pratici dell'applicabilità di un codice AL-FEC tradizionale. L'obiettivo finale era stabilire il tetto massimo oltre il quale non è più utile avvalersi di un AL-FEC tradizionale. Per questo motivo è stata valutata la qualità percepita dall'utente tramite metriche oggettive, al fine di trovare per quali valori di PLR (probabilità di perdita dei pacchetti), determinate configurazioni di una tecnica AL-FEC standard (SMPTE 2022-1), con relativo overhead, portano effettivo vantaggio rispetto ad una situazione in cui non viene sfruttata la tecnica di corre-

zione d'errore. Si sono inoltre studiate le prestazioni nel caso di unione di tecniche di correzione e di tecniche di gestione del traffico. Nel caso specifico della tecnica standard SMPTE 2022-1, è emerso che utilizzando tale tecnica standard non è possibile correggere perdite maggiori del 4%, senza utilizzare overhead eccessivamente elevati [6-7].



Determinati i limiti intrinseci di un metodo tradizionale, si è effettuato uno studio più dettagliato delle basi matematiche ed applicative di tecniche di correzione d'errore più sofisticate basate sui codici a fontana, con particolare riguardo all'implementazione dei codici LT (Luby Transform). I codici a fontana cambiano il paradigma classico delle tecniche FEC; difatti, con l'utilizzo di tali codici assumono importanza chiave, ai fini di una corretta decodifica, non più "quali" ma "quanti" pacchetti sono arrivati a destinazione.

Figura 4: Funzionamento dei codici a fontana.



È stata quindi sperimentalmente valutata un'architettura di servizio avanzata per il trasporto di servizi televisivi su Internet. Tale architettura sfrutta le caratteristiche dei codici a fontana e la presenza di sorgenti multiple al fine di diminuire la latenza end-to-end e di avere una maggiore robustezza nei confronti della perdita di pacchetti in rete, per arrivare ad avere un servizio televisivo trasmesso su Internet che sia affidabile. A tale attività sono state totalmente dedicate una tesi di laurea [9] e una tesi di dottorato [10].