

Metodología de medición aplicable a los servicios de acceso a Internet del reglamento de prestación y calidad de servicios

Julio, 2017

Tabla de contenido

1. Capítulo I. Introducción	4
1.1. Generalidades	4
1.2. Alcance	5
1.3. Indicadores por evaluar	5
2. Capítulo II. Metodología de medición	6
2.1. Sistema de medición mediante sondas	6
2.1.1. Centro de Control	8
2.1.2. Servidores de Gestión	8
2.1.3. Servidores de Medición	8
2.1.4. Sondas de medición	8
2.1.5. GPS	9
2.1.6. Antenas para sondas fijas de medición	10
2.1.7. CPE	10
2.2. Sistema de medición mediante drive test	10
2.2.1. Terminal de usuario de prueba	11
2.2.2. Antenas para pruebas de campo tipo drive test	12
2.3. Condiciones generales para la realización de mediciones	12
2.3.1. Representatividad del servicio	12
2.3.2. Tipos de tecnologías	13
2.3.3. Clientes Activos	13
2.3.4. Alcance de las Mediciones	14
3. Capítulo III. Condiciones de medición de los indicadores de calidad	14
3.2. Retardo local (ID-16) y retardo internacional (ID-17)	15
3.2.1. Definición	15
3.2.2. ¿Cómo se mide?	15
3.3. Relación entre velocidad de transferencia de datos local o internacional respecto a la velocidad aprovisionada (ID-18)	16
3.3.1. Definición	16
3.3.2. ¿Cómo se mide?	16
3.4. Condiciones específicas para las sondas fijas de medición	18
3.4.1. Cantidad de Sondas	18

3.4.2.	Cantidad de Servidores.....	19
3.4.3.	Representatividad Geográfica.....	19
3.4.4.	Restricciones para tecnologías fijas.....	20
3.4.5.	Restricciones para tecnologías móviles.....	20
3.5.	Condiciones específicas para pruebas de campo tipo drive test.....	21
3.5.1.	Vehículo.....	21
3.5.2.	Velocidad.....	21
3.5.3.	Cantidad de terminales de usuario de prueba.....	21
3.5.4.	Cantidad de Servidores.....	21
3.5.5.	Representatividad Geográfica.....	21
4.	Capítulo IV. Frecuencia de muestreo.....	22
4.2.	Representatividad Temporal para mediciones por medio de sondas.....	22
4.3.	Representatividad Temporal para mediciones por medio de pruebas de campo de tipo drive test.....	22
5.	Capítulo IV. Formatos y tablas para remisión de resultados.....	23

1. Capítulo I. Introducción

1.1. Generalidades

Este documento establece los métodos de medición para evaluar la calidad del servicio de acceso a Internet, en cumplimiento de lo estipulado en el artículo 9 del Reglamento de prestación y calidad de servicios (en adelante RPCS) publicado en el Alcance Digital N°36 del viernes 17 de febrero de 2017.

El objetivo principal de esta metodología es establecer un esquema detallado de las condiciones de medición que deben ser aplicadas por la SUTEL y por los proveedores de servicios de acceso a Internet (ISP), para la recolección de los datos correspondientes a los indicadores de calidad del servicio de acceso a Internet, con la finalidad de obtener resultados objetivos y comparables.

Esta metodología es aplicable para la evaluación de servicios de acceso a Internet brindado a través de redes de acceso tanto fijo (cableado o inalámbrico) como móvil, y la evaluación se efectúa con base en los planes comerciales que los operadores y proveedores tienen a disposición de sus usuarios.

Es importante destacar que esta metodología está diseñada para evaluar la calidad del servicio de acceso a Internet mediante el grupo de protocolos TCP/IP, y es aplicable independientemente del medio o la capa física utilizada para la transmisión de datos. No obstante, las condiciones bajo las cuales se miden estos parámetros y la configuración de la plataforma de medición, podrán depender de la capa física utilizada en el tramo de acceso o la “última milla”, en particular para establecer una distinción entre una conectividad de tipo fija cableada, fija inalámbrica o móvil. Cuando sea necesario diferenciar entre el tipo de tecnología, se indicará de forma explícita.

Este documento utiliza como referencia la guía ETSI EG 202 057-4 v1.2.1 (2008-07) parte 4, denominada “*Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); User related QoS parameter definitions and measurements; Part 4: Internet Access*”, la cual establece una guía metodológica para la medición de la calidad del servicio de acceso a Internet.

1.2. Alcance

Este documento contiene las definiciones y condiciones de medición para evaluar los indicadores de calidad de servicio desde la perspectiva del usuario final del servicio de acceso a Internet. El propósito de este documento es establecer un conjunto de condiciones de medición que permitan obtener datos objetivos y comparables sobre la calidad de servicios comercialmente disponibles a los usuarios finales.

Los indicadores de calidad de servicio establecidos en el RPCS, están relacionados principalmente con los servicios y sus características, y no con la tecnología utilizada para su prestación. De forma similar, los métodos definidos en el presente documento son aplicables a cualquier tipo de acceso a Internet independientemente de la tecnología subyacente utilizada, a no ser que expresamente se señale lo contrario. Esto incluye, pero no se limita a, las siguientes tecnologías de tipos de acceso:

- Tecnologías de acceso de banda ancha fija, como por ejemplo tecnologías xDSL, HFC/Cable Modem, MetroEthernet, FTTH, entre otras.
- Tecnologías de acceso móvil, como por ejemplo GSM, GPRS/EDGE, tecnologías UMTS, LTE, LTE Advanced, entre otras.

1.3. Indicadores por evaluar

En la tabla 1, a continuación, se detallan los indicadores que se deben medir para evaluar la calidad del servicio de acceso a Internet.

Tabla 1 Indicadores por evaluar

Indicador
Retardo local (ID-16)
Retardo internacional (ID-17)
Relación entre velocidad de transferencia de datos local o internacional respecto a la velocidad aprovisionada (ID-18)

2. Capítulo II. Metodología de medición

La metodología de medición para evaluar los servicios de acceso a Internet, admite dos modalidades distintas:

- Evaluación mediante **sondas fijas de medición**: para evaluar servicios de Internet fijo, sean cableados o inalámbricos.
- Evaluación mediante **drive test**: para evaluar servicios de Internet móvil.

De forma opcional, pueden utilizarse sondas fijas para la evaluación de servicios de Internet móvil, como complemento o extensión de las evaluaciones de *drive test*. No obstante, para efectos de evaluar el cumplimiento de los indicadores de calidad de servicio estipulados en el RPCS, para el servicio de Internet móvil serán válidas únicamente las mediciones efectuadas mediante *drive test*.

A continuación, se describen las características básicas del sistema requerido para efectuar el proceso de recolección de datos, ya sea por medio del despliegue de sondas fijas o mediante pruebas de campo tipo *drive test*, así como la configuración básica del equipo para evaluar los indicadores señalados en la tabla 1.

2.1. Sistema de medición mediante sondas

En la figura 1 se muestra un esquema general de los elementos que conforman el sistema de medición mediante sondas, tanto para evaluar servicios fijos de Internet, como para evaluar servicios móviles de Internet (opcional):

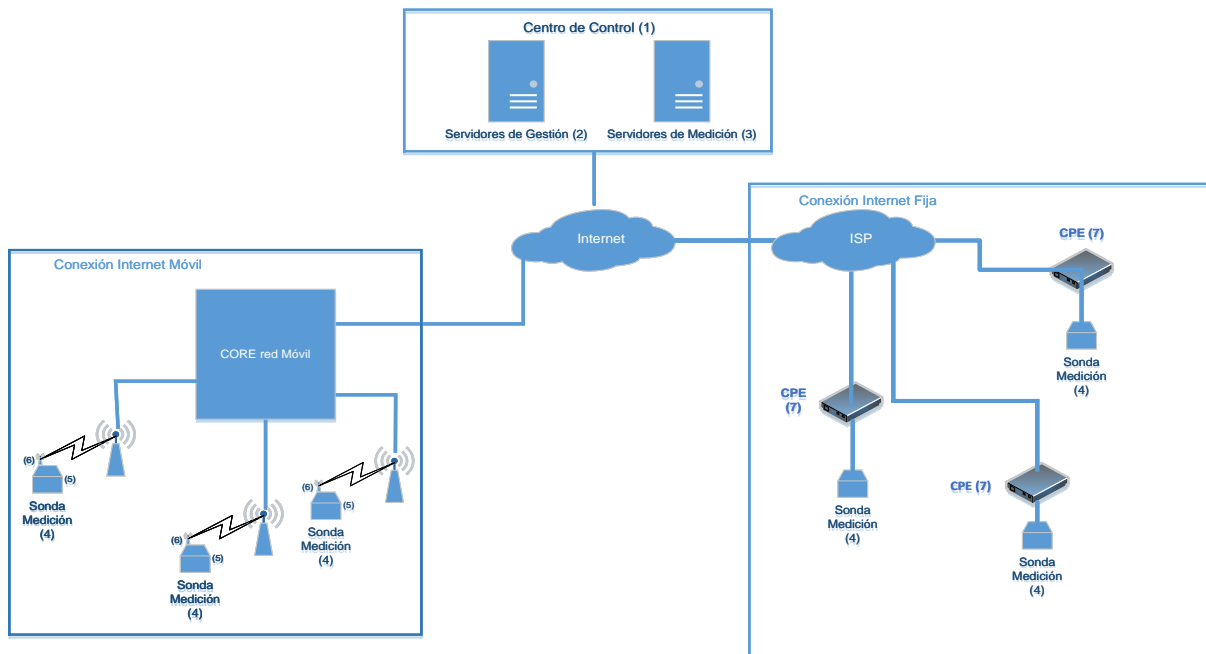


Figura 1. Esquema de conexión y equipo para evaluar la calidad del servicio de Internet por medio de sonda de medición

Donde:

(1) Centro de Control: Sitio centralizado en el cual se ubican los servidores de gestión y los servidores de medición.

(2) Servidores de Gestión: Se define como servidores de gestión una o varias máquinas físicas o virtuales que realizan funciones de control y gestión de las sondas fijas de medición.

(3) Servidores de Medición: Se definen como servidores de medición aquellas máquinas físicas o virtuales que actúan como contraparte de las sondas fijas de medición para la realización de pruebas de calidad en los servicios de telecomunicaciones.

(4) Sondas de medición: Equipo electrónico utilizado para efectuar mediciones de indicadores calidad de servicios (QoS) de telecomunicaciones de forma remota, ubicados en sitios específicos por periodos prolongados de tiempo.

(5) GPS: Este equipo será necesario en caso de que los módulos internos de la sonda de medición no cuenten con un sistema integrado que permita georreferenciarlos.

(6) Antena: Estas deberán ser preferiblemente de ganancia unitaria y deberán estar conectadas de forma directa a las sondas fijas de medición, siempre que las sondas de conformidad con sus especificaciones técnicas así lo requieran.

(7) CPE: equipo local de cliente, el cual se ubica del lado del suscriptor. Este equipo es usualmente instalado por parte del ISP en cuyo caso la gestión de este es responsabilidad del ISP, aunque los

usuarios pueden tener uno propio. El CPE corresponde al punto de conexión entre el ISP y el usuario final.

Es del interés de cada ISP utilizar la mejor configuración de hardware y software posible que entregue el máximo desempeño de la red, y por lo tanto no se restringe el hardware y software de los instrumentos de medición descritos en esta sección.

2.1.1. Centro de Control

Referirse a la definición de la figura 1.

2.1.2. Servidores de Gestión

Referirse a la definición de la figura 1.

2.1.3. Servidores de Medición

Un **servidor** de medición es una máquina física o virtual, conectada a Internet con, al menos una dirección IP pública accesible, sin traffic shaping¹ y con ancho de banda suficiente para poder efectuar las pruebas demandadas por todas las sondas fijas de medición que conforman el sistema completo. Se recomienda que la ocupación del enlace al momento de ejecutar una o más pruebas simultáneas no supere el 90% de su capacidad. Además, estos servidores deben estar debidamente habilitados y configurados para realizar las mediciones de los indicadores de calidad de manera coordinada con las sondas fijas de medición.

Se debe contar con al menos dos (2) instancias de servidores de medición dedicadas a la ejecución de pruebas de acceso a Internet. Una instancia local, ubicada dentro del territorio nacional; y otra instancia internacional, en algún centro de datos internacional o punto de intercambio de tráfico internacional ubicado dentro de Estados Unidos de América (USA).

2.1.4. Sondas de medición

¹ Traffic shaping o control de tráfico: Es un mecanismo de control del tráfico inyectado a la red. Su objetivo es evitar la sobrecarga de la red con altas ráfagas de tráfico inyectado.

Una **sonda de medición para evaluar el servicio de Internet fijo cableado o inalámbrico** es un dispositivo electrónico capaz de realizar mediciones periódicas de los indicadores de calidad, del servicio de acceso a Internet, anteriormente indicados en el capítulo 3. Estas sondas deben estar conectadas a Internet, a través de un medio cableado, mediante el respectivo CPE provisto por parte del ISP.

Una **sonda de medición para evaluar el servicio de Internet móvil** es un equipo electrónico utilizado para efectuar mediciones, la cual puede estar conformada internamente por un único módulo, o mayor cantidad de estos. Estos módulos deben operar en las tecnologías 2G, 3G, 4G o superiores, y en las bandas de frecuencia en las cuales opera cada una de estas tecnologías, las cuales incluyen, pero no se limitan a: GSM bandas 3 (1800 MHz) y 5 (850 MHz), UMTS bandas 1 (1900/2100 MHz) y 5 (850 MHz) y LTE bandas 3 (1800 MHz) y 7 (2600 MHz). Las sondas deberán estar debidamente homologadas de conformidad con la Resolución RCS-332-2013 (publicada en La Gaceta N° 247 del 23 de diciembre del 2013) del Consejo de la SUTEL. Estas deberán ser ubicadas en un punto fijo de medición por periodos prolongados de tiempo, sin desplazamiento continuo tipo drive test, y podrán ser trasladadas a nuevos sitios de interés, para efectuar nuevos procesos de medición. Se admitirán sondas que operen mediante la inserción directa de una tarjeta SIM o por medio de una SIM remota almacenada en un repositorio de SIMs ubicado en el Centro de Control.

2.1.5. GPS

El sistema de medición debe contar con un navegador GPS, que sirva para su georreferenciación. En lo que corresponde a las mediciones por medio de sondas, el GPS será necesario en caso de que los módulos para evaluar los servicios no cuenten con un sistema integrado que permita su georreferenciación.

La precisión de este dispositivo debe ser de $\pm 10\text{m}$ o mejor y debe contar con soporte del protocolo NMEA 0183 o similar. Los puntos GPS deben ser recolectados en el sistema de coordenadas geográficas WGS84 en formato decimal con un mínimo de 6 cifras decimales.

2.1.6. Antenas para sondas fijas de medición

Las antenas para mediciones de Internet móvil mediante sondas, serán preferiblemente de ganancia unitaria y deberán estar conectadas de forma directa a las sondas fijas de medición, siempre que las sondas, de conformidad con sus especificaciones técnicas, así lo requieran. Las antenas deberán estar ubicadas a nivel externo o en un punto cercano al exterior. En caso de no ser posible incorporar antenas de ganancia unitaria, se podrán instalar sistemas concentradores de antenas o similares, para lo cual se deberá tomar en consideración la ganancia o pérdida asociada a la antena, al momento de procesar los datos recopilados.

En caso de que la sonda requiera múltiples antenas, estas deberán ubicarse a una distancia entre ellas de 17 cm, para evitar interferencias entre equipos de medición.

2.1.7. CPE

Referirse a la definición de la figura 1.

2.2. Sistema de medición mediante drive test

De la misma manera, en la figura 2, se muestra un esquema general, de los elementos que conforman el sistema de medición de calidad del servicio de acceso a Internet móvil por medio de pruebas de campo de tipo *drive test*.

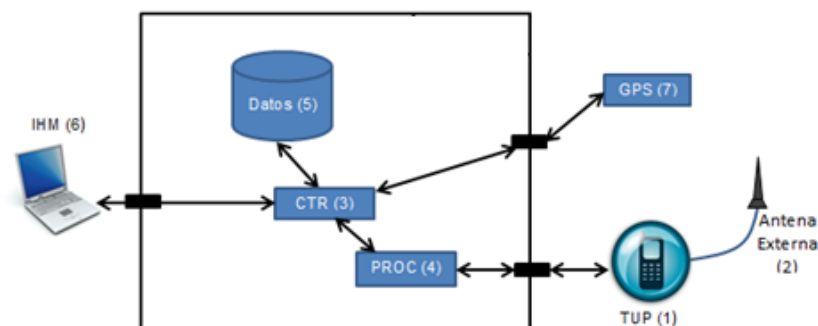


Figura 2. Esquema de conexión y equipo para evaluar la calidad del servicio de acceso a Internet móvil mediante *drive test*².

² Referencia informativa: ETSI TS 102 250-4 V2.2.1 (2011-04).

Donde:

- (1) **TUP:** Terminal de Usuario de Prueba, puede ser más de un terminal dependiendo de la capacidad de manejo del equipo.
- (2) **Antena Externa**³.
- (3) **CTR:** controlador, el cual maneja las partes activas del sistema de medición.
- (4) **PROC:** procesador que controla el terminal de prueba y pre procesa los datos registrados durante las mediciones.
- (5) **Datos:** almacena los datos y programas.
- (6) **IHM:** interfaz hombre a máquina para controlar la configuración del sistema de medición.
- (7) **GPS:** sistema de posicionamiento global.

Es del interés de cada operador de servicios de Internet móvil, utilizar la mejor configuración de hardware y software posible que entregue el máximo desempeño de la red, y por lo tanto no se restringe el hardware y software de los instrumentos de medición descritos en esta sección.

2.2.1. Terminal de usuario de prueba

Un **terminal de usuario de prueba** utilizado para mediciones de campo de tipo *drive test*, corresponde a todos aquellos equipos que cuentan con dispositivos de transmisión o recepción de las tecnologías 2G, 3G, 4G o superiores, y en las bandas de frecuencia en las cuales opera cada una de estas tecnologías, las cuales incluyen, pero no se limitan a: 2G bandas 3 (1800 MHz) y 5 (850 MHz), 3G bandas 1 (1900/2100 MHz) y 5 (850 MHz) y 4G bandas 3 (1800 MHz) y 7 (2600 MHz). Estos terminales deberán estar debidamente homologados de conformidad con la Resolución RCS-332-2013 (publicada en La Gaceta N° 247 del 23 de diciembre del 2013) del Consejo de la SUTEL.

El terminal de usuario de prueba deberá ser de la categoría más alta posible con el fin de evitar afectaciones a los resultados de medición producto de limitaciones en dicho terminal. La SUTEL

³ La antena externa de ganancia unitaria (0 dBi) será requerida siempre que sea factible colocar la totalidad de antenas requerida en el techo del vehículo, a una distancia de 17 cm entre ellas, en su defecto se permitirá el uso de multiplexores de antenas, o efectuar la disposición de los terminales de forma que se emula una medición en exteriores.

y los operadores mantendrán una comunicación bidireccional permanente en relación con las categorías de terminales utilizados en sus sistemas de medición, y deberán incluir este dato dentro de los informes o reportes con los resultados de las evaluaciones de calidad.

2.2.2. Antenas para pruebas de campo tipo *drive test*

Las antenas para mediciones por medio de pruebas de campo tipo *drive test*, podrán ser internas o externas⁴, dependiendo de la evolución tecnológica de los sistemas de medición, siempre que se aseguren condiciones de medición equivalentes a exteriores. Alternativamente, se podrán utilizar otros arreglos de equipos terminales, siempre y cuando se garantice que los sistemas efectúan mediciones equivalentes a exteriores.

En caso de utilizar antenas externas, estas deberán estar sujetas a la parte externa del techo del vehículo utilizado para las pruebas y se deben colocar con una separación mínima de 17 cm entre ellas.

Las antenas utilizadas deben acoplarse con los terminales de prueba y deben ser preferiblemente de ganancia unitaria. En caso de no ser posible incorporar antenas de ganancia unitaria, se deberá tomar en consideración la ganancia o la pérdida al momento de procesar los datos recopilados. Las antenas deben cubrir al menos los rangos de frecuencia detallados en el apartado 2.3.1 *Terminal de usuario de prueba*.

2.3. Condiciones generales para la realización de mediciones

2.3.1. Representatividad del servicio

De conformidad con lo establecido en el artículo 7, inciso 93 del RPCS, las mediciones de los servicios de acceso a Internet se realizarán mediante la evaluación del servicio que sea más representativo para cada operador/proveedor, el cual corresponde al servicio con mayor cantidad de clientes activos de cada operador/proveedor. Así, por ejemplo, si el servicio de acceso a Internet con mayor cantidad de clientes activos es un servicio asimétrico con velocidades de

⁴ Ver referencia ETSI TR 102 581 “*Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); A Study on the Minimum Additional Required Attenuation on the Antenna Path of the Field Test Equipment*”

10Mbps/3Mbps, las evaluaciones se realizarán a través de la medición de los indicadores de calidad utilizando servicios de 10Mbps/3Mbps.

La determinación del servicio más representativo de cada operador/proveedor se actualizará con una periodicidad mínima de un año, de forma tal que, al menos 1 vez al año los operadores/proveedores reporten a la SUTEL la cantidad total de clientes activos para cada uno de los servicios que tienen disponibles de forma comercial.

2.3.2. Tipos de tecnologías

A la fecha, para efectos de este documento, las tecnologías de medición se agrupan en tres categorías.

- **Fijas cableadas:** aquellas que proveen conectividad a una ubicación geográfica fija utilizando tecnologías cableadas;
- **Fijas inalámbricas:** que proveen conectividad a una ubicación con tecnologías de última milla inalámbricas; y finalmente
- **Móviles:** que proveen conectividad inalámbrica en múltiples ubicaciones geográficas.

Respecto a la evaluación del servicio de acceso a Internet fijo cableado o inalámbrico, en el caso que el CPE soporte múltiples tecnologías alternando entre ellas de manera automatizada o a voluntad del cliente, el ISP deberá elegir una sola tecnología como representativa de la velocidad para dicho CPE, procurando que dicha tecnología responda a la habitualmente elegida por los usuarios y sin sesgar arbitrariamente el criterio de representatividad definido en la sección 6.4.1 (cantidad de sondas).

2.3.3. Clientes Activos

En una fecha cualquiera, los clientes activos con respecto a esa fecha serán aquellos que hayan hecho uso del servicio de acceso a Internet, de cualquier forma, en los últimos 90 días. Esto incluye tanto clientes con planes, como clientes de pre y post pago, en el caso de servicios móviles.

2.3.4. Alcance de las Mediciones

Un servicio de acceso a Internet puede tener dos alcances: i) alcance local, referido a su propia red de acceso a los clientes o bien a su interconexión con otros operadores/proveedores de servicio de Internet, dentro del territorio nacional, y ii) alcance internacional, referido a sus enlaces internacionales hacia el resto de Internet.

La calidad del servicio de acceso a Internet que un operador/proveedor de servicio de Internet, ofrece es entonces resultado de la calidad de las soluciones que ha implementado en estos dos alcances.

Se definen estos dos alcances como:

- **Alcance Local:** desde una **sonda** o **terminal de usuario de prueba**, hasta un servidor de medición que se encuentra en el núcleo de la red del operador/proveedor de Internet (ISP) fijo (alámbrico o inalámbrico) o móvil, o en un Punto de Intercambio de Tráfico (IXP) donde tenga conectividad el operador evaluado, dentro del territorio nacional.
- **Alcance Internacional:** desde una sonda o terminal de usuario de prueba, hasta un servidor de medición que se encuentre en alguna ubicación externa al territorio nacional, según se establece en la sección 2.1.3.

3. Capítulo III. Condiciones de medición de los indicadores de calidad

Para poder realizar las mediciones requeridas, el equipo debe ser configurado con los parámetros y condiciones que se detallan en esta sección. Cabe destacar que las mediciones realizadas para cada indicador deben ser efectuadas de forma independiente y de manera secuencial. En otras palabras, no deben seguir ningún orden predeterminado ni deben influir unas con otras.

3.2. Retardo local (ID-16) y retardo internacional (ID-17)

3.2.1. Definición

El retardo entre dos extremos A y B, es el tiempo necesario para enviar un paquete, ida y vuelta entre ambos extremos, y se mide como el tiempo necesario para enviar y recibir un paquete *ICMP Echo/Echo-Reply* entre los puntos evaluados. Cabe destacar que este tiempo incluye tanto el tiempo de transporte de los paquetes involucrados por la red, así como el tiempo requerido para el procesamiento de éstos en los equipos ubicados en los extremos A y B.

El retardo se mide desde la **sonda de medición** o el **terminal de usuario de prueba**, hacia uno o varios servidores o instancias habilitadas para brindar respuestas ICMP, según la forma de medirlo, ya sea con alcances locales (retardo local) o internacionales (retardo internacional) (sección 2.4.4).

3.2.2. ¿Cómo se mide?

Una medición de retardo se realiza enviando un tren de al menos 100 paquetes *ICMP Echo Request*, a al menos un servidor (o una instancia de respuesta ICMP, por ejemplo, un router) en el alcance *a* (sección 2.4.4), y contabilizando el tiempo que toma recibir las respuestas *ICMP Echo Reply* para cada paquete *ICMP Echo Request* enviado⁵. Los paquetes ICMP enviados deberán tener un tamaño estándar de 64 bytes (encabezado IP + encabezado ICMP + datos), tanto en IPv4 como en IPv6, por lo que la cantidad de bytes en el payload ICMP deberá ajustarse para asegurar esta condición; por ejemplo, en IPv6 se podrían utilizar 16 bytes de datos y en IPv4 se podrían utilizar de 32 a 36 bytes. Por cada paquete *ICMP Echo Request* enviado por una **sonda de medición** o **terminal de usuario de prueba**, se deberá esperar como máximo 10 segundos por la respuesta a cada paquete antes de considerarla como fallida. La diferencia de tiempo entre el envío de un paquete y la recepción de su respuesta se conoce como *Round Trip Time* (RTT).

⁵ Referencia IETF RFC 792 "Internet Control Message Protocol".

3.3. Relación entre velocidad de transferencia de datos local o internacional respecto a la velocidad provisionada (ID-18)

3.3.1. Definición

Para los objetivos de este documento, se define la velocidad de transferencia desde A hacia B como la cantidad máxima de bits de datos (carga útil o *payload*) que se logran transmitir desde entre los extremos con una conexión HTTP o FTP sobre los protocolos TCP/IP durante una unidad de tiempo medida en segundos.

Para efectos de las evaluaciones de calidad de servicio, la velocidad de transferencia se mide en dos direcciones: la velocidad de envío medida desde una **sonda de medición** o un **terminal de usuario de prueba** hacia un servidor, y la velocidad de descarga medida desde un servidor hacia una **sonda de medición** o un **terminal de usuario de prueba**. Por simplicidad, a lo largo de este documento se utiliza el término velocidad, pero se entiende que se deberán realizar los mismos pasos para medir y calcular los indicadores de velocidad de envío y descarga por separado. Cuando sea necesario diferenciar entre velocidad de envío y velocidad de descarga, se indicará expresamente.

3.3.2. ¿Cómo se mide?

La velocidad debe ser medida transmitiendo datos incompresibles entre una sonda de medición o terminal de usuario de prueba y un servidor de medición mediante el protocolo HTTP o FTP. La transferencia de los datos se debe realizar utilizando el protocolo HTTP 1.1⁶, de tal forma que la sonda o terminal de usuario de prueba y servidor sean respectivamente el cliente y servidor HTTP. Opcionalmente, se permite utilizar HTTP/2⁷. De forma alternativa, la medición se puede realizar utilizando el protocolo FTP especificado en el RFC 959⁸ y en el RFC 2428⁹ para IPv6.

⁶ Referencias RFC 7230, 7231, 7232, 7233, 7234 y 7235.

⁷ Referencia RFC 7540 "Hypertext Transfer Protocol Version 2 (HTTP/2)".

⁸ Referencia RFC 959 "FILE TRANSFER PROTOCOL (FTP)"

⁹ Referencia RFC 2428 "FTP Extensions for IPv6 and NATs"

El tamaño del archivo de datos por utilizar en las mediciones dependerá de la velocidad nominal máxima de transferencia teórica del servicio, es decir la velocidad teórica máxima contratada o provisionada por parte del operador/proveedor del servicio, tanto para descarga como para envío. El tamaño del archivo de datos en bits, debe ser de al menos **10 veces la velocidad contratada o provisionada**. Por ejemplo, si la velocidad provisionada de descarga es de 1 Mbps, el tamaño del archivo deberá ser de, al menos, $10 \times 1\text{Mbps} \times \frac{1\text{Byte}}{8\text{bits}} = 1,25\text{MBytes}$.

Cada una de las pruebas de medición de velocidad deberá cumplir con los siguientes pasos:

1. **Conexión a un servidor:** Para iniciar la medición, la **sonda** o el **terminal de usuario de prueba** debe establecer una conexión TCP a un servidor HTTP de medición en el puerto 80.

Las **sondas** o los **terminales de usuario de prueba** deberán utilizar la dirección IP para conectarse con el servidor de medición, no el URL si lo tuviese, para evitar pruebas fallidas por problemas de configuración de DNS.

2. **Realización de una medición:** Para la velocidad de bajada, la **sonda** o el **terminal de usuario de prueba** deberá requerir al servidor la descarga de un archivo de pruebas mediante una solicitud HTTP/GET. Una vez enviados los encabezados del *HTTP Response*, el servidor deberá enviar datos en formato binario (es decir, sin ninguna codificación), incompresibles y aleatorios.

Para la velocidad de envío, la **sonda** o el **terminal de usuario de prueba** deberá enviar al servidor un archivo de pruebas mediante una solicitud HTTP/POST. Una vez enviados los encabezados del *HTTP Request*, la sonda o terminal de usuario de prueba debe escribir datos en formato binario (es decir, sin ninguna codificación), incompresibles y aleatorios.

Los dos pasos anteriores deben realizarse de igual forma en caso de utilizar el protocolo FTP, con conexión al puerto 20, y mediante FTP/GET para las mediciones de descarga y FTP/PUT para las mediciones de envío.

Adicionalmente se deberá considerar que las muestras deberán ser independientes. Es decir, el hecho de que una muestra entregue un valor alto o bajo, o que la medición sea fallida, no deberá influir en el instante de tiempo que se efectúe la siguiente medición.

La velocidad, se obtendrá dividiendo el tamaño de un archivo de pruebas en bits, entre el tiempo requerido para la transmisión extremo a extremo de ese archivo en segundos.

$$velocidad = \frac{\text{tamaño de fichero de pruebas (bits)}}{\text{tiempo de transmisión (segundos)}}$$

3.4. Condiciones específicas para las sondas fijas de medición

3.4.1. Cantidad de Sondas

La cantidad de sondas deberá ser, al menos la requerida por la representatividad geográfica descrita en la sección 3.4.3 y, suficiente para garantizar que los indicadores cuenten con un mínimo nivel de confiabilidad estadística dado por:

- un intervalo de confianza (tolerancia) de $\pm 0,05$, y
- un nivel de confianza de 0,95.

Por lo tanto, el número de sondas dependerá de la variabilidad de las mediciones de cada operador/proveedor. Si en algún período de medición la confiabilidad calculada para un indicador es menor que la requerida, se deberá dejar registro de la confiabilidad de dicho indicador y se deberá corregir el número de sondas para alcanzar la confiabilidad mínima a lo más tardar en el período siguiente.

Si un operador/proveedor lo desea puede cambiar dinámicamente la configuración del CPE conectado a la sonda para reutilizar dicha sonda en mediciones de múltiples, siempre y cuando se respeten las restricciones de Representatividad Temporal de la sección 4.2 y Representatividad Geográfica de la sección 3.4.3.

3.4.2. Cantidad de Servidores

Cada operador/proveedor de servicios de Internet debe tener disponible al menos dos (2) servidores de medición, uno a nivel local y otro a nivel internacional, los cual deberán ser accesibles por la SUTEL para la realización de las mediciones descritas en el presente documento. De no contar con los respectivos servidores (local e internacional), la SUTEL podrá utilizar otros servidores, con las condiciones que esta establezca, para realizar las pruebas respectivas.

3.4.3. Representatividad Geográfica

Siguiendo la recomendación ETSI EG 202 057-4 v1.2.1 (2008-07), se definen los siguientes criterios para distribuir sondas a lo largo del territorio nacional.

A continuación, se indica la forma en que se deben distribuir geográficamente las sondas, tomando en consideración los clientes activos:

- En las provincias en que el operador/proveedor tenga más de 400.000 clientes activos se desplegarán como mínimo 5 sondas.
- En las provincias en que el operador/proveedor tenga entre 200.000 y 400.000 clientes activos se desplegarán como mínimo 4 sondas.
- En las provincias en que el operador/proveedor tenga entre 100.000 y 200.000 clientes activos se desplegarán como mínimo 3 sondas.
- En las provincias en que el operador/proveedor tenga entre 50.000 y 100.000 clientes activos se desplegarán como mínimo 2 sondas.
- En las provincias en que el operador/proveedor tenga entre 25.000 y 50.000 clientes activos se desplegará como mínimo 1 sonda.

Adicionalmente se deberán cumplir las siguientes restricciones:

- Se deberán desplegar como mínimo 7 sondas en todo el territorio nacional, una sonda por provincia, exceptuando las provincias en las que el operador no tenga clientes activos.
- Los clientes activos para efectos de estos cálculos deben ser considerados como se detalla en la sección 2.4.3.

- En el caso de las tecnologías móviles, para determinar la posible ubicación de las sondas fijas de medición, se debe efectuar un análisis de tráfico en la totalidad de radiobases, para identificar las zonas con mayor tráfico. Adicionalmente, la sonda debe ser ubicada garantizando que el nivel de intensidad de señal para las tecnologías 3G y 4G sea mejor al umbral establecido para el tipo de cobertura verde o dentro de vehículos según los umbrales definidos de conformidad con el artículo 8 del RPCS.

3.4.4. Restricciones para tecnologías fijas

Todas las sondas deberán ubicarse en puntos de medición que repliquen las condiciones de los usuarios finales. Para tecnologías ADSL y otras similares de la familia xDSL, para las cuales es sabido que la calidad de la conexión disminuye con la distancia, se deberá procurar que la longitud promedio del bucle ADSL de todas las sondas sea superior a 1200 metros.

Para el caso de tecnologías HFC, FTTx, u otras similares, la ubicación de las sondas debe abarcar la última milla (red primaria y secundaria de planta externa), incluyendo el bucle de abonado.

Para las tecnologías fijas se deberá procurar que dos sondas nunca estén conectadas al mismo nodo de acceso, salvo que ya exista al menos una sonda en cada nodo de acceso de esa provincia (sección 3.4.3).

Para las tecnologías fijas inalámbricas se deberá procurar que la distancia entre la antena y la sonda sea al menos la distancia promedio de sus clientes en la respectiva provincia (sección 3.4.3).

3.4.5. Restricciones para tecnologías móviles

Para las tecnologías inalámbricas móviles se debe procurar que, la sonda de medición, sea instalada en una zona cuyo nivel de intensidad de señal sea mejor que el tipo de cobertura verde o cobertura dentro de vehículos, para las tecnologías 3G y 4G, según los umbrales definidos de conformidad con el artículo 8 del RPCS. Para esto las sondas deberán registrar la intensidad de potencia de cada medición en sus resultados.

3.5. Condiciones específicas para pruebas de campo tipo *drive test*

3.5.1. Vehículo

El vehículo que se empleará para la ejecución de las mediciones, debe ser preferiblemente un todo terreno 4x4, con capacidad para poder albergar el equipo, brindarle energía eléctrica, tener espacio para instalar las antenas utilizadas en las mediciones con una separación de 17 cm entre ellas, y poder realizar recorridos en carreteras no pavimentadas y de difícil acceso, y preferiblemente acondicionado con los racks y sistemas de sujeción de equipos y organización de cableado.

3.5.2. Velocidad

La velocidad del vehículo debe ser tal que se respeten los límites establecidos para las carreteras de Costa Rica.

3.5.3. Cantidad de terminales de usuario de prueba

La cantidad de terminales de prueba deberá ser, al menos dos (2) terminales por operador y por tecnología (3G, 4G o superior). Un terminal dedicado para evaluar la velocidad de descarga, y un terminal dedicado para evaluar la velocidad de envío.

La tecnología 2G no será evaluada para el servicio de Internet móvil, de conformidad con lo indicado en el inciso 1 del artículo 46 del RPCS.

3.5.4. Cantidad de Servidores

Referirse a la sección 3.4.2.

3.5.5. Representatividad Geográfica

Se tomarán como muestras válidas aquellas recolectadas dentro de las capas de cobertura azul (en interiores) y verde (dentro de vehículos), de conformidad con lo indicado en el inciso 4 del artículo 46 del RPCS.

4. Capítulo IV. Frecuencia de muestreo

4.2. Representatividad Temporal para mediciones por medio de sondas

Cada sonda deberá efectuar mediciones periódicas en intervalos regulares de al menos 20 minutos, es decir que cada sonda debe realizar un mínimo de tres pruebas por hora, para cada indicador, por alcance (sección 2.4.4), a medir.

Considerando el horario de medición de la sección 4.3, y la cantidad mínima de sondas (1 por provincia) de la sección 3.4.3, la cantidad mensual de muestras es, como mínimo:

$$n = 7 \text{ sondas} \times \frac{3 \text{ muestras}}{\text{hora}} \times \frac{17 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{22 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = \frac{7854 \text{ muestras}}{\text{mes}}$$

La cantidad n de muestras, corresponde un valor mínimo considerando las recomendaciones de la norma ETSI EG 202 057-4 V1.2.1 (2008-07) y las restricciones establecidas en la presente metodología, por lo que la realización de una mayor cantidad de muestras no afecta negativamente la confiabilidad de los resultados finales.

4.3. Representatividad Temporal para mediciones por medio de pruebas de campo de tipo *drive test*

El proceso de recolección de datos por medio de pruebas de campo, dado que el vehículo se encuentra en movimiento, implica que entre pruebas consecutivas el tiempo de espera no debe ser mayor a 15 segundos, la duración de la prueba tiene relación directa con el tamaño del archivo por descargar o enviar. Se deberá esperar como máximo 30 segundos antes de dar como pérdida la prueba por desconexión. Estas mediciones se deben efectuar en el rango de horas desde las 06:00 hasta las 23:00, días hábiles.

5. Capítulo IV. Formatos y tablas para remisión de resultados

Los formatos y tablas que deben ser utilizadas por la SUTEL, los ISP y los operadores del servicio de Internet móvil para registrar los resultados de las mediciones, se adjuntan como un archivo *.xlsx adjunto a este documento.

Resultados de Sonda SF-1		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1122	50	140

Resultados de Sonda SF-2		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1130	50	140

Resultados de Sonda SF-3		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1128	50	140

Resultados de Sonda SF-4		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1132	50	140

Resultados de Sonda SF-5		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1122	50	140

Resultados de Sonda SF-6		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1122	50	140

Resultados de Sonda SF-7		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1130	50	140

Resultados de Sonda SF-8		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1128	50	140

Resultados de Sonda SF-9		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1132	50	140

Resultados de Sonda SF-10		
Medición	Local (ms)	Internacional (ms)
1	50	140
2	49	139
3	48	138
4	51	141
5	50	140
6	50	140
7	45	135
1122	50	140

Resultados de Sonda SF-1		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1122	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-2		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1130	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-3		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1128	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-4		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1122	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-5		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1122	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-6		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1122	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-7		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1130	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-8		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1128	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-9		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1132	0.97	0.82

Resultados de Sonda SF-10		
Medición	Local (kbps)	Internacional (kbps)
1	0.99	0.91
2	0.89	0.85
3	0.95	0.81
4	0.99	0.87
5	1.01	0.92
6	0.95	0.74
7	1.02	0.79
1122	0.97	0.82

Cuadro que muestra el número de personas que se beneficiaron de la educación superior en el período comprendido entre 1980 y 1987.

País	Países de América Latina			Cantidad de estudiantes matriculados en el nivel superior (en miles de personas)																
	1980	1981	1982	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	1983	1984	1985	1986	1987
Argentina	120	125	130													135	140	145	150	155
Brasil	100	105	110													115	120	125	130	135
Colombia	80	85	90													95	100	105	110	115
Costa Rica	60	65	70													75	80	85	90	95
Cuba	40	45	50													55	60	65	70	75
Chile	30	35	40													45	50	55	60	65
El Salvador	20	25	30													35	40	45	50	55
Guatemala	15	20	25													30	35	40	45	50
Honduras	10	15	20													25	30	35	40	45
Jamaica	5	10	15													20	25	30	35	40
México	150	160	170													180	190	200	210	220
Nicaragua	10	15	20													25	30	35	40	45
Panamá	5	10	15													20	25	30	35	40
Paraguay	8	12	16													22	26	30	34	38
Perú	12	16	20													24	28	32	36	40
Puerto Rico	10	12	14													16	18	20	22	24
Uruguay	7	10	13													17	20	23	26	29
Venezuela	18	22	26													30	34	38	42	46
Total	572	602	632													662	702	742	782	822

País	Cantidad de estudiantes matriculados en el nivel superior (en miles de personas)												Cantidad de graduados en el nivel superior (en miles de personas)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Argentina	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Brasil	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Colombia	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Costa Rica	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Cuba	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Chile	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
El Salvador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Guatemala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Honduras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Jamaica	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5
México	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Nicaragua	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Panamá	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	
Paraguay	0.8	1.2	1.6	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8	5.2	5.6	6	6.4	6.8	7.2	7.6	8	8.4	8.8	9.2	9.6	10	
Perú	1.2	1.6	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8	5.2	5.6	6	6.4	6.8	7.2	7.6	8	8.4	8.8	9.2	9.6	10	10.4	
Puerto Rico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Uruguay	0.7	1	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7	7	7.3	7.6	7.9
Venezuela	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Total	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	167	172	

