

LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DELLE CAMPAGNE DI MISURE SUL CAMPO (*DRIVE TEST*) DELLA QUALITÀ DEL SERVIZIO DATI IN MOBILITÀ - CAMPAGNA 2015.

EXECUTIVE SUMMARY

L'attività di rilevazione della Qualità di Servizio relativa alle connessioni dati per le reti mobili italiane, in attuazione delle delibere n. 154/12/CONS e n.580/15/CONS, può essere sintetizzata nei seguenti punti salienti:

1. Per sua natura, il servizio mobile non è legato ad una specifica posizione, ma ad un'area, pur se estesa all'intero territorio nazionale; non essendo possibile effettuare una verifica in tutti i punti dell'area, è necessario procedere mediante un **approccio statistico**, campionando la qualità offerta dalle reti in certi **punti di test**, opportunamente scelti.
2. Le misure vengono effettuate all'esterno degli edifici, mediante **mezzi mobili** che si spostano sul territorio da un punto all'altro, opportunamente attrezzati per rilevare **contemporaneamente tutte e quattro le reti mobili**.
3. I criteri di definizione dei punti di test sono sostanzialmente definiti:
 - a. dall'**omogeneità** di distribuzione sul territorio italiano di tali punti (tutte le aree sono rappresentate)
 - b. dall'**alta densità di popolazione** nell'intorno del punto di verifica (esplorare meglio le zone più critiche e nelle quali il servizio è più richiesto o necessario).
4. Per ottemperare a tali criteri generali si è scelto di procedere in questo modo:
 - a. Selezionare, per il 2015, le **40 città più popolate** di ogni **regione** italiana (di norma due per regione, con alcune eccezioni che saranno di seguito descritte)
 - b. All'interno del territorio comunale di ogni capoluogo, si selezionano le zone con **elevata densità abitativa** (quadrati di lato 500 metri, con più di 1800 ab./kmq).
5. Le metodologie di misura adottate sono di due tipi:
 - a. **Misure nomadiche** (con il mezzo fermo) di **durata** intorno ai **15 minuti**, realizzate in un punto qualsiasi, all'interno dell'area quadrata prescelta, di lato 500 metri, aventi carattere di rilevazione ufficiale della qualità delle reti.
 - b. **Misure dinamiche** (con il mezzo in movimento), effettuate durante gli spostamenti fra una misura nomadica e l'altra (dinamiche urbane), oppure fra una città e l'altra (dinamiche extraurbane), aventi carattere di rilevazione ufficiale della qualità delle reti a partire dalla campagna 2015.
6. Le rilevazioni hanno una cadenza, per quanto possibile, **semestrale**, con previsione di:
 - a. circa **4 mesi** per le **campagne di misura** in circa **1.200 punti** con il mezzo mobile;
 - b. Circa **2 mesi** per l'**elaborazione** dei dati e la **produzione delle relazioni** tecniche,
7. Per **la campagna di misura dell'anno 2015** sono previste quindi le seguenti tempistiche:
 - a. Avvio: **dicembre 2015**
 - b. Conclusione: **maggio 2016**
 - c. Post-elaborazione: da concludere entro **luglio 2016**
 - d. Pubblicazione preliminare: entro **agosto 2016**, contestualmente alla pubblicazione dei risultati della campagna svolta nel 2014 (ai sensi dell'art.7 della delibera n. 580/15/CONS).
 - e. Pubblicazioni intermedie e pubblicazione definitiva: **entro il primo semestre 2017**.
8. Le misure saranno effettuate per il 2015 e per il 2016 (e quindi anche per la campagna in oggetto) su **terminali d'utente smartphone LTE (Samsung Galaxy S5) basati sul sistema operativo Android**, mediante un collegamento alle reti mobili.



9. Le misure consentono di registrare le **prestazioni della sola rete mobile**, perché sono basate sul collegamento fra i terminali d'utente ed un server collocato al NAP, cioè al bordo esterno della rete mobile, cioè al confine fra rete mobile e Big Internet.
10. La campagna in esame viene svolta nelle medesime 40 città già visitate nel corso della campagna del 2014.
11. Il drive test sulle reti 4G si espleta su 10 città, scelte tra quelle più popolose della nazione, con il vincolo di essere rappresentative di 10 diverse regioni italiane. Nelle rimanenti 30 città i test vengono svolti esclusivamente sulle reti tradizionali 3G/2G.

INDICE DEGLI ARGOMENTI

Sommario

1.	Introduzione	5
2.	Organizzazione del documento	5
3.	Descrizione degli indicatori	6
3.1	Velocità di trasmissione (throughput) dei dati in download, upload e browsing.	6
3.2	Tasso di insuccesso nella trasmissione dati (Download/Upload/Browsing)	7
3.3	Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati (Download/Upload/Browsing).....	7
3.4	Tasso di perdita dei pacchetti (Packet Loss).....	7
3.5	Ritardo di trasmissione dati (Latency/Delay; Round Trip Time).....	7
3.6	Variabilità del ritardo (Jitter)	7
3.7	Valutazioni statistiche.....	8
4.	Definizione delle modalità e del sistema di misura per gli indicatori.....	9
4.1	Introduzione: modalità di misura.....	10
4.2	Città oggetto di misura.....	11
4.3	Criteri di selezione dei punti di misura.....	14
	Confini comunali.....	16
	Pixel totali delle prime 20 città	16
	Pixel totali delle nuove 20 città.....	16
	Pixel totali delle 40 città.....	16
	Pixel selezionabili delle prime 20 città	16
	Pixel selezionabili delle nuove 20 città.....	17
	Pixel selezionabili totali per le 40 città	17
	Determinazione del numero di pixel di test per città	17
4.4	Esempio di selezione dei punti nei comuni	19
4.5	Descrizione delle caratteristiche di misura end-to-end.....	22
4.6	Descrizione del sistema di misura in campo.....	22
4.7	Descrizione del formato delle misure raccolte	23
4.8	Caratteristiche del server di misura	23
4.9	Distribuzione temporale delle misure	23
4.10	Distribuzione temporale delle misure in una singola campagna.....	23
4.11	Giorni e ore di misura	24
4.12	Schedulazione delle campagne	24
4.13	Punti statici in cui effettuare le misure.....	24
4.14	Numerosità di prove per indicatore.....	26
4.15	Dispositivo di test e suo aggiornamento	26
5.	Modello operativo - ruoli del soggetto affidatario, degli operatori e dell’ Autorità.	28
6.	Metodologia di esecuzione delle misure per gli indicatori	30
6.1	Generalità.....	30
6.2	Descrizione del ciclo di test.....	30
6.3	KPI “TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI HTTP UPLOAD”	33

6.4	KPI “TASSO DI INACCESSIBILITA’ DELLA TRASMISSIONE DATI HTTP UPLOAD”	33
6.5	KPI “VELOCITA’ DI TRASMISSIONE DATI HTTP UPLOAD”	34
6.6	KPI “TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD”	34
6.7	KPI “TASSO DI INACCESSIBILITA’ DELLA TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD”	35
6.8	KPI “VELOCITA’ DI TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD”	35
6.9	KPI “TASSO DI INSUCCESSO NAVIGAZIONE HTTP”	36
6.10	KPI “TASSO DI INACCESSIBILITA’ DELLA NAVIGAZIONE HTTP”	36
6.11	KPI “TEMPO DI NAVIGAZIONE HTTP”	37
6.12	KPI “TASSO DI INSUCCESSO NAVIGAZIONE HTTPS”	37
6.13	KPI “TASSO DI INACCESSIBILITA’ NAVIGAZIONE HTTPS”	38
6.14	KPI “TEMPO DI NAVIGAZIONE HTTPS”	38
6.15	KPI “RITARDO DI TRASMISSIONE DATI (ROUND TRIP TIME)”	39
6.16	KPI “TASSO DI PERDITA DEI PACCHETTI”	39
6.17	KPI “VARIABILITA’ DEL RITARDO (JITTER)”	39
6.18	KPI “VIDEOSTREAMING”	40
6.19	TABELLA RIASSUNTIVA DELLE MISURE DEI KPI	40
7.	Condivisione dei risultati	41
8.	Rappresentazione dei risultati	42
8.1	Aggregazione statistica per condivisione dei risultati comparativi ad uso esclusivo del tavolo tecnico.	42
8.2	Presentazione dei risultati complessivi ad uso pubblicazione.	44
8.3	Presentazione dei risultati comparativi ad uso pubblicazione (interfaccia grafica).	46
9.	Processo di invalidazione delle misure	47
9.1	Motivi per l’invalidazione di un test	47
9.2	Tempistiche previste per la comunicazione di richiesta di invalidazione	48
9.3	Modalità di comunicazione delle richieste di invalidazione	48
9.4	Invalidazione del test	48
10.	Peculiarità e decisioni operative per la campagna 2015.	48
10.1	Strumentazione e dispositivi terminali di test	48
10.2	Calendario delle misurazioni	49
10.3	Precisazioni sulle limitazioni della tecnica dei drive test	50
10.4	Piani commerciali di riferimento.	50
10.5	Approfondimenti sulla Best Technology e relativi dati di diffusione	51
10.6	Configurazioni di priorità delle SIM	54
10.7	Definizione delle fasce di rappresentazione dei risultati comparati.	56



1. Introduzione

Questo documento ha lo scopo di definire le linee guida in termini di requisiti tecnici e funzionali per la progettazione, l'esecuzione e la gestione delle campagne di misure sul campo per la verifica della qualità del servizio dati in mobilità sulle varie reti d'accesso a tale servizio, disponibili sul territorio nazionale, come stabilito dalla delibera Agcom n.154/12/CONS, articolo 8, comma 2 (articolo 7, comma 2 del testo consolidato con le modifiche introdotte dalla delibera n.580/15/CONS).

Lo scopo delle misure è la rilevazione delle prestazioni del servizio relativo alla sola rete mobile di accesso, stimulate attraverso l'esecuzione di test attivi che si svolgono tra opportuni dispositivi mobili (client) e server dedicati.

Eventuali aggiornamenti alle modalità e metodologia di misura potranno essere effettuate, qualora giustificato dall'evoluzione tecnologica delle reti, dalla raccolta storica delle rilevazioni e da rilevanti mutamenti nei servizi fruiti dagli utenti.

Questa versione del documento definisce le linee guida generali e quelle specifiche per la sessione 2015 delle campagne di misura sul campo.

TUTTO QUANTO SPECIFICATO NEL PRESENTE DOCUMENTO, ANCHE SE NON ESPLICITAMENTE INDICATO, DEVE INTENDERSI DUNQUE RIFERITO ESCLUSIVAMENTE ALLA CAMPAGNA DI MISURA DEL 2015.

2. Organizzazione del documento

Il documento è organizzato in diverse sezioni, che definiscono principalmente:

- descrizione e significato degli indicatori e relativi criteri di misurazione,
- configurazione di rete del sistema di misura,
- modalità e condizioni operative delle misurazioni,
- città oggetto delle misure,
- definizione dell'area (pixel) entro cui individuare il singolo punto di misura (campione),
- criterio di selezione dei punti di misura,
- architettura e caratteristiche del sistema e della strumentazione di misura,
- formato delle misure raccolte,
- caratteristiche del server di misura,
- distribuzione temporale delle misure per singola campagna e stima di giorni e ore di misura,
- durata delle campagne (fase di acquisizione e fase di elaborazione),
- criterio di assegnazione dei punti di misura per singola città,
- criteri di selezione e aggiornamento dei terminali (*device*) di test,
- cicli di test e protocolli di livello applicazione utilizzati,
- criteri di riservatezza e condivisione dei risultati tra gli operatori,

- metodologie di aggregazione statistica e criteri di pubblicazione dei risultati,
- criteri di rappresentazione dei risultati comparati in fasce,
- processo di invalidazione di specifiche misure.

3. Descrizione degli indicatori

L'accesso a Internet si presenta come un insieme di collegamenti e servizi, che devono essere disponibili in combinazione. La qualità percepita dall'utente dei servizi via Internet è quindi influenzata dalla qualità di ogni singolo elemento dell'insieme connessione/servizio.

Per la valutazione della qualità dell'accesso ad Internet da rete mobile si vuole cercare di evidenziare, per quanto possibile, il contributo relativo al degrado della qualità nella fruizione di un certo servizio, da imputarsi alla sola rete mobile.

Per ottenere tale obiettivo, si provvede a valutare la qualità di un collegamento dati opportunamente progettato; esso è costituito dal collegamento fra una sonda di test, costituita da un dispositivo, le cui caratteristiche verranno descritte al paragrafo 4.15, opportunamente controllato da adeguata strumentazione come descritto nel paragrafo 4.6, ed un server, collocato ai bordi della rete mobile stessa e perciò utilmente collegato alla LAN di *peering* del NAP di interconnessione alla "big Internet", con il quale la sonda instaura appropriate sessioni dati, da cui vengono tratte le metriche di seguito descritte.

3.1 Velocità di trasmissione (*throughput*) dei dati in download, upload e browsing.

La velocità di trasmissione dati è definita come la velocità di trasmissione raggiunta, utilizzando un protocollo di tipo TCP, separatamente per download e upload di specifici file di prova, e per browsing di specifiche pagine web di prova, fra il dispositivo che effettua il test ed il server, collocato al bordo della rete mobile considerata ed ospitato presso il NAP di interconnessione.

Possono essere fornite, separatamente per la direzione di download e per quella di upload, le relative statistiche, definite al paragrafo 3.77 e al cap.8.

La velocità di trasmissione è definita come il rapporto fra la quantità di dati trasmessi ed il tempo di trasmissione. Il tempo di trasmissione è il periodo di tempo calcolato da quando la rete di accesso mobile ha ricevuto le informazioni necessarie per avviare la trasmissione fino a quando l'ultimo bit di dati è stato ricevuto. Tale definizione può riferirsi a due diverse modalità di svolgimento del test, dette "fixed-size" e "fixed-duration". Nella prima viene interamente trasmesso un file di dimensione prefissata e viene misurato il tempo impiegato. Nella seconda viene prefissato il periodo di tempo e viene misurata la quantità di dati trasmessi, avendo cura di utilizzare un file di opportune dimensioni, tale che non possa essere interamente trasmesso.

In alternativa alla velocità di trasmissione dei dati, per la quantificazione delle prestazioni misurate in un test si può utilizzare il tempo di trasmissione (Duration), riferito al trasferimento di una prefissata quantità di dati. Per i test di navigazione HTTP, ad esempio, viene misurato il tempo necessario per lo scaricamento dal server di una pagina predefinita.

3.2 Tasso di insuccesso nella trasmissione dati (Download/Upload/Browsing)

La percentuale di trasmissione dati senza successo è definita come il rapporto fra le trasmissioni dati senza successo ed il numero totale di tentativi di trasmissione dati. Una trasmissione dati non ha successo quando il file di test non viene trasmesso completamente e/o privo di errori entro un tempo limite predefinito (time-out), nel caso di trasmissione “fixed-size” o browsing, o quando la trasmissione non viene completata senza errori per tutto il tempo previsto nel caso “fixed-duration”. In questo senso, si applica unicamente a trasmissioni dati di tipo TCP.

3.3 Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati (Download/Upload/Browsing)

La percentuale di mancata accessibilità al servizio di trasmissione dati è definita come il rapporto tra le sessioni (del protocollo di tipo TCP utilizzato) fallite durante la fase di predisposizione al trasferimento dati e il numero totale delle sessioni avviate dal client. Il tasso di inaccessibilità è importante per stabilire in che misura il servizio sia fruibile, ancor prima di verificare, una volta che si inizi a fruire del servizio, quanto spesso non si disponga più del servizio prima della fine della sessione (tasso di insuccesso) e che prestazioni (throughput) il servizio, quando completamente fruito, abbia fornito.

3.4 Tasso di perdita dei pacchetti (Packet Loss)

Il tasso di perdita dei pacchetti ha un effetto molto diretto sulla qualità delle informazioni ricevute dall'utente. Il protocollo di tipo TCP cerca di garantire l'integrità nella trasmissione dei dati inviati, cosa che invece non avviene nel caso di protocolli di tipo UDP. Quindi, questo tipo di parametro è fondamentale nelle trasmissioni UDP, ma trova applicazione anche in quelle TCP, laddove la connessione sia particolarmente degradata. Il tasso di perdita dei pacchetti (*packet loss*) viene definito come il rapporto fra i pacchetti persi o non correttamente giunti a destinazione ed il numero totale di pacchetti inviati.

3.5 Ritardo di trasmissione dati (Latency/Delay; Round Trip Time)

Il ritardo di trasmissione in una connessione può dare effetti più o meno dannosi a seconda del tipo di servizio supportato dalla connessione (VoIP, FTP, etc). Inoltre, il comportamento del protocollo TCP risente della presenza di elevati ritardi. E' quindi opportuno effettuare una caratterizzazione del ritardo di trasmissione della connessione tramite il comando Echo Request/Reply (Ping) ad un indirizzo IP valido, in accordo con il protocollo ICMP (RFC 792: "Internet Control Message Protocol"), che fornisce una misura del Round-Trip-Time (RTT), ossia del tempo di andata e ritorno di un pacchetto. Nelle reti mobili può avere interesse andare a considerare il parametro RTT calcolato sia dal lato “dispositivo mobile” che dal lato “rete fissa”, in quanto spesso esiste una forte asimmetria tra tali valori.

3.6 Variabilità del ritardo (Jitter)

Assieme al ritardo ed alla perdita di pacchetti, la variabilità del ritardo (normalmente nota come “jitter”) viene di solito inserita fra i parametri rilevanti per caratterizzare le prestazioni dell'accesso Internet, in quanto alcuni servizi sono fortemente sensibili a tale parametro, soprattutto se di tipo “real-time”. La variabilità assoluta del ritardo è la differenza dei ritardi fra pacchetti consecutivi. Oltre alla media della variabilità assoluta del ritardo, per il monitoraggio dei servizi di tipo real-time



si utilizza una media mobile della variabilità assoluta (come per esempio nel Real-Time Protocol - RTP) oppure altre statistiche del primo ordine, quali la varianza oppure il 10° e 90° percentile.

3.7 Valutazioni statistiche

I precedenti indicatori possono essere descritti statisticamente mediante opportune metriche; oltre al parametro di prima rilevazione, ossia al valore medio. Se si eccettuano gli indicatori di qualità “Tasso di insuccesso della trasmissione dati”, “Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati” e “Tasso di perdita dei pacchetti”, che, essendo basati su un valore dicotomico quale è l’evento successo/insuccesso, sono sufficientemente descritti dalla proporzione di eventi sul totale, per tutti gli altri indicatori si possono aggiungere anche i seguenti parametri statistici:

- a) varianza e/o deviazione standard,
- b) 5° e 95° percentile,
- c) minimo assoluto (percentile zero), massimo assoluto (100° percentile), mediana (50° percentile),
- d) distribuzione cumulativa.

Tali parametri sono calcolati sull’insieme dei risultati ottenuti al netto di quelli che rientrano nella coda inferiore e nella coda superiore dei risultati stessi, come qui di seguito illustrato e chiarito. Considerata l’estrema variabilità di situazioni e di condizioni in cui può operare una connessione mobile, sia legata ad aspetti propagativi che di traffico e di configurazione/sistema, è infatti possibile che si riscontrino tutta una serie di valori anomali all’interno dei campioni raccolti, i cosiddetti “*outlier*”. Per evitare che la loro presenza alteri in modo significativo la statistica complessiva dei diversi indicatori, si ritiene opportuno risolvere tale problematica di rappresentatività dei campioni operando un filtraggio dei dati grezzi che vengono registrati. La metodologia operativa da utilizzare, in proposito, consiste nell’eliminare le due code, inferiore e superiore, delle distribuzioni cumulative rappresentative dei dati grezzi, rimuovendo da tutte le analisi successive il 5% dei campioni sia nella coda inferiore che in quella superiore. In tal modo, di tutti i dati grezzi raccolti vengono considerati, come effettivamente rappresentativi ai fini statistici di un certo indicatore, solamente quelli compresi fra le suddette code inferiori e superiori: dunque a tutti gli effetti, i campioni rilevati che saranno considerati per le elaborazioni statistiche successive saranno solamente il 90% di quelli grezzi che sono stati raccolti. Ovviamente, quando si parla di dati grezzi raccolti, si intende fare riferimento ai risultati degli “atomi” di misura di cui si tratterà nel seguito.

Effettuato un tale filtraggio preliminare dei dati grezzi, i rimanenti dati che subiranno il post-processing statistico, hanno tutti quanti una loro validità e rappresentatività; risulta pertanto ragionevole esporre come ulteriori parametri di informazione statistica anche quelli di cui al precedente punto c), ossia valore minimo (percentile zero), valore massimo (100° percentile) e mediana (50° percentile).¹:

¹ La opportunità di pubblicare, o meno, anche le metriche sul valor minimo e valor massimo e 50° percentile è stata concordata nell’ambito dei lavori del Tavolo tecnico sulla qualità dei servizi di comunicazioni mobili

4. Definizione delle modalità e del sistema di misura per gli indicatori

Un'adeguata misura della qualità dei servizi dati su rete mobile deve essere effettuata in modo da essere rappresentativa il più possibile di quanto disponibile all'utente finale in termini degli indicatori di prestazione che sono stati individuati.

Per garantire omogeneità e confrontabilità tra i risultati ottenuti, è necessario che i server di misura siano posti il più vicino possibile al gateway che interconnette la rete dell'operatore radiomobile, che fornisce l'accesso fisico all'utente finale, con la rete di accesso alla Internet Pubblica, così da evitare che le caratteristiche e la qualità di quest'ultima rete possano avere impatto sulle misure.

Può quindi essere molto utile fare riferimento all'esperienza disponibile grazie alle attività di misura già in corso per la valutazione della qualità dell'accesso a internet da postazione fissa, realizzate secondo quanto disposto dalla Delibera dell'Autorità n. 244/08/CSP e s.m.i.



Figura 1 – Rappresentazione schematica dell'accesso fisico alla rete internet, oggetto della misura

In linea di principio l'oggetto della misura è rappresentato dalle prestazioni della rete che interconnette un utente finale (client) ed un server di misura collocato al cosiddetto IXP (Internet eXchange Point), come illustrato in Figura 1.

Il sistema di misura adotta un approccio di tipo *client oriented* che prevede che l'intelligenza per l'esecuzione delle misure risieda non soltanto nei server, ma anche negli agenti di misura. I server di misura possono essere posizionati presso i principali NAP (Neutral Access Point) italiani (ad esempio Roma, Milano, Torino), e rappresentano il "bersaglio" verso cui puntano le misure generate dai terminali.

L'architettura descritta si presta per essere adottata anche nella realizzazione di misure della qualità dell'accesso a internet da postazione mobile, per le quali si può delineare la struttura del sistema di misura riportata in Figura 2. La configurazione di rete sarà basata su un server di misura, posizionato al NAP di Milano (MIX), per la motivazione primaria di omogeneità di trattamento delle diverse reti mobili, che afferiscono tutte a tale IXP. La preesistenza di server di misura gestiti dalla FUB, per le attività di cui alla 244/08/CSP, nel predetto sito, in cui la FUB risulta quindi già accreditata, costituisce un innegabile vantaggio, in termini di esperienza, di sinergie e di costi.

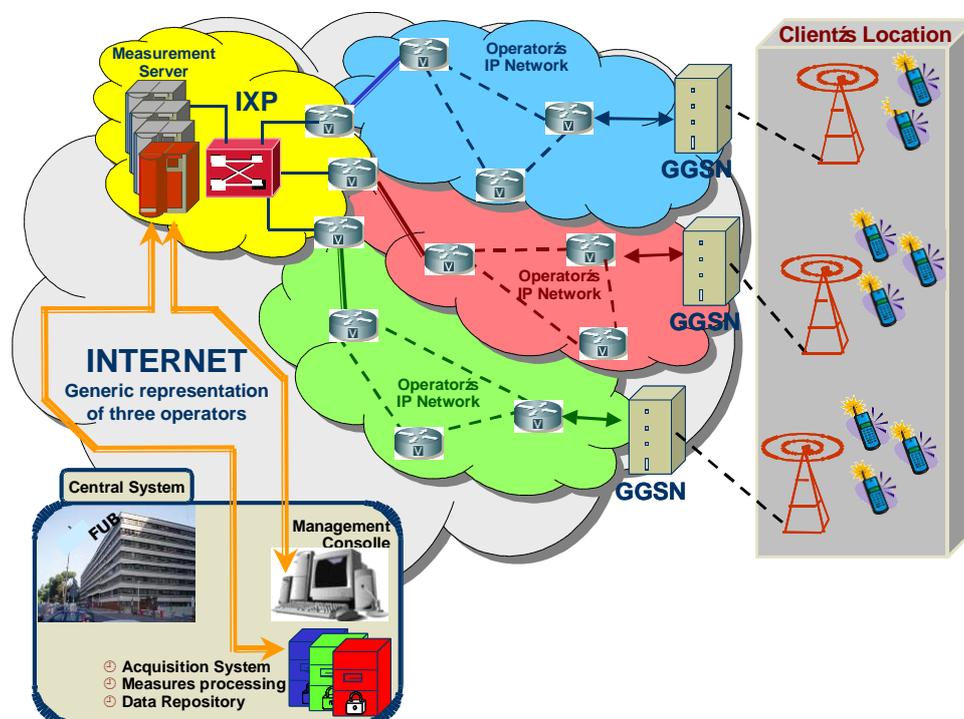


Figura 2 – Architettura del sistema di valutazione della qualità dell'accesso a internet da rete mobile.

4.1 Introduzione: modalità di misura

Una sessione di misura si basa sulla ripetizione periodica di alcune misure elementari (atomi). Tali misure devono essere rappresentative della situazione istantanea del canale che si sta sondando.

In una rete radiomobile, gli aspetti che rendono la scelta di una misura tipica di difficile definizione sono numerosi. Da un lato, la grande variabilità temporale-spaziale del canale di trasmissione e degli scenari del collegamento; dall'altro la condivisione della risorsa frequenziale fra più utenti, che vincola le prestazioni di un singolo utente a quanto richiesto dagli altri utenti.

Per poter catturare una condizione del sistema mobile che sia sufficientemente indicativa, si può operare in due direzioni. Da un lato, limitare la variabilità delle condizioni operative e quindi della propagazione, effettuando misure in condizioni statiche con tempi di realizzazione anche lunghi, al fine di mediare sia sui transitori del protocollo utilizzato che sulle fluttuazioni nel traffico che afferisce alla cella considerata; dall'altro, valutare la qualità anche in condizioni di mobilità, ma



ricorrendo a singole misure i cui tempi di realizzazione siano abbastanza brevi, per seguire le fluttuazioni del canale radio, ma lunghi a sufficienza da poter garantire l'esclusione di qualsiasi transitorio dato dal protocollo con il quale si effettua la misura (si parla quindi di misure in condizioni "nomadiche"²).

I vantaggi che si possono ottenere da misure nomadiche sul campo possono riassumersi come segue:

- le valutazioni vengono fatte da un punto di vista che rispecchia la percezione dell'utente;
- le rilevazioni consentono di rendere maggiormente confrontabili i risultati ottenuti per diverse reti poiché le misure possono esser fatte negli stessi luoghi e negli stessi istanti;
- i punti dove c'è scarsità o assenza di copertura non vengono esclusi a priori, ma non sono presi in considerazione da un punto di vista statistico.

Gli svantaggi invece di una valutazione tramite misure sul campo possono riassumersi in:

- la configurazione usata nelle misure (il dispositivo e il suo modo di utilizzo) potrebbe non essere sufficientemente rappresentativa di come l'utente effettivamente utilizza il proprio terminale³;
- l'ampia tipologia di servizi fruita dagli utenti potrebbe non essere adeguatamente fotografata da un numero necessariamente esiguo e prefissato di tipologie di misura (a ciò si cerca di ovviare ricavando parametri di qualità che siano in grado di fornire indicazioni, anche se non di tipo diretto, sulla qualità con cui sarebbe fruito il generico servizio)
- sia la densità degli utenti che l'offerta dei servizi varia nelle diverse aree geografiche, per cui i percorsi di misura selezionati potrebbero non essere rappresentativi dell'intera rete (a ciò si cerca di ovviare selezionando preferibilmente punti in aree con più elevata densità di traffico). Questo significa che per essere maggiormente rappresentativi si dovrebbe aumentare sia il numero che la lunghezza dei percorsi (fatto salvo che ogni percorso/punto di misura dovrà essere valutato in maniera opportuna).

4.2 Città oggetto di misura

Le città oggetto di misurazione nella campagna 2015 in esame sono le 40 città già selezionate per la campagna 2014, secondo i criteri qui di seguito descritti.

La distribuzione geografica dei test prevede di effettuare, per il 2015, in continuità con il 2014, le misure nei 20 capoluoghi "demografici" di regione, cioè i capoluoghi di provincia più popolosi⁴ (per l'Abruzzo: Pescara invece de L'Aquila; per le Province Autonome di Trento e Bolzano la città di Trento; per la Calabria: Reggio Calabria), con l'unica eccezione di Verona per il Veneto, a causa delle difficoltà logistiche presentate dalla città di Venezia.

² Le misure nomadiche sono, in pratica, costituite da particolari prove statiche *outdoor*, realizzate attraverso una strumentazione posta su un veicolo in movimento, che, all'atto dell'esecuzione del test, e per tutta la durata del test stesso, viene arrestato.

³ Ad esempio non è considerata la condizione operativa indoor la cui diffusione, invece, è rilevante tra l'utenza mobile.

⁴ Popolazione al 31 dicembre 2010, pubblicata dall'ISTAT nel mese di giugno 2011 (<http://demo.istat.it/bil2010/index02.html>).

Oltre a tali città, altre venti sono selezionate per le misure, secondo il criterio generale di estendere i test alla seconda più popolosa città di ogni regione. Solo per Val d'Aosta e Molise, considerando l'esiguità di tali regioni in termini di estensione territoriale e popolazione, si è preferito non prevedere una ulteriore località da visitare.

In alternativa, per conseguire l'obiettivo di visitare un totale di 40 città, si sono selezionate le due restanti città più popolose a livello nazionale, cioè Messina e Parma.

Così operando, due importanti e popolose regioni, una rappresentativa del Nord e una rappresentativa del Sud, sono caratterizzate dall'esprimere 3 città per i drive test: l'Emilia-Romagna e la Sicilia.

Applicando tale criterio di selezione, le città selezionate, per regione, sono riportate nella tabella successiva, dove, i colori individuano la fascia demografica di appartenenza, secondo la seguente associazione:

<i>Città – numero di abitanti</i>	<i>Colore associato</i>
<i>Più di 500.000</i>	<i>Giallo</i>
<i>Da 200.000 a 500.000</i>	<i>Arancio</i>
<i>Da 100.000 a 200.000</i>	<i>Verde</i>
<i>Da 60.000 a 100.000</i>	<i>Azzurro</i>
<i>Da 20.000 a 60.000</i>	<i>Rosa</i>

REGIONE	CITTA'	ABITANTI
Abruzzo	Pescara	116.846
	Teramo *	54.210
Basilicata	Potenza	66.698
	Matera	59.859
Calabria	Reggio Calabria	180.719
	Catanzaro	89.319
Campania	Napoli	961.106
	Salerno	132.741
Emilia-Romagna	Bologna	371.151
	Modena	179.095
	Parma	175.842
Friuli-Venezia Giulia	Trieste	201.814
	Udine	98.174
Lazio	Roma	2.614.263
	Latina	117.760
Liguria	Genova	584.644
	La Spezia	92.418
Lombardia	Milano	1.240.173
	Brescia	189.085
Marche	Ancona	100.465

* Rimpiazza L'Aquila

	Pesaro	94.346
Molise	Campobasso	48.675
Piemonte	Torino	869.312
	Novara	101.739
Puglia	Bari	315.408
	Taranto	199.936
Sardegna	Cagliari	149.343
	Sassari	123.624
Sicilia	Palermo	656.829
	Catania	293.104
	Messina	242.914
Toscana	Firenze	357.318
	Prato	184.885
Trentino-Alto Adige	Trento	114.063
	Bolzano	102.486
Umbria	Perugia	162.097
	Terni	109.110
Val d'Aosta	Aosta	34.029
Veneto	Verona	251.842
	Padova **	205.631
** Rimpiazza Venezia		
TOT. POPOLAZIONE		12.243.073

La caratterizzazione demografica delle città selezionate è fornita nella tabella successiva. Si noti, in particolare, che, nell'ambito delle 40 città selezionate risultano comprese tutte le città italiane con popolazione maggiore di 200.000 abitanti (con la sola eccezione "tecnica" di Venezia) e più della metà di quelle nella fascia tra 100.000 e 200.000 abitanti.

<i>Città - numero di abitanti</i>	<i>Numero totale nazionale</i>	<i>Numero da selezionare per drive test</i>
<i>Più di 500.000</i>	6	6
<i>Da 200.000 a 500.000</i>	9	8
<i>Da 100.000 a 200.000</i>	31	17
<i>Da 60.000 a 100.000</i>	55	5
<i>Da 20.000 a 60.000</i>	405	4
TOTALE (più di 20.000)	506	40

La soluzione adottata consegue lo scopo primario di dare un carattere di rappresentatività ai drive test, in quanto:

- il fatto di mantenere, nel contesto delle 40 città, le 20 città del 2013 e le 40 città del 2014 permette una eventuale comparazione, tra diverse annualità, sulla base delle medesime città;
- la popolazione rappresentata risulta di circa 12 milioni (dato del 2014)
- la superficie esplorata risulta di 8000 kmq
- la rappresentatività territoriale risulta adeguata, essendo la superficie esplorata uniformemente distribuita nell'ambito del territorio nazionale.

Altre non trascurabili caratteristiche della scelta di considerare lo stesso numero di città del 2014 interessate alla campagna sono:

- viene dato spazio alle città di medie dimensioni, preservando nel contempo l'esigenza della continuità delle verifiche sulle grandi città e sui capoluoghi di regione;
- può essere prevista ed assumere una particolare significatività l'aggregazione dei risultati a livello delle città appartenenti allo stesso ambito regionale;
- è anche possibile una aggregazione dei risultati sulla base di centri omogenei in relazione al numero di abitanti (approccio demografico).

4.3 Criteri di selezione dei punti di misura

Nelle città precedentemente individuate la distribuzione spaziale dei campioni statici è basata sulla suddivisione del territorio comunale in pixel quadrati di lato pari a 500m. E' poi definito un subset di base (definito in funzione della densità di popolazione) su cui effettuare i test; le misure vengono effettuate in punti fissi, in numero prefissato per ogni città, scelti a caso fra quelli appartenenti al subset. Ai fini della misura, qualsiasi punto all'interno dell'area quadrata sarà considerato rappresentativo del pixel stesso, e potrà essere scelto in base a necessità logistiche (ad esempio traffico, disponibilità di zone per la sosta). A tali misure statiche si affiancano le misure fatte in mobilità, approfittando degli spostamenti da un pixel all'altro (misure dinamiche urbane) e dei trasferimenti da una città all'altra (misure dinamiche extraurbane).

La tabella che segue riassume la ripartizione dei pixel operata sulle 40 città. Le città selezionate sono ordinate in base alla popolazione residente. Sono indicate anche superficie e densità demografica e nella colonna "Pixel con nuovo criterio" sono ripartiti i 1202 pixel.

Nella colonna "Pixel con criterio 2013" sono indicati, invece, esclusivamente i pixel delle 20 città 2013, calcolati applicando il criterio a suo tempo utilizzato per le campagne 2013 (la cui somma è pari a 1013).

Come riconosciuto in sede di Tavolo tecnico sulla qualità dei servizi di comunicazioni mobili e personali di cui all'art.1, comma 1, lettera l) della delibera n.154/12/CONS (di seguito "Tavolo tecnico"), il nuovo criterio di selezione dei pixel non compromette l'efficacia statistica delle prove, continuando a rimanere il numero di pixel espresso, per ogni città, superiore ai pixel normalmente visitati nel corso delle attività di misure condotte autonomamente, con drive test, dagli Operatori sulle proprie reti e sulle reti dei competitors.

Comune	Superficie	Popolazione residente	Densità demografica	Pixel con criterio 2013	Pixel con nuovo criterio
	(kmq)	(Istat 2011)	(ab/kmq)		
Roma	1.307,71	2.614.263	1.999,10	198	183
Milano	182,07	1.240.173	6.811,50	134	129
Napoli	117,27	961.106	8.195,70	82	79



Torino	130,17	869.312	6.678,30	73	70
Palermo	158,88	656.829	4.134,10	80	60
Genova	243,6	584.644	2.400,00	44	38
Bologna	140,73	371.151	2.637,30	57	39
Firenze	102,41	357.318	3.489,10	51	41
Bari	116,2	315.408	2.714,40	56	43
Catania	180,88	293.104	1.620,40		26
Verona	206,69	251.842	1.218,50	59	42
Messina	211,23	242.914	1.150,00		28
Padova	92,85	205.631	2.214,70		37
Trieste	84,49	201.814	2.388,60	23	19
Taranto	209,64	199.936	953,7		26
Brescia	90,68	189.085	2.085,20		24
Prato	97,59	184.885	1.894,50		22
Reggio Calabria	236,02	180.719	765,7	28	22
Modena	183,23	179.095	977,4		20
Parma	260,77	175.842	674,3		19
Perugia	449,92	162.097	360,3	19	15
Cagliari	85,55	149.343	1.745,70	23	16
Salerno	58,96	132.741	2.251,40		13
Sassari	546,08	123.624	226,4		14
Latina	277,78	117.760	423,9		10
Pescara	33,47	116.846	3.491,10	19	15
Trento	157,92	114.063	722,3	18	13
Terni	211,9	109.110	514,9		10
Bolzano	52,33	102.486	1.958,50		10
Novara	102,99	101.739	987,9		11
Ancona	123,71	100.465	812,1	19	12
Udine	56,67	98.174	1.732,40		11
Pesaro e Urbino	126,58	94.346	745,3		13
La Spezia	51,74	92.418	1.786,20		10
Catanzaro	111,34	89.319	802,2		12
Potenza	173,97	66.698	383,4	10	10
Matera	388,14	59.859	154,2		10
Teramo	152,02	54.210	356,6		10
Campobasso	55,65	48.675	874,7	10	10
Aosta	21,38	34.029	1.591,60	10	10
TOTALI	7.591,21	12.243.073		1013	1202

Viene qui di seguito fornita una analitica descrizione di criteri e procedure di calcolo dei pixel per le 40 città.

Confini comunali

Le raccolte di pixel attribuibili al territorio comunale delle prime 20 città sono state inizialmente ottenute a partire dal database pubblico della popolazione Corine (reso disponibile dalla European Environment Agency), aggregato, per tutto il territorio nazionale, in pixel quadrati di 500m x 500m, ognuno composto di 25 pixel originari (100m x 100m).

I pixel nazionali sono stati intersecati con i confini comunali, attribuendo ogni pixel al comune in cui si trova il proprio centro geometrico.

Verifiche successive hanno mostrato che i confini comunali utilizzati a tale scopo (Portale Cartografico Nazionale) sono meno accurati di quelli forniti da ISTAT (Confini amministrativi al 1 gennaio 2011, aggiornamento dell'11 novembre 2011, versione non generalizzata), attualmente impiegati nelle operazioni di misura.

Pixel totali delle prime 20 città

Il cambiamento dei confini comunali comporterebbe a rigore la ridefinizione anche dei pixel totali delle prime 20 città, attualmente in numero di 16562. Le differenze sarebbero relative solo ad alcuni pixel presso i limiti delle aree comunali, per i quali lo spostamento dei confini di poche decine di metri sarebbe sufficiente a cambiarne l'attribuzione da un comune ad un altro.

Si ritiene però preferibile non sostituire l'insieme di tali pixel, in quanto già condivisi e utilizzati per l'analisi delle campagne finora completate.

Pixel totali delle nuove 20 città

I pixel delle nuove 20 città sono individuati con procedimento analogo a quello delle prime 20, utilizzando i confini comunali ISTAT e risultano in numero di 14170,

Pixel totali delle 40 città

Ne consegue che i pixel calcolati per il complesso delle 40 città è $16562 + 14170 = 30732$

Pixel selezionabili delle prime 20 città

1. I pixel selezionabili per le campagne di misura sono stati inizialmente individuati in base al criterio di densità di popolazione, $D > 1875 \text{ ab/Km}^2$. I pixel così ottenuti sono 4969, e sono stati utilizzati nella valutazione del numero di pixel di test per città.
2. A causa delle imperfezioni del database utilizzato, per evitare la misura in pixel non significativi in base ai criteri fissati dal Tavolo tecnico, si è successivamente introdotto il vincolo di considerare sorteggiabili solo i pixel 500x500 che comprendono almeno 8 pixel 100x100 (su 25) cui sia attribuita una densità $D > 1000 \text{ ab/Km}^2$. In questo modo i pixel sono stati ridotti a 4651.
3. Durante la pianificazione o l'esecuzione delle campagne vengono a volte rilevati alcuni pixel non accessibili (zone residenziali private, aree industriali o militari...) o privi di possibilità di sosta (assi attrezzati urbani) che vengono via via eliminati dalla base sorteggiabile.
4. Il cambiamento degli shape dei confini comunali, come descritto in precedenza, cambierebbe l'insieme dei pixel totali per le prime 20 città, ma si è ritenuto opportuno mantenere lo stesso insieme precedente per continuità. E' però opportuno eliminare dalla base sorteggiabile i pixel

(23) il cui centro cade ora fuori dal confine, per evitare ambiguità ed errori nello svolgimento delle campagne.

5. I pixel sorteggiabili residui per la prima campagna 2015 sono **4565**.

Pixel selezionabili delle nuove 20 città

1. I pixel selezionabili per le campagne di misura vengono individuati in base al medesimo criterio di densità di popolazione, $D > 1875 \text{ ab/Km}^2$. I pixel così ottenuti sono 1915, e vengono utilizzati nella valutazione del numero di pixel di test per città. La revisione dei confini per le città marine porta a lievi differenze nell'applicazione dei criteri per il calcolo dei pixel di test per ogni città, il cui totale si riduce a 1902.
2. Anche in questo caso, per evitare la misura in pixel non significativi in base ai criteri fissati dal Tavolo tecnico, si è introdotto il vincolo di considerare sorteggiabili solo i pixel 500x500 che comprendono almeno 8 pixel 100x100 (su 25) cui sia attribuita una densità $D > 1000 \text{ ab/Km}^2$. In questo modo i pixel risultano **1831**.
3. Durante la pianificazione o l'esecuzione della campagna 2014 sono stati eliminati dalla base sorteggiabile pixel non accessibili o privi di possibilità di sosta.
4. I pixel sorteggiabili residui per la prima campagna 2015 sono **1811**.

Pixel selezionabili totali per le 40 città

Ne consegue che i pixel selezionabili calcolati per il complesso delle 40 città è $4565 + 1811 = \mathbf{6376}$.

Determinazione del numero di pixel di test per città

Il procedimento è l'estensione di quello utilizzato per la determinazione della ripartizione dei 1013 pixel nelle 20 città, per le campagne 2013.

Innanzitutto, a partire dalla campagna 2014, il numero totale di pixel di test (qui di seguito indicato con l'acronimo *Target_pixel_TOT*) è tendenzialmente stabilito in 1200, che costituisce circa il 4% del totale dei pixel in cui sono suddivise le 40 città (30732) e circa il 19% del totale dei pixel selezionabili per i test (6406).

Si compongono due criteri, ciascuno dei quali contribuisce al 50% dei pixel di test per città.

1. Rapporto tra il numero di pixel con densità superiore a 1875 abitanti nella città e quello delle 40 città.
 - $C1 = N_{pixel_1875ab} / N_{pixel_1875ab_TOT}$
2. Rapporto tra la popolazione della regione e quella nazionale, pesato⁵ con il rapporto tra la popolazione della città e quello totale delle (1, 2 o 3) città selezionate nella regione.
 - $C2 = Pop_{Regione} / Pop_{Italia} * Pop_{Città} / S(Pop_{CittàRegione})$

La media aritmetica dei due coefficienti C1 e C2, rapportata al numero totale di pixel di test (*Target_pixel_TOT*⁶) fornisce il numero di pixel di test della città:

- $N_{pixel} = (C1 + C2) * Target_pixel_TOT / 2$

⁵ Nel caso di peso uguale a 1 si riottiene il criterio applicato alla ripartizione su 20 città

⁶ Da notare che *Target_pixel_tot* (1202) risulta leggermente diverso dall'obiettivo (1200) a causa degli arrotondamenti e della soglia inferiore di 10 pixel per città

La tabella successiva, mostra, in conclusione, la distribuzione dei pixel, a livello regionale, per le campagne 2013 e, con il nuovo criterio, per la campagna 2014 e 2015, a livello regionale e di singola città, evidenziando le crescite, a livello regionale, le più rilevanti delle quali si registrano per l'Emilia-Romagna e la Sicilia, per effetto della terza città.

COD. REG	Regione				Prima città				Seconda città				Terza città						
	Regione	Pop Regione	N pixel 2013	N pixel 2014	Comune gruppo 1 (capoluogo demografico)	Pop Cens 2011	N pixel	N (1875ab)	N pixel test	Comune gruppo 2 (secondo capoluogo)	Pop Cens 2011	N pixel	N (1875ab)	N pixel test	Comune gruppo 2 (terzo capoluogo)	Pop Cens 2011	N pixel	N (1875ab)	N pixel test
1	Piemonte	4.363.916	73	81	Torino	872.367	520	360	70	Novara	101.952	415	74	11					
2	Valle d'Aosta	126.806	10	10	Aosta	34.102	88	25	10										
3	Lombardia	9.704.151	134	153	Milano	1.242.123	731	518	129	Brescia	189.902	361	128	24					
4	Trentino Alto Adige	1.029.475	18	23	Trento	114.198	639	97	13	Bolzano	102.575	208	49	10					
5	Veneto	4.857.210	59	79	Verona	252.520	792	184	42	Padova	206.192	373	175	37					
6	Friuli-Venezia Giulia	1.218.985	23	30	Trieste	202.123	341	129	19	Udine	98.287	228	90	11					
7	Liguria	1.570.694	44	48	Genova	586.180	952	286	38	La Spezia	92.659	207	51	10					
8	Emilia-Romagna	4.342.135	57	78	Bologna	371.337	562	199	39	Modena	179.149	735	110	20	Parma	175.895	1045	108	19
9	Toscana	3.672.202	51	63	Firenze	358.079	409	200	41	Prato	185.456	388	111	22					
10	Umbria	884.268	19	25	Perugia	162.449	1796	112	15	Terni	109.193	846	82	10					
11	Marche	1.541.319	19	25	Ancona	100.497	496	56	12	Pesaro	94.237	506	65	13					
12	Lazio	5.502.886	198	193	Roma	2.617.175	5145	1508	183	Latina	117.892	1108	87	10					
13	Abruzzo	1.307.309	19	25	Pescara	117.166	141	79	15	Teramo	54.294	611	29	10					
14	Molise	313.660	10	10	Campobasso	48.747	226	28	10										
15	Campania	5.766.810	82	92	Napoli	962.003	480	332	79	Salerno	132.608	236	77	13					
16	Puglia	4.052.566	56	69	Bari	315.933	466	218	43	Taranto	200.154	980	118	26					
17	Basilicata	578.036	10	20	Potenza	66.777	694	42	10	Matera	59.796	1559	38	10					
18	Calabria	1.959.050	28	34	Reggio di Calabria	180.817	947	103	22	Catanzaro	89.364	447	69	12					
19	Sicilia	5.902.904	80	114	Palermo	657.561	640	380	60	Catania	293.902	725	161	26	Messina	243.262	846	207	28
20	Sardegna	1.639.362	23	30	Cagliari	149.883	341	89	16	Sassari	123.782	2190	79	14					
	ITALIA	59.433.744	1,013	1,202		9,412,037	16,406	4,945	866		2,431,394	12,123	1,593	289		419,157	1,891	315	47

I **1202** pixel di misura saranno estratti a sorte, città per città, entro il subset di **6376** pixel selezionabili.

Riassumendo, il criterio per la distribuzione uniforme dei pixel di misura è ottenuto a partire dall'insieme dei pixel totali (500m x 500 m), corrispondenti ai territori comunali selezionati; tale insieme è costituito di 30732 pixel. A partire da questo insieme, ordinando i pixel in funzione della densità di popolazione, si seleziona il subset di pixel aventi densità superiore a 1875 ab/sq.km⁷, che è pari a 6884 e costituisce circa il 22,5% del totale. Per eliminare anomalie determinate dall'effetto combinato della discretizzazione del database originario e della aggregazione di 25 pixel "elementari" 100m x 100m, in particolare ai bordi delle aree urbanizzate, vengono eliminati i pixel (500x500) che contengano meno di 8 su 25 pixel "elementari" con densità di popolazione superiore a 1000 ab/sq.km. Il subset così ottenuto, costituito da 6376 pixel, dopo le esclusioni di cui ai paragrafi precedenti, pari a circa il 20,8% del totale, fornisce l'insieme nell'ambito del quale, ad ogni campagna di misura, verranno estratti in maniera casuale i punti oggetto dei test. Successivi perfezionamenti del subset possono portare alla eliminazione di alcuni pixel per esigenze logistiche, come la non accessibilità (zone residenziali private, zone industriali o portuali) o la mancanza di

⁷ Dati relativi alla distribuzione della popolazione sul territorio: Agenzia Europea dell'Ambiente (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/population-density-disaggregated-with-corine-land-cover-2000-2>). I dati sulla densità di popolazione, riferiti a pixel di 100m x 100m, sono stati aggregati in pixel di 500m x 500m.



zone di sosta (assi attrezzati urbani, gallerie). L'eliminazione può avvenire in fase di pianificazione dei percorsi o in fase esecutiva.

Il numero di pixel da selezionare, ad ogni campagna di test, per ciascuna città, viene determinato in base alla media di due valori. Il primo è ottenuto rapportando a 1200 il numero dei pixel con densità superiore a 1875 ab/sq.km diviso quello complessivo delle 40 città, con un minimo di 10 per ogni città. Il secondo deriva dalla ripartizione dei 1200 pixel nelle 40 città in maniera proporzionale alla popolazione della regione corrispondente, imponendo poi un minimo di 10 punti per città.

I dati riassuntivi ai pixel di misura sono schematizzati nella seguente Tabella 1:

Tabella 1 - Dati riassuntivi relativi ai pixel di misura

GRANDEZZA	VALORE
Pixel 40 città	30.732
Subset dei Pixel (circa 20,8%)	6.376
% del subset su cui fare misure	20,8%
Pixel di misura statica	1202
Velocità media di spostamento ⁸	15 km/h
Velocità media di trasferimento ⁹	60 km/h
Tempi di allestimento statici	5 minuti
Durata della prova statica	~15 minuti
Durata della sosta	~20 minuti

4.4 Esempio di selezione dei punti nei comuni

Si riportano, a titolo di esempio, le diverse operazioni sopra descritte per 3 città: Roma, Bologna, Campobasso, come rappresentative di città grandi, medie e piccole.

In Figura 3, Figura 5, Figura 7 sono riportati graficamente i dati relativi alla densità di popolazione da cui si originano le elaborazioni successive, mentre in Figura 4, Figura 6, Figura 8 sono illustrati i pixel appartenenti all'insieme di 30732 pixel (500m x 500m) in cui sono stati suddivisi i territori comunali; fra di essi, sono stati evidenziati quelli appartenenti al subset di 6376 pixel, perché in essi la densità di popolazione è superiore al valore prefissato. Il colore grigio identifica i pixel anomali esclusi, il rosso quelli effettivamente utilizzati.

⁸ Per "spostamento", in questo contesto, si intende lo spostamento da un pixel all'altro, all'interno della medesima area urbana.

⁹ Per "trasferimento", in questo contesto, si intende il trasferimento da una città all'altra.

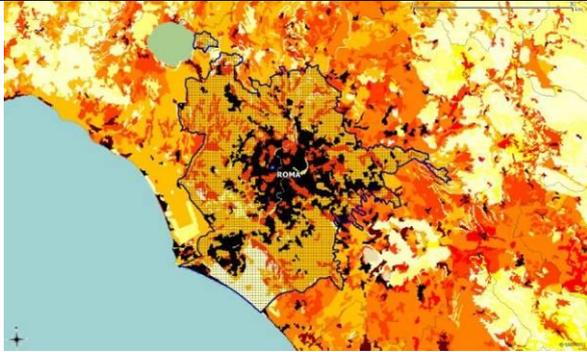


Figura 3 – Mappa densità di popolazione per Roma

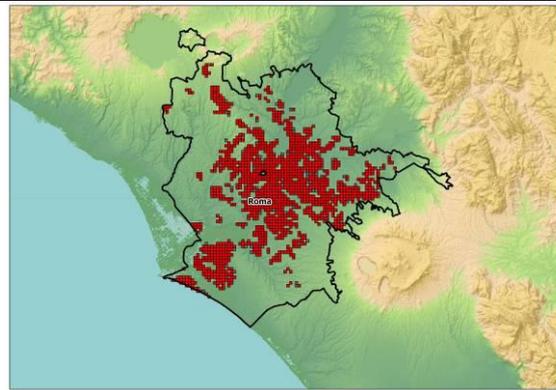


Figura 4 – Roma: in rosso, i pixel del subset

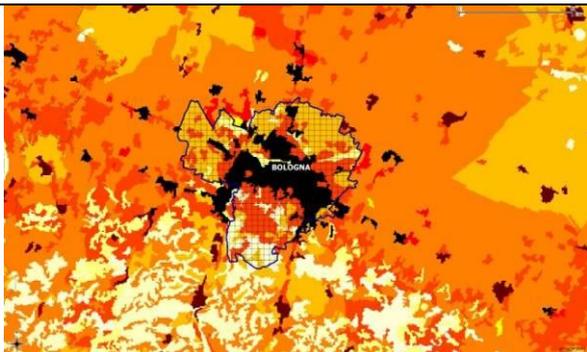


Figura 5 – Mappa densità di popolazione per Bologna

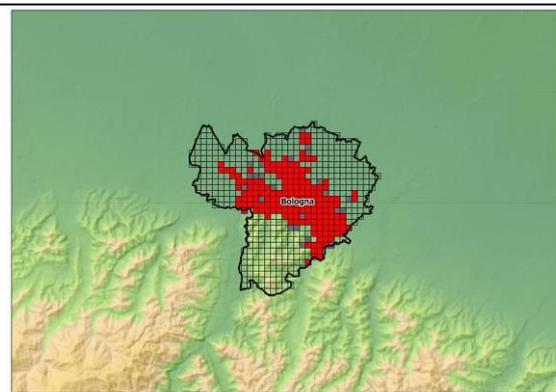


Figura 6 – Bologna: in rosso, i pixel del subset

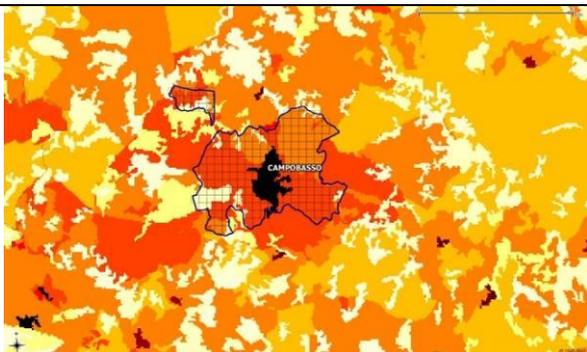


Figura 7 – Mappa densità di popolazione per
Campobasso

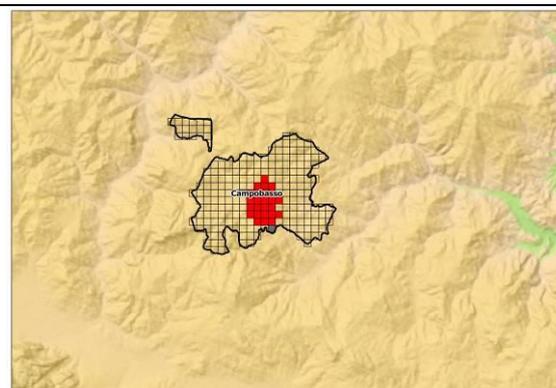


Figura 8 – Campobasso: in rosso, i pixel del subset

Individuati i pixel appartenenti al subset (quelli evidenziati in rosso nelle figure precedenti), si può procedere poi a selezionare quelli oggetto di misura, scegliendo in modo casuale all'interno del

subset. In Figura 9, Figura 10, Figura 11 è riportato come esempio, un campione di tale scelta casuale per le tre città precedenti.

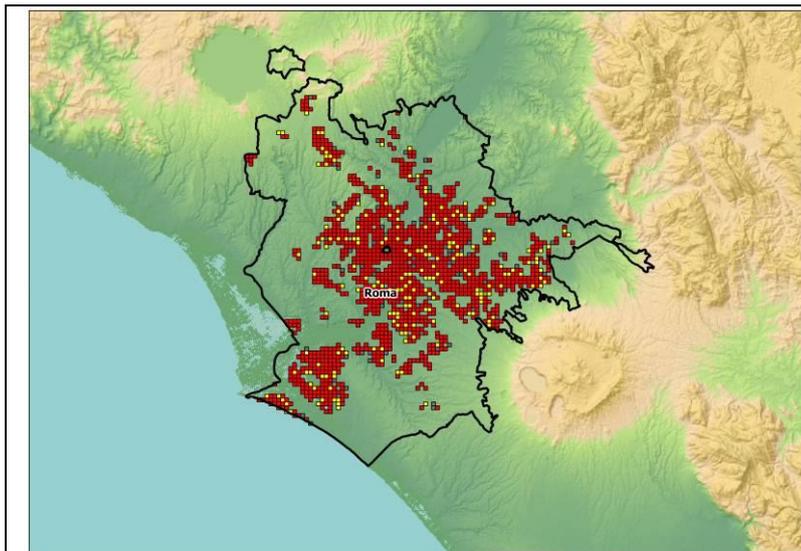


Figura 9 – Roma
il territorio comunale con la
suddivisione in pixel 500m x
500m, in rosso i pixel
appartenenti al subset con
elevata densità di
popolazione, in giallo i pixel
selezionati in modo casuale
per questo campione

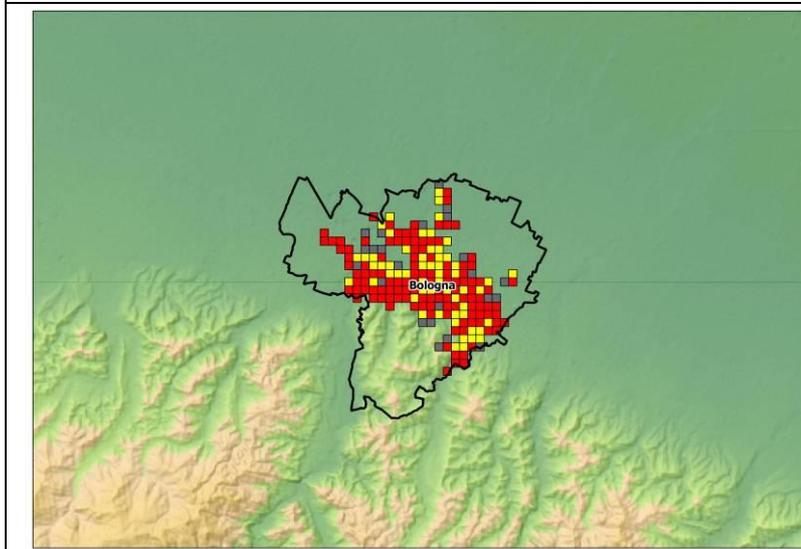
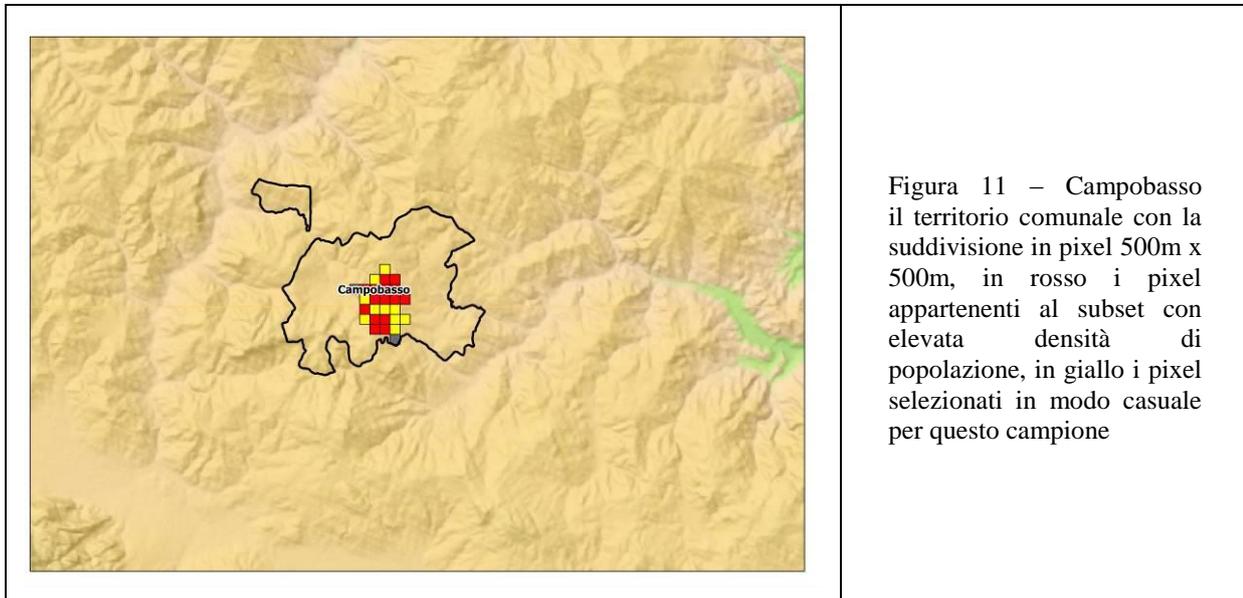


Figura 10 – Bologna
il territorio comunale con la
suddivisione in pixel 500m x
500m, in rosso i pixel
appartenenti al subset con
elevata densità di
popolazione, in giallo i pixel
selezionati in modo casuale
per questo campione



4.5 Descrizione delle caratteristiche di misura end-to-end

Per l'effettuazione dei test si dovranno utilizzare 4 smartphone (di disponibilità commerciale), uno per operatore, in tecnologia LTE, con velocità massima di trasferimento, in DownLink, di 150.8 Mbps e, in UpLink, di 51.0 Mbps, in accordo allo standard 3GPP Release 8, Category 4 per LTE.

I criteri di scelta dei dispositivi sono riportati nel paragrafo 4.15. Nel paragrafo 10.1 è descritta nel dettaglio la tipologia di device utilizzati per la campagna.

Le SIM con cui eseguire i test verranno fornite dall'operatore ed il relativo traffico è a carico dell'operatore stesso.

I terminali dovranno effettuare i test in contemporanea per i 4 operatori, puntando tutti al server che sarà reso disponibile presso il NAP di Milano.

4.6 Descrizione del sistema di misura in campo

4.6.1.1 Requisiti

La strumentazione dovrà essere necessariamente selezionata tra quelle in commercio e utilizzate dagli operatori.

E' necessario garantire uno standard qualitativo in termini di robustezza del banco di misura, all'interno del mezzo utilizzato, es. cablatura dei collegamenti, posizionamento e adeguato dimensionamento dell'alimentazione (vedi batteria supplementare) etc.

Nell'ottica di consentire una corretta analisi delle misure la strumentazione dovrà essere dotata di uno scanner GSM/WCDMA/LTE, dotato di antenne esterne al mezzo mobile, che consenta di misurare contemporaneamente le portanti utilizzate dai 4 operatori nelle bande di frequenze a 800,



900, 1800, 2100 e 2600 MHz, di effettuare la decodifica dei parametri caratteristici di ogni tecnologia (es. BSIC, scrambling codes, cell ID) e di correlare le misure ai test in corso di svolgimento.

4.6.1.2 Sistema selezionato

Al fine di assicurare l'equità di trattamento dei dati relativi alle singole reti mobili, su esplicita richiesta di tutela e garanzia avanzata da tutti gli operatori, si è deciso di optare per l'adozione della strumentazione **SwissQual Diversity Benchmark (SDB)**, che, oltre ad altre caratteristiche avanzate, offre il vantaggio di utilizzare moduli indipendenti per effettuare le rilevazioni sulle singole reti.

Per una panoramica e per dettagli tecnici su tale sistema, fare riferimento alla pagina del sito di SwissQual AG, dedicata al Diversity Benchmarker:

http://www.swissqual.com/index.php/systems/diversity_benchmarker_ii.html

4.7 Descrizione del formato delle misure raccolte

I log di misura dovranno mostrare tutte le informazioni di layer 3 che i terminali si scambiano con la rete.

I log dovranno contenere informazioni di georeferenziazione che individuino il punto di misura.

4.8 Caratteristiche del server di misura

Il server deve essere connesso alla big internet con un collegamento a banda garantita tale da non costituire collo di bottiglia per le misure e avrà una banda di 200 Mbps disponibili per ciascuna rete mobile.

Analogamente il server dovrà essere opportunamente dimensionato in modo da smaltire il traffico e le richieste derivanti dai test senza introdurre ritardi legati al carico.

4.9 Distribuzione temporale delle misure

La durata temporale netta delle misure statiche dipende dal numero di pixel oggetto di misura. Assumendo tale valore pari a quello calcolato nel precedente paragrafo 4.3, ossia pari a 1202 pixel di misura, il tempo netto dedicato alle misure di tipo statico è pari a 300 ore.

4.10 Distribuzione temporale delle misure in una singola campagna

Il ciclo di misura è descritto nel paragrafo 6.2; il ciclo viene ripetuto automaticamente fino al raggiungimento della soglia di 15 minuti, allo scadere dei quali si lascia concludere solamente l'operazione che è in corso e quindi si interrompe il ciclo e la misura in quel punto.



4.11 Giorni e ore di misura

Il numero complessivo di giorni ed ore di misura dipende dal numero di pixel misurati. Si ritiene al momento che il predetto numero di 1202 pixel possa risultare adeguato per fornire sufficiente rappresentatività statistica a quanto rilevato durante le campagne.

In tale ipotesi, dalla somma delle ore necessarie per le soste per le misure statiche (300 h, ottenuto da 15 minuti di sosta per 1202 pixel), per gli spostamenti e per i trasferimenti, si ottiene un numero di ore complessivo stimato in circa 650. Supponendo di effettuare misure per 8 ore al giorno, si ricava che la campagna di misura si deve estendere complessivamente per circa 80 giorni. Da cui si ottiene una stima della durata complessiva della campagna pari a circa 16 settimane.

Le misure andranno eseguite, di norma, dal lunedì al venerdì, nell'arco della giornata compreso tra le ore 8:00 e le ore 20:00.

4.12 Schedulazione delle campagne

Dalla stima precedente relativa all'estensione temporale della campagna di misura, è possibile stimare il tempo necessario per il completamento della campagna mediante la fase di post-analisi (valutata intorno a tre mesi). Naturalmente è possibile procedere con un certo grado di parallelismo fra le due tipologie di operazioni (misure e post-analisi).

Per ciascuna campagna, si può perciò stimare che:

- la fase di acquisizione deve essere completata in un tempo massimo di 4 mesi;
- la fase di elaborazione deve essere completata entro un tempo massimo di 2 mesi, dalla fine della fase di acquisizione.

Il numero di campagne per ogni anno è perciò pari a due.

4.13 Punti statici in cui effettuare le misure

Le misure dovranno essere effettuate nelle 40 città definite al par.4.2 e riportate, per regione, nella tabella successiva. Per ogni città è indicata la numerosità dei punti di misura.

La selezione dei punti di misura, nell'ambito dei pixel caratterizzati da maggiore densità di popolazione, come dettagliato nel precedente paragrafo 4.3, verrà stabilita dal soggetto responsabile della campagna di misure, applicando il criterio della scelta casuale.

Il soggetto affidatario dell'attività di conduzione delle misure sul campo definirà, secondo criteri di opportunità, in completa autonomia, il punto, all'interno del singolo pixel di misura, dove il veicolo verrà arrestato per eseguire il richiesto ciclo di test.

REGIONE	CITTA'	N. PIXEL
Abruzzo	Pescara	15
	Teramo *	10
Basilicata	Potenza	10
	Matera	10

* Rimpiazza L'Aquila



Calabria	Reggio Calabria	22
	Catanzaro	12
Campania	Napoli	79
	Salerno	13
Emilia-Romagna	Bologna	39
	Modena	20
	Parma	19
Friuli-Venezia Giulia	Trieste	19
	Udine	11
Lazio	Roma	183
	Latina	10
Liguria	Genova	38
	La Spezia	10
Lombardia	Milano	129
	Brescia	24
Marche	Ancona	12
	Pesaro	13
Molise	Campobasso	10
Piemonte	Torino	70
	Novara	11
Puglia	Bari	43
	Taranto	26
Sardegna	Cagliari	16
	Sassari	14
Sicilia	Palermo	60
	Catania	26
	Messina	28
Toscana	Firenze	41
	Prato	22
Trentino-Alto Adige	Trento	13
	Bolzano	10
Umbria	Perugia	15
	Terni	10
Val d'Aosta	Aosta	10
Veneto	Verona	42
	Padova **	37
TOT. PIXEL		1202

** Rimpiazza Venezia



4.14 Numerosità di prove per indicatore

In ogni punto verrà effettuato un ciclo di test descritto nel capitolo 6, che verrà ripetuto per la durata di **15** minuti, scaduti i quali il ciclo si interromperà, portando a completamento l'operazione in corso.

La numerosità delle prove quindi dipende, in parte, anche dalla performance di rete riscontrata.

4.15 Dispositivo di test e suo aggiornamento

La tipologia di terminale mobile *smartphone* è posseduta, in Italia, dal 60% circa degli utenti del servizio mobile; nel 2014, a fronte di un aumento a livello mondiale del 30% circa degli utenti del servizio *broadband* mobile, sono stati venduti circa 1,3 miliardi di *smartphone*, con un aumento del 31,3% circa: i dispositivi venduti in Italia sono stati circa 15,6 milioni. In Italia, nel secondo trimestre del 2015, il sistema operativo installato sui dispositivi *smartphone* in cima alle preferenze dei consumatori è il sistema *Android*, con una percentuale del 72,5%, contro l'11,7% di *iOS* e il 14,5% di *Windows*; il sistema operativo *Android*, ha caratteristica *open-source*, che, diversamente da altri sistemi operativi, ne permette un'agevole e collaudata gestione da parte della strumentazione di test utilizzata nella campagne di misurazioni.

Si ritiene pertanto che l'adozione, per la campagna di misurazioni in esame, di un dispositivo di test di tipo *smartphone* con sistema operativo *Android* costituisca la configurazione attualmente più diffusa e significativa, a livello dell'esperienza dell'utente.

Le reti 4G degli operatori attualmente sono per lo più basate sugli standard 3GPP LTE *Single Carrier* che permettono velocità massime teoriche fino a 150 Mbps in downlink con 20 MHz di Banda disponibile. Tenuto conto che l'orientamento, già sancito dalla delibera n. 154/12/CONS, che guida la scelta dei terminali, è quello di utilizzare dispositivi con caratteristiche quanto meno possibili limitanti delle prestazioni conseguibili dalla rete (*best technology*), si ritiene che il dispositivo di test di tipo *smartphone* con sistema operativo *Android* deve essere selezionato nell'ambito dei dispositivi LTE in category 4 (gestisce thp in DL fino a 150 Mbps), allo scopo di non limitare le prestazioni conseguibili dalla rete, nelle aree in cui è disponibile la banda a 20 MHz. Invero alcuni Operatori hanno in campo, seppur in aree limitate, tecnologie LTE che permettono di conseguire, attraverso l'implementazione di tecniche MIMO 4x4 e *Carrier Aggregation*, velocità anche superiori a 300 Mbps. Tuttavia la diffusione di tali tecnologie non risulta, alla data di esecuzione della campagna in esame, tale da ritenerle sufficientemente mature.

Quindi, come disposto dalla delibera n. 580/15/CONS, almeno per la campagna 2015 in esame e per quella successiva del 2016, si preferisce circoscrivere il test delle reti LTE in *Single Carrier*. Per le campagne successive, eventualmente, per decisione condivisa al tavolo tecnico, si potrà adottare un modello di *smartphone*, con sistema operativo *Android*, di categoria superiore, allo scopo di poter estendere il test da reti in tecnologia LTE 3GPP *Single Carrier* a quelle implementate con la migliore tecnologia LTE che, all'epoca, sarà disponibile, purché sufficientemente matura, non escluse quelle caratterizzate anche dalla funzionalità di *Carrier Aggregation*. Si ritiene di utilizzare un dispositivo unico, sia come classe che come modello, con il solo vincolo che sia un modello commercializzato da almeno 6 mesi, per assicurare adeguata stabilità funzionale ed affidabilità,



evitando l'eventualità che si possano verificare risultati peggiorativi delle effettive condizioni della propria rete per una scelta non oculata del device.

Per la campagna di test 2015 si è, dunque, optato per i seguenti criteri:

- a) utilizzare un device LTE di categoria 4, caratterizzato da prestazioni massime nominali di 150.8 Mbps in DL e di 51.0 Mbps in UL per rappresentare correttamente lo scenario di diffusione della tecnologia
- b) privilegiare un device che sia già pienamente e stabilmente supportato dallo strumento di misura¹⁰ (altrimenti l'operatore stesso dovrà farsi garante che esistano i driver per il dispositivo prescelto e che siano integrabili nel sistema di misura);
- c) convergere, di concerto con gli altri operatori, verso un modello unico, caratterizzato da un'ampia presenza sul mercato, affinché, nell'ottica della confrontabilità dei risultati, non solo le misure siano effettuate nello stesso istante e luogo, ma anche il banco di misura sia completamente identico.

Come previsto dalla delibera n. 580/15/CONS il device LTE di categoria 4 deve essere confermato anche per la campagna successiva (2016). Per le campagne successive a quella del 2016 il Tavolo tecnico avrà facoltà di cambiare il modello prescelto fino a 6 mesi prima dell'uso in campagna di misura. Ciò potrebbe comportare impatti e aggiornamenti alla strumentazione di misura, visto che la configurazione inizialmente scelta potrebbe non essere in grado di interfacciare i nuovi dispositivi. Nel proporre un nuovo device, gli operatori si devono fare garanti che esistano i relativi driver e che siano implementabili nel sistema di misura (garanzia di cui non potrebbe farsi carico, a priori, il fornitore della strumentazione, mentre l'operatore, rientrando il dispositivo nella sua offerta commerciale, può intervenire presso il produttore del device per far rendere disponibile il driver relativo). I costi aggiuntivi per l'aggiornamento del sistema di misura, per ogni modifica richiesta, si intendono a carico dell'operatore.

A questa procedura ordinaria sono possibili eccezioni, da valutare nell'ambito del Tavolo tecnico, con approvazione finale comunque riservata ad Agcom, nel caso si proponga un nuovo modello di dispositivo, per la campagna successiva, a scopo correttivo di anomalie riscontrate, sul dispositivo corrente, nel corso dell'analisi dei dati delle misure effettuate nella campagna precedente. In tal caso i tempi tecnici che intercorrono tra la fine di una campagna e l'inizio della successiva non permettono di rispettare il target di 6 mesi preventivi, per la richiesta di cambio dispositivo, previsti invece dalla procedura ordinaria, per la quale le motivazioni della proposta di cambio sono di carattere evolutivo, piuttosto che correttivo.

¹⁰Evitando, così, i costi, le tempistiche ed i rischi di sviluppi SW che potrebbero aumentare la probabilità di incorrere in nuove problematiche non precedentemente rilevate in campo.

5. Modello operativo - ruoli del soggetto affidatario, degli operatori e dell'Autorità.

Il modello operativo che abilita alla rilevazione della qualità delle reti mobili in accordo con quanto esposto in precedenza è riassunto nella seguente Figura 12.

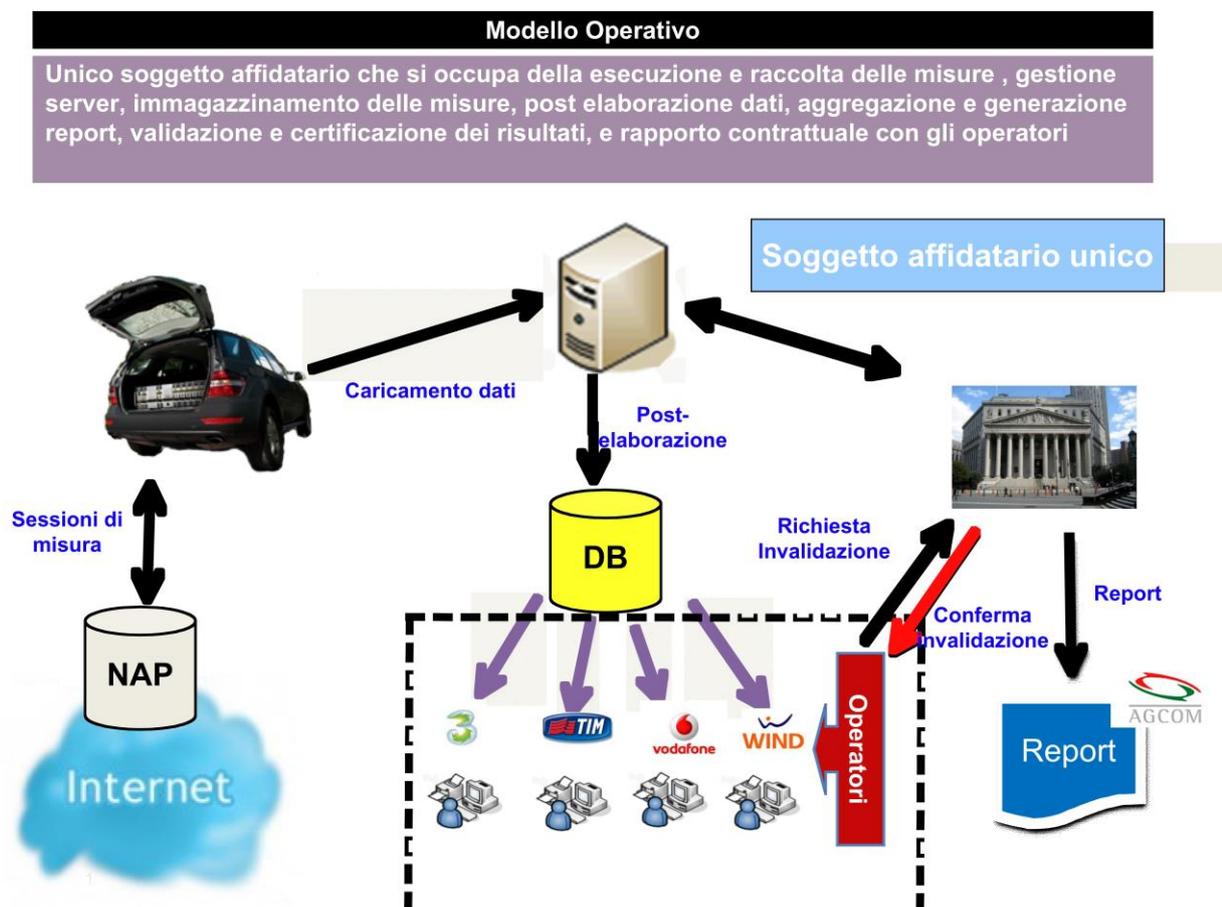


Figura 12 – Modello operativo di riferimento

Il soggetto affidatario unico, individuato, con l'accordo degli operatori, nella Fondazione Ugo Bordonì (FUB), provvede a:

1. allestire il mezzo mobile con la strumentazione individuata come necessaria
2. mettere a disposizione un server, presso il NAP di Milano, per il collegamento dati con i quattro terminali (uno per ogni operatore) presenti sul mezzo mobile
3. caricare i dati raccolti dalle misure in campo su un DataBase, gestito da un server dedicato
4. verificare che ogni operatore sia abilitato alla lettura di dati grezzi, esportati dal DataBase
5. garantire che tutte le operazioni di rilevazione e misura avvengano rispettando il vincolo di correttezza, trasparenza e imparzialità verso i quattro operatori
6. verificare per quanto possibile eventuali prioritizzazioni



7. abilitare l'accesso ai singoli operatori ad apposite aree riservate per prelevare i soli dati specifici, relativi cioè alla loro rete
8. assicurare che tutte le operazioni di esportazione dei dati verso gli operatori avvengano rispettando il vincolo di riservatezza delle informazioni relative a ciascun operatore
9. ricevere e valutare la legittimità delle richieste di invalidazione pervenute dagli operatori e relative a taluni dati, fornendone poi esito motivato
10. provvedere alla post-elaborazione dei dati ed alla stesura di tutorial e dei rapporti ufficiali relativi alle misure effettuate, che verranno forniti ad AgCom

Ogni operatore, cioè H3G, Telecom Italia, Vodafone e Wind, provvede a:

1. fornire le SIM da inserire all'interno della strumentazione di misura
2. fornire le necessarie informazioni sull'offerta commerciale la cui SIM presenti caratteristiche tecniche e profilazione identiche alle SIM di test. Deve trattarsi di una offerta in commercializzazione al momento dell'inizio della campagna.
3. non attuare alcuna forma di profilazione o di riconfigurazione delle SIM di test, che ne possano avvantaggiare le prestazioni rispetto a quelle degli altri utenti e, particolarmente, degli utenti che hanno aderito alla offerta commerciale equivalente; e non realizzare, sulla propria rete, alcuna forma di gestione del traffico dati proveniente dalla strumentazione di misura, che in qualunque modo possa alterare o perturbare le prestazioni rilevate
4. scaricare presso le postazioni di lavoro nelle proprie sedi i dati grezzi esportati dal DataBase generale gestito da FUB e messi a disposizione in apposite aree riservate
5. manifestare con adeguato anticipo i dispositivi che intende utilizzare per la successiva campagna di misura
6. segnalare eventuali situazioni anomale per le quali si richiede l'invalidazione di un dato, motivando dettagliatamente le ragioni che giustificano la richiesta

In coerenza con l'approccio "Best Technology" è consentito agli operatori che adottano meccanismi di "Traffic Priority" sulle proprie reti, di utilizzare SIM associate a piani commerciali che fanno uso di priorità. Pertanto i risultati degli operatori che hanno implementato meccanismi di "Traffic Priority" si possono riferire solo a SIM con le stesse caratteristiche di priorità. Non è invece consentito abilitare configurazioni di priorità sulle SIM di test, nell'ambito di reti in cui sono inibiti, per gli altri utenti, meccanismi di prioritizzazione del traffico.

L'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni – Direzione tutela dei consumatori provvede a:

1. vigilare sui requisiti di correttezza, trasparenza, riservatezza e non discriminazione nell'operato del soggetto affidatario unico
2. difendere le prerogative di trasparenza informativa verso il consumatore finale
3. tutelare l'equità di trattamento e l'oggettività delle informazioni per il singolo operatore

Come descritto, il soggetto affidatario dovrà vigilare sulla correttezza delle campagne di misura e gestire eventuali segnalazioni, da parte degli operatori, sulla validità e congruità di una misura, valutando opportunamente eventuali richieste di invalidazione in merito.

Per effettuare questa attività si considera uno scenario operativo nel quale, a parità di costo finale per l'operatore, l'ente preposto si avvalga di strumentazione che abbia le caratteristiche tecniche e di qualità adeguate (in linea con quanto precedentemente esposto: test da effettuare, scanner,



informazioni L3), mentre per l'effettuazione della raccolta di misure abbia facoltà di avvalersi o meno di un ente terzo (outsourcer). Coordinamento, valutazione ed eventuale invalidazione di dati su richiesta degli operatori, così come la parte di post elaborazione dati e reportistica completeranno le attività che gli saranno affidate.

Il soggetto affidatario deve rispettare il vincolo di riservatezza riguardo ai pixel sorteggiati per la campagna, al calendario di svolgimento della stessa e agli itinerari seguiti.

Il soggetto affidatario, nello svolgimento dell'attività di post-analisi ed elaborazione dei dati, deve rispettare il vincolo di riservatezza delle informazioni appartenenti a ciascun operatore ed il principio di non discriminazione tra gli operatori, per i dati concernenti le misure. I dati grezzi delle misure e i dati di supporto, relativi al segnale radio, forniti dallo scanner potranno essere condivisi per decisione unanime all'interno del Tavolo Tecnico.

Il Soggetto affidatario, nel caso in cui si avvalga di un soggetto terzo per l'attività di raccolta delle misure, è tenuto a renderlo noto al Tavolo Tecnico, indicandone il nominativo e, in dettaglio, i compiti svolti da quest'ultimo. Più in generale, qualora il Soggetto affidatario si avvalga del supporto/collaborazione di soggetti terzi, inclusa la società fornitrice della strumentazione di misurazione, tale informazione andrà resa al Tavolo Tecnico, indicando in particolare se da ciò derivi l'esigenza per il soggetto terzo di entrare in possesso di informazioni riservate.

6. Metodologia di esecuzione delle misure per gli indicatori

6.1 Generalità

La Customer Experience oggetto della campagna di misura sarà declinata sui servizi:

- a) HTTP Downloading
- b) HTTP Uploading
- c) HTTP e HTTPS Browsing
- d) PING packet loss, RTT medio e varianza (Jitter)
- e) Videostreaming YouTube (sperimentale)

Si ritiene che i servizi esposti siano sufficientemente rappresentativi, alla data della campagna, del tipico utilizzo in mobilità da parte dei Clienti della prestazione di accesso a internet.

Verranno identificati gli indicatori (KPI: Key Performance Indicator) sintetici più significativi nella valutazione in ottica E2E dei servizi sopraindicati.

6.2 Descrizione del ciclo di test

Il ciclo base proposto consente di raccogliere un mix rappresentativo di dati in modo da garantire una base statistica valida per la valutazione dei servizi identificati.



Si propone una sequenza di test in grado di verificare le prestazioni in diversi scenari di utilizzo, dove le diverse tecnologie e parametrizzazioni adottate in campo dagli Operatori possono giustificare diversità di prestazione E2E.

Sarà necessario accedere ad un server con IP pubblico sia per l'Uploading che il Downloading.

L'architettura di misura sarà dimensionata e parametrizzata in modo da garantire che non ci siano limitazioni sul bit rate misurato dovuti a problemi di dimensionamento.

Per il test si adotteranno rispettivamente:

a) **HTTP DL:**

Fixed-size¹¹ file di dimensione 3MB [mp3 file]

Fixed-duration file di dimensione 2GB, durata 30 sec

b) **HTTP UL:**

Fixed-duration file di dimensione 1GB, durata 30 sec

c) **HTTP e HTTPS Browsing** : ETSI Kepler Web page (800 KB di dimensione)¹²

d) **PING:** 5 Pacchetti da 32 byte per ogni test

e) **VIDEOSTREAMING:** file video scaricato dalla piattaforma Youtube

Le dimensioni dei file di cui ai punti a) e b) potrebbero essere ampliate qualora ciò fosse giustificato dall'evoluzione tecnologica delle reti e dall'esperienza raccolta sul campo.

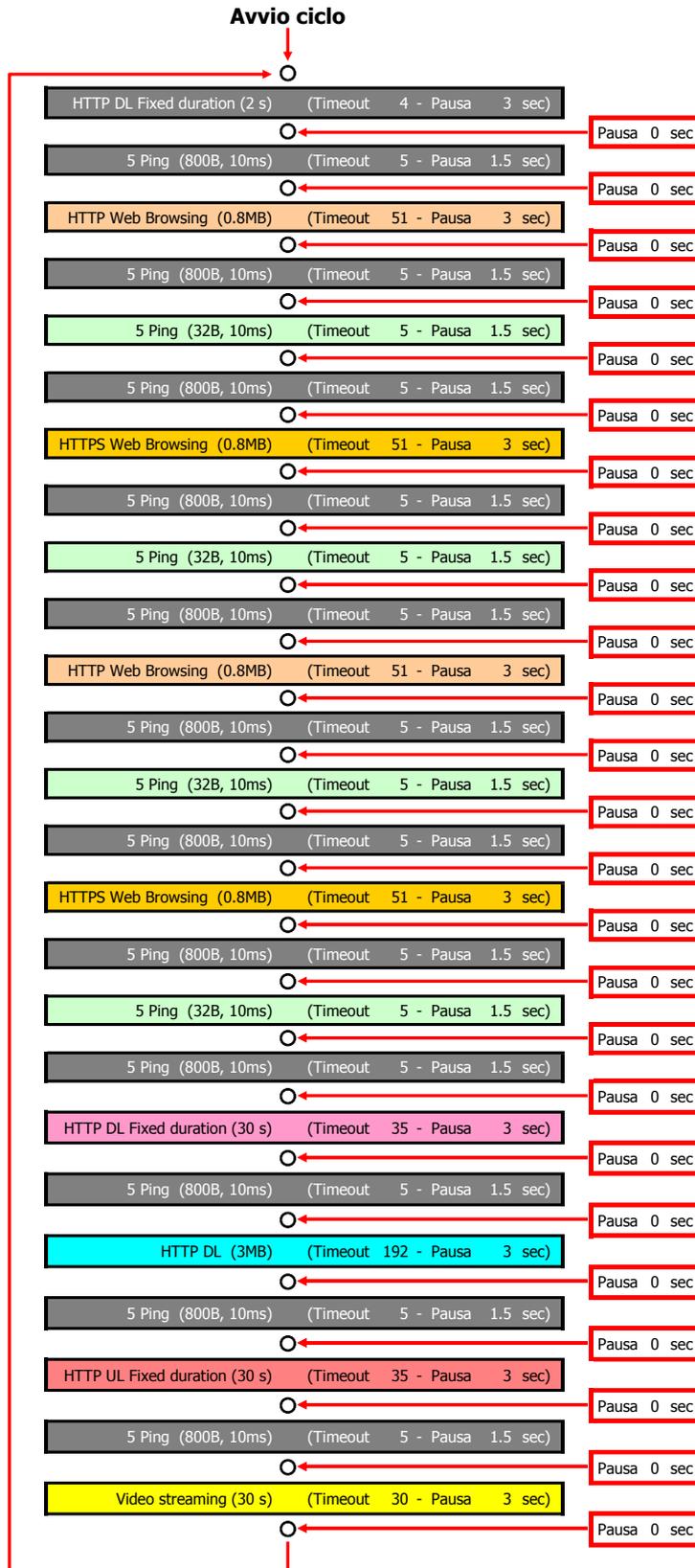
Si riporta, qui di seguito, specifica del ciclo base di test richiesto, da reiterare per la raccolta dei volumi che si valuterà debbano essere necessari alla validità statistica attesa.

Il ciclo verrà ripetuto **per un tempo non inferiore a 15 minuti**, attivando la procedura di connessione alla rete ad ogni ciclo.

Alla scadenza dei 15 minuti il ciclo si interromperà, portando a completamento l'operazione in corso. Considerando circa 2 minuti di tempo addizionale necessario alla sosta del mezzo, all'allestimento e start-up del test e alle operazioni conclusive prima della ripartenza, ogni sessione di test avrà conseguentemente una durata complessiva fino a un massimo di circa 20 minuti. Nelle valutazioni dei tempi di misura viene assunta una durata della sosta tipica di 17 (15 + 2) minuti circa.

¹¹ Il test di HTTP DL Fixed-size viene inserito nel solo ciclo di misura 3G, per consentire comparazioni storiche con i risultati delle campagne precedenti.

¹² Nel ciclo di misura sono inseriti quattro test di Browsing basati sulla medesima pagina, di cui due con protocollo http e due con protocollo HTTPS.



6.3 KPI “TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI HTTP UPLOAD”

Definizione: indica la probabilità che un utente fallisca nel completare con successo una sessione HTTP UL, includendo sia la connessione IP al server che lo scarico di contenuti.

Rappresenta quindi la relazione tra sessioni completate con successo e il totale delle sessioni instaurate

$$\text{Tasso Insuccesso HTTP UL}[\%] = \frac{\# \text{ sessioni fallite}}{\# \text{ totale di sessioni HTTP UL instaurate}} * 100$$

Nota : la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH

Trigger point :

HTTP (UL)

Start trigger: istante intermedio tra l’invio al server dell’ultimo messaggio di acknowledge precedente allo scaricamento dei dati e la ricezione del messaggio che conferma l’avvenuta connessione al server HTTP.

Stop trigger: Ricezione dell’acknowledgment per l’ultimo pacchetto dati inviato (ultimo pacchetto trasmesso prima della conclusione del test nella modalità “Fixed-duration”).

6.4 KPI “TASSO DI INACCESSIBILITA’ DELLA TRASMISSIONE DATI HTTP UPLOAD”

Definizione: Il tasso di inaccessibilità della trasmissione dati HTTP in upload è definito come il rapporto tra le sessioni HTTP UL fallite durante la fase di predisposizione al trasferimento dati e il numero totale delle sessioni avviate dal client.

La predisposizione alla trasmissione dei dati non ha successo quando non viene completata senza errori entro un tempo limite predefinito (time-out).

$$\text{Tasso di Inaccessibilità HTTP UL}[\%] = \frac{\# \text{ sessioni non instaurate}}{\# \text{ totale di sessioni HTTP UL avviate}} * 100$$

Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei server condivisi. Quest’ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvede a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili.

Nota : la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH

Trigger point :

HTTP (UL)

Start trigger: SYN sulla porta 80.

Stop trigger: Invio primo pacchetto dati

6.5 KPI “VELOCITA’ DI TRASMISSIONE DATI HTTP UPLOAD”

Definizione : valore medio della bit rate a livello applicativo espresso in [kb/s]

$$HTTPUL\ Mean\ Data\ Rate\ [kbit / s] = \frac{Transferred\ data[kbyte] * 8 \frac{kbit}{kbyte}}{(Time\ of\ stop\ Trigger - Time\ of\ start\ Trigger)[s]}$$

Trigger point: Il Throughput medio è misurato dall’inizio della trasmissione alla fine della connessione.

I punti trigger sono

HTTP (UL)

Start trigger: istante intermedio tra l’invio al server dell’ultimo messaggio di acknowledge precedente allo scaricamento dei dati e la ricezione del messaggio che conferma l’avvenuta connessione al server HTTP

Stop trigger: Ricezione dell’acknowledgment per l’ultimo pacchetto dati inviato (ultimo pacchetto trasmesso prima della conclusione del test nella modalità “Fixed-duration”).

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con l’accesso al servizio avvenuto correttamente

6.6 KPI “TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD”

Definizione: indica la probabilità che un utente fallisca nel completare con successo una sessione HTTP Transfer, includendo sia la connessione IP al server che lo scarico di contenuti.

Rappresenta quindi il rapporto tra le sessioni HTTP Transfer fallite durante il trasferimento dei contenuti e il numero totale delle sessioni instaurate:

$$Tasso\ Insuccesso\ HTTP\ DL[\%] = \frac{\#\ sessioni\ fallite}{\#totale\ di\ sessioni\ HTTPDL\ instaurate} * 100$$

Note: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH

Trigger point

HTTP (DL)

Start trigger: istante intermedio tra l'invio al server dell'ultimo messaggio di acknowledge precedente allo scaricamento dei dati e la ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato (ultimo pacchetto del file nella modalità "Fixed-size" o ultimo pacchetto trasmesso prima della conclusione del test nella modalità "Fixed-duration").

6.7 KPI "TASSO DI INACCESSIBILITÀ DELLA TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD"

Definizione: Rapporto tra le sessioni HTTP Transfer fallite durante la fase di predisposizione al trasferimento dati e il numero totale delle sessioni avviate dal cliente

Dunque il tasso di inaccessibilità della trasmissione dati HTTP download è definito come il rapporto tra le trasmissioni dati in download fallite durante la fase di predisposizione al trasferimento dati e il numero totale delle sessioni avviate dal client.

La predisposizione alla trasmissione dei dati non ha successo quando non viene completata senza errori entro un tempo limite predefinito (time-out).

$$\text{Tasso di Inaccessibilità HTTP DL}[\%] = \frac{\# \text{ sessioni non instaurate}}{\# \text{ totale di sessioni HTTP DL avviate}} * 100$$

Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei server condivisi. Quest'ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvede a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili.

Trigger point

HTTP (DL)

Start trigger: SYN sulla porta 80.

Stop trigger: ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP.

Nota: La rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH

6.8 KPI "VELOCITÀ DI TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD"

Definizione: valore medio della bit rate a livello applicativo espresso in [kb/s]

$$\text{HTTP DL Mean Data Rate} [\text{kb}/\text{s}] = \frac{\text{Transferred data} [\text{kbyte}] * 8 \frac{\text{kbit}}{\text{kbyte}}}{(\text{Time of stop Trigger} - \text{Time of start Trigger}) [\text{s}]}$$

Trigger point

Il Throughput medio è misurato dall'inizio della trasmissione alla fine della connessione.

I punti trigger sono

HTTP (DL)

Start trigger: istante intermedio tra l'invio al server dell'ultimo messaggio di acknowledge precedente allo scaricamento dei dati e la ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato (ultimo pacchetto del file nella modalità "Fixed-size" o ultimo pacchetto trasmesso prima della conclusione del test nella modalità "Fixed-duration").

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con l'accesso al servizio avvenuto correttamente

6.9 KPI "TASSO DI INSUCCESSO NAVIGAZIONE HTTP"

Definizione: indica il rapporto tra le sessioni HTTP Browsing fallite durante il trasferimento dei contenuti e il numero totale delle sessioni instaurate in un dato periodo di tempo..

Una sessione non si completa con successo quando non viene completamente caricata la pagina web selezionata in un tempo limite predefinito (time-out).

Il tempo di trasmissione è il periodo di tempo che intercorre da quando la rete di accesso ha ricevuto le informazioni necessarie per avviare la trasmissione fino a quando l'ultimo bit di dati del file di test è stato ricevuto.

$$\text{Tasso Insuccesso HTTP BROWSE} [\%] = \frac{\# \text{ sessioni fallite}}{\# \text{ totale di sessioni HTTP instaurate}} * 100$$

Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei server condivisi. Quest'ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvede a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili.

Note: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH

Trigger point

Start trigger: ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato

6.10 KPI "TASSO DI INACCESSIBILITÀ DELLA NAVIGAZIONE HTTP"

Definizione: Rapporto tra le sessioni HTTP Browsing fallite durante la fase di predisposizione al trasferimento dati e il numero totale delle sessioni avviate dal client

La predisposizione alla trasmissione dei dati non ha successo quando non viene completata senza errori entro un tempo limite predefinito (time-out).

$$\text{Tasso di Inaccessibilità HTTP BROWSE} [\%] = \frac{\# \text{ sessioni non instaurate}}{\# \text{ totale di sessioni HTTP avviate}} * 100$$



Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei *server* condivisi. Quest'ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvede a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili

Nota: La rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH.

Trigger point

Start trigger: SYN sulla porta 80.

Stop trigger: ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP.

6.11 KPI "TEMPO DI NAVIGAZIONE HTTP"

Definizione: tempo medio di scaricamento di una pagina di dimensione data espresso in [s]

Il tempo di download è calcolato come l'intervallo di tempo intercorso fra la ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP e la ricezione dell'ultimo pacchetto dati.

$$WEB\ Browsing\ Session\ Time[s] = Time\ of\ stop\ Trigger - Time\ of\ start\ Trigger$$

Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei *server* ai NAP. Quest'ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvederà a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili.

Nella valutazione delle medie e dei percentili non sono da considerare le misure che hanno dato origine ad errori nella fase di connessione al *server*, login, impostazione di modalità di trasferimento binaria.

Trigger point:

Start trigger: ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato.

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con l'accesso al servizio avvenuto correttamente

6.12 KPI "TASSO DI INSUCCESSO NAVIGAZIONE HTTPS"

Definizione: rapporto tra le sessioni HTTPS Browsing fallite durante il trasferimento dei contenuti e il numero totale delle sessioni instaurate in un dato periodo di tempo.

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH.

Una sessione non si completa con successo quando non viene completamente caricata la pagina web selezionata in un tempo limite predefinito (time-out).

Il tempo di trasmissione è il periodo di tempo che intercorre da quando la rete di accesso ha ricevuto le informazioni necessarie per avviare la trasmissione fino a quando l'ultimo bit di dati del file di test è stato ricevuto.

$$\text{Tasso Insuccesso HTTPS BROWSE} [\%] = \frac{\# \text{ sessioni fallite}}{\# \text{ totale di sessioni HTTPS instaurate}} * 100$$

Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei *server* condivisi. Quest'ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvede a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili.

Trigger point:

Start trigger: ricezione del primo pacchetto dati.

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati.

6.13 KPI “TASSO DI INACCESSIBILITA’ NAVIGAZIONE HTTPS”

Definizione: rapporto tra le sessioni HTTPS Browsing fallite durante la fase di predisposizione al trasferimento dati e il numero totale delle sessioni avviate dal client.

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH.

La predisposizione alla trasmissione dei dati non ha successo quando non viene completata senza errori entro un tempo limite predefinito (time-out).

$$\text{Tasso di Inaccessibilità HTTPS BROWSE} [\%] = \frac{\# \text{ sessioni non instaurate}}{\# \text{ totale di sessioni HTTPS avviate}} * 100$$

Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei *server* condivisi. Quest'ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvede a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili.

Trigger point:

Start trigger: SYN sulla porta 443.

Stop trigger: ricezione del primo pacchetto dati.

6.14 KPI “TEMPO DI NAVIGAZIONE HTTPS”

Definizione: Tempo misurato per il download di una pagina HTTPS di dimensioni predefinite.

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con l'accesso al servizio avvenuto correttamente.

Il tempo di download è calcolato come l'intervallo di tempo intercorso fra la ricezione del primo e dell'ultimo pacchetto dati.

$$\text{HTTPS Browsing Session Time} [s] = \text{Time of stop Trigger} - \text{Time of start Trigger}$$



Dovranno essere escluse dal calcolo tutte e sole le misure che iniziano o terminano in periodi dichiarati come inaffidabili dal gestore dei *server* ai NAP. Quest'ultimo, qualora si verificassero situazioni di carico anomale, provvederà a comunicare agli operatori quali sono i periodi da considerare come inaffidabili.

Nella valutazione delle medie e dei percentili non sono da considerare le misure che hanno dato origine ad errori nella fase di connessione al *server*, login, impostazione di modalità di trasferimento binaria.

Trigger point;

Start trigger: ricezione del primo pacchetto dati.

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati.

6.15 KPI “RITARDO DI TRASMISSIONE DATI (ROUND TRIP TIME)”

Definizione: Il Round Trip Time o Round Trip Delay (acronimo RTT) è una misura del tempo impiegato da un pacchetto di dimensione trascurabile per viaggiare dal dispositivo mobile al server e tornare indietro.

$D=TPING$, dove D è il ritardo di trasmissione dati; $TPING$ è il tempo intercorrente tra l'invio di un messaggio ICMP Echo Request e la ricezione del corrispondente messaggio ICMP Echo Reply (in ms).

Il Round Trip Time (RTT) viene calcolato mediante misure di PING utilizzando ~~4~~ pacchetti ICMP di 32 bytes.

6.16 KPI “TASSO DI PERDITA DEI PACCHETTI”

Definizione: Probabilità di perdita dei pacchetti PING, misurata tramite la valutazione delle perdite dei pacchetti ICMP Echo Request/Reply (PING) inviati ai fini della valutazione del ritardo di Trasmissione Dati (RTT). Si assume che un pacchetto ICMP Echo Request o Echo Reply è perso quando l'esecuzione del comando PING non ha prodotto un valore di ritardo.

6.17 KPI “VARIABILITA' DEL RITARDO (JITTER)”

Definizione: Valore medio del valore assoluto dell'Inter Packet Delay Variation

Il jitter è stimato pari al valor medio del valore assoluto del Inter packet delay variation (IPDV).

$$Jitter = Mean(abs(IPDV))$$

dove $IPDV(i) = D(i) - D(i-1)$ e $abs(IPDV(i)) = |IPDV(i)|$

Si calcola l'IPDV come differenza tra i valori di ritardo di 2 pacchetti consecutivi ovvero $IPDV(i) = D(i) - D(i-1)$ dove $D=TPING$.



6.18 KPI “VIDEOSTREAMING”

Il test del videostreaming, indicato ai par. 6.1 e 6.2, assume, per la campagna in esame, carattere sperimentale.

Il test dovrà basarsi sulla specifica prevista dalla versione aggiornata del report ETSI TR 101 578 1.2.1/2015 “*Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects of TCP-based video services like YouTube™*”, con riferimento al nuovo allegato A: *Measuring YouTube™ QoS with the Smartphone App, che* prospetta l’evoluzione da un’analisi TCP-based a un’analisi basata sui soli eventi osservabili tramite player, preso atto del fatto che in futuro non sarà più utilizzato il protocollo HTTP.

Le elaborazioni sperimentali dovranno innanzitutto valutare le misure del KPI di maggior interesse per l’utente, cioè il Time-To-First-Picture, da determinarsi in base agli eventi dell’applicazione video.

Occorre poi valutare le misure dei KPI di fallimento, distinguendo gli eventi precedenti al primo frame (KPI Accessibility) e successivi (KPI Retainability).

E’ necessario infine pervenire ad una classificazione degli eventi di *freezing*, classificando anche i fallimenti per eccesso di *freezing*, ed identificando almeno un KPI relativo alla frazione aggregata di tempo affetto da eventi di *freezing* (con durata superiore ad una soglia da precisare).

I KPI identificati e definiti nel corso della sperimentazione, saranno oggetto di misure ufficiali, e di pubblicazione dei relativi risultati,, a partire dalla successiva campagna del 2016. Sarà possibile identificare eventuali ulteriori KPI ad uso esclusivo del tavolo tecnico. Occorrerà anche analizzare l’influenza della risoluzione video sui KPI di durata.

6.19 TABELLA RIASSUNTIVA DELLE MISURE DEI KPI

La tabella successiva schematizza e riassume quanto introdotto e definito nei precedenti paragrafi, in termini di indicatori e relative misure.

Indicatore	Misura
Velocità di trasmissione HTTP Upload	Par. 6.3: Tasso di mancata accessibilità
	Par. 6.4: Valore misurato nell'ambito dei test validi
	Par. 6.5: Tasso di fallimento dei test
Velocità di trasmissione HTTP Download	Par. 6.6: Tasso di mancata accessibilità
	Par. 6.7: Valore misurato nell'ambito dei test validi

	Par. 6.8: Tasso di fallimento dei test
Tempo di navigazione HTTP	Par. 6.9: Tasso di mancata accessibilità
	Par. 6.10: Valore misurato nell'ambito dei test validi
	Par. 6.11: Tasso di fallimento dei test
Tempo di navigazione HTTPS	Par. 6.12: Tasso di mancata accessibilità
	Par. 6.13: Valore misurato nell'ambito dei test validi
	Par. 6.14 Tasso di fallimento dei test
Ritardo di trasmissione dati (Round Trip Time)	Par. 6.15
Tasso di perdita dei pacchetti	Par. 6.16
Variabilità del ritardo – Jitter	Par. 6.17

7. Condivisione dei risultati

I log delle rispettive misure dovranno essere messi a disposizione di ogni operatore su un server di riferimento con accesso dedicato. L'Autorità e la Fondazione Ugo Bordonì (in qualità di soggetto affidatario) avranno accesso e visibilità ai dati di tutti gli operatori. Sulla base di quanto concordato all'interno del Tavolo Tecnico anche tutti gli operatori avranno accesso ai log delle misure complessive.

L'accessibilità al server dovrà essere garantita H24 con disponibilità del 95%.

I log di misura dovranno mostrare tutte le informazioni di layer 3 che i terminali si scambiano con la rete.

I log dovranno contenere informazioni di georeferenziazione che individuino il punto di misura.

Ogni operatore disporrà quindi della possibilità di utilizzare e visualizzare in proprio le informazioni di livello 3 ed eseguire la post-elaborazione dei risultati delle misure relative alla propria rete.

8. Rappresentazione dei risultati

8.1 Aggregazione statistica per condivisione dei risultati comparativi ad uso esclusivo del tavolo tecnico.

Per la rete visitata di ciascun operatore e a livello complessivo¹³ saranno resi disponibili:

- N° test eseguiti e validi a livello nazionale e cittadino
- N° test invalidati e % invalidati su totale test eseguiti a livello nazionale e cittadino
- % successo dei test eseguiti e validi a livello nazionale e cittadino
- KPI aggregati a livello nazionale (media e varianza, 5° e 95° percentile)
- KPI aggregati a livello cittadino (media e varianza, 5° e 95° percentile)
- Tassi di insuccesso aggregati a livello nazionale
- Tassi di insuccesso aggregati a livello cittadino
- Tassi di inaccessibilità aggregati a livello nazionale
- Tassi di inaccessibilità aggregati a livello cittadino

I valori statistici per throughput o tempo di scarico (KPI 6.5, 6.8, 6.11, 6.14) dovranno essere valutati solo sui test completati con successo (ad es. HTTP completo), mentre i test non completati con successo andranno ad incidere sulle percentuali di insuccesso (KPI 6.3, 6.6, 6.9, 6.12).

Per ognuna delle 40 città e per l'area costituita dall'unione di tutte le città (livello nazionale) i KPI di throughput o tempo di scarico sono aggregati estraendo 5° percentile, 95° percentile, media e varianza dal campione costituito dalle misure grezze (ossia dai risultati dei singoli test atomici), operando in tal modo:

1. si collezionano le misure grezze provenienti dai punti di misura,
2. si selezionano solo i test validi completati con successo,
3. si rimuovono il 5% dei campioni sia nella coda inferiore che in quella superiore per ogni città,
4. utilizzando il 90% di misure residue, si calcolano innanzitutto i valori medi delle prestazioni rilevate in ogni pixel,
5. su tale base di dati (ossia un dato per ogni pixel) si calcolano 5° percentile, 95° percentile, media e varianza.

In questo modo le elaborazioni statistiche tengono conto della eventuale maggiore numerosità, a parità di durata del ciclo di test (15 minuti), dei test atomici condotti in pixel di misura caratterizzati da prestazioni di rete migliori (e quindi più veloci) rispetto a quelli caratterizzati da prestazioni scadenti e rappresentare adeguatamente i criteri geografici descritti al paragrafo 4.3.

¹³ Per “complessivo” si intende, in questo contesto, il risultato di una qualsiasi misurazione ottenuto mediando i risultati conseguiti sulle singole reti degli operatori, fornendo, in tal modo, una valutazione complessiva del KPI, che prescinde dalle prestazioni misurate sulla singola rete.



Per l'elaborazione delle percentuali di insuccesso si procede come segue:

1. si collezionano le misure grezze provenienti dai punti di misura,
2. si selezionano tutti i test validi, ossia completati con successo,
3. si calcolano le percentuali complessive di insuccesso per ognuna delle 40 città e per l'area costituita dall'unione di tutte le città (overall).

Per quanto concerne i KPI relativi alla trasmissione dei pacchetti (KPI 6.15, 6.16, 6.17), si deve innanzi tutto evidenziare che sono scartati ed ignorati dal computo statistico tutti i risultati dei test in cui i pacchetti sono inoltrati su canale comune, piuttosto che su canale associato.

Dopo aver effettuato tale sgrossatura, i valori statistici relativi al ritardo del pacchetto (KPI 6.15) e alla variabilità del ritardo (KPI 6.17) dovranno essere valutati solo sui test completati con successo, mentre i test non completati con successo andranno ad incidere sul tasso di perdita dei pacchetti (KPI 6.16).

I KPI 6.15 e 6.17 sono aggregati secondo le stesse modalità sopra descritte per i KPI 6.5, 6.8, 6.11, 6.14. La variabilità del ritardo prevede l'estrazione della sola media.

Il KPI 6.16 è aggregato secondo le stesse modalità sopra descritte per i KPI 6.3, 6.6, 6.9, 6.12.

A livello pratico, la modalità di condivisione, al tavolo tecnico, dei risultati ottenuti si basa sulla scelta di presentarli in tabelle composte da 5 colonne di dati (4 colonne dedicate ai risultati dei singoli operatori e una colonna che riporta i risultati complessivi), che permettono un confronto agevole dei risultati stessi.

I risultati presentati sono relativi ai seguenti KPI:

- http DL
- http DL fixed duration
- http UL fixed duration
- http browser
- https browser
- ping
- jitter

Le elaborazioni disponibili sono effettuate sul campione di dati grezzi ottenuto eliminando il 5% dei campioni sia nella coda inferiore che in quella superiore.

Quindi, su tale insieme ordinato in senso crescente sono effettuate e rese disponibili le elaborazioni qui di seguito descritte.

Per ognuno dei suddetti KPI sono previste nove tabelle del tipo sopra descritto, relative alle seguenti misure dell'indicatore:

- 1) valore medio
- 2) dev. standard
- 3) minimo assoluto (percentile zero)

- 4) 5° percentile
- 5) Mediana (50° percentile)
- 6) 95° percentile
- 7) massimo assoluto (100° percentile)
- 8) Tasso di fallimento – accessibility
- 9) Tasso di fallimento - retainability

Per il jitter le tabelle relative al tasso di fallimento non sono previste.

Le righe delle suddette tabelle, sono suddivise in due gruppi relativi ai risultati delle città visitate in 3G e a quelli delle città visitate in 4G.

Per le città in 3G sono previste 34 righe: le prime 4 mostrano i risultati conseguiti nel complesso delle 30 città e per tre fasce demografiche (meno di 100.000; tra 100.000 e 200.000; più di 200.000 abitanti), seguite da 30 righe ognuna delle quali è dedicata alla singola città.

Per le città in 4G sono previste 13 righe: le prime 3 mostrano i risultati conseguiti nel complesso delle 10 città e per due fasce demografiche (tra 200.000 e 500.000; più di 500.000 abitanti), seguite da 10 righe ognuna delle quali è dedicata alla singola città.

La tabella successiva fornisce la mappa della corrispondenza tra indicatori e tipi di misure rese disponibili.

Area funzionale	Test	Misure prestazioni									Percentuali di fallimento	
		Indicatore	Media statistica	Deviaz. standard	5° percentile	95° percentile	Minimo assoluto	50° percentile	Massimo assoluto	Altre elaborazioni	Accesso al servizio	Mantenimento del servizio
Velocità della trasmissione (throughput)	HTTP Upload	Velocità	X	X	X	X	X	X	X		X	X
	HTTP Download	Velocità	X	X	X	X	X	X	X		X	X
	HTTP Browsing	Tempo di scaricamento	X	X	X	X	X	X	X		X	X
	HTTPs Browsing	Tempo di scaricamento	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Qualità della trasmissione a pacchetto	PING	Round Trip Time	X	X	X	X	X	X	X	X (Jitter)		X (Packet Loss)

La suddetta modalità di rappresentazione e condivisione dei risultati è applicata sia alle misure statiche che alle misure dinamiche. I risultati delle misure statiche e quelli delle misure dinamiche sono comunque forniti in rapporti separati.

8.2 Presentazione dei risultati complessivi ad uso pubblicazione.

Come disposto dalla delibera n. 580/15/CONS sul sito www.misurainternetmobile.it è reso disponibile il resoconto di pubblicazione dei risultati della campagna, nell'ambito del quale sono

fornite le notizie relative alla campagna e sono riportati, in forma numerica¹⁴, esclusivamente i risultati a livello complessivo (ossia mediati su quelli conseguiti sulle 4 reti degli operatori), su scala nazionale, regionale e cittadina, per fasce demografiche, e per percorsi extraurbani, arricchiti con alcune serie storiche, indicative dell'andamento generale della qualità del servizio.

A partire dalla campagna 2015 i risultati vengono presentati separatamente per 6 sottocampagne:

- Misure statiche (urbane) nelle 30 città 3G¹⁵
- Misure statiche (urbane) nelle 10 città 4G
- Misure dinamiche urbane nelle 30 città 3G
- Misure dinamiche urbane nelle 10 città 4G
- Misure dinamiche extraurbane nei percorsi 3G¹⁶
- Misure dinamiche extraurbane nei percorsi 4G

In particolare i risultati per ogni sottocampagna sono presentati in una o più serie, che rappresentano diverse prospettive di lettura e confronto dei risultati stessi.

1. Nella prima sezione, per le 4 sottocampagne urbane, sono presentate innanzitutto due tabelle. La prima visualizza, per ogni KPI, le medie complessive dei risultati conseguiti nell'insieme delle città misurate con la specifica tecnologia (3G o 4G). Una seconda tabella visualizza le medie conseguite a) per le città con popolazione inferiore ai 100.000 abitanti, b) per le città con popolazione compresa tra 100.000 e 200.000 abitanti, c) per le città con popolazione compresa tra 200.000 e 500.000 abitanti, d) per le città con popolazione superiore a 500.000 abitanti, sempre limitatamente alle misure svolte per la specifica tecnologia. Seguono 20 tabelle, una per regione, in cui sono rappresentate le medie conseguite per ognuna delle città della regione che sono state interessate alle misurazioni e quella complessiva regionale. Per le 2 sottocampagne extraurbane, è presentata innanzitutto una tabella che visualizza, per ogni KPI, le medie complessive dei risultati conseguiti nell'insieme delle tratte misurate con la specifica tecnologia (3G o 4G). Seguono altre tabelle, una per tratta percorsa, in cui sono rappresentate le medie conseguite, con l'indicazione della tipologia di percorso (es. percorso misto strada-autostrada) e della velocità media.
2. Nella seconda sezione, per le sole sottocampagne statiche, si approfondiscono i risultati conseguiti, per ogni indicatore prestazionale e per ogni sua singola misura: sulle righe sono questa volta indicate le varie città ed una riga iniziale (Totale) è dedicata ai risultati complessivi, mentre in colonna sono visualizzati solo i risultati complessivamente conseguiti sul complesso delle 4 reti.
3. Nella terza sezione, per la sola sottocampagna statica 3G, per ogni KPI sono rappresentate le serie storiche delle medie complessive dei risultati conseguiti, a partire dalla prima campagna del 2012, che aveva assunto carattere sperimentale. La forma di rappresentazione raccomandata

¹⁴ con due o tre cifre significative, di cui una decimale.

¹⁵ Nel seguito si indicheranno con "città 3G" le città in cui i test sono svolti limitando l'uso alle sole reti 3G/2G, in contrapposizione alle "città 4G" in cui vengono abilitate tutte le tecnologie 4G/3G/2G.

¹⁶ Nel seguito si indicheranno con "percorsi 3G" i percorsi extraurbani in cui i test sono svolti limitando l'uso alle sole reti 3G/2G. Nelle tratte tra le diverse città i test vengono svolti in modalità 3G o 4G coerentemente con la città di partenza.

è quella grafica ad istogrammi. Per la campagna 2014 i valori da rappresentare, nell'istogramma, con colori diversi, sono quelli relativi alla media calcolata sulle sole 20 città, già oggetto di misurazione nel 2012 e 2013 (OVERALL_20A), per continuità con i precedenti drive test, e alla media globale su tutte e 40 le città, per omogeneità con la caratteristica *overall* dei dati delle precedenti campagne. Per entrambe le campagne 2014 e 2015 sono rappresentati i valori relativi alla media calcolata sulle 20 città introdotte nel 2014 (OVERALL_20B), e alla media calcolata sulle 30 città 3G della campagna 2015, per consentire la comparazione storica dei risultati.

8.3 Presentazione dei risultati comparativi ad uso pubblicazione (interfaccia grafica).

In conformità con quanto statuito dalla delibera 580/15/CONS, i risultati comparati delle misurazioni, in ambito cittadino (corrispondenti alle prime 4 sottocampagne elencate al paragrafo 8.2), sono forniti al pubblico esclusivamente al livello del singolo punto di misura, attraverso una opportuna interfaccia grafica.

Sul sito www.misurainternetmobile.it è reso disponibile il resoconto di pubblicazione dei risultati della campagna di cui al precedente paragrafo 8.2. In coda al resoconto, si accede ai risultati comparati, invitando il lettore a selezionare la città interessata. Viene quindi presentata al lettore la mappa della città selezionata, con l'invito a fornire l'indirizzo richiesto o a selezionare un punto della mappa. Una volta acquisita tale informazione, saranno presentati, in forma tabellare, i risultati relativi al punto di misura più vicino¹⁷, per il quale sarà indicata la distanza dall'indirizzo fornito (o dal punto selezionato sulla mappa) e la data e ora di esecuzione della misura, ma non saranno fornite informazioni per geo-localizzare il punto di misura stesso.

Nella parte superiore della pagina il lettore può selezionare la tipologia di misura (statica o dinamica).

I risultati sono raggruppati e presentati in un'unica tabella, che riporta, consentendone la comparabilità, i valori medi, misurati per le singole reti degli operatori di rete mobile partecipanti alla campagna, dei seguenti KPI:

- Valore misurato nell'ambito dei test validi della velocità di trasmissione HTTP Upload (rif. par. 6.5)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi della velocità di trasmissione HTTP Download (rif. par. 6.8)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi della Tempo di navigazione HTTP (rif. par. 6.11)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi della Tempo di navigazione HTTPS (rif. par. 6.14)
- Ritardo di trasmissione dati - Round Trip Time (rif. par. 6.15)
- Variabilità del ritardo - Jitter (rif. par. 6.17)

¹⁷ Nel caso delle misure statiche il punto di misura si identifica con le coordinate GPS, comuni a tutti gli operatori e a tutti i test del ciclo, del punto di sosta nel pixel. Nel caso delle misure dinamiche urbane il punto di misura, distinto per ogni test e per ogni operatore, è definito dalle coordinate GPS rilevate all'istante T/2, ove T è la durata del test.

Per “punto di misura più vicino” si intende quello, all’interno di un pixel, dove è sostato l’autoveicolo per effettuare il ciclo di misure statiche, più vicino, in linea d’aria, all’indirizzo fornito.

In fondo alla pagina che visualizza la tabella il lettore è invitato a indicare se è interessato a conoscere i tassi di successo delle varie misure, che sono mostrati a livello globale cittadino. In caso di risposta positiva è quindi presentata un’ulteriore tabella, di configurazione analoga alla precedente, dove sono riportati i dati richiesti, ossia le percentuali di successo, a livello cittadino, per le misure relative ai predetti indicatori.

Nella predetta tabella dei valori medi prestazionali, i risultati comparati delle misurazioni dei vari KPI non sono rappresentati con il loro preciso valore numerico, ma viene indicata l’appartenenza del risultato ad una determinata fascia.

Come criterio generale, per ogni KPI saranno individuate 5 fasce, i cui estremi, generalmente arrotondati ad una o due cifre significative, sono calcolati, di campagna in campagna, applicando il criterio della distribuzione omogenea dell’insieme complessivo dei risultati delle misurazioni, ottenuto collezionando i risultati di tutti i test atomici, per tutti i pixel della campagna e per tutti gli operatori. Le fasce sono scelte in modo che ognuna di esse contenga circa il 20% dei risultati dell’insieme complessivo.

Per la specifica definizione delle fasce, in relazione alla campagna 2015 in esame, si rimanda al successivo par. 10.7.

9. Processo di invalidazione delle misure

9.1 Motivi per l’invalidazione di un test

La metodologia operativa, descritta nei precedenti par. 3.7 e cap.8, di eliminare le due code, inferiore e superiore, delle distribuzioni cumulative rappresentative dei dati grezzi delle misure, rimuovendo da tutte le analisi successive il 5% dei campioni della coda inferiore (nonché di quella superiore) consente di evitare, del tutto o quasi, casi di risultati per i quali l’operatore interessato debba richiederne invalidazione.

In casi del tutto eccezionali, l’operatore potrebbe comunque richiedere di invalidare un singolo test sulla base di una fondata, oggettiva e veramente grave motivazione, come, per esempio:

- un prolungato disservizio in rete in corrispondenza, sia spaziale che temporale, dell’esecuzione dei test;
- problemi sulla strumentazione di misura;
- problemi ai server che fungono da riferimento per i test.

In tutti i casi in cui il test o l’intera sessione di misura sia da considerare non valida per cause sotto il controllo del soggetto affidatario (come il funzionamento dei server, l’utilizzo della strumentazione, l’esecuzione dei percorsi pianificati o altro), quest’ultimo provvede alla invalidazione comunicando a tutto il Tavolo tecnico le motivazioni.



9.2 Tempistiche previste per la comunicazione di richiesta di invalidazione

I log grezzi dei test (con le informazioni di layer 3) dovranno essere resi disponibili ai singoli operatori.

Gli operatori si impegnano a comunicare un'eventuale ed eccezionale richiesta di invalidazione dello specifico test entro 15 giorni dalla data in cui sono stati resi disponibili i log di cui sopra. La richiesta dovrà essere inviata ad AGCOM e a FUB, e dovranno esserne informati tutti gli operatori.

9.3 Modalità di comunicazione delle richieste di invalidazione

Tutte le comunicazioni tra i diversi soggetti potranno avvenire via e-mail. Prima dell'inizio della prima campagna di misure, ogni soggetto di cui al modello operativo di riferimento, dovrà comunicare l'indirizzo e-mail, da utilizzare all'uopo, agli altri soggetti.

Nella mail dovranno essere almeno indicati:

- l'identificativo dell'operatore
- gli identificativi dei test da invalidare
- la motivazione della richiesta

9.4 Invalidazione del test

La FUB valuterà la richiesta determinando innanzitutto se la problematica segnalata ricada o meno sotto la sua diretta competenza. In caso positivo FUB comunicherà la decisione all'operatore entro 15 giorni e provvederà, eventualmente, ad invalidare la misura, dandone comunicazione al Tavolo tecnico. L'operatore richiedente, se non dovesse riconoscere la decisione della FUB, potrà coinvolgere nel merito, in casi di eccezionale gravità, l'Autorità, entro 7 giorni del ricevimento della comunicazione della FUB. Nei casi in cui il fenomeno segnalato coinvolga invece possibili malfunzionamenti della strumentazione, o aspetti specifici del funzionamento della rete, FUB avvierà una fase di approfondimento con il fornitore della strumentazione e, in ogni caso, all'interno del Tavolo tecnico, per acquisire gli elementi necessari per decidere sulla invalidazione.

10. Peculiarità e decisioni operative per la campagna 2015.

10.1 Strumentazione e dispositivi terminali di test

Per la campagna di misura 2015 sulla strumentazione SwissQual Diversity Benchmarker adoperata è equipaggiata la release 15.1.0.27 del software del sistema.

Per la campagna di misura 2015, gli operatori hanno scelto il seguente terminale di test:

- Modello: Smartphone LTE Samsung Galaxy S5 (SM-G900F)
- Firmware: KOT49H.G900FXXU1ANCE
- Sistema operativo: Android 4.4.2



I dispositivi sono stati configurati ad utilizzare tutte le bande attualmente in uso delle tecnologie 4G/3G/2G.

La strumentazione di misura è installata su un mezzo mobile opportunamente allestito per tutte le esigenze tecniche e logistiche legate allo svolgimento delle campagne di rilevamento. I 4 terminali sono posti all'interno del veicolo in opportuni alloggiamenti e connessi ai 4 moduli indipendenti del SDB. Le antenne dei terminali sono remotizzate e poste sul tetto del veicolo all'interno di un apposito box, assieme alle due antenne dello scanner e alle antenne di due ricevitori GPS, uno collegato al SDB e l'altro utilizzato per la verifica, tramite un sistema di navigazione ad hoc, dell'appartenenza del punto di misura al pixel sorteggiato in fase di pianificazione della campagna.

10.2 Calendario delle misurazioni

Il calendario delle operazioni della campagna realizzata nell'anno 2015 ha seguito il seguente piano operativo, suddiviso per settimane, nel corso delle quali si è operato tipicamente dal lunedì al venerdì fra le ore 8.00 e le ore 20.00.

Sett.	Week	Inizio settimana	Città coinvolte							
1	52+2	lunedì 21/12/2015	Roma							
2	3	lunedì 11/01/2016	Roma	Latina	Salerno	Potenza	Matera	Bari		
3	4	lunedì 18/01/2016	Bari	Taranto	Catanzaro	Reggio Calabria				
4	5	lunedì 25/01/2016	Reggio Calabria	Messina	Catania	Palermo				
5	6	martedì 02/02/2016	Palermo	Roma						
6	7	lunedì 08/02/2016	Roma	Napoli	Campobasso	Pescara	Teramo	Roma		
7	8	lunedì 15/02/2016	Roma	Cagliari	Sassari	Roma				
8	9	lunedì 22/02/2016	Roma	Teramo	Ancona	Pesaro	Udine	Trieste	Padova	
9	10	lunedì 29/02/2016	Padova	Bolzano	Trento	Verona				
10	11	lunedì 07/03/2016	Verona	Brescia	Milano					
11	12	lunedì 14/03/2016	Milano	Modena	Bologna					
12	13	lunedì 21/03/2016	Bologna	Firenze	Bologna					
13	14	mercol. 30/03/2016	Bologna	Parma	Milano					
14	15	lunedì 04/04/2016	Milano	Novara	Aosta	Torino				
15	16	lunedì 11/04/2016	Torino	Genova						
16	17	lunedì 18/04/2016	Genova	La Spezia	Perugia	Terni	Roma			
17	18	martedì 26/04/2016	Roma	Napoli	Roma					
18	19+20	lunedì 02/05/2016	Roma	Prato	Roma					

Come avvenuto nelle precedenti campagne, anche per questa campagna gli Operatori non sono stati messi al corrente, preventivamente, del piano di spostamenti.

L'Autorità, in tal modo, ha preferito conferire una impronta di completa riservatezza alla esecuzione della campagna.

10.3 Precisazioni sulle limitazioni della tecnica dei *drive test*

Nella pubblicazione del resoconto dei risultati occorre enfatizzare che i risultati delle campagne di drive test debbano essere considerati una fotografia delle prestazioni della rete in specifici istanti e luoghi, che risente di contingenze operative non completamente prevedibili e ripetibili. Tale fotografia potrebbe non rappresentare esattamente la media delle prestazioni sperimentate dagli utenti sull'intera rete. Nonostante ciò, la tecnica dei drive test costituisce uno strumento utile per una valutazione orientativa della QoS delle reti mobili, poiché tende a riprodurre il comportamento dell'utente finale in una configurazione sperimentale controllata, quindi con caratteristiche di oggettività più marcate di altre tecniche alternative.

10.4 Piani commerciali di riferimento.

Le SIM fornite dagli operatori sono associate ai seguenti piani commerciali, attivi e sottoscrivibili al 21 dicembre 2015, data di partenza della campagna.

Operatore	Nome del piano	Tipologia	Soglia di traffico mensile	Costo mensile IVA inclusa (promozioni escluse)	Velocità nominale massima in downlink
H3G	<u>Full Unlimited Plus</u> (Nota 1)	Abbonamento - consumer	8 GB	35 Euro	100 Mbps
TIM	<u>Internet Start</u> (Nota 2)	Ricaricabile - consumer	4 GB	10 Euro ogni 4 settimane	100 Mbps (Nota 5)
Vodafone	<u>Zero Relax XL</u> (Nota 3)	Ricaricabile - business	2 GB	73,08 Euro	225 Mbps (Nota 6)
Wind	<u>INTERNET 5 GIGA</u> (Nota 4)	Ricaricabile - consumer	5 GB	9 Euro ogni 4 settimane	150 Mbps

Nota 1 (H3G):

3 Italia offre a tutti i clienti la possibilità di navigare a 100 Mbps, compatibilmente con il dispositivo utilizzato, senza discriminare la velocità massima in base all'offerta attivata.



Nota 2 (TIM):

TIM ha altre offerte, a portafoglio, tecnicamente equivalenti (configurazione di priorità compresa) sia quando la connessione è su rete 4G sia quando è su rete 3G: TIM SPECIAL VOCE+DATI, TIM SPECIAL START, TIM SPECIAL LARGE, TIM SPECIAL UNLIMITED, TIM YOUNG, TIM YOUNG&MUSIC DIGITAL, TIM YOUNG&MUSIC FULL DIGITAL, TIM 60+, INTERNET 4GB, INTERNET LARGE, INTERNET XL, PROMO 4G ON, INTERNET 50GB, INTERNET 100GB, INTERNET 3GB. Per tutti i dettagli sulle loro caratteristiche, consulta il sito www.tim.it.

Nota 3 (VODAFONE):

Le offerte commerciali, a portafoglio, equivalenti a quella in questione sono: Open: Red+ XL, Data+ Medium, Data+ Large, Data+ XL, Data+ Small, Open: Red+ L, CFlat Voice World Data Eu, CFlat³ Europe – Abb, CFlat Data – Europe, CFlat Voice World Data Eu – Ric, CFlat Europe – Ric 40, Zero: Red+ XL, Zero: Red+ L, Zero: Ready+ S, Zero: Ready+ M, Internet 1 anno 4G, Giga Maxi. Per dettagli sulle loro caratteristiche, consulta il sito www.vodafone.it.

Nota 4 (WIND):

Wind non differenzia l'offerta in funzione della velocità e tutte le offerte disponibili hanno caratteristiche equiparabili all'offerta "Internet 5 Giga". Tutte le offerte sono abilitate a raggiungere la velocità massima disponibile sulla rete Wind e tale velocità viene aggiornata con l'evoluzione della rete.

Nota 5 (Valida per TIM):

Se Cliente dispone di un terminale idoneo al 4G Plus ed è sotto copertura 4G Plus può arrivare fino a 300 Mbps (promozione commerciale dal 16/11/2015 fino a 31/12/2016).

Nota 6 (Valida per Vodafone):

La rete è progettata per consentire ai clienti la migliore esperienza grazie a investimenti in infrastrutture di rete che oggi permettono di arrivare fino alla velocità di 225Mbps, nelle località coperte da tale tecnologia.

10.5 Approfondimenti sulla *Best Technology* e relativi dati di diffusione

Relativamente alla *Best Technology*, nella pubblicazione del resoconto dei risultati della campagna occorre evidenziare che lo scopo principale della campagna di misure sul campo in esame è quello di verificare le prestazioni conseguibili dai sistemi e dalle reti disponibili, predisposti secondo la migliore tecnologia possibile che ciascun operatore è in grado di mettere in campo, senza condizioni operative o elementi limitanti, per quanto concerne in particolare:

- dispositivi terminali
- radio and access network
- core network
- tecniche di gestione di rete ed ottimizzazione del traffico, anche utilizzando meccanismi di priorità nell'accesso a risorse condivise.



Per quanto concerne la *Best Technology* 3G, occorre evidenziare che la tecnologia, su rete 3G, DC-HSPA, con velocità di 42.2 Mbps in *downlink*, costituisce, allo stato attuale, non solo la migliore tecnologia disponibile ma, al tempo stesso, anche quella commercialmente più diffusa, a livello di SIM, e ancora, nonostante l'avanzare delle tecnologie 4G, una delle più significative a livello di esperienza-utente.

Dunque la sottocampagna 3G ha avuto come target tale tecnologia.

Allo scopo, nelle città oggetto di misurazioni in 3G, il terminale smartphone di test (che ha capacità LTE) è stato forzato ad operare solo con reti 3G.

Per quanto concerne la *Best Technology* 4G, si osserva che le reti 4G degli operatori attualmente sono per lo più basate sugli standard 3GPP LTE *Single Carrier*, che permettono velocità massime teoriche in *downlink* di 150 Mbps.

Tenuto conto che l'orientamento, già sancito dalla delibera n. 154/12/CONS, che guida la scelta dei terminali, è quello di utilizzare dispositivi con caratteristiche quanto meno limitanti delle prestazioni conseguibili dalla rete (*best technology*), si è ritenuto di adottare un dispositivo di test di tipo *smartphone* con sistema operativo *Android* LTE *category 4*, allo scopo di non limitare le prestazioni conseguibili dalla rete, nelle aree in cui è disponibile la tecnologia LTE *Single Carrier*.

Alcuni Operatori hanno in campo, seppur in aree limitate, tecnologie LTE che permettono di conseguire, attraverso l'implementazione di tecniche MIMO 4x4 e *Carrier Aggregation*, velocità anche superiori a 300 Mbps. Tuttavia la diffusione di tali tecnologie non risulta, alla data, tale da ritenerle sufficientemente mature. Quindi, almeno per le prime due delle 4 campagne in programma a partire dal 2015, si è ritenuto preferibile circoscrivere il test delle reti LTE in *Single Carrier*.

L'obiettivo delle campagne di misura, con l'adozione dell'approccio *Best Technology*, è circoscritto essenzialmente a quello di fornire agli utenti una informazione sulle massime prestazioni di targa conseguibili, asetticamente, dalla rete del proprio Operatore.

Occorre, però, tener ben presente che il risultato che si rileva, in tali condizioni, potrebbe essere diverso, e anche notevolmente, dalla qualità mediamente percepita dall'utente, nella misura in cui le condizioni e caratteristiche tecniche dell'offerta sottoscritta dall'utente, nonché il suo grado di diffusione sul mercato, divergono da quelle dell'offerta in *Best Technology*.

Ciò per due ordini di motivi:

1. la qualità mediamente percepita da un utente dotato della *Best Technology* sarà più vicina a quella rappresentata dai risultati delle campagne di misurazioni in esame di quanto possa esserla quella mediamente percepita da un utente che ha sottoscritto una offerta caratterizzata da prestazioni minori.
2. ad una minore profondità di diffusione nel mercato delle offerte in *Best Technology* potrebbero corrispondere prestazioni migliori per gli utenti di tale tecnologia (e quindi anche per la SIM di test), rispetto al caso in cui tale tecnologia detiene una quota più significativa del mercato. Nel primo caso infatti è più limitato il numero di utenti, con gli stessi requisiti, che accedono alle risorse che la rete rende loro disponibili e pertanto le prestazioni

conseguite, mediamente, dovrebbero risultare più rilevanti del caso in cui il numero di utenti che accede alle medesime risorse condivise è meno elevato¹⁸.

E' importante quindi tener conto della correlazione tra significatività dei risultati (in relazione alle reali performance della rete e alla realtà percepita dalla clientela) e la profondità di penetrazione, nel mercato, della *Best Technology* stessa, nel senso che quanto meno diffusa sul mercato è la *Best Technology* tanto più la qualità mediamente percepita dagli utenti diverge, e in peggio, dai risultati delle misurazioni condotte e qui riportate.

A tale scopo sono pertanto qui di seguito riportati, sulla base delle informazioni fornite dagli stessi Operatori, i seguenti dati:

1. percentuale del traffico dati generato sulla rete 2G/3G, rispetto al totale del traffico del servizio Mobile Broadband (2G+3G+4G);
2. percentuale del traffico dati generato sulla rete 4G, rispetto al totale del traffico del servizio Mobile Broadband (2G+3G+4G);
3. aliquota della percentuale di cui al punto 1, generata dalla categoria di utenti di utenti nativi *best technology* 3G (DC-HSPA, 42.2 Mbps) sulla rete 3G;
4. aliquota della percentuale di cui al punto 1 generata dalla categoria di utenti dotati di terminali LTE, con *SIM* configurate con offerte LTE, quando, in mancanza di copertura della rete 4G o di clienti che abbiano disabilitato sul terminale la connessione 4G, dette *SIM* effettuano traffico sulle rete 2G/3G

Operatore	H3G (1)	TIM (2)	Vodafone (2)	Wind (2)
Percentuale traffico generato su rete 3G	76%	62%	54%	87%
Percentuale traffico generato su rete 4G	24%	38%	46%	13%
Percentuale traffico generato dalle SIM in <i>best technology</i> 3G	15,2%	31%	22 %	7,6 %
Percentuale traffico generato dalle SIM 4G in <i>roaming</i> su 3G	37,2%	11.8 %	6,4 %	36 %

(1) Rilevazioni effettuate nel mese di dicembre 2015.

(2) Rilevazioni effettuate nel mese di marzo 2016.

¹⁸ Bisogna comunque anche tener conto che le risorse di rete vengono dimensionate dagli Operatori proporzionalmente al numero di utenti afferenti alle varie tecnologie.

10.6 Configurazioni di priorità delle SIM

Alcuni operatori, come mostrato in tabella, utilizzano, nell'ambito delle procedure operative di gestione delle proprie reti, meccanismi di priorità, tra gli utenti che attivano sessioni di trasferimento dati, nell'accesso alle risorse condivise, quali le risorse radio e quelle di rete.

Utilizzo priorità	H3G	TIM	Vodafone	Wind
Rete 3G	SI	SI	SI	NO
Rete 4G	NO	NO	SI	NO

La USIM fornita da H3G per la campagna non è profilata con la priorità più alta, pur attuando l'operatore H3G meccanismi di priorità, almeno sulla rete 3G. Mentre le USIM fornite da TIM e Vodafone sono profilate con la priorità più alta, allo scopo emulare (sulle rispettive reti dove la priorità è attivata in accordo alla precedente tabella) gli utenti in grado di utilizzare al meglio la *best technology* e, quindi, le prestazioni della rete.

Per le reti 3G, i parametri, a livello SIM, che contribuiscono alla configurazione di priorità della SIM, assumono i seguenti valori (significativi solo nel caso che i meccanismi di priorità siano abilitati ed utilizzati a livello generale di rete. Dunque tali valori sono significativi, per questa campagna 2015, solo per H3G, TIM e Vodafone).

QoS Priority Attribute	H3G	TIM	Vodafone	Wind
Radio Priority level value	3	2	2	4
Delay Class	3	2	2	4
Traffic Class	3	3	3	4
Traffic Handling Priority	3	2	2	3
Precendence Class	3	2	1	2
PRIORITA' ABILITATA	SI	SI	SI	NO

Per completezza informativa sono state riportate le configurazioni dei medesimi parametri con cui sono state profilate le USIM di Wind utilizzate per le prove, anche se i valori assunti da tali parametri sono ininfluenti, essendo gli algoritmi di gestione delle priorità, che utilizzano tali dati, disabilitati a livello centralizzato di gestione rete.

Anche per le reti 4G sono riportati i parametri che possono contribuire alla configurazione di priorità della SIM, e i corrispondenti valori rilevati nel corso della campagna nelle 4 reti, benché essi siano rilevanti solo per quanto riguarda Vodafone, che è l'unico operatore che attua anche in 4G meccanismi di priorità:

QoS Priority Attribute	H3G	TIM	Vodafone	Wind
QCI	9	7	7	8
Precedence class	Normal priority	Normal priority	High priority	Normal priority
Traffic class	Background class	Interactive class	Interactive class	Interactive class
Radio priority	4	2	2	3
GBR for downlink	0	0	0	0
GBR for uplink	0	0	0	0
APN-AMBR for downlink	220Mbps	300Mbps	226Mbps	150Mbps
APN-AMBR for uplink	48Mbps	50Mbps	52Mbps	50Mbps
PRIORITA' ABILITATA	NO	NO	SI	NO

Occorre tuttavia rilevare che, rispetto ai valori rilevati nel corso della campagna di cui alla precedente tabella, sono emerse anche le seguenti anomalie

1. I parametri rilevati sulla rete H3G, pur assumendo valori univoci, compaiono solo in casi sporadici, in quanto risulta assente il messaggio *ESM- Activate default EPS bearer context request* che invece sulle altre reti compare ad ogni disattivazione/attivazione della sessione dati.

In proposito WindTre ha argomentato che il traffico dati utente in rete H3G viaggia sul *bearer* di *default*, instaurato all'atto della procedura combinata di *attach* del *device* alla rete 4G. Durante tale procedura (ad esempio all'accezione del *device* in copertura 4G) il nodo MME invia il messaggio '*ESM-Activate default EPS bearer context request*' all'eNodeB che provvede a consegnarlo al *device*.

In base a tale configurazione, la disattivazione della sessione dati da parte del *device* non dà luogo ad una disattivazione del *bearer* di *default* (che deve essere sempre presente), motivo per il quale la riattivazione della sessione dati stessa sul *device* non coinvolge i nodi Core e quindi il messaggio '*ESM-Activate default EPS bearer context request*' non viene inviato.

2. Sulla rete Vodafone vengono rilevati talvolta i valori riportati nella seconda e terza colonna della tabella successiva, che risultano difformi da quelli standard, indicati nella prima colonna.

QCI	7	5	5
-----	---	---	---



Precedence class	High priority	High priority	Normal priority
Radio priority	2	2	1

Vodafone ha rappresentato che, a seguito di attività in rete, le priorità delle SIM oggetto della misura sono state modificate per alcuni giorni portandole a condizioni peggiorative. La variazione potrebbe quindi aver ridotto le massime performance raggiungibili sulla rete di Vodafone. Ciononostante la Società ritiene comunque utilizzabili e pubblicabili i risultati delle misurazioni effettuate nel corso della campagna.

I dati di diffusione delle SIM che utilizzano le predette priorità sono riassunti nella tabella successiva.

	H3G	TIM	Vodafone	Wind
Applicazione di meccanismi di priorità nell'ambito delle SIM 4G	NO	NO	SI	NO
Percentuale di utenti 4G, rispetto al totale degli utenti 4G, utilizzanti la priorità attribuita alle SIM di test	n.a.	n.a.	15%	n.a.
Applicazione di meccanismi di priorità nell'ambito delle SIM 3G	SI	SI	SI	NO
Percentuale di utenti 3G, rispetto al totale degli utenti 3G, utilizzanti la priorità attribuita alle SIM di test	0,5%	68%	15%	n.a.
Applicazione o meno di meccanismi di priorità per le SIM 4G quando si connettono alla rete 3G	NO	SI	SI	NO
Coincidenza della priorità assegnata alle SIM 4G, quando si connettono alla rete 3G, con quella di livello più elevato utilizzabile dagli utenti 3G (coincidente, a sua volta, con quella attribuita alle SIM di test 3G)	n.a.	SI	SI	n.a.

n.a.: non applicabile.

10.7 Definizione delle fasce di rappresentazione dei risultati comparati.

Come descritto nel precedente par. 8.3, il criterio generale adoperato per la definizione delle fasce di rappresentazione dei risultati comparati, che, per ogni KPI, sono mostrati all'utente nel contesto dell'interfaccia grafica, si basa sull'individuazione di 5 fasce, i cui estremi, generalmente arrotondati ad una o due cifre significative, sono calcolati, di campagna in campagna, applicando il criterio della distribuzione omogenea dell'insieme complessivo dei risultati delle misurazioni, ottenuto collezionando i risultati di tutti i test atomici, per tutti i pixel

della campagna e per tutti gli operatori. Le fasce sono scelte in modo che ognuna di esse contenga circa il 20% dei risultati dell'insieme complessivo.

A tale regola generale, come espressamente stabilito nella delibera 580/15/CONS, fanno eccezione, per le sottocampagne 3G della campagna 2015, la rappresentazione dei risultati, delle misurazioni sui KPI "velocità in download (DL)" e "velocità in upload (UL)", ai quali saranno associate le seguenti fasce:

HTTP Download (4 fasce): 0-2 Mbps; 2-4 Mbps; 4-6 Mbps; oltre 6 Mbps;

HTTP Upload (5 fasce): 0-0,5 Mbps; 0,5-1 Mbps; 1-1,5 Mbps; 1,5-2 Mbps; oltre 2 Mbps.

Le fasce di rappresentazione dei risultati per gli altri KPI sono state invece definite applicando, quanto più possibile, il suddetto criterio della distribuzione omogenea dell'insieme complessivo dei risultati delle misurazioni, ottenendo i valori riportati in tabella per le diverse sottocampagne urbane:

Sottocampagna	KPI		Fascia 1	Fascia 2	Fascia 3	Fascia 4	Fascia 5
Statica 3G	Velocità HTTP Download	Mbps	0-2.0	2.0-4.0	4.0-6.0	oltre 6.0	---
	Velocità HTTP Upload	Mbps	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	oltre 2.0
	Tempo di navigazione HTTP	ms	0-1800	1800-2300	2300-2700	2700-3500	oltre 3500
	Tempo di navigazione HTTPs	ms	0-2900	2900-3300	3300-3800	3800-4600	oltre 4600
	Ritardo di trasmissione dati - RTT	ms	0-45	45-53	53-61	61-73	oltre 73
	Variabilità del ritardo - JITTER	ms	0-4	4-5	5-6	6-9	oltre 9
Statica 4G	Velocità HTTP Download	Mbps	0-8.8	8.8-15.9	15.9-23.8	23.8-35.5	oltre 35.5
	Velocità HTTP Upload	Mbps	0-7.5	7.5-13.7	13.7-19.4	19.4-26.7	oltre 26.7
	Tempo di navigazione HTTP	ms	0-1100	1100-1300	1300-1600	1600-2000	oltre 2000
	Tempo di navigazione HTTPs	ms	0-2000	2000-2300	2300-2700	2700-3300	oltre 3300
	Ritardo di trasmissione dati - RTT	ms	0-38	38-44	44-63	63-78	oltre 78
	Variabilità del ritardo - JITTER	ms	0-5	5-8	8-13	13-41	oltre 41
Dinamica urbana 3G	Velocità HTTP Download	Mbps	0-2.0	2.0-4.0	4.0-6.0	oltre 6.0	---
	Velocità HTTP Upload	Mbps	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	oltre 2.0
	Tempo di navigazione HTTP	ms	0-1800	1800-2300	2300-2700	2700-3600	oltre 3600
	Tempo di navigazione HTTPs	ms	0-2800	2800-3500	3500-4100	4100-5100	oltre 5100
	Ritardo di trasmissione dati - RTT	ms	0-43	43-51	51-61	61-74	oltre 74
	Variabilità del ritardo - JITTER	ms	0-2	2-5	5-8	8-14	oltre 14
Dinamica urbana 4G	Velocità HTTP Download	Mbps	0-7.1	7.1-13.3	13.3-20.8	20.8-30.9	oltre 30.9
	Velocità HTTP Upload	Mbps	0-6.7	6.7-14.0	14.0-18.6	18.6-25.2	oltre 25.2
	Tempo di navigazione HTTP	ms	0-1000	1000-1300	1300-1600	1600-2300	oltre 2300
	Tempo di navigazione HTTPs	ms	0-1700	1700-2200	2200-2900	2900-3700	oltre 3700
	Ritardo di trasmissione dati - RTT	ms	0-34	34-41	41-50	50-77	oltre 77
	Variabilità del ritardo - JITTER	ms	0-3	3-6	6-10	10-24	oltre 24



- FINE DEL DOCUMENTO -