

ANEXO I

METODOLOGÍA DE MEDICIONES DE CALIDAD DEL SERVICIO DE ACCESO A INTERNET

La presente metodología tiene como objeto establecer un procedimiento claro, preciso y objetivo para realizar las mediciones de los Parámetros de Calidad del Servicio de Acceso a Internet.

1. Definiciones. Para los efectos de la presente metodología, además de las definiciones previstas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y en los Lineamientos, se entenderá por:

- I. **Ejercicio de Medición:** Conjunto de Eventos que se realizan durante un tiempo definido, medido en días, y que sirve para evaluar los parámetros de calidad del Servicio de Acceso a Internet que reciben los usuarios finales;
- II. **HTTP:** Protocolo de Transferencia de Hipertexto (del inglés, *Hypertext Transfer Protocol*);
- III. **JPEG:** Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía (del inglés, *Joint Photographic Experts Group*), algoritmo diseñado para comprimir imágenes;
- IV. **Slow Start:** Algoritmo de control de congestión del protocolo TCP, que permite el incremento de la ventana de congestión al completarse exitosamente la transmisión de un segmento hasta alcanzar el máximo umbral de transmisión;
- V. **TCP:** Protocolo de Control de Transmisión (del inglés, *Transmission Control Protocol*), y;
- VI. **UDP:** Protocolo de Datagramas de Usuario (del inglés, *User Datagram Protocol*).

2. Ejercicio de Medición. Se establecen los requerimientos para realizar el Ejercicio de Medición, de conformidad con lo siguiente:

- I. Para efectos de la Medición de los Eventos del Servicio de Acceso a Internet, se considerarán aquellos Prestadores del Servicio Fijo que brinden el Servicio de Acceso a Internet y que cuenten con más de un millón de accesos totales, conforme a las definiciones de los indicadores

estadísticos de telecomunicaciones y datos más recientes disponibles en el BIT.

- II. La Medición de los Eventos para el Servicio de Acceso a Internet se llevará a cabo a lo largo de un año natural para cada Prestador del Servicio Fijo que brinda el Servicio de Acceso a Internet en el domicilio de los usuarios finales y en horarios determinados conforme a lo siguiente:
 - a) Los Eventos deberán programarse durante el periodo comprendido entre las 06:00 a las 24:00 horas de cada día de la semana en los periodos de inactividad o de poca actividad de parte del usuario, para los parámetros de Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Carga, Descarga, Proporción de Paquetes Perdidos y Latencia, y
 - b) En caso de que el usuario final tenga limitada la Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Carga y/o Descarga, debido a términos establecidos en su contrato, las Mediciones que se realicen bajo estas condiciones deberán ser descartadas.
- III. Los Eventos para la Medición de los parámetros de Latencia y Proporción de Paquetes Perdidos se llevarán a cabo de manera aleatoria enviando un Paquete de Datos en cada Evento.

3. Características de la Herramienta de Medición. Se establecen las características de la Herramienta de Medición, provista por el Instituto:

- I. La Herramienta de Medición deberá ser capaz de realizar las Mediciones necesarias de los Parámetros de Calidad del Servicio de Acceso a Internet dentro de los horarios establecidos;
- II. La Herramienta de Medición no deberá recolectar datos personales de los usuarios finales ni invadirá la privacidad del usuario final;
- III. La Herramienta de Medición no deberá interferir con la prestación habitual del servicio, ni con el funcionamiento del Equipo Terminal;
- IV. La Herramienta de Medición deberá estar en todo momento en comunicación con el Servidor Centralizado y enviará los resultados de las Mediciones a éste, y;

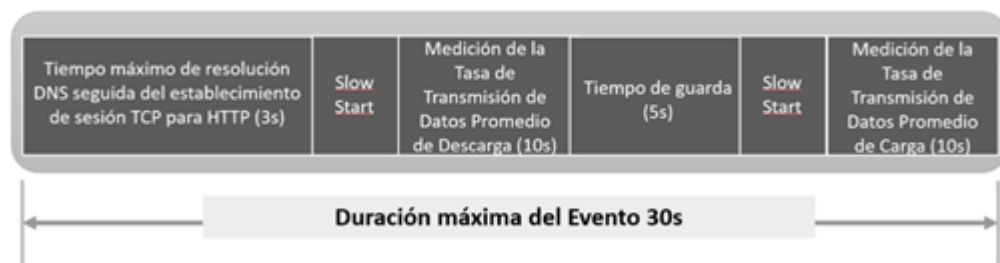
- V. El Servidor Centralizado deberá tener una conexión directa a las redes de los Prestadores del Servicio Fijo que brindan el Servicio de Acceso a Internet que son evaluados.

4. Medición del Servicio de Acceso a Internet. Se establecen las características de Medición del Servicio de Acceso a Internet, de conformidad con lo siguiente:

- I. Los Eventos de los Parámetros de Calidad del Servicio de Acceso a Internet se llevarán a cabo en los horarios a los que se refiere el numeral 2, fracción II del presente Anexo durante el Ejercicio de Medición, posterior a la instalación de la Herramienta de Medición.
- II. La Medición de la Tasa de Transmisión de Datos de Carga y Descarga se llevará a cabo mediante la transferencia de un archivo, utilizando el protocolo HTTP y empleando conexiones TCP simultáneas, (del inglés, *multithread*) con el fin de medir la capacidad de la conexión. En el caso de la descarga, dicho archivo deberá ser generado en el Servidor Centralizado. En el caso de la carga, dicho archivo deberá ser generado en el Equipo Terminal del usuario final. Al finalizar la Medición, los archivos no deberán quedar almacenados.
- III. El archivo a ser transferido por HTTP deberá ser no comprimible y deberá consistir en un flujo aleatorio de datos en formato JPEG, cuyo tamaño será determinado de acuerdo a la Tasa de Transmisión de Datos contratada, de tal forma que se asegure que el Evento cumpla con la duración establecida dentro de la presente Metodología, para cada Parámetro de Calidad.
- IV. Para la Medición de la Latencia se realizará la transferencia de Paquetes de Datos utilizando el protocolo UDP. La Proporción de Paquetes Perdidos se medirá durante el tiempo que haya durado esta prueba.
- V. El tiempo máximo de establecimiento de sesión TCP para HTTP, después de la resolución de nombre de dominio (del inglés, *DNS*) será de tres segundos.
- VI. El tiempo para Medir la Tasa de Transmisión de Datos de Descarga será de diez segundos. El tiempo deberá medirse a partir de la transmisión del primer bit posterior a la apertura de la sesión HTTP y del periodo

considerado para el Slow Start de TCP. La cantidad de datos descargada, medida en Megabits, será promediada en los diez segundos que dura la prueba para determinar la Tasa de Transmisión de Datos Descarga.

- VII. El tiempo para Medir la Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Carga será de diez segundos. El tiempo deberá medirse a partir de la transmisión del primer bit, posterior a la apertura de la sesión HTTP y del periodo considerado para el Slow Start de TCP. La cantidad de datos cargada, medida en Megabits, será promediada en los diez segundos que dura la prueba para determinar la Tasa de Transmisión de Datos de Carga.
- VIII. La duración del Slow Start de TCP, será definido por el Instituto dentro de las mesas de trabajo que se llevaran a cabo de conformidad con lo establecido en el Lineamiento transitorio Tercero.
- IX. En caso de que la sesión de HTTP sea interrumpida, durante la Medición de un Evento, antes de completar el tiempo predeterminado para cada parámetro, se descartará dicho Evento y se repetirá dicha Medición considerando un tiempo de guarda de diez segundos.
- X. El tiempo de guarda entre la Medición de la Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Carga y la Medición de la Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Descarga será de cinco segundos;
- XI. El siguiente diagrama muestra la secuencia de tiempos para la Medición de los Parámetros del Servicio de Acceso a Internet, donde "s" se refiere a segundos:



- XII. La Medición de la Latencia se efectuará mediante el protocolo UDP, considerando el tiempo de ida y vuelta de los Paquetes de Datos enviados al Servidor Centralizado que será el punto físico de la Medición. Se considerarán Paquetes de Datos con un tamaño de carga útil de 256 Bytes. Si un Paquete de Datos no se recibe en un plazo de tres segundos después del envío se considerará como perdido. Las Mediciones se distribuirán aleatoriamente en el horario establecido para la programación de los Eventos hasta completar el número de Eventos a realizar de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 de la presente metodología, como muestra el siguiente diagrama:



5. Determinación de tamaño de muestra y el número de eventos. Para determinar el tamaño de la muestra se considera un muestreo aleatorio simple con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación determinado.

Esto es, para cada Ejercicio de Medición, se calcula el tamaño de muestra partiendo de la siguiente expresión:

$$n = \frac{Npq}{(N - 1)D + pq}$$

Donde

$$q = 1 - p$$

$$D = \frac{B^2}{4}$$

N = Población total a medir

n = Tamaño de muestra;

p = Proporción de interés;

B = Cota del error de estimación, para el cálculo de lo anterior.

Para obtener el número de Eventos a realizar en cada Ejercicio de Medición, se utiliza un muestreo aleatorio simple partiendo de la siguiente fórmula:

$$m = \frac{z_{1-\alpha/2}^2}{a^2} \cdot \left(\frac{\sigma}{\bar{x}}\right)^2$$

Donde

m = Número de eventos;

$z_{1-\alpha/2}$ = percentil $1 - \alpha/2$ de la distribución normal estándar;

α = nivel de significancia;

a = Error de estimación máximo aceptable;

$\bar{x}$ = Media obtenida para el Parámetro de Calidad de Servicio correspondiente,
y

σ y $\bar{x}$ son calculados de Ejercicios de Medición previos¹.

Para el cálculo de lo anterior, se considerará un nivel de confianza del 95%, así como un error de estimación determinado por el Instituto. El tamaño de muestra se seleccionará conforme a dicho error de estimación, considerando que podrían ocurrir Eventos a ser descartados durante el Ejercicio de Medición.

Se determina la desviación estándar σ y la media $\bar{x}$ para el Parámetro de Calidad de Servicio correspondiente en el Ejercicio de Medición, a partir de las siguientes fórmulas:

$$\sigma = \frac{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{n}$$

$$x_k = \frac{\sum_{j=1}^m p_j}{m}$$

Donde

σ = desviación estándar obtenida para el Parámetro de Calidad correspondiente;

x_k = valor promedio del Parámetro de Calidad correspondiente, y

p_j = valor del Parámetro de Calidad correspondiente del Evento j .

¹ Para los efectos de la presente metodología, el valor de la desviación estándar s_i para cada estrato se tomará de resultados de Ejercicios de Medición previos, los cuales el Instituto podrá llevar a cabo bajo la presente metodología previamente a la evaluación del cumplimiento de los Parámetros de Cobertura.

6. Determinación de la selección aleatoria de usuarios. Los usuarios finales a quienes deberá instalarse la Herramienta de Medición en sus Equipos Terminales, deberán ser seleccionados de acuerdo al siguiente procedimiento:

- I. El prestador del servicio seleccionará los usuarios finales de manera aleatoria mediante un generador computacional de números aleatorios a partir de los identificadores asignados.
- II. Los usuarios finales seleccionados deberán encontrarse distribuidos de manera uniforme dentro del área correspondiente a los Mapas de Cobertura del Servicio;
- III. Los usuarios finales seleccionados deberán encontrarse distribuidos de manera uniforme en la totalidad de los paquetes ofertados por el prestador del servicio.