

## Qualità e Internet mobile Le verità nascoste?

*A cura di* Guido Riva

La Qualità di Servizio (Quality of Service - QoS) è divenuta negli ultimi anni un tema di primaria importanza, e non solo nel settore delle comunicazioni, in quanto, da un lato, sta a fondamento di un corretto rapporto fra utenti e operatori e, dall'altro, determina le posizioni dei diversi soggetti operanti sul mercato, stimolandone la competitività. Quando la QoS viene poi specificata ai sistemi mobili, essa viene a rappresentare uno degli argomenti più stimolanti ed impegnativi. La ragione di ciò è da individuare in tre ordini di fattori:

- nella rilevanza assunta dalle comunicazioni mobili per la vita quotidiana delle persone;
- nell'intrinseca variabilità delle situazioni, dinamicità delle condizioni di utilizzo e quindi scarsa "riproducibilità" in senso scientifico;
- nell'elevato numero di fattori che concorrono a determinarne la statistica complessiva.

La complessità di tali problematiche urta invece con quelli che dovrebbero essere i principi ispiratori nella valutazione della QoS, quali fra gli altri: offrire parametri di QoS facilmente compresi da parte del pubblico ed essere utili e significativi nei confronti degli utenti; poter essere verificati da organizzazioni indipendenti; avere un'accuratezza dei valori di QoS ad un livello coerente con i metodi di misura e al contempo il più possibile semplice, con costi il più possibile contenuti; avere statistiche tali che i valori di QoS di differenti operatori possano essere facilmente confrontate tra di loro dagli utenti e dai clienti.

Queste opposte esigenze richiedono di procedere con metodo, distinguendo quanto più è possibile fra le tre diverse componenti che determinano la percezione finale della qualità da parte dell'utente: terminali, reti e servizi. I primi legati a scelte, anche molto personali, degli utenti; le seconde, costituite da una infrastruttura nazionale (intesa anche come risorsa); i terzi, che invece possono essere anche di tipo sovranazionale, quali molti dei cosiddetti fornitori di servizi "over the top".

Introduzione	33
La situazione europea	35
Qualità delle reti o dei servizi	35
Terminali, reti e servizi	37
La QoS delle reti mobili	38
L'esperienza spagnola	40
L'esperienza francese	41
L'esperienza britannica	42

## SONO USCITI NEL 2009/2010/2011:

Tv digitale terrestre in Sardegna: ecco i primi bilanci	Dicembre 2008 / Gennaio 2009
E-Inclusion: accessibilità nella società dell'informazione	Febbraio
Tecnologia e disabilità: due mondi non ancora globali	Marzo
Il futuro di Internet: Ipv6 un indirizzo per tutti e tutto	Aprile
Il futuro di Internet: Ipv6 un indirizzo per tutti e tutto	Maggio
Intelligenza artificiale: mito o realtà? Tutti pazzi per la "ghigliottina", anche i computer	Giugno
La sostenibilità energetica come nuova sfida tecnologica	Dicembre 2009 / Gennaio 2010
Reti sociali su Internet e Sentiment Analysis   1	Aprile / Maggio
Reti sociali su Internet e Sentiment Analysis   2	Giugno
Le frontiere dell'intrattenimento domestico	Luglio / Agosto / Settembre
(Re)visioni: alcune tracce per interpretare le mutazioni televisive	Ottobre
Quanto è larga la banda? Oggi l'utente può misurarla	Dicembre / Gennaio 2011
Come misurarsi la banda, contestare gli Operatori e vivere felici	Febbraio 2011

Il quaderno di Telèma è stato realizzato dalla Fondazione Ugo Bordoni.

Presidente **Enrico Manca**

Direttore delle Ricerche **Mario Frullone**

Curatore del Quaderno **Guido Riva**

## La situazione europea

L'accesso ad Internet da rete mobile è uno dei settori a più rapida espansione da alcuni mesi a questa parte. Nei momenti di crescita tumultuosa, il tema della qualità emerge immediatamente come uno dei fattori fondamentali per evitare all'utente disorientamenti e incertezze e per offrire punti di riferimento saldi. Cercheremo dunque di fare chiarezza sugli scopi e sui termini della questione, perché, riprendendo Seneca, "non esistono venti favorevoli per il marinaio che non sa in quale porto condurre la nave".

L'espressione "Qualità di Servizio" può assumere un universo di possibili significati; riprendiamo, in Figura 1, uno schema presente all'interno di un documento, emanato dall'organismo di standardizzazione europeo, l'ETSI, che riguarda specificamente le questioni della qualità, il TS 102 250 (Parte 1). Come si vede, da parte dell'utente si viene a creare una certa aspettativa, determinata sia dalle tendenze del mercato, che dalle campagne pubblicitarie o dalle dinamiche tariffarie. A tale aspettativa cercano di offrire risposta le caratteristiche di qualità del servizio, che possono essere sia di tipo tecnico che di tipo non tecnico. Questo insieme di caratteristiche concorre a formare la complessiva "customer satisfaction"; alcuni di questi punti di vista, in particolare quelli non tecnici, esulano però dal nostro interesse attuale.

Le esperienze nazionali cercano di adeguarsi a tali principi di carattere generale, ma ognuna di esse con proprie specificità ed originalità, ottenendo risultati non sempre facilmente comparabili. Di seguito sono state riassunte alcune notizie su quanto accade in Francia, Spagna e Gran Bretagna e su

come si cerchi di fornire un quadro dell'accesso ad Internet da reti mobili nei rispettivi Paesi. In Italia, la tematica è di stretta attualità; recentemente, con la delibera 25/11/CONS, l'Agcom ha istituito un tavolo tecnico per l'aggiornamento della precedente normativa sulla qualità delle reti mobili (che era per lo più relativa al servizio voce) e la definizione di una attività di misura obiettiva della qualità del servizio di accesso a Internet da postazione mobile.

## Qualità delle reti o dei servizi?

In ottica "qualità", si possono assumere due prospettive, differenti ed in qualche misura complementari. La prima è quella relativa alla cosiddetta end-to-end QoS, cioè la qualità esistente fra un punto sorgente ed un punto destinazione, di solito misurata mediante osservazione diretta del traffico in tempo reale fra quei due punti. Poiché relativa a quanto il generico utente potrebbe effettivamente percepire, spesso ci si riferisce ad essa con l'espressione "Qualità dell'Esperienza" (QoE, Quality of Experience). La seconda prospettiva è quella che invece fornisce informazioni su come si segmenta tale QoE; ovviamente l'attenzione permane sulla Qualità, sebbene ora riferita ai diversi segmenti di rete coinvolti nel flusso di traffico considerato, ad ognuno dei quali possono risultare associati differenti livelli di qualità, che ora classificheremo con l'espressione "Qualità del Servizio" (QoS, Quality of Service). Tale approccio può essere ad esempio necessario qualora si intenda fotografare la qualità

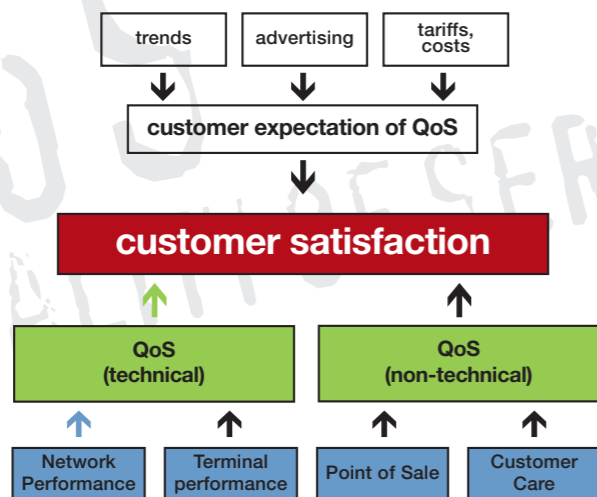


Figura 1.

Relazione fra Soddisfazione d'Utente, QoS e Prestazioni di Rete

della sola rete mobile, estraendone perciò il comportamento e le prestazioni dallo scenario complessivo, che vede da un lato la presenza di un terminale mobile (la cui scelta e le cui prestazioni sono del tutto indipendenti dalla volontà dei singoli operatori mobili) e dall'altro il mondo della cosiddetta "big Internet" (anch'esso del tutto indipendente dalla bontà della rete mobile), che vede l'affacciarsi sul mercato di grosse realtà multinazionali, quali Google ed Apple, mediante i servizi offerti globalmente agli utenti (YouTube, iTunes e più in generale, il mondo delle Apps) solitamente definiti come servizi "over the top", cioè che stanno al di sopra delle reti di trasporto (siano esse fisse oppure mobili).

Frequentemente, invece, si mescolano questi tre aspetti (terminale, rete, servizio) la cui proprietà, e dunque anche responsabilità, compete ad entità del tutto separate. Ciò accade talora per mancanza di informazione sulle effettive problematiche che intervengono nel definire la qualità di fruizione nell'accesso mobile ad un certo servizio.

In altri casi, invece, ciò scaturisce da una scelta cosciente che intende descrivere in modo più diretto ciò che accade all'utente mobile, cioè la sua QoE. Per ottenere questo scopo, si realizzano pro-

ve sperimentali, nelle quali si cerca di riprodurre alcuni comportamenti tipici dell'utente, ad esempio il browsing di alcuni siti web particolarmente gettonati oppure lo streaming video da siti come YouTube, o ancora il download di file audio Mp3 da siti podcast. I risultati che si ottengono sono sicuramente di lettura più immediata, in quanto danno l'impressione di fornire una risposta diretta alle domande che l'utente si pone; sono risultati del tipo: "Per scaricare un file di tot Mbyte dal sito Tal-dei-Tali abbiamo impiegato xxx secondi con l'operatore XXX, mentre con l'operatore YYY abbiamo impiegato yyy secondi".

A ben vedere però, un tale approccio solitamente fa nascere più problemi di quelli che cerca di risolvere; nel voler semplificare la risposta, si semplificano (e quindi si nascondono) i reali problemi che ci sono e si danno risposte che hanno una validità (e quindi un'utilità per l'utente) estremamente limitata. Basta infatti chiedersi: ma in quali condizioni sono state fatte queste prove? E subito ci si accorge di particolari, di cui nell'immediato non ci si dà pensiero, ma che a ben vedere sono determinanti: il terminale è lo stesso? La posizione geografica è dello stesso tipo cioè, se eravamo sotto l'antenna della Stazione base di XXX, con YYY era-

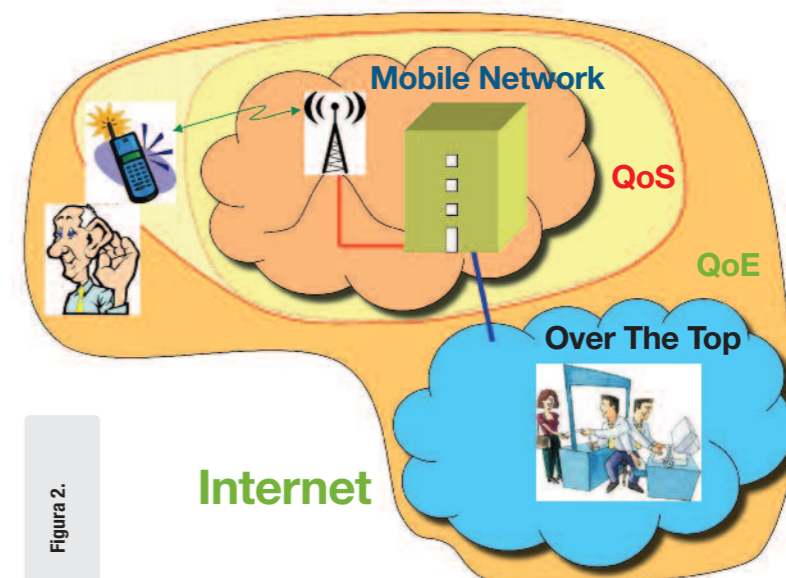


Figura 2.

Le principali componenti nella QoE (Quality of Experience)

vamo in condizioni analoghe? Il carico che era presente sulle reti era confrontabile? Il grado di richieste che stavano arrivando al sito Tal-dei-Tali era paragonabile nei due casi? Si comprende come tali e tanti sono i parametri che influenzano quel tipo di misura che, in fin dei conti, la risposta fornita non solo offre scarsa informazione aggiuntiva, ma neppure dà maggiore trasparenza per l'utente. Può, anzi, fargli credere che è vera un'affermazione, mentre a ben vedere sarebbe stato più aderente alla realtà delle cose l'affermazione contraria.

## Terminali, reti e servizi

Con questo ovviamente non si intende avallare una sorta di rassegnazione del tipo: cosa vuoi stare lì a misurare la qualità, tanto si può dire tutto ed il contrario di tutto, perché alla fine non ci si capisce niente!! L'intenzione di questo contributo (e del prossimo) è esattamente quella opposta: delineare un percorso, sicuramente complesso e irto di difficoltà, non breve ma nemmeno inesauribile, che possa condurre ad identificare con chiarezza e con la maggiore oggettività possibile quali sono gli attori in gioco, quale responsabilità portano e come si combinano le loro capacità tecniche nel fornire al-

l'utente una certa qualità complessiva nell'esperire un servizio mediante l'accesso mobile.

In particolare, chiariamo da subito, che la parte del leone, in positivo ed in negativo, viene svolta dalla rete mobile; accedere ai servizi Internet ad esempio da rete 2G o da rete 3G offre immediatamente una percezione diversa all'utente mobile; allo stesso tempo, come vedremo, l'accesso mobile richiede di non ragionare in modo identico all'accesso da rete fissa, e questo non solo per questioni di "prestazioni".

La nostra attenzione perciò si concentrerà principalmente sulla Qualità di Servizio (QoS) offerta dagli operatori di rete mobile, con l'obiettivo di cercare di evidenziare e di isolare quella parte di loro competenza nella complessiva esperienza in termini di qualità (QoE) che l'utente fa nell'accedere a servizi Internet da rete mobile.

Risulta infatti evidente (Figura 2) che l'aspetto di qualità collegato alla rete mobile, pur se di fondamentale e decisiva importanza, non è l'unico. Da un lato, infatti, i servizi che vengono offerti tramite la rete mobile sono collocati all'esterno di essa e sono accessibili solo transitando anche per la cosiddetta *big Internet*, di cui la parte mobile costituisce una parte, pur se con un ruolo ed una importanza via via crescente. La fruizione di tali servizi da parte

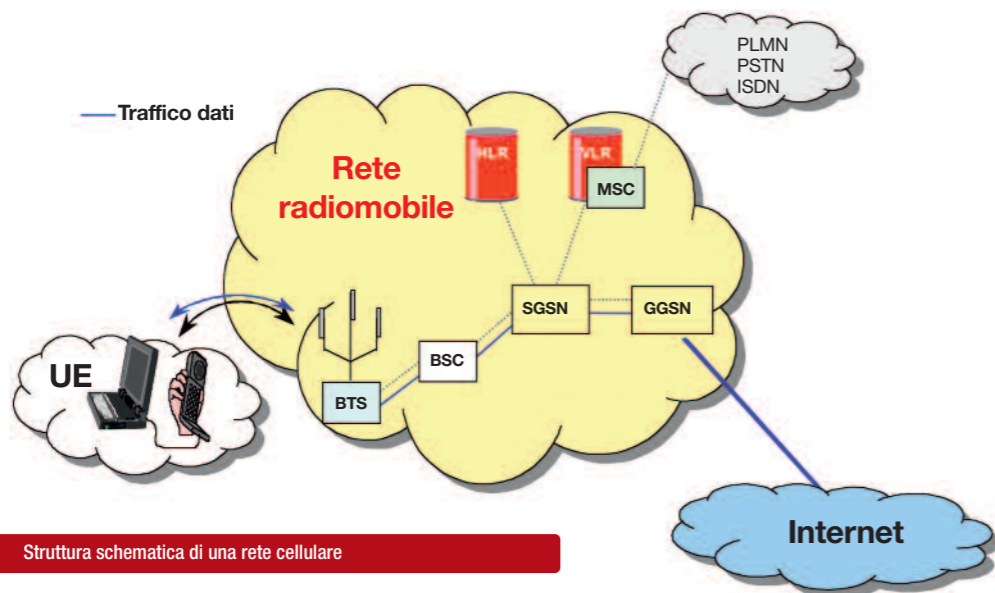


Figura 3.

Struttura schematica di una rete cellulare

dell'utente mobile risentirà dunque anche di aspetti esterni alla rete dell'operatore mobile: congestioni di rete (fissa) o saturazione dei server predisposti per offrire quel certo servizio, ad esempio, non possono infatti venire imputati alla rete mobile. Va d'altra parte evidenziato che le caratteristiche della rete mobile possono mettere a dura prova la fruizione di tali servizi, in quanto la difficoltà e l'ostilità ambientale che una rete mobile deve essere in grado di superare possono imporre vincoli alla comunicazione, che ne limitano il pieno dispiegarsi.

Dall'altro lato, quello proprio dell'utente, è consentito accedere alla rete mobile solo mediante apparati che dispongono di precise caratteristiche tecniche (in accordo ai vari standard radiomobili, quali il GSM, l'UMTS e la sua evoluzione HSPA, l'LTE e la sua evoluzione LTE-Advanced) e che lavorano su ben definite bande di frequenza, peraltro in continuo aggiornamento ed espansione a causa del rapido espandersi dei servizi fruibili da rete mobile e della conseguente fame di risorse spettrali che ne consegue. Pur essendo presente all'interno di tali terminali anche una parte di specifica competenza dell'operatore mobile, la SIM, il complesso dell'apparato risulta però esterno alla rete stessa, sia in termini di usabilità e di praticità d'uso che

esso offre, sia in termini di capacità tecniche offerte. È esperienza condivisa infatti il rilevare che nelle stesse condizioni geografiche e nello stesso istante di tempo con un tipo di cellulare sia possibile fare o ricevere chiamate quando invece con un altro tipo esse risultano degradate o addirittura precluse. Nell'ambito dei servizi Internet da mobile tale aspetto risulta ancora più amplificato e da tenere in forte considerazione.

## La QoS delle reti mobili

Di nuovo, anche se su una scala più limitata, quanto precede non deve però condurci a concludere che andare a caratterizzare la QoS della sola rete mobile sia operazione inutile o fuorviante. La rilevanza dell'accesso tramite rete mobile ne risulta invece ancora più evidenziato: proprio la presenza di tali aspetti mostra come sia determinante una rete mobile che sappia offrire al variegato panorama dei terminali ed alla pluralità di servizi Internet uno strumento da un lato affidabile e dall'altro tecnologicamente adeguato, come è la rete mobile nel suo complesso.

Per enucleare le caratteristiche della rete mobile per quanto attiene alla QoS, si pongono ora due ordini di problemi:

1. Individuare cosa andare a misurare (in modo che sia sufficientemente oggettivo: parametri di misura).
2. Individuare i confini della rete mobile (dove inizia e dove finisce: modalità di misura).

### I parametri di misura

È ora necessario definire alcuni parametri tecnici (KPI, Key Performance Indicator), che consentano di descrivere nel modo più generale ed accurato possibile, le caratteristiche delle reti mobili di accesso; sarà poi a partire da tali parametri tecnici che sarà possibile effettuare una ulteriore caratterizzazione degli aspetti di qualità inerenti sia i terminali d'utente, sia la fruizione dei servizi su Internet. Infatti, il nostro interesse è rivolto al QoS oggettivo (metriche direttamente misurabili, quali la velocità, il ritardo e la sua variabilità o la perdita di pacchetti) che a quello soggettivo (come l'utente percepisce il livello di servizio di una certa applicazione di rete o di un certo servizio). Passare dall'uno all'altro non è immediato, ma non è nemmeno impraticabile, dovendo chiarire le dipendenze funzionali dei livelli di qualità delle applicazioni da queste metriche oggettive. Come ambiti preliminari, si possono definire dei livelli minimi che i KPI devono rispettare perché la qualità di quel certo servizio o applicazione (quindi da un lato browsing, streaming, e-mail, e così via e dall'altro YouTube, Facebook, Google, ecc.) non risulti compromesso. Allo stesso modo, è possibile ipotizzare la definizione di certe soglie per i KPI oltre le quali si può ritenere che il livello di qualità di quel certo servizio o applicazione risulti di buon livello.

### Le modalità di misura

Facciamo riferimento alla struttura schematica di una rete mobile, come mostrato in Figura 3, per capire meglio dove essa inizi e dove essa finisca.

Uno dei "confini" della rete mobile sembra facilmente individuabile: è il cellulare oppure la chiavetta USB per dotare di connettività mobile un computer portatile. In realtà, il terminale d'utente è anche l'unico modo con cui ci si può collegare alla rete mobile, cioè viene a coincidere con la sonda stessa con cui si effettua la misura. In questo senso, utilizzare un terminale piuttosto che un altro non è la stessa cosa; tuttavia, l'impiego di uno stesso tipo di terminale per le varie reti mobili può consentire di depurare le valutazioni effettuate dalla sua influenza. Ovviamente, si tratterà di valutazioni comparative e non assolute, ma questo al momento costituisce già un primo elemento portante. Qualora si volesse estendere le valutazioni ad altri terminali (finanche tutti), si dovrebbe considerare il loro comportamento in riferimento a quello utilizzato ed effettuare una sorta di rinormalizzazione o taratura dei risultati in base alle differenze fra il terminale utilizzato nelle misure e quello specifico di interesse.

Come noto, l'attuale evoluzione delle reti mobili vede al loro interno la coesistenza, ed anzi la sinergia, di diversi sistemi o standard e di diverse bande di frequenze di lavoro, con caratteristiche e prestazioni in termini di KPI chiaramente distinti. Questo fatto rende ulteriormente complessa l'analisi della QoS per il generico utente, in quanto essa dipende fortemente dalla tipologia di terminale che si può astrattamente ipotizzare che egli stia utilizzando. Si possono immaginare diversi approcci: da quello che evidenzia i valori limite o di picco che la rete può offrire in termini di KPI; a quello che considera il terminale d'utente medio o più utilizzato; a quello, per certi versi opposto, che cerca di sintetizzare in un unico valore il comportamento medio della singola rete mobile (sulla base dei KPI globali di rete e considerando come

gli utenti si distribuiscono fra i vari servizi ed applicazioni), ossia il grado di soddisfazione globale dell'utente medio.

L'altro "confine" della rete mobile è costituito dal suo punto di connessione alla rete Internet. In Figura 3 è schematizzata in modo estremamente sintetico e semplificato la struttura di un sistema cellulare allo scopo di identificare quali sono le interfacce logiche che si possono considerare per collocare i server di misura e ottenere misure di qualità dell'accesso a Internet corrette ed accurate; come si vede dalla Figura 3, le reti radiomobili dei diversi operatori sono connesse alle reti a pacchetto esterne, cioè in sostanza alla rete Internet con cui scambiano i flussi di informazione, attraverso nodi chiamati GGSN (Gateway GPRS Support Node). Una prima ipotesi potrebbe essere quella di collocare i server di misura proprio in corrispondenza di questi nodi. Va tuttavia sottolineato che i nodi GGSN sono a tutti gli effetti parte integrante della rete di ciascun operatore e, come tali, ad esso appartengono. Inoltre il numero complessivo di nodi GGSN da prendere in considerazione sul territorio nazionale potrebbe essere non trascurabile, con un conseguente aumento delle difficoltà realizzative e dei costi da sostenere.

Per i motivi esposti è quindi utile considerare l'ipotesi di collocare i server di misura per la qualità dell'accesso a Internet da rete mobile presso i NAP (utilizzando quindi una struttura analoga a quella della misura su rete fissa e riportata a pag. 46 del numero 277 di *Media Duemila*). Ciascun nodo GGSN, infatti, instrada il traffico dati verso la rete Internet, avvalendosi di una infrastruttura di rete propria dell'operatore che li collega ai NAP. Si delinea perciò la struttura del sistema di misura riportata in Figura 4, dove si nota come tutto il traffico scambiato tra il NAP e i terminali d'utente transiti esclusivamente sulla rete dell'operatore sotto test. All'interno dei nodi di interscambio (NAP), i server potrebbero essere direttamente connessi sulla LAN di peering, garantendo un collegamento diretto tra gli apparati di misura e le reti mobili misurate e quindi l'effettuazione dei test di misura esclusivamente sulle reti (o sui segmenti di rete) di responsabilità degli operatori.

Con ciò, si può limitare il nostro obiettivo a fotografare la qualità della sola rete mobile; si intende però mantenere il fuoco sulla dipendenza di questa dalla tipologia di terminale, dalle applicazioni o servizi fruiti, nonché dalla pianificazione di rete in termini

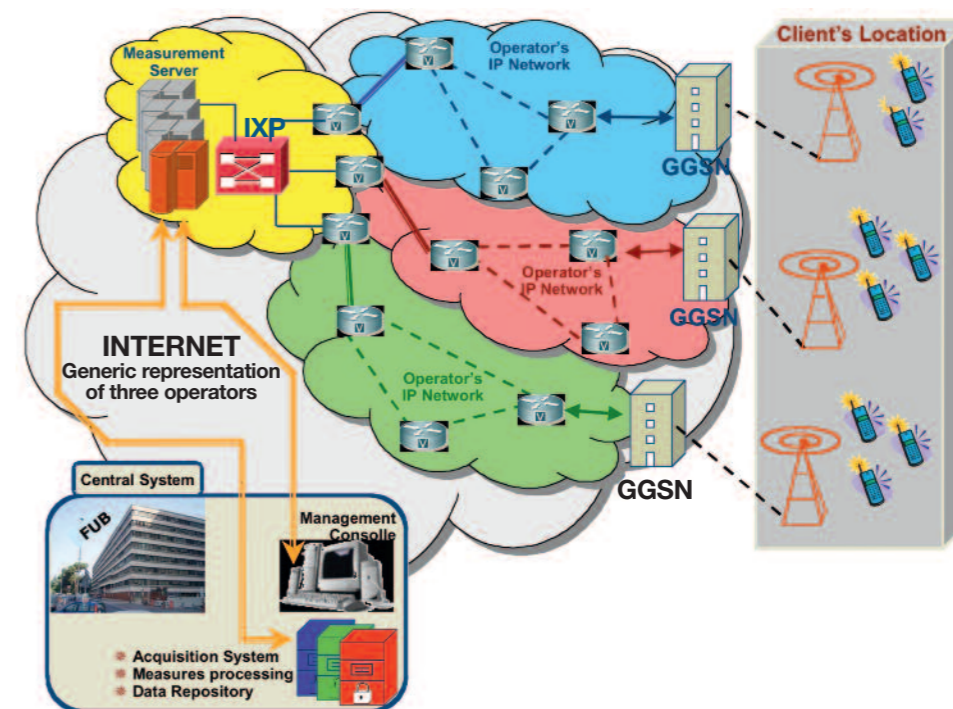


Figura 4.

Possibile architettura del sistema di valutazione della qualità dell'accesso a Internet da rete mobile

### L'ESPERIENZA SPAGNOLA

Le condizioni relative alla Qualità del Servizio nella fornitura dei servizi di comunicazione elettronica, come prevede il Real Decreto 424/2005, sono oggetto dell'ORDEN ITC/912/2006 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC). Col medesimo Orden è stata inoltre istituita una Commissione per il monitoraggio della qualità nella fornitura dei servizi di telecomunicazione.

A partire dal gennaio 2009, tale Commissione ha definito come tecnologie rilevanti per il servizio di accesso a Internet quelle che:

- considerate individualmente, siano impiegate almeno dal 10% del totale degli utenti dei servizi di accesso a Internet;
- appartengano al gruppo di tecnologie più impiegate che, considerate nel loro complesso, includano

almeno l'85% del totale degli utenti dei servizi di accesso a Internet, fra cui ricadono le tecnologie di accesso basate su HSDPA.

Il Ministero ITC pubblica trimestralmente un "Report di monitoraggio dei livelli di QoS - Servizio telefonico mobile", che contiene i dati aggregati trimestrali dei parametri di QoS, forniti dai maggiori operatori.

### L'ESPERIENZA FRANCESE

L'indagine sulla qualità del servizio, svolta e pubblicata annualmente dall'Autorità per la Regolamentazione delle Comunicazioni Elettroniche e delle Poste (ARCEP) a partire dal 1997, intende da un lato fornire, su base comparativa, al mercato e ai consumatori una percezione della qualità del servizio delle reti mobili (2G e 3G) per condizioni di utilizzo vicine all'uso quotidiano e, dall'altro, verificare che gli operatori raggiungano gli obiettivi fissati dalle proprie specifiche in materia di qualità del servizio.

Le autorizzazioni degli operatori di telefonia mobile prevedono infatti la realizzazione di un rapporto sulla QoS di cui sostengono i costi. ARCEP prepara per questo scopo, in consultazione con gli operatori, una specifica con i dettagli della metodologia per lo svolgimento delle valutazioni sia per servizio voce che per servizio dati nonché la pubblicazione dei relativi risultati.

Le misure di servizio dati sono effettuate:

- A** - nelle 12 città più popolate;
- B** - in 20 città di media grandezza;

Oltre a sms ed mms (circa 400 per A e 350 per B), viene valutata la QoS per accesso WAP (circa 800 per A e 700 per B) e per videochiamate (circa 250 in indoor e in outdoor solo per A) mediante terminali, mentre per FTP si utilizza un portatile con chiavetta USB (circa 800 sia in Download che in Upload per A; circa 700, Down e Upload, per B).

## L'ESPERIENZA BRITANNICA



Fin dal 2000, la società britannica Epiro ha pubblicato con regolarità rapporti sull'indice di prestazione della rete Internet (IPI - Internet Performance Index), ottenuti dalla valutazione di numerosi KPI, che influenzano l'esperienza degli utenti. Nell'autunno 2008 Epiro ha avviato un progetto di ricerca, finalizzato alla valutazione della QoE (Quality of Experience) sperimentata dagli utenti dei servizi mobili a banda larga, con particolare riferimento alle reti cellulari in tecnologia HSDPA: i dati raccolti da dicembre 2008 fino a maggio 2009 sono presenti in un rapporto di giugno 2009. I dati sono stati raccolti principalmente attraverso un'applicazione gratuita che consente agli utenti di classificare il livello effettivo del servizio di cui godono e di confrontarlo con quello di altri ISP nella medesima area. In aggiunta, sono stati raccolti dati anche attraverso l'impiego di sonde hardware e Pc opportunamente configurati, che hanno consentito di ottenere, attraverso *drive tests*, valori di riferimento cui riportare le misure ottenute dagli agenti software.

L'approccio seguito nel Regno Unito da Epiro privilegia la valutazione della QoE, anziché quella della QoS. I servizi indicativi per le valutazioni delle prestazioni della rete a banda larga sono identificati in: Web browsing, e-mail, Download di file audio e/o video, Streaming e Gaming.

Nel settembre del 2010, Epiro è stata incaricata da OFCOM di valutare la qualità dei servizi offerti dai gestori radiomobili britannici. In questo progetto di ricerca, da settembre 2010 fino a gennaio 2011, Epiro misurerà, attraverso un proprio software, diversi KPI cruciali per la valutazione della qualità sperimentata dagli utenti, tra cui l'accessibilità, l'affidabilità e la velocità di trasmissione dati. I dati raccolti serviranno a determinare le variazioni degli indicatori in funzione dell'operatore, del tempo, delle aree geografiche e di altri numerosi fattori.

L'infrastruttura di misura dispiegata vedrà l'utilizzo di tre differenti modalità di misura:

- Sonde fisse (statiche) per esaminare le prestazioni di rete in aree con buona copertura 3G.
- Misure sia in movimento che statiche in un certo numero di scenari sia urbani che rurali per ottenere misure di riferimento in quattro particolari regioni.
- Software installato direttamente su apparati mobili (schede e chiavette) di un gruppo selezionato di utenti finali per acquisire la reale percezione del fruitore di servizi mobili a larga banda.

Nel giro di alcuni mesi (aprile 2011) dovrebbe venire pubblicato il resoconto finale di tale progetto.

di standard e banda di frequenza. A tali problematiche è necessario dare risposta mediante un opportuno progetto dell'architettura del sistema di misura della QoS, sapendo quali sono le tecniche su cui contare ed i parametri che si vuole misurare. Nel prossimo numero cercheremo di evidenziare da un lato le possibili criticità, legate alle caratteri-

stiche delle reti mobili ed alle modalità di misura dei KPI di interesse, e dall'altro le possibili tecniche che è possibile mettere in campo. Accanto agli aspetti comuni a quanto già intrapreso per la misura della qualità di servizio sulla rete fissa, è perciò opportuno evidenziare le specificità, senza nascondere le difficoltà e le differenze, anche sostanziali, esistenti. ■