

LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DELLE CAMPAGNE DI MISURE SUL CAMPO (*DRIVE TEST*) DELLA QUALITÀ DEL SERVIZIO DATI IN MOBILITÀ - CAMPAGNA 2022.

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, n. 580/15/CONS, n. 125/19/CONS, n. 118/21/CONS e n. 251/22/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 tre 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 le **45 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 **10 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 oppure durante gli spostamenti tra un punto di misura dinamico di seguito definito come *way-point* e l'altro (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. In questa campagna viene inserito il concetto di punto di passaggio (*way-point*), per le misure dinamiche. Alcune città verranno misurate solo in modalità dinamica vincolando il percorso all'interno della città passando per un numero di *way-point* calcolati con i medesimi criteri applicati per la selezione dei punti di misura dove vengono svolte le misure nomadiche.
6. Le rilevazioni hanno una cadenza almeno annuale, con previsione di:
 - a. circa **4 mesi** per la **campagna di misura** in circa **1.150 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 2022** sono previste quindi le seguenti tempistiche:
 - a. Avvio: **luglio 2022**
 - b. Conclusione: **ottobre 2022**
 - c. Post-elaborazione: da concludere entro **dicembre 2022**

- d. Pubblicazioni intermedie (resoconto delle misure complessive) e pubblicazione definitiva (misure comparate): entro **novembre 2022** e **febbraio 2023**.
8. Le misure saranno effettuate per il 2022 su **terminali d'utente smartphone (Samsung Galaxy S21+ 5G)** 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 si espleta su 45 città, contemplando 5 città aggiuntive rispetto alle 40 città su cui si è svolta la precedente campagna del 2018, utilizzando oltre 1000 punti di misura tra punti di misura statici e punti di misura dinamici (*way-point*), la cui specificazione, per singola città sarà di seguito descritta.
 11. Nella campagna in esame i test vengono svolti in modalità best technology, includendo le reti 5G.

INDICE DEGLI ARGOMENTI

Sommario

1. Introduzione.....	5
2. Organizzazione del documento.....	5
3. Descrizione degli indicatori.....	6
3.1 Velocità di trasmissione (<i>throughput</i>) dei dati in <i>download</i> , <i>upload</i> e <i>browsing</i>	6
3.2 Tasso di insuccesso nella trasmissione dati (<i>download/upload/browsing</i>).....	7
3.3 Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati (<i>download/upload/browsing</i>).....	7
3.4 Tasso di perdita dei pacchetti (<i>Packet Loss</i>).....	7
3.5 Ritardo di trasmissione dati (<i>Latency/Delay - Round Trip Time</i>).....	7
3.6 Variabilità del ritardo (<i>Jitter</i>).....	7
3.7 Tempo di inizio riproduzione (<i>time to first picture</i>).....	8
3.8 Tasso di insuccesso nello scaricamento di un video.....	8
3.9 Tasso di interruzione per <i>freezing</i>	8
3.10 Tasso di insuccesso per eccesso di <i>freezing</i>	8
3.11 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.....	12
4.3 Criteri di selezione dei punti di misura.....	14
4.4 Esempio di selezione dei punti nei comuni.....	21
4.5 Descrizione delle caratteristiche di misura end-to-end.....	24
4.6 Descrizione del sistema di misura in campo.....	24
4.7 Descrizione del formato delle misure raccolte.....	25
4.8 Caratteristiche del server di misura.....	25
4.9 Distribuzione temporale delle misure.....	25
4.10 Distribuzione temporale delle misure in una singola campagna.....	25
4.11 Giorni e ore di misura.....	25
4.12 Schedulazione delle campagne.....	26
4.13 Punti statici in cui effettuare le misure.....	26
4.14 Punti dinamici in cui effettuare le misure.....	27
4.15 Numerosità di prove per indicatore.....	28
4.16 Dispositivo di test e il suo aggiornamento.....	28
5. Modello operativo - ruoli del soggetto affidatario, degli operatori e dell'Autorità.....	29
6. Metodologia di esecuzione delle misure per gli indicatori.....	32
6.1 Generalità.....	32
6.2 Descrizione del ciclo di test.....	32
6.3 KPI “Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati HTTP upload con multi-stream”.....	35
6.4 KPI “Velocità di trasmissione dati HTTP upload con multi-stream”.....	35
6.5 KPI “Tasso di insuccesso nella trasmissione dati HTTP upload con multi-stream”.....	36
6.6 KPI “Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati HTTP download con multi-stream”.....	36

6.7	KPI “Velocità di trasmissione dati HTTP download con multi-stream”	37
6.8	KPI “Tasso di insuccesso nella trasmissione dati HTTP download con multi-stream” ..	38
6.9	KPI “Tasso di inaccessibilità della navigazione HTTP”	38
6.10	KPI “Tempo di navigazione HTTP”	39
6.11	KPI “Tasso di insuccesso navigazione HTTP”	39
6.12	KPI “Tasso di inaccessibilità della navigazione HTTPS”	40
6.13	KPI “Tempo di navigazione HTTPS”	40
6.14	KPI “Tasso di insuccesso navigazione HTTPS”	41
6.15	KPI “Ritardo di trasmissione dati (Round Trip Time)”	41
6.16	KPI “Tasso di perdita dei pacchetti”	42
6.17	KPI “Variabilità del ritardo (<i>Jitter</i>)”	42
6.18	KPI “Tasso di inaccessibilità inizio riproduzione del video”	42
6.19	KPI “Tempo di inizio riproduzione”	42
6.20	KPI “Tasso di insuccesso nello scaricamento di un video”	43
6.21	KPI “Tasso di esecuzione in HD”	43
6.22	KPI “Tasso di interruzione per <i>freezing</i> ”	43
6.23	KPI “Tasso di fallimento per eccesso di <i>freezing</i> ”	44
6.24	Tabella riassuntiva delle misure dei KPI	44
7.	Condivisione dei risultati	45
8.	Rappresentazione dei risultati	46
8.1	Aggregazione statistica per condivisione dei risultati comparativi ad uso esclusivo del Tavolo Tecnico.	46
8.2	Presentazione dei risultati complessivi ad uso pubblicazione	47
8.3	Presentazione dei risultati comparativi ad uso pubblicazione (interfaccia grafica)	48
9.	Processo di invalidazione delle misure	49
9.1	Motivi per l’invalidazione di un test	49
9.2	Tempistiche previste per la comunicazione di richiesta di invalidazione	50
9.3	Modalità di comunicazione delle richieste di invalidazione	50
9.4	Invalidazione del test	50
10.	Peculiarità e decisioni operative per la campagna 2022	51
10.1	Strumentazione e dispositivi terminali di test	51
10.2	Calendario delle misurazioni	51
10.3	Precisazioni sulle limitazioni della tecnica dei <i>drive test</i>	52
10.4	Piani commerciali di riferimento	52
10.5	Approfondimenti sulla <i>Best Technology</i> e relativi dati di diffusione	53
10.6	Configurazioni di priorità delle SIM	54
10.7	Definizione delle fasce di rappresentazione dei risultati comparati	54

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, come successivamente modificata dalle delibere n. 580/15/CONS, n. 125/19/CONS, n. 118/21/CONS e n. 251/22/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 effettuati, 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 2022 della campagna 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 2022.

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 10.1, opportunamente controllato da adeguata strumentazione come descritto nel medesimo paragrafo, 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. Per le metriche che fanno riferimento al servizio video, invece il collegamento è esterno al NAP, sulla Big Internet, in quanto il dispositivo di test si collega ai servizi forniti da YouTube.

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.

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. Nel secondo caso è inoltre possibile trasmettere più file in parallelo, di opportune dimensioni tali da non essere interamente trasmessi, per un prefissato periodo di tempo e misurare la quantità di dati trasmessa nel periodo.

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 (o HTTPS), 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 provvede a garantire mediante ritrasmissioni automatiche l'integrità nella trasmissione dei dati inviati, cosa che invece non avviene nel caso del protocollo UDP. Quindi, questo tipo di parametro è fondamentale nelle trasmissioni UDP, ma è rilevante anche per 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. È 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*)

Insieme 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 Tempo di inizio riproduzione (*time to first picture*)

Il tempo di inizio riproduzione (noto come *time to first picture*) è il tempo di attesa per l'inizio della visualizzazione di un video scaricato da "YouTube". Per la valutazione di tale prestazione viene utilizzato un indicatore che determina il tempo di attesa, in secondi, per l'inizio della visualizzazione del video rilevando direttamente gli eventi del player YouTube (*time to first picture player*).

3.8 Tasso di insuccesso nello scaricamento di un video

La percentuale di insuccesso nello scaricamento di un video è definita come il rapporto fra il numero di fallimenti verificatisi durante lo scaricamento di un video ed il numero totale di tentativi di scaricamento del video. Allo scopo di rilevare le prestazioni del test di *videostreaming* dipendenti dalla qualità del servizio offerta dalla rete mobile, la visualizzazione del video viene interrotta dopo un tempo molto breve rispetto alla durata del filmato richiesto (ad esempio 30 secondi per un video di durata pari a 300 secondi), realizzando così una modalità di test *fixed-duration*, analoga a quella dei test di *download/upload*, in cui lo scaricamento del video avviene durante la sua riproduzione. Uno scaricamento non ha successo quando il test di scaricamento e riproduzione del video non viene completato senza errori per tutto il tempo previsto.

3.9 Tasso di interruzione per *freezing*

Il tasso di interruzione per *freezing* è il rapporto tra la durata dell'interruzione del video per eventi di congelamento del video (*freezing*) rispetto alla durata totale del test, ottenuto calcolando la frazione aggregata di tempo affetto da eventi di *freezing* di durata superiore ad una soglia prefissata, che esclude gli eventi di brevissima durata (*microfreezing*) non imputabili alle prestazioni della rete ma ad anomalie del player video.

3.10 Tasso di insuccesso per eccesso di *freezing*

La percentuale di insuccesso per eccesso di *freezing* nello scaricamento di un video è definita come il rapporto tra il numero di test di *videostreaming* in cui il tasso di interruzione per *freezing* è superiore a una soglia prefissata e il numero totale dei test completati con successo.

3.11 Valutazioni statistiche

I precedenti indicatori possono essere descritti statisticamente mediante opportune metriche; di seguito si farà riferimento al parametro di prima rilevazione, ossia al valore medio. Per quanto riguarda gli indicatori di qualità "Tasso di insuccesso della trasmissione dati", "Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati" e "Tasso di perdita dei pacchetti", essendo basati su un valore dicotomico quale è l'evento successo/insuccesso, questi sono sufficientemente descritti dalla proporzione di eventi sul totale.

Per quanto riguarda il valore medio tale parametro viene calcolato 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.

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 il più possibile rappresentativa 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 Big Internet, 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'Agcom 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 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 *agent* di misura. I server di misura possono essere posizionati presso i principali NAP (Neutral Access Point) italiani (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 ad 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.

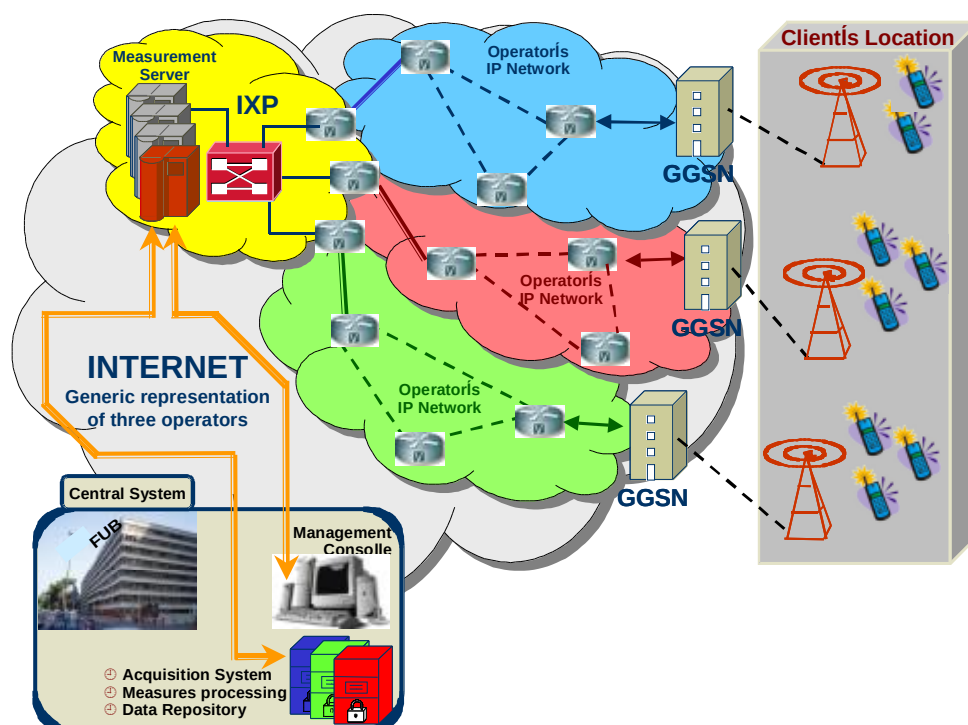


Figura 2 – Architettura del sistema di valutazione della qualità dell'accesso a Internet da rete mobile.

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"¹).

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 terminale²;
- 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).

¹ 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.

² Ad esempio, non è considerata la condizione operativa *indoor* la cui diffusione, invece, è rilevante tra l'utenza mobile.

4.2 Città oggetto di misura

Le città oggetto di misurazione nella campagna 2022 in esame sono le medesime della campagna 2021, ovvero le 40 città già selezionate per le campagne dal 2014 al 2018 secondo i criteri qui di seguito descritti, con l'aggiunta di 5 nuove città scelte secondo il criterio generale di estendere le misure alla terza o quarta città più popolosa di alcune regioni. La distribuzione geografica dei test prevede di effettuare, per il 2022, in continuità con il 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, le misure nei 20 capoluoghi "demografici" di regione (Gruppo A), cioè i capoluoghi di provincia più popolosi³ (per l'Abruzzo: Pescara invece de L'Aquila; per le Provincie 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.

Oltre a tali città, altre 20 sono selezionate per le misure, secondo il criterio generale di estendere i test alla seconda più popolosa città di ogni regione (Gruppo B). 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.

Per conseguire l'obiettivo di visitare un totale di 40 città, fin dalla campagna 2014, si sono selezionate le due restanti città più popolose a livello nazionale, cioè Messina e Parma.

Oltre alle 40 città, nella campagna 2022, come nelle campagne 2019, 2020 e 2021, verranno visitate 5 città aggiuntive (passando da un totale di 40 a 45 città), scelte secondo il criterio generale di estendere le misure alla terza o quarta città più popolosa di alcune regioni (Gruppo C). Il numero di punti di misura per ciascuna nuova città è calcolato con i medesimi criteri applicati alle precedenti 40 città, ovvero in base alla caratterizzazione demografica delle città.

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	GRUPPO
Abruzzo	Pescara	116.846	A
	Teramo *	54.210	B
Basilicata	Potenza	66.698	A
	Matera	59.859	B
Calabria	Reggio di Calabria	180.719	A

* Rimpiazza L'Aquila

³ Popolazione al 31 dicembre 2010, pubblicata dall'ISTAT nel mese di giugno 2011 (<http://demo.istat.it/bil2010/index02.html>).

	Catanzaro	89.319	B
Campania	Napoli	961.106	A
	Salerno	132.741	B
Emilia-Romagna	Bologna	371.151	A
	Modena	179.095	B
	Parma	175.842	B
	Ravenna	158.739	C
Friuli-Venezia Giulia	Trieste	201.814	A
	Udine	98.174	B
Lazio	Roma	2.614.263	A
	Latina	117.760	B
Liguria	Genova	584.644	A
	La Spezia	92.418	B
Lombardia	Milano	1.240.173	A
	Brescia	189.085	B
	Bergamo	119.551	C
Marche	Ancona	100.465	A
	Pesaro	94.346	B
Molise	Campobasso	48.675	A
Piemonte	Torino	869.312	A
	Novara	101.739	B
Puglia	Bari	315.408	A
	Taranto	199.936	B
	Foggia	152.747	C
Sardegna	Cagliari	149.343	A
	Sassari	123.624	B
Sicilia	Palermo	656.829	A
	Catania	293.104	B
	Messina	242.914	B
Toscana	Firenze	357.318	A
	Prato	184.885	B
	Livorno	161.131	C
Trentino-Alto Adige	Trento	114.063	A
	Bolzano	102.486	B
Umbria	Perugia	162.097	A
	Terni	109.110	B
Val d'Aosta	Aosta	34.029	A
Veneto	Verona	251.842	A
	Padova **	205.631	B
	Vicenza	115.927	C

** Rimpiazza Venezia

	TOT. POPOLAZIONE	12.951.168	12.951.168
--	---------------------	------------	------------

La caratterizzazione demografica delle città selezionate è fornita nella tabella successiva. Si noti, in particolare, che, nell'ambito delle 45 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	22
<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	45

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 45 città, le 20 città del 2013 e le 40 città del 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018 permette una eventuale comparazione, tra diverse annualità, sulla base delle medesime città;
- la popolazione rappresentata risulta di quasi 13 milioni (dato del 2014);
- la superficie esplorata risulta di circa 8.000 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 delle precedenti campagne interessate alla campagna sono:

- viene dato spazio alle città di medie dimensioni, preservando allo stesso tempo 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. È 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). In questa campagna le misure statiche ovvero nei punti fissi verranno effettuate solo nelle 10 città che, a partire dalla campagna del 2015, sono state misurate con tecnologia 4G e individuate di maggior interesse, non solo dal punto di vista dello sviluppo commerciale della tecnologia LTE, ma soprattutto in quanto in queste viene coinvolta la più alta percentuale di popolazione; le città in questione sono **Roma, Milano, Napoli, Torino, Palermo, Genova, Bologna, Firenze, Bari, Verona**. In ognuna di queste 10 città, per la campagna 2021, si andranno a misurare l'80% dei punti selezionati nelle campagne dal 2015 al 2018, per un totale di **578** punti di misura, così come è stato fatto nelle campagne 2019, 2020 e 2021. A queste misure statiche si affiancheranno 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). Nella campagna 2022, come per le campagne 2019, 2020 e 2021, verranno svolti test dinamici in 5 nuove città. Quindi nelle restanti 35 città, 30 delle quali già misurate nelle precedenti campagne (a partire dalla campagna 2015), verranno svolti esclusivamente test dinamici attraversando lo stesso numero di punti selezionati come nelle campagne dal 2015 al 2018, per un totale di **565** punti; tali punti, a partire dalla campagna 2019, vengono definiti *way-point* ovvero punti di passaggio.

La tabella che segue riassume la ripartizione dei pixel operata sulle 45 città. Le città selezionate sono ordinate in base alla popolazione residente. Sono indicate anche superficie e densità demografica nelle colonne "Pixel con nuovo criterio" sono ripartiti i 1.143 pixel che si distinguono tra pixel statici e *way-point* punti di passaggio.

Nella colonna "Pixel con criterio 2018" sono indicati i pixel delle 40 città 2018, calcolati applicando il criterio a suo tempo utilizzato per le campagne 2015 (la cui somma è pari a 1.202).

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 2018	Numero Pixel statici con nuovo criterio (80%)	Numero <i>way- point</i> con criterio 2015- 2018
	(kmq)	(Istat 2011)	(ab/kmq)			
Roma	1.307,71	2.614.263	1.999,10	183	146	
Milano	182,07	1.240.173	6.811,50	129	103	
Napoli	117,27	961.106	8.195,70	79	63	
Torino	130,17	869.312	6.678,30	70	56	
Palermo	158,88	656.829	4.134,10	60	48	
Genova	243,6	584.644	2.400,00	38	30	

Bologna	140,73	371.151	2.637,30	39	31	
Firenze	102,41	357.318	3.489,10	41	33	
Bari	116,2	315.408	2.714,40	43	34	
Catania	180,88	293.104	1.620,40	26		26
Verona	206,69	251.842	1.218,50	42	34	
Messina	211,23	242.914	1.150,00	28		28
Padova	92,85	205.631	2.214,70	37		37
Trieste	84,49	201.814	2.388,60	19		19
Taranto	209,64	199.936	953,7	26		26
Brescia	90,68	189.085	2.085,20	24		24
Prato	97,59	184.885	1.894,50	22		22
Reggio Calabria	236,02	180.719	765,7	22		22
Modena	183,23	179.095	977,4	20		20
Parma	260,77	175.842	674,3	19		19
Perugia	449,92	162.097	360,3	15		15
Livorno	104,79	161.131	1.537,65			19
Ravenna	653,82	158.739	242,78			16
Foggia	509,26	152.747	299,93			19
Cagliari	85,55	149.343	1.745,70	16		16
Salerno	58,96	132.741	2.251,40	13		13
Sassari	546,08	123.624	226,4	14		14
Bergamo	40,16	119.551	2.976,87			14
Latina	277,78	117.760	423,9	10		10
Pescara	33,47	116.846	3.491,10	15		15
Vicenza	80,57	115.927	1.438,83			19
Trento	157,92	114.063	722,3	13		13
Terni	211,9	109.110	514,9	10		10
Bolzano	52,33	102.486	1.958,50	10		10
Novara	102,99	101.739	987,9	11		11
Ancona	123,71	100.465	812,1	12		12
Udine	56,67	98.174	1.732,40	11		11
Pesaro e Urbino	126,58	94.346	745,3	13		13
La Spezia	51,74	92.418	1.786,20	10		10
Catanzaro	111,34	89.319	802,2	12		12
Potenza	173,97	66.698	383,4	10		10
Matera	388,14	59.859	154,2	10		10
Teramo	152,02	54.210	356,6	10		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		1.202	578	565

Viene qui di seguito fornita una analitica descrizione di criteri e procedure di calcolo dei pixel per le 45 città.

Confini comunali

Le raccolte di pixel attribuibili al territorio comunale delle 10 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 (Gruppo A)

Il cambiamento dei confini comunali comporterebbe a rigore la ridefinizione anche dei pixel totali delle prime 20 città, attualmente in numero di 16.562. 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 seconde 20 città (Gruppo B)

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 14.170.

Pixel totali delle nuove 5 città (Gruppo C)

I pixel delle nuove 5 città sono individuati con procedimento analogo a quello delle prime 20, e delle seconde 20, utilizzando i confini comunali ISTAT e risultano in numero di 5.527.

Pixel totali delle 45 città

Ne consegue che i pixel calcolati per il complesso delle 45 città è $16.562 + 14.170 + 5.527 = 36.259$.

Pixel selezionabili delle prime 20 città (Gruppo A)

1. I pixel selezionabili per le campagne di misura sono stati inizialmente individuati in base al criterio di densità di popolazione, $D > 1.875 \text{ ab/Km}^2$. I pixel così ottenuti sono **4.969**, 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 $D > 1.000 \text{ ab/Km}^2$. In questo modo i pixel sono stati ridotti a **4.651**.

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. È 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 sono **4.565**.

Pixel selezionabili delle seconde 20 città (Gruppo B)

1. I pixel selezionabili per le campagne di misura vengono individuati in base al medesimo criterio di densità di popolazione, $D > 1.875 \text{ ab/Km}^2$. I pixel così ottenuti sono **1.915**, 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 **1.902**.
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 $D > 1.000 \text{ ab/Km}^2$. In questo modo i pixel risultano **1.831**.
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 sono **1.811**.

Pixel selezionabili delle nuove 5 città (Gruppo C)

1. I pixel selezionabili per le campagne di misura vengono individuati in base al medesimo criterio di densità di popolazione, $D > 1.875 \text{ ab/Km}^2$. I pixel così ottenuti sono **424**, e vengono utilizzati nella valutazione del numero di pixel di test per città.
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 $D > 1.000 \text{ ab/Km}^2$. In questo modo i pixel sorteggiabili risultano **400**.

Pixel selezionabili totali per le 45 città

Ne consegue che i pixel selezionabili calcolati per il complesso delle 40 città è $4.565 + 1.811 + 400 = \mathbf{6.776}$.

Determinazione del numero di pixel di test per città

Il procedimento è l'estensione di quello utilizzato per la determinazione della ripartizione dei 1.013 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 1.200, che costituisce circa il 4% del totale dei pixel in cui sono suddivise le 40 città (30.732) e circa il 19% del totale dei pixel selezionabili per i test (6.406).

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 1.875 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, pesato⁴ 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*) fornisce il numero di pixel di test della città:

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

Nella campagna 2020, il numero totale di pixel di test, statici e di passaggio, (di sopra indicato con l'acronimo *Target_pixel_TOT*) è tendenzialmente stabilito in 1.140, che costituisce circa il 3% del totale dei pixel in cui sono suddivise le 45 città (36.259) e circa il 17% del totale dei pixel selezionabili per i test (6.776).

La tabella successiva mostra, in conclusione, il numero dei pixel, a livello regionale, con il criterio della campagna 2018 e, con il nuovo criterio, utilizzato per le campagne, 2019, 2020, 2021, e 2022 a livello regionale e di singola città.

⁴ Nel caso di peso uguale a 1 si riottiene il criterio applicato alla ripartizione su 20 città.

COD. REG	Regione	Pop Regione	Comune gruppo A (capoluogo de magr affico)	N pixel	N (1875ab)	N pixel 2018	N pixel 2019-2020	N pixel 2019-2020 N way-point 2019-2020	Comune gruppo B (secondo capoluogo)	N pixel	N (1875ab)	N pixel 2018	N pixel 2019-2020	N pixel 2019-2020 N way-point 2019-2020	Comune gruppo B (terzo capoluogo)	N pixel	N (1875ab)	N pixel 2018	N pixel 2019-2020	N pixel 2019-2020 N way-point 2019-2020	Comune gruppo C (nuovi capoluoghi)	N pixel	N (1875ab)	N pixel 2018	N pixel 2019-2020	N pixel 2019-2020 N way-point 2019-2020
1	Piemonte	4.363.916	Torino	520	360	70	56	10	Novara	415	74	11	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Valle d'Aosta	126.806	Aosta	88	25	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Lombardia	9.704.151	Milano	731	518	129	103	103	Brescia	361	128	24	24	24	Bergamo	162	76	14	14	14	-	-	-	-	-	-
4	Trentino Alto Adige	1.029.475	Trento	639	97	13	13	13	Bolzano	208	49	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Veneto	4.857.210	Verona	792	184	42	34	34	Padova	373	175	37	37	37	Vicenza	324	83	19	19	19	-	-	-	-	-	-
6	Friuli-Venezia Giulia	1.218.985	Trieste	341	129	19	19	19	Udine	228	90	11	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Liguria	1.570.694	Genova	952	286	38	30	30	La Spezia	207	51	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Emilia-Romagna	4.342.135	Bologna	562	199	39	31	31	Modena	735	110	20	20	20	Parma	1045	108	19	19	19	Ravenna	2604	85	16	16	
9	Toscana	3.672.202	Firenze	409	200	41	33	33	Prato	388	111	22	22	22	Livorno	417	95	19	19	19	-	-	-	-	-	
10	Umbria	884.268	Perugia	1796	112	15	15	15	Terni	846	82	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Marche	1.541.319	Ancona	496	56	12	12	12	Pesaro	506	65	13	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Lazio	5.502.886	Roma	5145	1508	183	146	146	Latina	1108	87	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Abruzzo	1.307.309	Pescara	141	79	15	15	15	Teramo	611	29	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Molise	313.660	Campobasso	226	28	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Campania	5.766.810	Napoli	480	332	79	63	63	Salerno	236	77	13	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Puglia	4.052.566	Bari	466	218	43	34	34	Taranto	980	118	26	26	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Basilicata	578.036	Potenza	694	42	10	10	10	Matera	1559	38	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Calabria	1.959.050	Reggio di Calabria	947	103	22	22	22	Catanzaro	447	69	12	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Sicilia	5.002.904	Palermo	640	380	60	48	48	Catania	725	161	26	26	26	Messina	846	207	28	28	28	-	-	-	-	-	-
20	Sardegna	1.639.362	Cagliari	341	89	16	16	16	Sassari	2190	79	14	14	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ITALIA		59.433.744		16.406	4.945	866	578	142		12.123	1.593	289	289	289		1.891	315	47	47	47		5.527	424	87	87	87

I **1.143** punti di misura che si differenziano tra punti di misura statici e punti di passaggio saranno estratti a sorte, città per città, entro il subset di **6.776** 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 **36.259** 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 1.875 ab/sq.km^5 , che è pari a 7.308 e costituisce circa il 20% 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 1.000 ab/sq.km. Il subset così ottenuto, costituito da 6.776 pixel, dopo le esclusioni di cui ai paragrafi precedenti, pari a circa il 18,7% 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 sub-set 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 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 1.143 il numero dei pixel con densità superiore a 1.875 ab/sq.km diviso quello complessivo delle 45 città, con un minimo di 10 per ogni città. Il secondo deriva dalla ripartizione dei 1.143 pixel nelle 45 città in maniera proporzionale alla

⁵ 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 100mx100m, sono stati aggregati in pixel di 500mx500m.

popolazione della regione corrispondente, imponendo poi un minimo di 10 punti per città. Nelle 10 città statiche si misurerà per ciascuna città l'80% del numero dei pixel ottenuti.

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

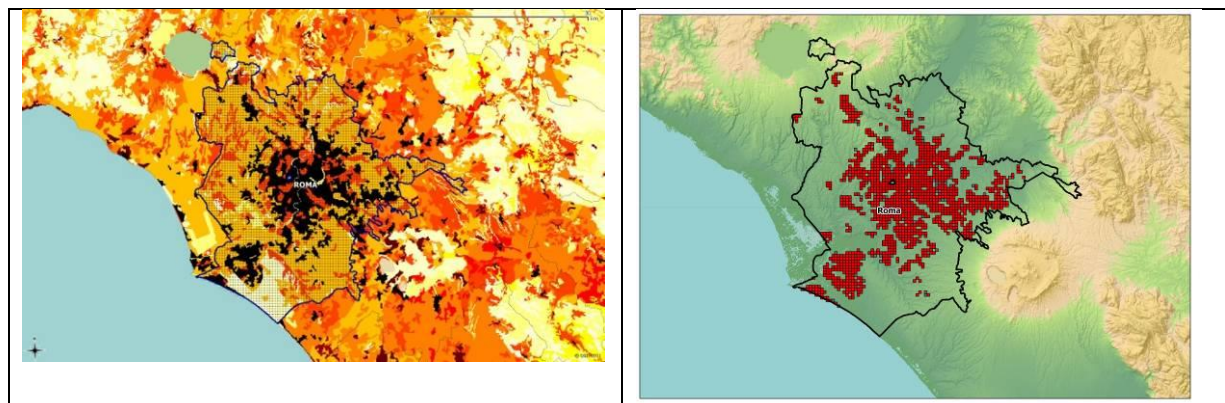
Tabella 1 - Dati riassuntivi relativi ai pixel di misura.

GRANDEZZA	VALORE
Pixel 45 città	36.259
Subset dei Pixel (circa 18,7%)	6.776
% del subset su cui fare misure	18,7%
Pixel di misura statica	578
Punti di misura dinamica	565
Velocità media di spostamento ⁶	15 km/h
Velocità media di trasferimento ⁷	60 km/h
Tempi di allestimento statici	5 minuti
Durata della prova statica	~9-10 minuti
Durata della sosta	~15 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 36.259 pixel (500m x 500m) in cui sono stati suddivisi i territori comunali; fra di essi, sono stati evidenziati quelli appartenenti al subset di 6.776 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.



⁶ Per “spostamento”, in questo contesto, si intende lo spostamento da un pixel all'altro, all'interno della medesima area urbana.

⁷ 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.

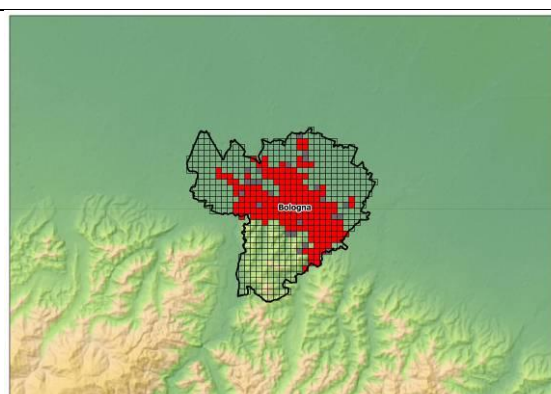


Figura 5 – Mappa densità di popolazione per Bologna.

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

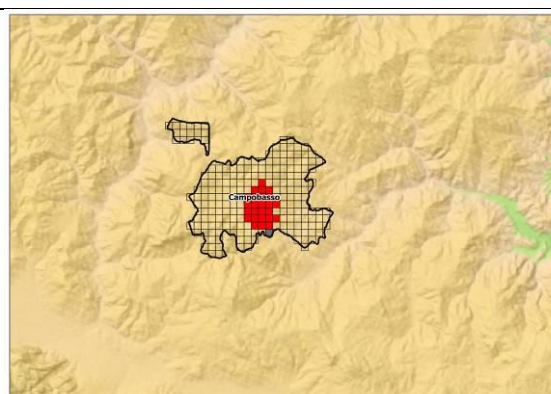
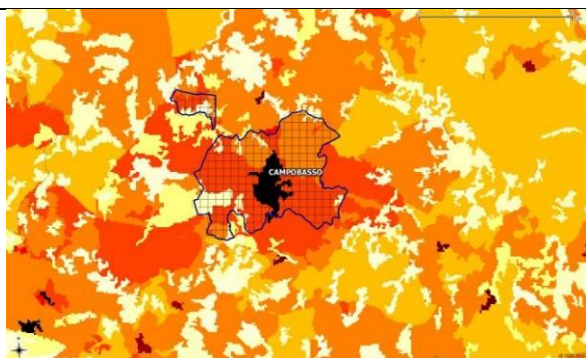


Figura 7 – Mappa densità di popolazione per
Campobasso.

Figura 8 – Campobasso: in rosso, i pixel del sub-set.

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

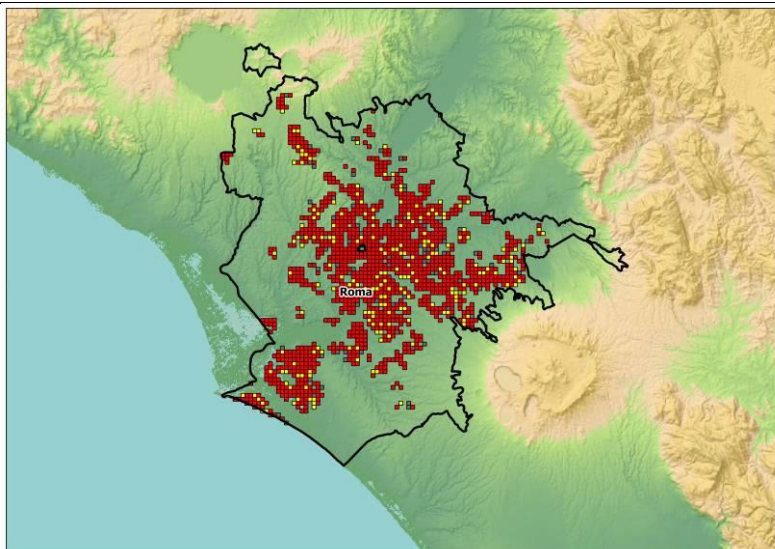


Figura 9 – Roma
il territorio comunale con la
suddivisione in pixel 500m x
500m, in rosso i pixel appartenenti
al sub-set con elevata densità di
popolazione, in giallo i pixel
selezionati in modo casuale per
questo campione.

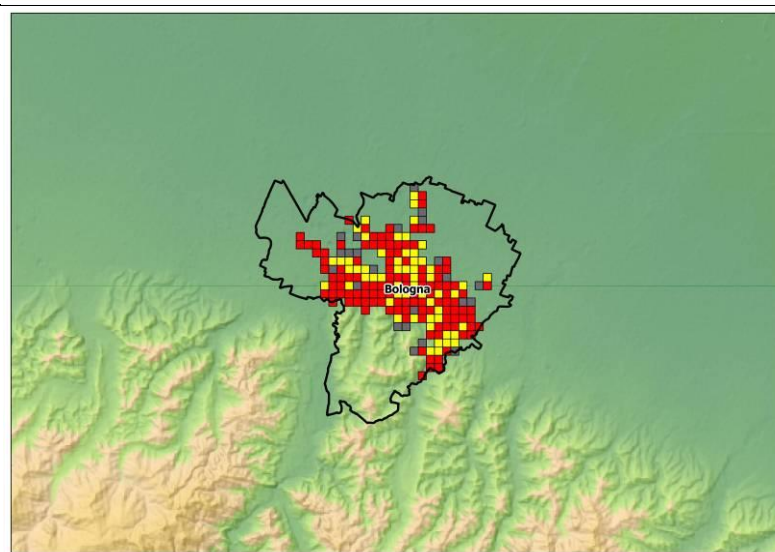


Figura 10 – Bologna
il territorio comunale con la
suddivisione in pixel 500m x
500m, in rosso i pixel appartenenti
al sub-set con elevata densità di
popolazione, in giallo i pixel
selezionati in modo casuale per
questo campione.

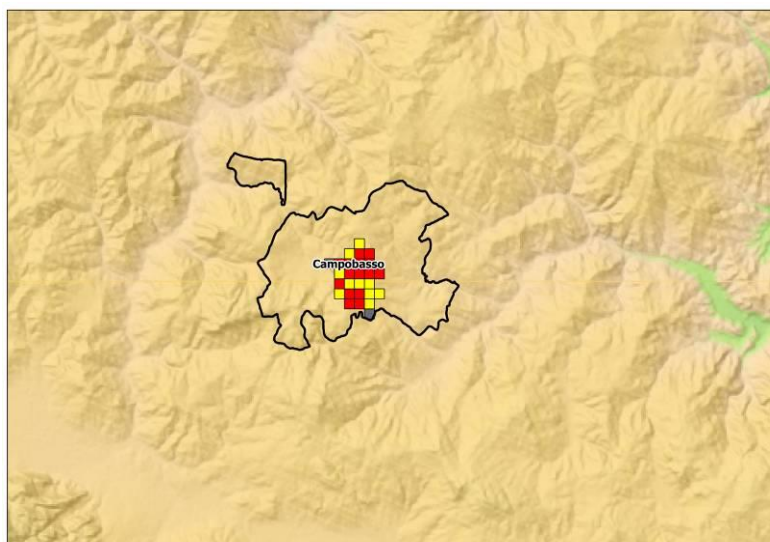


Figura 11 – Campobasso
il territorio comunale con la
suddivisione in pixel 500m x
500m, in rosso i pixel appartenenti
al sub-set con elevata densità di
popolazione, in giallo i pixel
selezionati in modo casuale per
questo campione

4.5 Descrizione delle caratteristiche di misura end-to-end

Per l'effettuazione dei test si utilizzeranno *smartphone* di disponibilità commerciale, uno per operatore, abilitato all'utilizzo di reti 5G che supporti le velocità massime fornite dagli operatori.

I criteri di scelta dei dispositivi sono riportati nel paragrafo 4.16, mentre nel paragrafo 10.1 è descritta nel dettaglio la tipologia di *device* utilizzato per la campagna 2022.

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 tutti gli operatori, puntando tutti al server che sarà reso disponibile presso il NAP di Milano (MIX).

4.6 Descrizione del sistema di misura in campo

4.6.1 Requisiti

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

È 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/5G, dotato di antenne esterne al mezzo mobile, che consenta di misurare contemporaneamente le portanti utilizzate dai tre operatori nelle bande di frequenze a 700, 800, 900, 1.800, 2.100, 2.600 e 3.700 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.

4.6.2 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 Rohde & Schwarz **SmartBenchmark**, che ha caratteristiche avanzate. Per una panoramica e per dettagli tecnici su tale sistema, è possibile fare riferimento alla pagina del sito di Rohde & Schwarz, dedicata allo SmartBenchmarker:

https://www.rohde-schwarz.com/us/product/smartbenchmarker-productstartpage_63493-528256.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 di capacità tale da non costituire collo di bottiglia per le misure; il collegamento avrà quindi una banda di 10 Gbps simmetrici. 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 paragrafo 4.3, ossia pari a 1.143 punti tra pixel di misura statici e punti di misura dinamici (*way-point*), il tempo netto dedicato alle misure di tipo statico è pari a circa 95 ore, mentre quello dedicato alle misure dinamiche urbane può essere stimato circa pari a 200 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 dei 10 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 punti misurati. Si ritiene che il predetto numero di 1.143 punti possa risultare adeguato a fornire sufficiente rappresentatività statistica a quanto rilevato durante la campagna.

In tale ipotesi, dalla somma delle ore necessarie per le soste per le misure statiche (95 h, ottenuto da 10 minuti di sosta per 578 pixel, per le ore necessarie per le misure dinamiche urbane (circa 200 h), per gli spostamenti e per i trasferimenti, si ottiene un numero di ore complessivo stimato in circa 450. La campagna di misura si estenderà complessivamente per circa 60 giorni, pari ad una stima di 12 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 3 mesi,
- la fase di elaborazione deve essere completata entro un tempo massimo di 2 mesi, dalla fine della fase di acquisizione.

4.13 Punti statici in cui effettuare le misure

Le misure statiche dovranno essere effettuate nelle 10 città definite al paragrafo 4.3 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 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
Campania	Napoli	63
Emilia-Romagna	Bologna	31
Lazio	Roma	146
Liguria	Genova	30
Lombardia	Milano	103
Piemonte	Torino	56
Puglia	Bari	34
Sicilia	Palermo	48
Toscana	Firenze	33
Veneto	Verona	34
TOT. PIXEL		578

4.14 Punti dinamici in cui effettuare le misure

Le misure di tipo “way-point” dovranno essere effettuate nelle 35 città definite al paragrafo 4.2 e riportate, per regione, nella tabella successiva. Per ogni città è indicata la numerosità dei punti di misura.

Il numero di *way-point* per le 35 città è calcolato con i medesimi criteri applicati per la selezione dei punti di misura statici nelle 10 città, ovvero in base alla caratterizzazione demografica delle città, come dettagliato nel paragrafo 4.3. La selezione dei *way-point*, nell’ambito dei punti caratterizzati da maggiore densità di popolazione, verrà stabilita dal soggetto affidatario 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 di passaggio, all’interno del singolo pixel di misura, dove il veicolo passerà per eseguire le misure senza sostarsi.

REGIONE	CITTA'	N. way-point
Abruzzo	Pescara	15
	Teramo *	10
Basilicata	Potenza	10
	Matera	10
Calabria	Reggio Calabria	22
	Catanzaro	12
Campania	Salerno	13
Emilia-Romagna	Modena	20
	Parma	19
	Ravenna	16
Friuli-Venezia Giulia	Trieste	19
	Udine	11
Lazio	Latina	10
Liguria	La Spezia	10
Lombardia	Brescia	24
	Bergamo	14
Marche	Ancona	12
	Pesaro	13
Molise	Campobasso	10
Piemonte	Novara	11
Puglia	Taranto	26
	Foggia	19

* Rimpiazza L'Aquila

Sardegna	Cagliari	16
	Sassari	14
Sicilia	Catania	26
	Messina	28
Toscana	Prato	22
	Livorno	19
Trentino-Alto Adige	Trento	13
	Bolzano	10
Umbria	Perugia	15
	Terni	10
Val d'Aosta	Aosta	10
Veneto	Padova **	37
	Vicenza	19
TOT. WAY- POINT		565

** Rimpiazza
Venezia

4.15 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 9-10 minuti, scaduti i quali il ciclo si interromperà, portando a completamento l'operazione in corso. La numerosità delle prove dipende, in parte, anche dalle prestazioni di rete riscontrate.

4.16 Dispositivo di test e il suo aggiornamento

Si osserva che, alla data, molte reti 4G degli operatori offrono una consolidata tecnologia LTE, di tipo avanzato, basata su tecniche MIMO 4x4 e *Carrier Aggregation*, che permettono di raggiungere velocità anche superiori a 300 Mbps e una tecnologia 5G. Allo scopo di non limitare le prestazioni conseguibili dalla rete, nelle aree in cui è disponibile detta tecnologia, si ritiene che la configurazione di test debba essere in grado di sostenere almeno lo standard 3GPP *release 15*, e che dunque la campagna 2022 sia in grado di verificare le prestazioni anche di reti LTE dotate di tale tecnologia (nota anche come 4,5G o 4G+), e di reti 5G laddove disponibile.

Tale scelta è in linea con l'orientamento regolamentare, sancito fin dall'entrata in vigore della delibera n. 154/12/CONS, che guida la scelta dei terminali, che è quello di utilizzare dispositivi con caratteristiche quanto meno possibile limitanti delle prestazioni conseguibili dalla rete (*best technology*).

Quindi, come disposto dalla delibera n. 251/22/CONS, per la campagna 2022 in esame, si adotterà un modello di *smartphone* con sistema operativo Android abilitato all'utilizzo di reti 5G che supporti le velocità massime fornite dagli operatori. 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 2022 si è, dunque, optato per i seguenti criteri:

- a) utilizzare un device 5G;
- b) privilegiare un *device* che sia già pienamente e stabilmente supportato dallo strumento di misura⁸ (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 una 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 il medesimo.

Il suddetto prescelto *device* comporta i relativi impatti sull'adeguata strumentazione di misura, affinché sia in grado di interfacciare i *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.

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.

⁸ Evitando, 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.

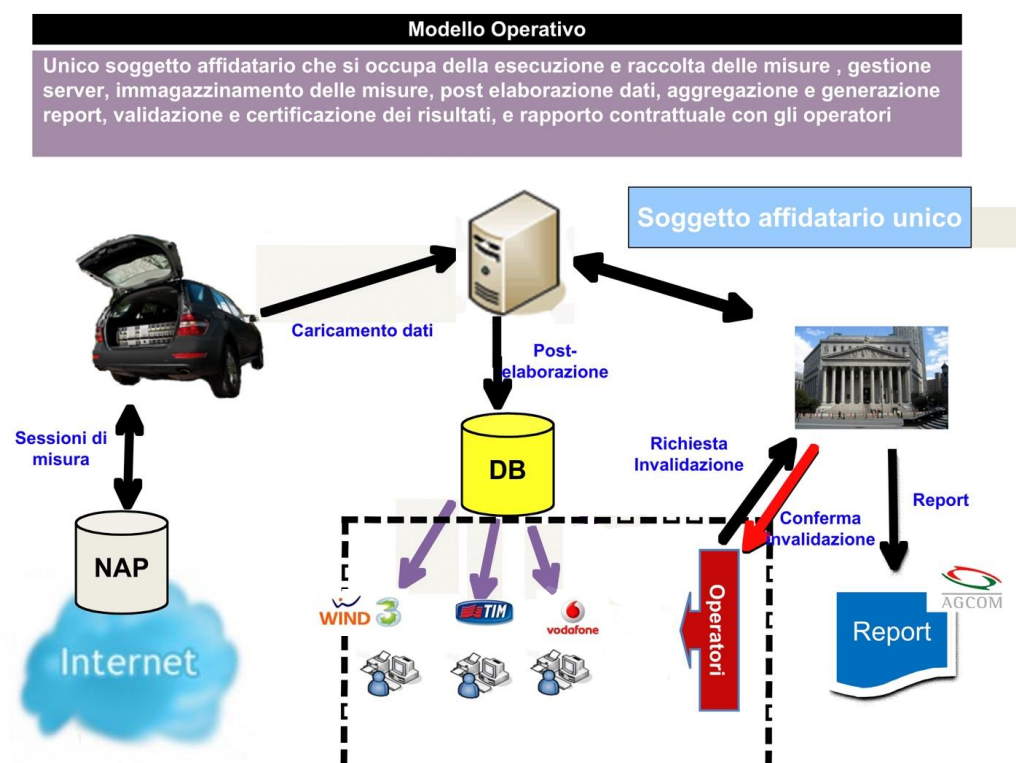


Figura 12 – Modello operativo di riferimento

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 tre 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 tre operatori;
6. verificare per quanto possibile eventuali prioritizzazioni;
7. abilitare l'accesso ai singoli operatori ad apposite aree riservate per prelevare i dati;
8. assicurare che tutte le operazioni di esportazione dei dati verso gli operatori avvengano rispettando il vincolo di riservatezza delle informazioni;
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 - TIM, Vodafone e WindTre - 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; 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. 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 di misura statici e i punti di misura dinamici 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 ed il principio di non discriminazione tra gli operatori per i dati concernenti le misure. I dati grezzi delle misure vengono condivisi per decisione unanime all'interno del Tavolo Tecnico; alla stessa maniera 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 multi-stream;
- b) HTTP Uploading multi-stream;
- c) HTTP e HTTPS Browsing;
- d) PING packet loss, RTT medio e varianza (Jitter);
- e) Videostreaming YouTube.

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 multi-stream (Capacity):** Fixed-duration (5 file di opportune dimensioni, durata 15 sec)
- b) **HTTP UL multi-stream (Capacity):** Fixed-duration (5 file di opportune dimensioni, durata 15 sec)
- c) **HTTP e HTTPS Browsing:** ETSI Kepler Web page (800 KB di dimensione)⁹
- d) **PING:** 25 Pacchetti da 32 byte per ogni test
- e) **VIDEOSTREAMING:** file video scaricato dalla piattaforma YouTube

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 10 minuti**, attivando la procedura di connessione alla rete ad ogni ciclo.

Alla scadenza dei 10 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 15 minuti. Nelle valutazioni dei tempi di misura viene assunta una durata della sosta tipica di 12 minuti circa.

⁹ 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.

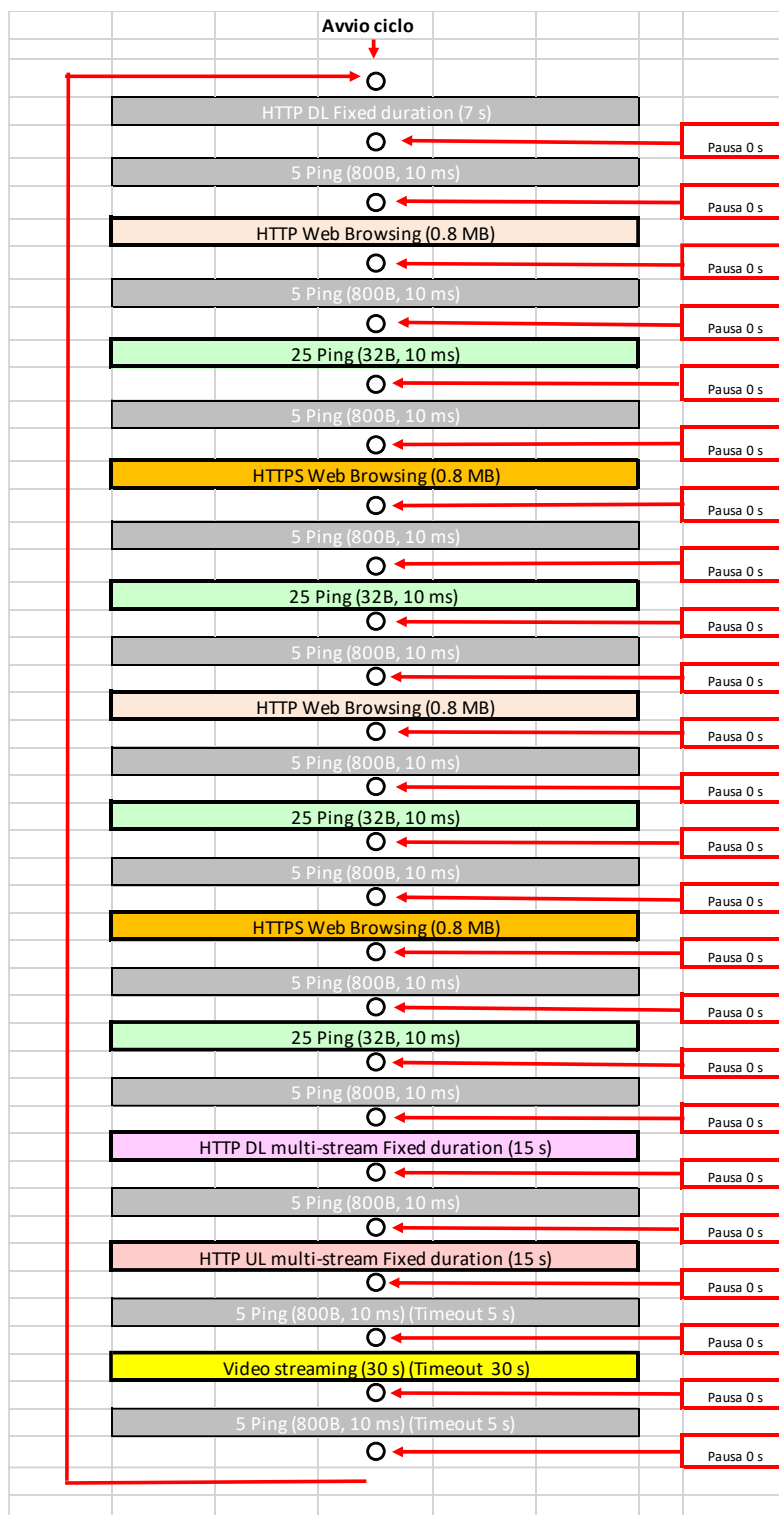


Figura 13 - Ciclo di misura campagna 2022

6.3 KPI “Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati HTTP upload con multi-stream”

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).

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

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.

Trigger point:

HTTP multi-stream (UL) (Capacity)

Start trigger: SYN sulla porta 80.

Stop trigger: Invio primo pacchetto dati.

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

6.4 KPI “Velocità di trasmissione dati HTTP upload con multi-stream”

Definizione: capacity test - valore medio del bit rate a livello applicativo espresso in [kb/s].

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

Le prestazioni di trasferimento HTTP di dati vengono calcolate mediante l’upload di 5 file contemporanei dallo stesso server di misura.

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

I punti trigger sono:

HTTP multi-stream (UL) (Capacity)

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, pertanto nell’istante in cui tutti i TCP *socket* sono connessi.

Stop trigger: ricezione dell'*acknowledgment* per l'ultimo pacchetto dati inviato (ultimo pacchetto trasmesso prima della conclusione del test, quindi al termine dei 15 secondi (modalità "Fixed-duration").

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

6.5 KPI "Tasso di insuccesso nella trasmissione dati HTTP upload con multi-stream"

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 il rapporto tra le sessioni HTTP UL fallite durante il trasferimento dei contenuti e il numero totale delle sessioni instaurate.

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

Trigger point:

HTTP multi-stream (UL) (Capacity)

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, pertanto nell'istante in cui tutti i TCP *socket* sono connessi.

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.

6.6 KPI "Tasso di inaccessibilità della trasmissione dati HTTP download con multi-stream"

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

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*).

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

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 multi-stream (DL) (Capacity)

Start trigger: SYN sulla porta 80.

Stop trigger: ricezione del messaggio che conferma l'avvenuta connessione al server HTTP, pertanto nell'istante in cui tutti i TCP *socket* sono connessi.

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

6.7 KPI “Velocità di trasmissione dati HTTP download con multi-stream”

Definizione: capacity test valore medio del bit rate a livello applicativo espresso in [kb/s].

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

Le prestazioni di trasferimento HTTP di dati vengono calcolate mediante il download di 5 file contemporanei dallo stesso server di misura.

Trigger point:

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

I punti trigger sono:

HTTP multi-stream (DL) (Capacity)

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, pertanto nell'istante in cui tutti i TCP *socket* sono connessi.

Stop trigger: ricezione dell'*acknowledgment* per l'ultimo pacchetto trasmesso prima della conclusione del test, quindi al termine dei 15 secondi (modalità “Fixed-duration”).

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

6.8 KPI “Tasso di insuccesso nella trasmissione dati HTTP download con multi-stream”

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.

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

Trigger point:

HTTP multi-stream (DL) (Capacity)

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, pertanto nell’istante in cui tutti i TCP *socket* sono connessi.

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.

6.9 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*).

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

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.

Trigger point:

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.

6.10 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 (es: HTTP/1.1 OK) e la ricezione dell’ultimo pacchetto dati con contenuto.

$$\text{HTTP Browsing Session Time[s]} = (\text{Time of session end} - \text{Time of session start})$$

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:

Session start: ricezione del messaggio che conferma l’avvenuta connessione al server HTTP.

Session end: ricezione dell’ultimo pacchetto dati inviato.

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

6.11 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.

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

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.

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.

6.12 KPI “Tasso di inaccessibilità della 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*.

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

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

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.

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

6.13 KPI “Tempo di navigazione HTTPS”

Definizione: Tempo misurato per il download di una pagina HTTPS di dimensioni predefinite, con TLS versione 1.2.

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

$$\text{HTTPS Browsing Session Time}[s] = (\text{Time of session end} - \text{Time of session start})$$

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:

Session start: ricezione del primo pacchetto dati.

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.

6.14 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.

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.

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

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.

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

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 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 “Variabilità 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).

$$Jitter = \text{Mean}(\text{abs}(IPDV))$$

$$\text{dove } IPDV(i) = D(i) - D(i-1) \text{ e } \text{abs}(IPDV(i)) = |IPDV(i)|$$

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 “Tasso di inaccessibilità inizio riproduzione del video”

Definizione: rapporto tra le sessioni HTTP fallite durante la fase di predisposizione allo scaricamento di un video dall'applicazione YouTube e il numero totale delle sessioni avviate dall'applicazione.

$$\text{Tasso di inaccessibilità AppVideoAccess}[\%] = \frac{\# \text{ sessioni non instaurate}}{\# \text{ totale sessioni avviate dall'App YouTube}} * 100$$

Trigger point:

Start trigger: richiesta del video.

Stop trigger: inizio della riproduzione del video (ricezione del primo frame).

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

6.19 KPI “Tempo di inizio riproduzione”

Definizione: indica il tempo di attesa espresso in [s] per l'inizio della visualizzazione di un video scaricato dall'applicazione YouTube. Il tempo di inizio riproduzione è calcolato come l'intervallo di tempo intercorso fra l'inizio della riproduzione del video ovvero la ricezione del primo frame e la richiesta del video.

$$\text{AppVideoAccess Time}[s] = (\text{Time of stop Trigger} - \text{Time of start Trigger})$$

Trigger point:

Start trigger: richiesta del video.

Stop trigger: inizio della riproduzione del video (ricezione del primo frame).

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

6.20 KPI “Tasso di insuccesso nello scaricamento di un video”

Definizione: rapporto tra le sessioni HTTP fallite durante la riproduzione del video dopo la ricezione del primo frame e il numero totale delle sessioni instaurate dall'applicazione in un dato periodo di tempo.

Una sessione non si completa con successo quando il test di scaricamento e riproduzione del video non viene completato senza errori per tutto il tempo previsto.

$$\text{Tasso di insuccesso AppVideoAccess}[\%] = \frac{\# \text{ sessioni fallite}}{\# \text{ totale sessioni instaurate dall'App YouTube}} * 100$$

Trigger point:

Start trigger: inizio della riproduzione del video (ricezione del primo frame).

Stop trigger: termine della riproduzione del video.

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

6.21 KPI “Tasso di esecuzione in HD”

Definizione: rapporto tra numero di sessioni dove lo scaricamento del video avviene completamente ad alta risoluzione e numero totale delle sessioni instaurate dall'applicazione in un dato periodo di tempo.

$$\text{Tasso di esecuzione in HD}[\%] = \frac{\# \text{ sessioni svolte in HD}}{\# \text{ totale sessioni instaurate dall'App YouTube}} * 100$$

Trigger point:

Start trigger: inizio della riproduzione del video (ricezione del primo frame).

Stop trigger: termine della riproduzione del video.

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

6.22 KPI “Tasso di interruzione per freezing”

Definizione: rapporto tra la durata dell'interruzione del video per eventi di congelamento del video (“freezing”) e la durata effettiva della riproduzione del video scaricato dall'applicazione Youtube, ottenuto calcolando la frazione aggregata di tempo affetto da eventi di *freezing* di durata superiore ad

una soglia prefissata, che esclude gli eventi di brevissima durata (“microfreezing”) non imputabili alle prestazioni della rete, ma ad anomalie del player video.

$$\text{AppVideoFreezingTimeRatio}[\%] = \frac{\text{Accumulated Video Freezing Duration [s]}}{\text{Actual Video Playout Duration [s]}} * 100$$

Trigger point:

Start trigger: inizio della riproduzione del video (ricezione del primo frame).

Stop trigger: termine della riproduzione del video.

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

6.23 KPI “Tasso di fallimento per eccesso di freezing”

Definizione: rapporto tra il numero di sessioni in cui il tasso di interruzione per *freezing* è superiore a una soglia prefissata e il numero di sessioni completate con successo.

$$\text{AppVideoFreezingTimeRatio}[\%] = \frac{\text{\# sessioni con (Accumulated Video Freezing Duration > 5\%)}}{\text{\# sessioni completate con successo}} * 100$$

Trigger point:

Start trigger: inizio della riproduzione del video (ricezione del primo frame).

Stop trigger: termine della riproduzione del video.

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

6.24 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	Paragrafo 6.3: Tasso di mancata accessibilità
	Paragrafo 6.4: Valore misurato nell’ambito dei test validi in modalità multi-stream
	Paragrafo 6.5: Tasso di fallimento dei test
Velocità di trasmissione HTTP Download	Paragrafo 6.6: Tasso di mancata accessibilità
	Paragrafo 6.7: Valore misurato nell’ambito dei test validi in modalità multi-stream
	Paragrafo 6.8: Tasso di fallimento dei test
Tempo di navigazione HTTP	Paragrafo 6.9: Tasso di mancata accessibilità

Tempo di navigazione HTTPS	Paragrafo 6.10: Valore misurato nell'ambito dei test validi
	Paragrafo 6.11: Tasso di fallimento dei test
	Paragrafo 6.12: Tasso di mancata accessibilità
	Paragrafo 6.13: Valore misurato nell'ambito dei test validi
	Paragrafo 6.14: Tasso di fallimento dei test
Ritardo di trasmissione dati (Round Trip Time)	Paragrafo 6.15: Valore misurato nell'ambito dei test validi
Tasso di perdita dei pacchetti	Paragrafo 6.16: Valore misurato nell'ambito dei test validi
Variabilità del ritardo – <i>Jitter</i>	Paragrafo 6.17: Valore misurato nell'ambito dei test validi
Tempo di inizio riproduzione	Paragrafo 6.18: Tasso di mancata accessibilità
	Paragrafo 6.19: Valore misurato nell'ambito dei test validi
	Paragrafo 6.20: Tasso di fallimento dei test
Tasso di interruzione per <i>freezing</i>	Paragrafo 6.21: Tasso di esecuzione in HD
	Paragrafo 6.22: Valore misurato nell'ambito dei test validi
	Paragrafo 6.23: Tasso di fallimento per eccesso di <i>freezing</i>

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 Bordon (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 complessivo¹⁰ 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
- 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, tempo di scarico, tempo di inizio riproduzione di un video o tasso di interruzione per *freezing* (KPI 6.4, 6.7, 6.10, 6.13, 6.19, 6.22) 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 6.5, 6.8, 6.11, 6.14, 6.21, 6.23).

Per ognuna delle 45 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 la 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 i valori medi delle prestazioni rilevate in ogni pixel.

In questo modo le elaborazioni statistiche tengono conto della eventuale maggiore numerosità, a parità di durata del ciclo di test (10 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.

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,

¹⁰ 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.

3. si calcolano le percentuali complessive di insuccesso per ognuna delle 45 città e per l'area costituita dall'unione di tutte le città (*overall*).

Per quanto concerne i KPI relativi alla trasmissione dei pacchetti, si deve innanzitutto 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 e alla variabilità del ritardo 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.

I KPI 6.15 e 6.17 sono aggregati secondo le stesse modalità sopra descritte per i KPI 6.4, 6.7, 6.10, 6.13, 6.19, 6.22. 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, 6.18.

A livello pratico, la modalità di condivisione, al Tavolo Tecnico, dei risultati ottenuti si basa sulla scelta di presentarli in tabelle composte da 4 colonne di dati (3 colonne dedicate ai risultati dei singoli operatori e una colonna che riporta i risultati complessivi), che permettono confronto agevole dei risultati stessi.

I risultati presentati sono relativi ai seguenti KPI:

- HTTP DL multi-stream *fixed duration (capacity test)*,
- HTTP UL multi-stream *fixed duration (capacity test)*,
- HTTP browser,
- HTTPS browser,
- Ping,
- Jitter,
- Videostreaming,

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

8.2 Presentazione dei risultati complessivi ad uso pubblicazione

Come disposto dalla delibera n. 251/22/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 numerica¹¹, esclusivamente i risultati a livello complessivo (ossia mediati su quelli conseguiti sulle 3 reti degli operatori), su scala nazionale, regionale e cittadina, per fasce demografiche, e per percorsi extraurbani.

Nella campagna 2022 i risultati vengono presentati separatamente per 3 sotto-campagne:

- Misure statiche (urbane) nelle 10 città;

¹¹ con due o tre cifre significative, di cui una decimale.

- Misure dinamiche urbane nelle 45 città;
- Misure dinamiche extraurbane nei percorsi.

In particolare, per la sotto-campagna statica viene riportata una tabella che per ogni KPI visualizza le medie complessive dei risultati conseguiti nelle 10 città, per continuità con le precedenti campagne. Viene inoltre riportata una seconda tabella che visualizza le medie conseguite sulle 10 città appartenenti a fasce diverse di popolazione. Seguono 10 tabelle con le medie conseguite per ognuna delle 10 città/regioni interessate dalle misure statiche. Per la sotto-campagna dinamica urbana nelle 45 città viene presentata la tabella che, per ogni KPI, mostra le medie complessive dei risultati conseguiti. La tabella successiva 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. Seguono 20 tabelle, una per regione, in cui sono rappresentate le medie conseguite per ognuna delle città della regione che sono state interessate dalle misurazioni e quella complessiva regionale. Per la sotto-campagna extraurbana, è presentata innanzitutto una tabella che visualizza, per ogni KPI, le medie complessive dei risultati conseguiti nell'insieme delle tratte misurate. 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.

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

In conformità con quanto statuito dalla delibera 251/22/CONS, i risultati comparati delle misurazioni, in ambito cittadino (corrispondenti alle due sotto-campagne riportate 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 2022 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 vicino¹², 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:

¹² 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.

- Valore misurato nell'ambito dei test validi della velocità di trasmissione HTTP Upload multi-stream (rif. paragrafo 6.4)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi della velocità di trasmissione HTTP Download multi-stream (rif. paragrafo 6.7)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi del Tempo di navigazione HTTP (rif. paragrafo 6.10)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi della Tempo di navigazione HTTPS (rif. paragrafo 6.13)
- Ritardo di trasmissione dati - Round Trip Time (rif. paragrafo 6.15)
- Variabilità del ritardo - Jitter (rif. paragrafo 6.17)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi del Tempo di inizio riproduzione (rif. paragrafo 6.19)
- Valore misurato nell'ambito dei test validi del Tasso di interruzione per freezing (rif. paragrafo 6.22).

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 2022 in esame, si rimanda al successivo paragrafo 10.7.

9. Processo di invalidazione delle misure

9.1 Motivi per l'invalidazione di un test

La metodologia operativa, descritta nel paragrafo 3.11, 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 massimo 7 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, qualora non dovesse riconoscere la decisione della FUB, potrà coinvolgere nel merito, in casi di eccezionale gravità, l'Agcom, 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 2022

Dal 31 dicembre 2016 è operativa la società WindTre S.p.A., nata dalla fusione per incorporazione della società Wind Telecomunicazioni S.p.A. nella società incorporante H3G S.p.A.

Per le campagne 2017 e 2018, essendo in corso il programma di unificazione delle reti originarie Wind ed H3G, le misure sono state ancora condotte su brand separati.

Con la campagna 2022, così come per le campagne 2019, 2020 e 2021, essendo concluso il processo di consolidamento della rete unificata sulle città oggetto di misura, verrà effettuato un ciclo di misura unico per l'operatore WindTre. Pertanto, il numero di operatori di rete e fornitori del servizio partecipanti alla campagna di misura 2022 è pari a tre: TIM, Vodafone e WindTre.

10.1 Strumentazione e dispositivi terminali di test

Per la campagna di misura 2022 sulla strumentazione Rohde & Schwarz SmartBenchmarker adoperata è equipaggiata la release 21.3 del software del sistema.

Per la campagna di misura 2022, gli operatori hanno scelto il seguente terminale di test:

- Modello: Smartphone Samsung Galaxy S21+ 5G (**SM-G996BDS**)
- Firmware:
 - Product code ITV
 - G996BXXU5CVDD_G996BXXU5CVDD_G996BOXM5CVDD
- Sistema operativo: Android 11

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 3 terminali sono posti all'esterno del veicolo direttamente in opportuni alloggiamenti e connessi allo stesso modulo del SDB. Vengono utilizzate direttamente le antenne dei terminali che sono posti sul tetto del veicolo all'interno di un apposito box. Le antenne dello scanner e le antenne dei due ricevitori GPS uno collegato allo strumento di misura 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 sono remotizzate e poste sul tetto del veicolo all'interno del *vehicle roof box*.

10.2 Calendario delle misurazioni

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

L'Agcom, in tal modo, preferisce conferire una impronta di completa riservatezza alla esecuzione della campagna.

La campagna di misura partirà indicativamente a luglio e continuerà per circa 12 settimane, nel corso delle quali si opererà tipicamente dal lunedì al venerdì fra le ore 8.00 e le ore 20.00.

Il calendario di dettaglio, settimana per settimana, delle misurazioni eseguite sarà pubblicato successivamente alla conclusione della campagna e alla elaborazione dei relativi risultati delle misurazioni, all'interno del resoconto dei risultati 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, da utilizzare nei terminali di test nel corso della campagna, sono associate ai seguenti piani commerciali, attivi e sottoscrivibili a luglio 2022, mese di partenza della campagna.

Operatore	Nome del piano	Tipologia	Soglia di traffico mensile	Costo mensile IVA inclusa (promozioni escluse)	Velocità nominale massima in downlink
TIM	TIM 5G Power Unlimited	Consumer	Giga, minuti e sms illimitati	29,99€	2000 Mbps
Vodafone	Mobile Comfort	Ricaricabile business	GIGA Illimitati	30,5€	1200 Mbps (in 4.5G) e 2000 Mbps (in 5G)
WindTre	Cube Large Easy Pay	Data Only Consumer con addebito su MDP	150GB	12,99€	1000 Mbps

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* nell'ambito delle reti di quarta generazione, si osserva che le reti degli operatori attualmente sono per quanto possibile basate sulla tecnologia LTE-Advanced (LTE-A), con *Carrier Aggregation* (CA) in accordo allo standard 3GPP LTE *category* 11, che permette velocità massime teoriche in *downlink* di 600 Mbps. Tale tecnologia, nota anche con le sigle 4.5G o 4G+, nell'ambito di questo documento verrà indicata con la sigla 4.5G.

Per la campagna 2022 verrà adottato un dispositivo di test di tipo *smartphone* con sistema operativo *Android* abilitato all'utilizzo di reti 5G che supporti le velocità massime fornite dagli operatori, consentendo di verificare le prestazioni anche di reti 5G, laddove disponibili.

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, divergano 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 elevato¹³.

¹³ Bisogna comunque anche tener conto che le risorse di rete vengono dimensionate dagli Operatori proporzionalmente al numero di utenti afferenti alle varie tecnologie.

È 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.

Gli Operatori pertanto forniranno, con riferimento all'ultimo mese di esecuzione della campagna, le informazioni qui di seguito riportate, che saranno incluse nel resoconto dei risultati della campagna:

1. percentuale del traffico dati generato sulla rete 2G/3G, rispetto al totale del traffico del servizio Mobile Broadband (2G+3G+4G+4.5G+5G);
2. percentuale del traffico dati generato sulla rete 4G/4.5G, rispetto al totale del traffico del servizio Mobile Broadband (2G+3G+4G+4.5G+5G);
3. percentuale del traffico dati generato sulla rete 5G, rispetto al totale del traffico del servizio Mobile Broadband (2G+3G+4G+4.5G+5G).

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	TIM	Vodafone	WindTre
Rete 3G	SI	N/A	NO
Rete 4G	SI	NO	NO
Rete 4.5G	SI	NO	NO
Rete 5G	NO	NO	NO

10.7 Definizione delle fasce di rappresentazione dei risultati comparati

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.

Il dettaglio dei valori esatti assunti dalle varie fasce, per ogni KPI, sarà pubblicato successivamente alla conclusione della campagna e alla elaborazione dei relativi risultati delle misurazioni, nell'apposita sezione ("istruzioni e informazioni") del portale dei risultati comparativi.

- FINE DEL DOCUMENTO -