



Estudio sobre la metodología para monitorear el principio de neutralidad de la red a través de los parámetros de calidad del servicio de acceso a Internet fijo y móvil.

Mtra. María Isabel Reza Meneses

Centro de Estudios¹
Fecha: diciembre 2023

El estudio propone una metodológica de evaluación y análisis de los parámetros de la calidad del servicio de acceso a Internet fijo y móvil, como un primer insumo a la detección de la aplicación de la gestión de tráfico y administración de red aplicada por los operadores. El objetivo es detectar variaciones en los parámetros de calidad que lleven a validar la referida aplicación (constatada documentalmente a través del código de políticas de gestión de tráfico publicado por el operador), además de presentar una propuesta de criterios sobre los cuales se podría monitorear eventual y parcialmente el principio de neutralidad de red, específicamente a lo que refiere el artículo 3, fracción I, por parte de los concesionarios y autorizados para la prestación del servicio de acceso a Internet fijo y móvil, todo lo anterior desde un enfoque técnico/práctico de la gestión del tráfico cursado en Internet y empleando los instrumentos regulatorios ya aprobados por el IFT en materia calidad del servicio de acceso a Internet fijo y móvil.

¹ El contenido, las opiniones y las conclusiones o recomendaciones vertidas en este documento son responsabilidad exclusiva de su autora, y no necesariamente reflejan el punto de vista oficial del Instituto Federal de Telecomunicaciones ni de su Centro de Estudios.

Estudio sobre la metodología para monitorear el principio de neutralidad de la red a través de los parámetros de calidad del servicio de acceso a Internet fijo y móvil

Isabel Reza^{2,3}

² La autora es Ingeniera en Telecomunicaciones, Maestra en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Nacional Autónoma de México y actualmente está en proceso de titulación de la Maestría en Regulación y Competencia Económica en Telecomunicaciones en INFOTEC, es Investigadora en Tecnologías y Regulación del Centro de Estudios del IFT. Es experta en regulación de la red y agentes económicos preponderantes, además de evaluación de la conformidad, disposiciones técnicas y neutralidad de la red. Ha tenido a su cargo proyectos como el de los lineamientos de neutralidad de la red y la separación funcional de Telmex. Anteriormente, fue Directora de Desarrollo Digital y Subdirectora de Criterios Normativos en la Unidad de Política Regulatoria del IFT.

³ La autora agradece la colaboración del asistente de investigación en tecnologías y regulación, Lic. Jorge Israel Rosas Velasco, al enlace de investigación, Lic. Llusvy Amairani Peralta Rojo y de los practicantes de servicio social Guillermo Téllez Balbuena y Aldahir Mendoza Sánchez en la recopilación de datos y análisis de información y realización de búsquedas bibliográficas sobre los distintos modelos estadísticos respecto de los parámetros de calidad del SAI fijo.

I. Acrónimos y Glosario⁴

Término	Definición
AGCOM	Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni; en español, Autoridad Reguladora de las Comunicaciones (Italia)
ANR	Agencia Nacional de Regulación
ARCEP	Autorité de Régulation des Communications Électroniques; en español, Autoridad de Regulación de las Telecomunicaciones Electrónicas (Francia)
Área Requirente	Unidad de Cumplimiento del Instituto Federal de Telecomunicaciones
BEREC	Body of European Regulators for Electronic Communications
BNetzA	Bundesnetzagentur; en español, Agencia Federal de Redes de Alemania
Concesionario/autorizado/operador/ PSI	Persona física o moral, titular de una concesión o autorización de las previstas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, particularmente para la provisión del servicio de acceso a Internet fijo y/o móvil
DOF	Diario Oficial de la Federación
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, por sus siglas en inglés
IFT/Instituto	Instituto Federal de Telecomunicaciones

⁴ Los términos antes señalados pueden ser usados indistintamente en singular o plural, en mayúsculas o minúsculas.

Término	Definición
Internet	Conjunto descentralizado de redes de telecomunicaciones en todo el mundo, interconectadas entre sí, que proporciona diversos servicios de comunicación y que utiliza protocolos y direccionamiento coordinados internacionalmente para el enrutamiento y procesamiento de los paquetes de datos de cada uno de los servicios. Estos protocolos y direccionamiento garantizan que las redes físicas que en conjunto componen Internet funcionen como una red lógica única (LFTR, 2014)
Lt/ latencia	Latencia promedio obtenida de acuerdo a la metodología establecida en los Lineamientos CF y Lineamientos CM
Lineamientos CF	Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio fijo (IFTcalidad, 2020)
Lineamientos CM	Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil y se abroga el Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil publicado el 30 de agosto de 2011, así como la metodología de mediciones del Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil publicada el 27 de junio de 2012 (IFTCM, 2018)
Lineamientos NN	Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red a que deberán sujetarse los concesionarios y autorizados que presten el servicio de acceso a Internet (IFTa, 2021)

Término	Definición
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
Monitoreo	Término también conocido como seguimiento o vigilancia, un monitoreo es una secuencia planificada de observaciones, controles o mediciones para evaluar si ciertas medidas normativas están funcionando como lo previsto (Reza, 2022) El monitoreo de las medidas de control es el proceso continuo de obtención de información en la etapa que se aplica la medida de control. Las actividades de monitoreo se centran habitualmente en mediciones realizadas en “tiempo real” y el funcionamiento de una medida de control específica (Reza, 2022)
Nkom	Norwegian Communications Authority; en español, Autoridad Nacional de Comunicaciones (Noruega)
Office of Electronic Communications o UKE	En español, Oficina de Comunicaciones Electrónicas de Polonia
Pploss	Proporción de paquetes perdidos de acuerdo a la metodología establecida en los Lineamientos CF
QoS	Quality of Service; en español, Calidad del servicio
RPC	Registro Público de Concesiones del Instituto Federal de Telecomunicaciones- Buscador de tarifas

Término	Definición
PACS	Proveedor de Aplicaciones, Contenidos y/o Servicios en Internet
PSF	Proveedor de Servicio Fijo, en términos de los Lineamientos CF
Servicio de Acceso a Internet o SAI (fijo y/o móvil)	Servicio público de telecomunicaciones que provee conectividad a Internet a los usuarios finales para que accedan a los contenidos, aplicaciones y/o servicios disponibles en Internet, mediante el intercambio, la carga y descarga de tráfico bajo el protocolo de comunicación de Internet IP (IFTa, 2021)
Servidor Centralizado	Servidor gestionado por el Instituto que podrá localizarse físicamente en los puntos de intercambio de tráfico de Internet o en las Centrales Telefónicas Públicas que el Instituto determine conforme a los recursos presupuestales disponibles (IFTcalidad, 2020)
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> ; en español, Protocolo de Control de Transmisión
TxC	Tasa de transmisión datos promedio de carga, obtenida de acuerdo a los Lineamientos CF
TxD	Tasa de transmisión de datos promedio de descarga, obtenida de acuerdo a los Lineamientos CF
UDP	<i>User Datagram Protocol</i> ; en español, Protocolo de Datagramas de Usuario
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones

Término	Definición
Velocidad/tasa de transmisión	Es la velocidad o tasa de transferencia de datos (en kbits/s o Mbits/s) alcanzada al cargar o descargar un determinado flujo de carga útil de paquetes IP entre dos puntos de medición (IFTcalidad, 2020)

II. Resumen

En el estudio se presenta una propuesta de metodología empírica para la evaluación y análisis de parámetros de la calidad del SAI fijo y móvil obtenida a través de la metodología establecida en los Lineamientos CF y Lineamientos CM, respectivamente, con la intención de aportar un insumo para **validar** parcialmente la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red.

Lo anterior, habida cuenta de la amplia experiencia internacional documentada en la “Investigación sobre los mecanismos para el monitoreo del cumplimiento del principio de neutralidad de la red que resulten aplicables al marco regulatorio nacional” (Reza, 2022), respecto de la vertiente de los reguladores por analizar el comportamiento de la calidad del SAI fijo y móvil, como un mecanismo para “monitorear” la normativa en materia de neutralidad de la red, específicamente debido a que tanto en la regulación nacional como en la internacional se permite la implementación de políticas de gestión de tráfico para favorecer la calidad y velocidad del SAI. Adicionalmente, es preciso señalar que dicho enfoque resulta válido en el marco de la regulación nacional, pues al ser este un modelo regulatorio basado mayormente en principios, permite su aplicación flexible, además de estar enfocado en el logro de los objetivos regulatorios más que en el proceso que los regulados deben seguir para llegar a dichos resultados.

Al respecto, no resulta óbice señalar que si bien la propuesta metodológica está construida sobre bases técnicas y empíricas alineadas con las mejores prácticas internacionales respecto del monitoreo del cumplimiento de la neutralidad de la red desde la perspectiva de la calidad del servicio de acceso a Internet fijo y móvil, su implementación no resulta ni inminente ni inmediata, toda vez que esta metodología sólo constituye un primer paso (el técnico) en el proceso normativo que, sin duda, debe ir acompañado del correspondiente análisis jurídico y los instrumentos normativos (acuerdos) que deriven de ello.

Ahora bien, hay que hacer notar que, de acuerdo con el estudio “*Traffic management and quality of experience*” publicado por Ofcom en 2011, (Klein, et al., 2011), **la gestión del tráfico no es completamente observable de forma directa**, pues dicha gestión puede actuar en el tráfico cursado por Internet de diferentes formas, esto puede incluir:

- Garantizar la entrega de datos o reservar ancho de banda para dichos datos;
- Dar prioridad a determinados tipos de datos en caso de congestión;
- Eliminar la priorización de determinados tipos de datos;
- Restringir determinados tipos de datos o el ancho de banda asignado, y
- Bloqueo de ciertos tipos de datos.

En estos términos, en una conexión o dispositivo individual, un usuario **no necesariamente puede observar la gestión del tráfico directamente** (Klein, et al., 2011). El usuario puede observar el rendimiento de una aplicación y decidir si dicho rendimiento es aceptable o no, esto es, validar la calidad del servicio contratado. Así, si la aplicación funciona como se espera, se puede inferir que los datos han llegado a tiempo. Pero es imposible saber si los datos han llegado sólo porque se les ha dado prioridad, o si han llegado porque el protocolo “*best-effort*” es el adecuado. Así las cosas y a pesar de la falta de certeza sobre los puntos anteriores, un usuario puede hacer inferencias basadas en el comportamiento de las aplicaciones en comparación con el rendimiento anterior y posiblemente en comparación con otras aplicaciones que se ejecutan al mismo tiempo. A continuación, se exponen algunos ejemplos (Klein, et al., 2011):

- a) Un usuario puede ver una disparidad entre el rendimiento aparente de diferentes aplicaciones o sitios web, o entre un usuario del hogar que comparte la misma conexión y otro. Se sabe que algunas aplicaciones son más sensibles a QoS que otras (Klein, et al., 2011);
- b) Los usuarios pueden encontrar aplicaciones bloqueadas o no utilizables debido a la reducción del ancho de banda. Podría haber efectos sutiles, como algunos tipos de archivos adjuntos de correo electrónico que no se descargan apropiadamente mientras que otros lo hacen;
- c) Un usuario también puede ver **reducciones dramáticas en el rendimiento general de su conexión en comparación con el rendimiento anterior**, tal vez porque la velocidad de datos se ha reducido como un resultado de cruzar un límite de uso, y
- d) **Los usuarios pueden observar variaciones en el rendimiento en diferentes momentos del día, ya sea porque “la gestión del tráfico por hora se aplica a determinados servicios en hora pico, o debido a una simple congestión”.**

En tenor de lo anterior, la propuesta metodológica considera la posibilidad de validar la aplicación de gestión de tráfico y administración de red desde el punto de vista del usuario final, a través de la observación/medición del rendimiento del SAI (parámetros de calidad) en diferentes momentos del día. Ahora bien, los parámetros de calidad que se consideran en la metodología propuesta son la tasa de transmisión de datos promedio de carga y/o descarga, la proporción de paquetes perdidos y la latencia promedio, dichos parámetros se asumen obtenidos a través de los ejercicios de medición establecidos en la metodología de los Lineamientos CF y los Lineamientos CM para diferentes horas del día.

Los resultados de las mediciones a las que se refiere el párrafo anterior son presentados y analizados de forma que la medición de los parámetros de calidad del SAI refleje, por un lado, las condiciones contractuales acordadas entre los PSI y los usuarios finales y, por el otro, muestren en qué medida se alcanzó la tasa de transmisión acordada contractualmente en horarios diferentes del día.

Lo anterior, sin menoscabo de la detección de fallas técnicas (SAI fijo) y las zonas de cobertura (SAI móvil) que se realiza a través de los Lineamientos CF y CM.

Así las cosas, la implementación de políticas de gestión de tráfico realizada por los PSI, en el caso de la regulación mexicana, está permitida, siempre que con ello el PSI: i) asegure la calidad, capacidad y velocidad del SAI contratado por los usuarios finales, y ii) preserve la integridad y seguridad de la red.

De lo anterior se puede interpretar que si hay gestión de tráfico y dicha gestión se valida documentalmente a través de la publicación del Código de políticas de gestión de tráfico del PSI⁵, esta debe ser empleada para asegurar la calidad y velocidad del servicio contratado por el usuario final, de ahí que, en la metodología propuesta, la variación de los parámetros de calidad valide que la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red se encuentre alineada con el artículo 3, fracción I de los Lineamientos NN (Reza, 2022).

También, se analiza y presenta la información, de tal forma que si un PSI (fijo o móvil) está aplicando políticas de gestión de tráfico y administración de red y esto puede ser validado documentalmente a través de la publicación del Código de Políticas de Gestión de Tráfico y Administración de Red del PSI bajo análisis⁶, se supervise, a través del análisis de los datos, que el PSI está asegurando la calidad, capacidad y velocidad del SAI contratado por los usuarios o, caso contrario, es decir, la comparación de las mediciones indique que las tasas de transmisión medidas no alcanzan las tasas de transmisión acordada contractualmente y con ello la latencia y la pérdida de paquetes en su conjunto no permiten al usuario el libre acceso a cualquier contenido, aplicación o servicio disponible legalmente en Internet, el PSI estaría aplicando gestión de tráfico contraria al artículo 3, fracción I de los Lineamientos NN, salvo que dicha gestión de tráfico estuviera justificada en términos del artículo 5, fracciones I, II y III de los referidos lineamientos.

Aunado a lo anterior, una vez que se cuenta con la representación gráfica de la comparación de los parámetros antes mencionados, se presenta una propuesta sobre los criterios que podrían ayudar al área requirente a determinar la alineación o no con los Lineamientos NN por parte de los concesionarios y autorizados que presten el SAI, únicamente por lo que hace al artículo 3, fracción I de los referidos lineamientos.

Hay que tener en cuenta que, si bien el marco regulatorio de la neutralidad de la red de acuerdo con (Reza, 2022) implica un análisis multidimensional y sumamente complejo, pues el principio de neutralidad de la red tiene asociados diversos elementos, entre estos: modelos de negocio, detección

⁵ Actualmente los 4 PSI sujetos a la medición de los parámetros de calidad de acuerdo con los Lineamientos de CF tienen publicado su código de políticas de gestión de tráfico. De cada código analizado se desprende que todos los PSI con más de un millón de accesos del SAI fijo aplican políticas de gestión de tráfico y administración de red prevista en los Lineamientos NN. El link a los referidos códigos se encuentra disponible en el Anexo A.

⁶ Obligación establecida en el artículo 12 de los Lineamientos NN.

de la diferenciación del tráfico, temas regulatorios de calidad y velocidad de los servicios contratados, transparencia, ejercicio de derechos humanos en el entorno digital y privacidad, el alcance del presente estudio se centra exclusivamente en la validación que la aplicación de políticas de gestión de tráfico (a través de la variación de los parámetros de calidad del servicio contratado medido en momentos del día diferentes), se encuentra alineada con lo establecido en el marco normativo nacional, específicamente a lo que refiere el artículo 3, fracción I de los Lineamientos NN.

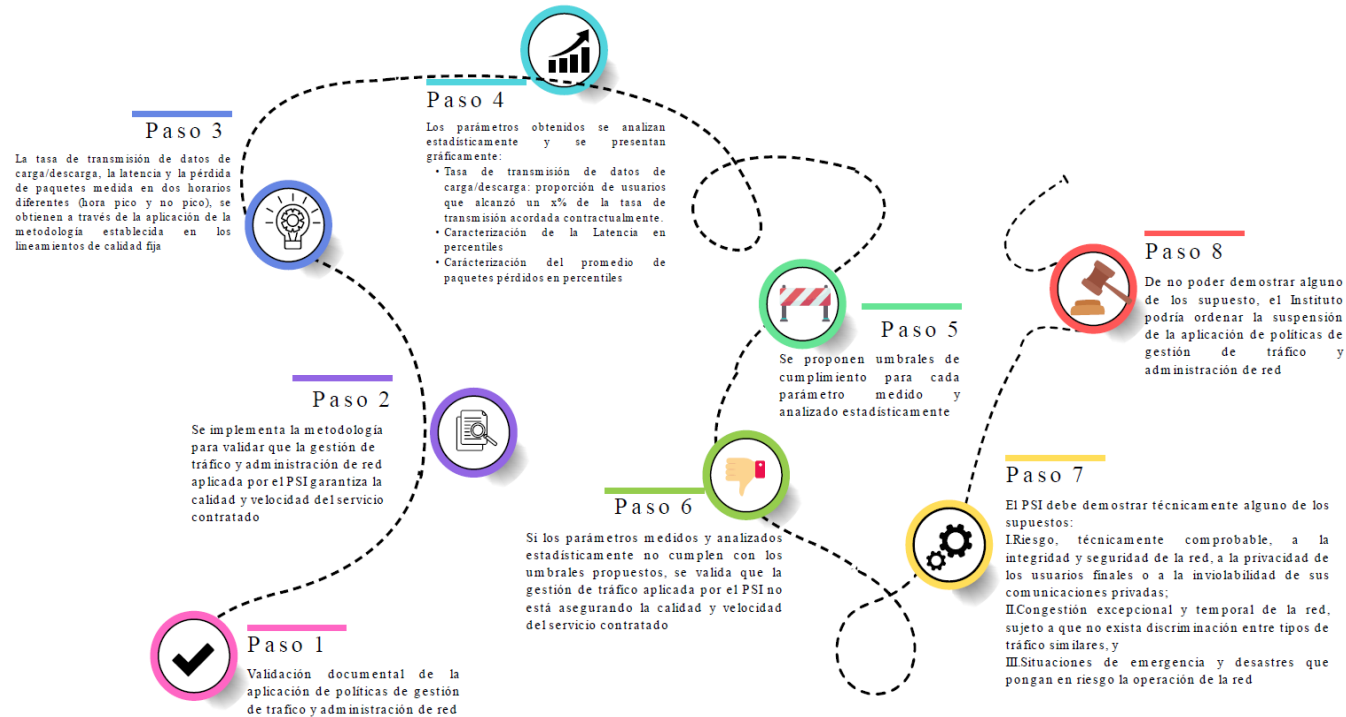
En particular, se advierte que el análisis y metodología propuesto resultan en insumos útiles para el SAI fijo como móvil en la medida en la que se cuente con los datos/parámetros y el tipo de tarifa/servicio contratado por el usuario final. Debido a esto, y con fines prácticos la metodología se ejemplifica paso a paso para el SAI fijo.

Todo lo anterior, sin obviar la dificultad técnica intrínseca de la detección de la diferenciación de tráfico, por lo que la presente metodología constituye un primer ejercicio de aproximación al monitoreo de la aplicación de la gestión de tráfico y administración de red aplicada por los PSI, haciendo uso de los instrumentos regulatorios y procedimientos ya establecidos en materia de calidad del servicio fijo y móvil. En pocas palabras, la presente metodología no puede ser considerada como un mecanismo para supervisar el cumplimiento **de la totalidad de los Lineamientos NN**, máxime que ningún regulador ha realizado el monitoreo de la totalidad de los parámetros establecidos en sus respectivos ordenamientos en materia de neutralidad de la red, además de que es importante tener en cuenta que la alineación de la implementación de las políticas de gestión de tráfico y administración de red por parte de los PSI con el artículo 3, fracción I de los Lineamientos NN, se infiere exclusivamente del análisis técnico aquí propuesto, el cual se encuentra limitado en materia jurídico-regulatoria. Incluso, debe existir un instrumento normativo, por ejemplo, acuerdo aprobado por el Pleno del IFT en el que se precise, además de la metodología, el fundamento jurídico y el proceso normativo que constituya el mecanismo de la supervisión del cumplimiento de la totalidad de los Lineamientos NN.

De forma sucinta se presenta un diagrama que ilustra la metodología planteada.

Ilustración 1 Metodología para validar la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red⁷

Metodología para validar la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red



Fuente: elaboración propia.

⁷ La implementación de los pasos señalados supone la existencia de un instrumento regulatorio que precise, además de la metodología, el fundamento jurídico y el proceso normativo que constituya el mecanismo de la supervisión del cumplimiento de la totalidad de los Lineamientos NN.

III. Introducción. Neutralidad de la red

El concepto de neutralidad de red surgió con el estudio *“Neutralidad de la red, discriminación de banda ancha”* en 2003 de Tim Wu; en dicho estudio se aborda el concepto desde una perspectiva de competencia económica, los conflictos entre los intereses privados de los proveedores de Internet y el interés del público por un mercado competitivo. (Wu, 2003)

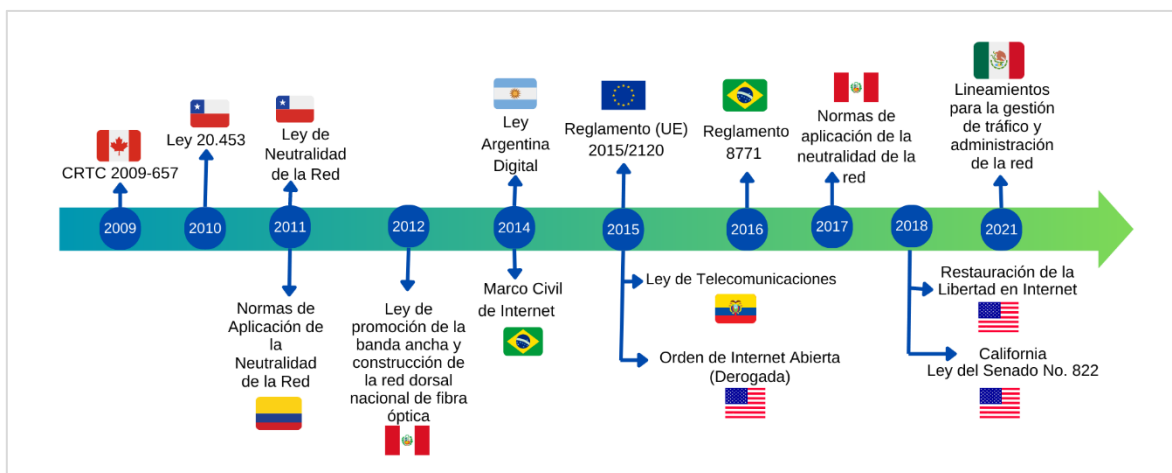
La neutralidad de la red es el principio consistente en que todo el tráfico en Internet debe ser tratado por igual. Desde la perspectiva nacional, esto es en los artículos 145 y 146 de la LFTR, la neutralidad de red se entiende como el derecho de los usuarios finales a acceder libremente a cualquier contenido, aplicación o servicio disponible legalmente en Internet.

En este sentido, Canadá fue el primer país en establecer regulación sobre neutralidad de la red a través de la Política Regulatoria de Telecomunicaciones CRTC 2009-657 de 2009. A nivel mundial actualmente 18 países⁸ y la Unión Europea⁹ cuentan con algún tipo de regulación en esta materia. (Garrett, et al., 2022) En este contexto, se observa que cada país ha establecido la regulación con características particulares, por ejemplo, en el continente americano Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, el estado de California y Perú han establecido algún tipo de regulación acerca de la neutralidad de la red como se muestra en la Ilustración 2. Por su parte, la Unión Europea estableció la regulación de la neutralidad de la red en el “Reglamento (UE) 2015/2120 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, en dicho reglamento se establecen medidas relativas al acceso abierto a Internet. (Europeo, 2015)

⁸ Japón, Canadá, Noruega, Paraguay, Chile, Colombia, Singapur, Corea del Sur, Ecuador, Perú, Argentina, Brasil, Israel, México, Rusia, Estados Unidos, Sudáfrica y India.

⁹ Alemania, Bélgica, Croacia, Dinamarca, España, Francia, Irlanda, Letonia, Luxemburgo, Países Bajos, Suecia, Bulgaria, Eslovaquia, Estonia, Grecia, Malta, Polonia, República Checa, Austria, Chipre, Eslovenia, Finlandia, Hungría, Italia, Lituania, Portugal y Rumanía.

Ilustración 2. Línea del tiempo de la regulación de la neutralidad de la red en América y Europa



Fuente: (Cullen International, 2022)

Respecto al marco normativo nacional, el 28 de junio de 2021 en su XI Sesión Extraordinaria, mediante Acuerdo P/IFT/EXT/280621/13, el Pleno del Instituto aprobó el “Acuerdo mediante el cual el Instituto Federal de Telecomunicaciones expide los Lineamientos para la gestión del tráfico y administración de red a que deberán sujetarse los concesionarios y autorizados que presten el SAI”, en lo sucesivo los Lineamientos NN.

Los lineamientos NN fueron publicados en el DOF el 5 de julio de 2021 y entraron en vigor el 3 de septiembre de 2021. Este instrumento regulatorio pretende regular, desde una perspectiva de principios, a los proveedores del SAI en relación con la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red y los modelos de negocio asociados a ello.

III.1 Aspectos generales de los Lineamientos NN

Al respecto, el Instituto advirtió que con la aprobación de los Lineamientos NN, se pretendía contribuir a: **i)** garantizar que el usuario final tenga libertad de decisión sobre los contenidos, aplicaciones y servicios a los que acceda a través del SAI, así como conocimiento de la forma en que se gestiona su tráfico y se administra la red; **ii)** otorgar certidumbre jurídica a la industria en materia de neutralidad de red, dando claridad sobre las políticas de gestión de tráfico y administración de red permitidas, así como respecto de los servicios y ofertas que podrán poner a disposición de los usuarios finales y PACS; **iii)** fomentar la innovación del sector mediante el uso de tecnologías más eficientes en el uso de las redes; **iv)** favorecer la disminución de la brecha digital a través de ofertas comerciales con objetivos específicos; **v)** promover condiciones de competencia y libre concurrencia, y **vi)** incentivar la inversión en redes para la provisión de SAI fijo y móvil con mayor calidad y más cobertura. (IFTa, 2021)

En este contexto, resulta importante destacar los siguientes elementos previstos en los Lineamientos NN (IFTa, 2021):

Sujetos obligados

Los concesionarios y autorizados que presten, a través de redes públicas de telecomunicaciones, el SAI al usuario final, así como los permisionarios que también lo puedan hacer bajo su título habilitante, no así los concesionarios con concesiones únicas para uso público, social o privado, ni aquellos que, aun teniendo una concesión para uso comercial, no provean el SAI a los usuarios finales.

III.2 Contenido de los Lineamientos NN

Gestión de tráfico

- Los PSI pueden implementar políticas de gestión de tráfico y administración de red que estén encaminadas a: **i)** asegurar la calidad; capacidad y velocidad del SAI, y **ii)** preservar la integridad y seguridad de la red.
- Al implementar las políticas de gestión, los PSI deben asegurar: **i)** la libre elección de los usuarios finales para acceder a los contenidos, aplicaciones y servicios en Internet, sin que dificulten, limiten, degraden restrinjan o discriminen el acceso a los mismos, **ii)** el trato no discriminatorio a los usuarios finales, PACS , tipos de tráfico similares, así como el tráfico propio y el de terceros que curse por la red; **iii)** la privacidad de los usuarios finales, y **iv)** la inviolabilidad de las comunicaciones privadas de los usuarios finales.
- Los PSI, al aplicar gestión de tráfico, no pueden en ninguna circunstancia, inspeccionar, monitorear o alterar el contenido específico del tráfico que curse por la red.

Excepción a la regla de gestión de tráfico

- Los PSI no deben implementar políticas de gestión de tráfico que resulten en la limitación, degradación, restricción, discriminación, obstrucción, interferencia, filtrada o bloqueo, salvo en: **i)** riesgo, técnicamente comprobable, a la integridad y seguridad de la red, a la privacidad de los usuarios finales o la inviolabilidad de sus comunicaciones privadas; **ii)** congestión excepcional y temporal de la red , y **iii)** situaciones de emergencia y desastres que pongan en riesgo la operación de la red.

Dispositivos homologados

- Los PSI deben respetar el derecho de los usuarios finales a incorporar o utilizar cualquier clase de instrumentos/dispositivos terminales que se conecten más allá del punto de conexión terminal de una red pública de telecomunicaciones, siempre que estos se encuentren homologados.

Servicios/ofertas comerciales asociadas a las políticas de gestión de tráfico

- Los PSI no pueden ofrecer a los usuarios finales ofertas que proporcionen acceso a un subconjunto de contenidos, aplicaciones o servicios disponibles en Internet, salvo que consista en un servicio de telecomunicaciones que no requiere establecer una conexión a Internet.
- Las ofertas del SAI que los PSI pongan a disposición de los usuarios finales podrán considerar: **i)** patrocinio de datos por un tercero (*zero rating*), **ii)** patrocinio de datos (*zero rating*) por el mismo PSI, **iii)** *zero rating* sujeto a la vigencia del plan o paquete del SAI contratado por el usuario final, y **iv)** modificación de la velocidad de transmisión de datos una vez alcanzado el tope de datos, siempre y cuando dicha modificación se aplique por igual a todos los contenidos aplicaciones o servicios.
- Los PSI podrán ofrecer paquetes de *zero rating* sin restricciones a disponibilidad de datos o de vigencia de un plan o paquete del SAI de: i) las autoridades, dependencias, entidades, órganos y organismos de los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial, en el ámbito federal, estatal o municipal, así como de órganos y organismos autónomos, que contribuyan con la reducción de la brecha digital en el ámbito de sus atribuciones sustantivas, ii) de las instituciones del sistema financiero con el objetivo de promover la inclusión financiera digital, o iii) de los PSI para permitir a los usuarios finales realizar consultas, recargas, pagos y contrataciones de los servicios de telecomunicaciones.
- Los PSI pueden proveer servicios de telecomunicaciones mediante la asignación de características y recursos de red específicos, en tanto, cumplan con alguno de los siguientes criterios: i) provean un contenido, aplicación y/o servicio que requiere de parámetros técnicos inherentes y exclusivos al contenido, aplicación o servicio de que se trate, que no puede replicarse en condiciones óptimas a través del SAI; provean funcionalidades adicionales, mediante la transmisión de datos entre aplicaciones, dispositivos, plataformas u otros equivalentes, que no puedan ser replicadas a través del SAI, o iii) consistan en un servicio de telecomunicaciones que no requiere establecer una conexión con Internet. Lo anterior, sin detrimento de la calidad del SAI, por lo que se debe asegurar la capacidad suficiente en la red.

Transparencia e información (cada semestre)

- Los PSI deben presentar ante el Instituto la referencia al contenido, aplicación o servicio, la persona moral o física patrocinadora de los datos y el folio de inscripción en el RPC.
- Listado y descripción de los servicios que requieren (de forma justificada) los recursos específicos de red en el periodo reportado.
- Los PSI deben publicar su código de políticas de gestión de tráfico y administración de red, dicho código debe contener, al menos, las políticas aplicadas, en qué consisten, los casos y para qué se emplean, los impactos de su implementación, las posibles afectaciones, las recomendaciones para los usuarios, las referencias actualizadas y la fecha de última actualización.
- Los PSI deberán entregar al Instituto aquella información que les requiera sobre el seguimiento de la implementación y resultados de los Lineamientos.

Obligaciones para el Instituto

- Publicar anualmente (30 de abril de cada año¹⁰) un informe relacionado con la implementación de los lineamientos.
- En cualquier momento, el Instituto podrá determinar la suspensión de las políticas de gestión de tráfico y administración de red específicas, o bien, de servicios puestos a disposición de los usuarios finales o PACS, de advertir que contravienen lo dispuesto en los Lineamientos o que afectan negativamente el desarrollo de la competencia y libre concurrencia en la provisión del SAI.
- El Instituto podrá requerir a los PSI realizar adecuaciones a sus códigos de políticas de gestión de tráfico y administración de red de considerar que no se apegan a lo estipulado respecto al código de políticas.

De lo anterior, se desprende que el Instituto mandató un esquema regulatorio basado mayormente en “principios” a través del establecimiento de las políticas de gestión de tráfico y administración de red que pueden implementar los PSI, así como las prácticas comerciales asociadas a ello. Adicionalmente, el Instituto fue claro al señalar las obligaciones en materia de transparencia y los mecanismos a través de los cuales dará cuenta del estado de la implementación de los Lineamientos NN.

Ahora bien, de acuerdo con Julia Black y otros autores (2007, p. 191) la regulación basada en principios fue introducida en la jurisdicción del Reino Unido en 1990, mediante la regulación de los servicios financieros. Para dichos autores, la regulación basada en principios requiere apartarse de la regulación basada en reglas altamente prescriptivas para apoyarse en determinados principios que

¹⁰ El primer informe está disponible en: <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/industria/informelineamientos2022.pdf>

establezcan estándares para que los regulados conduzcan sus actividades conforme a estos. (Black, et al., 2007, pp. 192,193)

Precisamente, esta aproximación regulatoria basada en principios tiene por lo menos tres elementos principales, a saber (Black, et al., 2007, pp. 192,193):

1. **Principios.** Diseñados con alto nivel de generalidad, que permitan su aplicación flexible en industrias de rápidos cambios, que sean razonables y enfocados en el propósito de lo que deben cumplir;
2. **Resultados.** El enfoque debe ser en los resultados, no en los procesos que los regulados deben seguir para llegar a dichos resultados, por lo que la regulación no prescribe esos procesos, sino que define el objetivo a lograr, y
3. **Responsabilidad de los regulados.** Se traslada en gran medida la responsabilidad a los sujetos regulados, para que estos definan la mejor manera de organizarse a fin de dar cumplimiento a los resultados establecidos por el regulador.

En particular, al establecer el resultado al que se quiere llegar, se permite que la regulación sea flexible y sea más fácil de cumplir. No obstante, si bien es cierto que la regulación basada en reglas da mayor certeza por el grado de detalle de sus reglas, esta podría llevar a resultados no deseados y rigidez que podría no ser apta para los cambios tecnológicos que existen. (Black, et al., 2007, pp. 192,193)

En línea con lo anterior, se reitera que el Instituto señaló que los resultados a los que buscaría llegar con la aprobación de los Lineamientos NN eran: garantizar la libertad de los usuarios finales de acceder a cualquier contenido, aplicación o servicio, otorgar certidumbre jurídica a la industria en materia de neutralidad de la red; fomentar la innovación del sector; favorecer la disminución de la brecha digital; promover condiciones de competencia y libre concurrencia, e incentivar la inversión en redes para la provisión del SAI. Todo lo anterior aunado a que específicamente la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red realizada por los PSI debe garantizar la calidad y velocidad del servicio contratado por el usuario final. (IFTa, 2021)

III.3 Sistema Normativo y la necesidad de supervisar el cumplimiento de la regulación emitida

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) señala que la calidad en el proceso de emisión de la normativa tiene un efecto directo sobre los resultados previstos una vez que se pone en marcha (incluso, es frecuente que se generen efectos que no fueron identificados). Esto significa que el proceso de emisión de normativa tiene una influencia importante sobre el cumplimiento de los objetivos planteados y el posible beneficio neto potencial (OCDE, 2019).

Lo anterior se considera así, en virtud de que una regulación puede abrir o cerrar mercados; puede promover la eliminación de monopolios o su formación; puede generar barreras de entrada; puede reducir o impulsar los incentivos para innovar o emprender; entre otras cosas. También puede asegurar la calidad de servicios públicos como la educación, salud, entre otros.

En consecuencia, la OCDE también advierte de la importancia de revisar y mejorar el proceso por el cual se emite la normativa, para asegurar que esta se ha planteado en la dirección correcta y tenga como objetivo resolver un problema específico (OCDE, 2019).

En pocas palabras, el diseño de las normas es un factor clave tanto para las empresas como para la sociedad, pero también lo es la forma en la que las regulaciones se implementan y cumplen, y la forma en la que se promueve el cumplimiento del marco regulatorio resulta un determinante crítico para que el sistema normativo cumpla con los objetivos para los que fue diseñado. (OCDE, 2019) En consecuencia, si bien el Instituto creó e implementó el marco regulatorio en materia de neutralidad de la red, resulta preciso establecer también un procedimiento/metodología que le permita orientar los esfuerzos regulatorios para asegurar el cumplimiento de los objetivos para los que fue creado dicho marco normativo, particularmente por lo que hace a la **gestión de tráfico y administración de red orientada a asegurar la calidad y velocidad del servicio contratado**.

Lo anterior, no se asume de naturaleza trivial, toda vez que el SAI tiene aspectos técnicos que dificultan su supervisión, especialmente asociados con las tecnologías de acceso, las condiciones de este (fijo o móvil), así como los diversos parámetros de la red, estos últimos debido a que cambian a cada instante. En razón de lo anterior y como señaló en el estudio “Investigación sobre los mecanismos para el monitoreo del cumplimiento del principio de neutralidad de la red que resulten aplicables al marco regulatorio nacional”, los reguladores han distinguido dos alternativas para monitorear el cumplimiento del principio de neutralidad de la red, a saber (Reza, 2022):

- **Alternativa 1.** Monitorear el cumplimiento de neutralidad de la red a través del análisis del comportamiento de los parámetros de calidad del SAI fijo y móvil, en el entendido que la aplicación de gestión de tráfico debe estar orientada a ofrecer la velocidad y calidad del servicio contratado para un mismo tipo de dato, pero en tiempos diferentes del día, y/o

- **Alternativa 2.** Desarrollar algoritmos específicos para la detección de la diferenciación de tráfico, que indirectamente también consideran los parámetros de calidad del SAI.

En el caso de la alternativa 1, se ha observado, a partir de la experiencia internacional (Reza, 2022), que consiste en un **monitoreo que califica** la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red a través de la observación de la variación de los parámetros de calidad de servicio y que, en la mayoría de los casos, los mecanismos que fueron desarrollados en principio para monitorear la calidad del servicio se pueden emplear también para generar los datos que serán analizados en el contexto de la neutralidad de la red.

Por su parte, la alternativa 2, a grandes rasgos, consiste en la creación de algoritmos/aplicaciones que simulan el comportamiento de un paquete de datos con ciertas características (tales como el de una aplicación) cursado por Internet, primero a través de una red “convencional” y después sobre una configuración de red llamada “VPN”. En la configuración VPN se crea una conexión de red privada entre dispositivos a través de Internet y en ella se asume que no existen políticas de gestión de tráfico ni administración de red, a diferencia de la red convencional. Esta alternativa se aplica de forma específica para ciertos tipos de datos y con propósitos específicos, por lo que el desarrollo e implementación de esta alternativa ha sido limitada entre los reguladores y de difícil implementación. El único caso del que se tiene registro es el de la ARCEP con la aplicación conocida como WeHe.¹¹

Una vez que se han registrado los parámetros de calidad en ambos escenarios (con y sin VPN), se realiza una comparación y se determina la existencia de diferenciación de tráfico través de algoritmos/aplicaciones desarrolladas con este propósito específico.

Aunado a lo anterior, de acuerdo con BEREC, el monitoreo de los parámetros de QoS permite detectar **una degradación clara** (por ejemplo, el bloqueo del acceso a una aplicación) o descubrir una degradación de la que el proveedor del servicio no hubiera informado (por ejemplo, una desaceleración en la tasa de rendimiento). En este contexto, la mera posibilidad de observar degradaciones de QoS puede servir como medida preventiva para evitar el deterioro de las condiciones de calidad y, con ello, un comportamiento contrario al principio de neutralidad de la red (Neutrality, 2012).

En consecuencia, y considerando las recomendaciones de (Reza, 2022), en el sentido de que existen diversos mecanismos regulatorios creados por el Instituto en diferentes momentos y para atención de objetivos regulatorios relacionados con la calidad de los servicios de telecomunicaciones, entre estos, el SAI, que podrían ser empleados por el regulador para monitorear el cumplimiento del principio de la neutralidad de la red, en cuanto al objetivo de la aplicación de la gestión de tráfico se refiere. Lo anterior, sin obviar que dichos mecanismos sólo constituirían la base técnica de un sistema

¹¹ Información disponible en: <https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/open-internet-211220.html>

regulatorio mucho más amplio y con el fundamento jurídico necesario que diera certeza jurídica a los sujetos regulados sobre las actividades de cumplimiento respecto de la totalidad de los Lineamientos NN que al efecto realizara el Instituto.

Lo anterior, encuentra fundamento en que los parámetros definidos por el Instituto en los instrumentos como los Lineamientos CF y Lineamientos CM, tales como, el ancho de banda, ***delay***, ***packet loss rate***, ***throughput*** y ***jitter***, corresponden a los parámetros definidos por la ETSI y son los recomendados por BEREC para las mediciones de la QoS en el marco de la neutralidad de la red.

Y no sólo eso, sino que la detección de una acción contraria al principio de neutralidad se basa en las mediciones de dichos parámetros, toda vez que su variación puede contribuir a inferir la presencia de técnicas de gestión de tráfico y estas pueden ser positivas si mejoran la calidad del SAI, o negativas si, por el contrario, degradan la calidad de dicho servicio, particularmente porque la regulación nacional se centra en el establecimiento de principios y en el caso de este tipo de regulación la observación del cumplimiento debería estar basada más que en la aplicación o no de la gestión de tráfico por parte de los PSI, en el objetivo que guía dicha implementación, esto es, asegurar la calidad y velocidad del servicio contratado por el usuario final. En suma, se considera técnicamente válido¹² que el Instituto, a través del monitoreo de los parámetros de QoS del SAI fijo y móvil en horarios diferentes del día, pueda validar la aplicación de técnicas de gestión de tráfico aunado a la validación documental de la aplicación de políticas de gestión de tráfico, a través del Código de Políticas de Gestión de Tráfico que al efecto sea publicado por el PSI y, a partir de ello, determinar si dicha gestión se encuentra en línea o no con el artículo 3, fracción I de los Lineamientos NN. Lo anterior, sin obviar que, de considerar viable la implementación de la metodología propuesta, se requiere del establecimiento del marco normativo que, al efecto, determine el Instituto.

Así las cosas y de acuerdo con (Reza, 2022), BEREC y ETSI existen 4 parámetros asociados con la QoS que pueden ser empleados por los reguladores para supervisar el cumplimiento del principio de neutralidad de la red en términos de la calidad del SAI, a saber:

- **Ancho de banda (bandwidth):** el número máximo de bits que puede transportar una ruta de transmisión;
- **Retardo de propagación (propagation delay):** el tiempo que requiere un paquete, en función de la longitud combinada de todas las rutas de transmisión y la velocidad de la luz a través de la ruta de transmisión;
- **Retraso en cola (queuing delay):** el tiempo que un paquete espera antes de ser transmitido. Tanto el *delay* promedio como la variación del *delay* (*jitter*) son importantes, ya que los dos juntos establecen un intervalo de confianza para el tiempo dentro del cual se puede esperar que un paquete llegue a su destino, y

¹² Se estudiaron 14 casos, de los que se destacan 6: Canadá, Francia, Reino Unido, Alemania, Chile y Perú

- **Pérdida de paquetes:** es la probabilidad de que un paquete nunca llegue a su destino. Esto podría deberse a errores de transmisión, pero los errores son bastante raros en las redes fijas modernas basadas en fibra. Más a menudo, los paquetes se pierden porque el número de paquetes que esperan la transmisión es mayor que la capacidad de almacenamiento disponible (búferes).

Dichos indicadores corresponden a los parámetros definidos por la ETSI y son los recomendados por BEREC (BEREC, 2014) para las mediciones de la **QoS en el marco de la neutralidad de la red** desde el punto de vista técnico.

En el contexto de la neutralidad de la red, el objetivo principal de la evaluación de la QoS es **identificar la degradación del servicio como resultado de la congestión o de las prácticas de los PSI** (por ejemplo, la prioridad otorgada a los flujos de tráfico seleccionados sobre otros). En el caso específico del contexto nacional, a partir de la variación de los parámetros de calidad medidos en horarios diferentes del día, se propone la calificación de la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red por parte del PSI, lo que además resulta válido exclusivamente desde el punto de vista técnico, toda vez que se tiene la certeza de la implementación dichas políticas a través de la publicación del código de políticas del PSI y queda a cargo de este señalar si la aplicación de gestión de tráfico se dio, por ejemplo, en una situación de congestión de la red¹³ o bajo cualquier otra circunstancia.

Así, las mediciones de QoS son una parte central del debate de la neutralidad de la red, pues la detección de una violación a la neutralidad se basa en la medición de los parámetros asociados con la calidad del SAI (Koukoutsidis, 2015). De hecho, se han desarrollado varias herramientas especializadas para realizar automáticamente esta detección de diferentes técnicas de gestión de tráfico y administración de red y también se han puesto a disposición del público (por ejemplo, Glasnost, Shaperprobe, NANO). En general, la medición de diversos parámetros de rendimiento/*throughput* de una red puede indicar la presencia de técnicas de gestión de tráfico y estas pueden ser positivas si mejoran la calidad del SAI, o negativas si, por el contrario, degradan la calidad de dicho servicio.

De esta manera, el monitoreo de los parámetros de QoS muestra si el PSI estaría incumpliendo con la calidad contratada por el usuario final, ya que, al momento de contratar el SAI, el PSI adquiere la obligación de suministrar la QoS establecida en el contrato.

Así las cosas, en el presente estudio se presenta una propuesta de metodología que pudiera servir de base para la creación de un marco normativo orientado a la supervisión de los Lineamientos de NN basados en los parámetros de QoS del SAI fijo.

¹³ De acuerdo con el artículo 5, fracción II de los Lineamientos NN.

III.4 Alcance del estudio

Considerando que los parámetros de QoS son elementos de utilidad para el seguimiento y supervisión del cumplimiento del principio de neutralidad de la red en el contexto internacional, únicamente en lo que refiere al artículo 3, fracción I de los Lineamientos NN, en el presente estudio se propone una metodología que, a través del análisis estadístico de la tasa de transmisión de carga y/o descarga, proporción de pérdida de paquetes y latencia medida en diferentes momentos del día, califique la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red por parte de los PSI. Una vez validada de forma documental la aplicación de gestión de tráfico, a través del código de políticas de gestión de tráfico publicado por el PSI bajo análisis, se examina si dicha aplicación se alinea con lo establecido en los Lineamientos NN, esto es, si el PSI está gestionando tráfico para asegurar la calidad; capacidad y velocidad del SAI contratado por el usuario final.

Adicionalmente, el Instituto, a través de la unidad requirente, podría generar una serie de gráficas por intervalos de banda ancha, PSI, zona geográfica, entre otros, que podrían ser de utilidad para los usuarios finales en materia de neutralidad, y que podrían ser publicados de forma periódica por el Instituto.

Es importante señalar que la metodología que se desarrolla en el presente estudio contempla los parámetros de QoS que se obtienen a través de los Lineamientos CF exclusivamente para el SAI fijo, pero resultan también aplicables para los parámetros de calidad del SAI móvil con ciertas limitaciones, establecidos en los Lineamientos CM, bajo los umbrales correspondientes. Adicionalmente, se proponen umbrales para los que, de forma internacional, se considera adecuado analizar la alineación o no del PSI con el principio de neutralidad de la red, partiendo de QoS.

En contraste con la regulación de la Unión Europea a través del Reglamento UE 2015/2120, que contemplan como obligación de los PSI explicar clara y comprensivamente como desviaciones significativas en los QoS del SAI¹⁴ podrían afectar el ejercicio de los derechos de los usuarios, los Lineamientos de NN no contienen los indicadores de calidad a los que deben sujetarse los PSI puesto que estos parámetros se encuentran en los Lineamientos CF y Lineamientos CM que emitió el Instituto en 2020 y que en su mayoría tienen un carácter informativo.

¹⁴ Para el SAI fijo contempla la velocidad de carga y descarga mínima normalmente disponible, máxima y anunciada. Por su parte, para el SAI móvil se contempla a la velocidad de carga y descarga máxima estimada y anunciada.

III.5 Antecedentes

Lineamientos CF

El 13 de noviembre de 2019, el Pleno del Instituto en su XXIX Sesión Ordinaria aprobó el acuerdo mediante el cual emite los Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio fijo (Lineamientos CF) (IFTcalidad, 2020). Lo anterior, en cumplimiento al artículo 191, fracción VII de la LFTR que establece como derecho de los usuarios el que los servicios de telecomunicaciones se les provean conforme a los parámetros de calidad establecidos por el Instituto.

Al respecto, los Lineamientos CF definen calidad como “la totalidad de las características de un servicio de telecomunicaciones y radiodifusión que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas del usuario del servicio, cuyos parámetros serán definidos y actualizados regularmente por el Instituto”. En este contexto y de forma particular, el artículo 15, fracción XLVII de la LFTR establece como una de las atribuciones del Instituto, fijar los índices de calidad por servicio a los que deberán sujetarse los prestadores de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, entre estos, los concesionarios y autorizados que prestan el servicio fijo como es el servicio de telefonía fija y/o el SAI, así como publicar trimestralmente los resultados de las verificaciones relativas a dichos índices. Así, con la emisión de dichos lineamientos el Instituto busca: (IFTcalidad, 2020)

1. “Brindar un servicio de calidad a todos los usuarios del servicio fijo mediante el establecimiento de los índices y parámetros, tanto para el servicio de telefonía fija, como para el SAI”;
2. “Empoderar a los usuarios finales para que cuenten con elementos que les permitan tomar decisiones informadas y sustentadas al momento de seleccionar su proveedor del servicio fijo”;
3. “Establecer reglas aplicables a los prestadores del servicio acordes con las tecnologías actuales, las necesidades reales de los usuarios finales y las recomendaciones de organismos de estandarización a nivel internacional”, y
4. “Proponer una metodología de mediciones a través de la cual se verifique la calidad ofrecida por los prestadores del servicio”.

Aunado a lo anterior, el marco técnico de referencia para la emisión de los Lineamientos CF relacionados con el SAI fijo, es el siguiente:

- a) ETSI ES 202 057-4: Aspectos del Procesamiento del habla, Transmisión y Calidad (STQ); Definiciones y mediciones de parámetros de calidad del servicio relacionados con el usuario; Parte 1: Acceso a Internet”, emitida por el ETSI (IFTcalidad, 2020) y

- b) El parámetro de pérdida de paquetes se establece con base en la recomendación UIT-T Y.1540 “Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet – Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y a la transferencia de paquetes del protocolo Internet” (IFTcalidad, 2020)

Sucintamente, los Lineamientos CF establecen los siguientes índices y parámetros de calidad del SAI fijo.

Tabla 1 Índices y parámetros de calidad para el SAI fijo establecidos en los Lineamientos CF

ÍNDICES Y PARÁMETROS DE CALIDAD			
SERVICIO	PARÁMETROS DE CALIDAD	ÍNDICES DE CALIDAD	SANCIONABLE/INFORMATIVO
DEL SAI	Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Descarga (TxD)	----	INFORMATIVO
	Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Carga (TxC)	----	INFORMATIVO
	Latencia Promedio (Lt)	----	INFORMATIVO
	Proporción de Paquetes Perdidos (Pploss)	----	INFORMATIVO
DE LAS FALLAS	Proporción de Reportes de Fallas	$\leq 3.50\%$	SANCIONABLE
	Proporción de reparación de Fallas en un día	$\geq 85\%$	SANCIONABLE
	Proporción de reparación de Fallas en tres días	$\geq 97\%$	SANCIONABLE
	Tiempo promedio de reparación del Servicio Fijo	----	INFORMATIVO

Fuente: (IFTcalidad, 2020)

Ahora bien, en los Lineamientos CF se establecen los índices y parámetros de QoS para el SAI fijo, pero para los fines del presente estudio sólo se considerarán los parámetros de QoS, toda vez que los parámetros asociados a las fallas califican (sancionan) al PSI en el marco de la calidad del servicio y no de la neutralidad de la red.

En particular, los Lineamientos CF establecen que la verificación de los parámetros de calidad del SAI fijo se hará de conformidad con la metodología de mediciones que se establece en el Anexo I de los

referidos lineamientos, lo cual, básicamente "consiste en un muestreo aleatorio simple" a través de "una herramienta de medición que será instalada de manera remota en el módem del cliente o equipo terminal. ("CPE", por sus siglas en inglés)" (IFTcalidad, 2020)

De igual modo, los Lineamientos CF establecen las definiciones para cada uno de los parámetros de la calidad del SAI fijo, a saber:

Tabla 2 Definición de parámetros de calidad del SAI fijo

PARÁMETRO DE CALIDAD	DEFINICIÓN	FÓRMULA	NOMENCLATURA
Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Descarga, TxD	Cantidad promedio de datos que se descargan por segundo y que se obtiene dividiendo la Tasa de Transmisión de Datos acumulada de las sesiones exitosas entre el número total de sesiones.	$\frac{\sum_{i=1}^{N_T} \frac{I_i}{n}}{N_T} \left[\frac{\text{Mbits}}{\text{segundo}} \right]$	I_i es la cantidad de datos descargados en Mbits para el intento i de aquellas sesiones en que se estableció una conexión del SAI. n es el tiempo de Medición establecido en segundos. N_T es el número total de sesiones en que se estableció una conexión del SAI.
Tasa de Transmisión de Datos Promedio de Carga TxC	Cantidad promedio de datos que se cargan por segundo y que se obtiene dividiendo la Tasa de Transmisión de Datos acumulada de las sesiones exitosas entre el número total de sesiones.	$\frac{\sum_{i=1}^{N_T} \frac{J_i}{n}}{N_T} \left[\frac{\text{Mbits}}{\text{segundo}} \right]$	J_i es la cantidad de datos cargados en Mbits del intento i de aquellas sesiones en que se estableció una conexión del SAI. n es el tiempo de medición establecido en segundos. N_T es el número total de sesiones en que se estableció una conexión del SAI.

PARÁMETRO DE CALIDAD	DEFINICIÓN	FÓRMULA	NOMENCLATURA
Latencia Promedio L_t	Estimación del tiempo promedio de respuesta de un servicio entre dos puntos específicos (origen y destino) de una red de datos que se obtiene dividiendo el acumulado de dichos tiempos para cada sesión entre el número total de sesiones.	$\frac{\sum_{i=1}^{N_T} (K_i - L_i)}{N_T} [\text{milisegundos}]$	K_i es el tiempo en milisegundos en que el Paquete de Datos es recibido en el intento i de aquellas sesiones en que se estableció una conexión del SAI. L_i es el tiempo de referencia en milisegundos en que el Paquete de Datos es enviado en el intento i de aquellas sesiones en que se estableció una conexión del SAI.
Proporción de paquetes perdidos P_{ploss}	Estimación del grado de fiabilidad del SAI, con base en la determinación de la proporción de Paquetes de Datos perdidos con respecto al total de Paquetes de Datos enviados.	$\frac{M}{N} \times 100 [\%]$	M es el número de Paquetes de Datos perdidos. N es el número total de Paquetes de Datos enviados.

Fuente: (IFTcalidad, 2020)

Lineamientos CM

El 16 de noviembre de 2017, el Pleno del Instituto en su en su XLVII Sesión Ordinaria aprobó el acuerdo mediante el cual emite los Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil (Lineamientos CM) (IFTcalidad, 2018)

Al respecto, los Lineamiento CM tienen por objeto fijar los índices y parámetros de calidad del servicio móvil y del servicio mayorista de telecomunicaciones móviles, así como establecer los términos para que dichos servicios se presten en condiciones de calidad en el territorio nacional en beneficio de los usuarios finales (IFTcalidad, 2018). Los Lineamientos CM establecen parámetros e índices de calidad para el servicio de voz, SMS y servicio de Transferencia de Datos. El presente estudio se concentrará en el uso de los parámetros e índices del servicio de Transferencia de Datos, y dentro de estos en la tasa de transmisión de datos, latencia promedio y proporción de paquetes perdidos.

El marco técnico de referencia para la emisión de los Lineamientos CM relacionados con el servicio de transferencia de datos, es el siguiente:

- a) ETSI TS 102 250-2: “Calidad de Transmisión de voz y multimedia (STQ); Aspectos de QoS para servicios populares en redes móviles; Parte 2: Definición de parámetros de Calidad de Servicio y su cálculo”, emitida por el ETSI (IFTcalidad, 2018), y
- b) El parámetro de pérdida de paquetes se establece con base en la recomendación UIT-T Y.1540 “Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet – Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y a la transferencia de paquetes del protocolo Internet” (IFTcalidad, 2018)

De igual modo, los Lineamientos CM establecen las definiciones para cada uno de los parámetros de la calidad del servicio de transferencia de datos, a saber:

Tabla 3 Definición de parámetros de calidad del servicio de transferencia de datos

PARÁMETRO DE CALIDAD	DEFINICIÓN	FÓRMULA	NOMENCLATURA
Proporción de intentos de sesión fallidos FTP	Estimación del grado de falta de accesibilidad del servicio, con base en la determinación del porcentaje de intentos de establecimiento de sesión fallidos bajo el protocolo FTP. Se consideran intentos de establecimiento de sesiones fallidos aquéllos que no lograron abrir una sesión de datos en el Equipo Terminal Móvil al protocolo FTP.	$\frac{O_{Fd}}{O_{Td}} \times 100\%$	O_{Fd} es el número de intentos de sesiones fallidos FTP de descarga. O_{Td} es el número total de intentos de sesiones FTP de descarga.
Tasa de Transmisión de Datos promedio de descarga (throughput)	Cantidad promedio de datos descargada por segundo desde el servidor de pruebas hacia el Equipo Terminal Móvil con respecto a la duración de la sesión FTP establecida.	$\frac{\sum_{i=1}^{O_{Td}} \frac{H_i}{n}}{O_{Td} - O_{Fd}} \left[\frac{Mbits}{segundo} \right]$	H_i es la cantidad de datos o carga útil (del inglés, payload) descargada en Megabits (Mbits) del intento de sesión establecido exitosamente FTP i . n es la duración en segundos de la sesión FTP establecida.

PARÁMETRO DE CALIDAD	DEFINICIÓN	FÓRMULA	NOMENCLATURA
Tasa de Transmisión de Datos promedio de carga (throughput)	Cantidad promedio de datos cargada por segundo desde el Equipo Terminal Móvil hacia el servidor de pruebas con respecto a la duración de la sesión FTP establecida.	$\frac{\sum_{i=1}^{O_{Tc}} \frac{H'_i}{n'}}{O_{Tc} - O_{Fc}} \left[\frac{Mbits}{segundo} \right]$	H'_i es la cantidad de datos o carga útil (del inglés, payload) cargada en Mbits del intento de sesión establecido exitosamente FTP i. n' es la duración en segundos de la sesión FTP establecida. O_{Fc} es el número de intentos de sesiones fallidos FTP de carga. O_{Tc} es el número total de intentos de sesiones FTP de carga.
Latencia Promedio	Estimación del tiempo promedio de respuesta de un servicio entre dos puntos específicos (origen y destino) de una red evaluado mediante la diferencia del tiempo de envío hacia el punto destino y el tiempo de recepción en el punto origen de un Paquete de datos a través del ICMP.	$\frac{\sum_{i=1}^{O_{Td}} (I_i - J_i)}{O_{Td} - O_{Fd}} [milisegundos]$	I_i es el tiempo en que el Paquete de datos es recibido en el intento de sesión FTP i de descarga establecida exitosamente. J_i es el tiempo en que el Paquete de datos es enviado en el intento de sesión FTP i de descarga establecida exitosamente.
Proporción de paquetes perdidos	Estimación del grado de fiabilidad del Servicio de Transferencia de Datos, con base en la determinación de la proporción de Paquetes de datos perdidos con respecto al total de Paquetes de datos	$\frac{K}{L} \times 100\%$	K es el número de Paquetes de datos perdidos. L es el número total de Paquetes de datos enviados.

PARÁMETRO DE CALIDAD	DEFINICIÓN	FÓRMULA	NOMENCLATURA
	enviados durante la descarga. Se considera un Paquete de datos perdido cuando éste no llega a su destino en el tiempo determinado para dicha prueba en el Anexo I de los Lineamientos CM.		

Fuente: (IFTcalidad, 2018)

IV. Lineamientos de BEREC

Resulta de suma importancia reiterar que la metodología propuesta considera las conclusiones de (Reza, 2022) derivadas de la “Investigación sobre los mecanismos para el monitoreo del cumplimiento del principio de neutralidad de la red que resulten aplicables al marco regulatorio nacional”, en las que se señala como técnicamente válido el empleo de los parámetros de QoS del SAI para validar la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red, y que también son congruentes con el marco regulatorio de la Unión Europea.

En este contexto y como se mencionó anteriormente, la neutralidad de la red en la Unión Europea está regulada por el “Reglamento (UE) 2015/2120 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2015, por el que se establecen medidas relativas al acceso abierto a Internet y se modifica la Directiva 2002/22/CE sobre el servicio universal y los derechos de los usuarios en relación con las redes y servicios de comunicaciones electrónicas y el Reglamento (UE) n.º 531/2012 sobre la itinerancia en las redes públicas de comunicaciones móviles dentro de la Unión”, en lo sucesivo el Reglamento (Europeo, 2015). Al respecto, el Reglamento UE 2015 /2120 establece que los usuarios finales tendrán derecho a acceder y distribuir información y contenido, utilizar y proporcionar aplicaciones y servicios, y utilizar equipos terminales de su elección, independientemente de la ubicación del usuario final o proveedor o la ubicación, origen o destino de la información, contenido, aplicación o servicio, a través de su SAI siempre que esté en el marco legal de la Unión Europea (Europeo, 2015).

Algunas de las medidas de transparencia que contempla el Reglamento UE 2015/2120 son (Europeo, 2015):

- Proveer de información sobre las medidas de gestión del tráfico;
- Explicación clara y comprensible sobre cómo la limitación en el volumen, velocidad y otros parámetros QoS pueden afectar el acceso a los contenidos, aplicaciones y servicios disponibles en Internet;
- Explicación clara y comprensible de como desviaciones significativas de la velocidad de carga y descarga mínima, la velocidad normalmente disponible, la velocidad máxima y anunciada del SAI fijo, y como la velocidad de carga y descarga máxima estimada y anunciada en el SAI móvil afectan el ejercicio de los derechos de los usuarios, e

- Información clara y oportuna sobre los recursos disponibles en caso de que el usuario presente discrepancias continuas en los indicadores de QoS del SAI.

Según la regulación europea los PSI están obligados a ofrecer a los usuarios un proceso transparente y sencillo de quejas y reclamaciones, asimismo, cada país puede establecer algún requisito adicional. Además, se considera que cualquier discrepancia significativa, continua o periódica, entre el rendimiento real del SAI (velocidad u otros parámetros QoS) y el rendimiento indicado por el PSI constituye una falta de conformidad en el desempeño. (Europeo, 2015)

En lo que refiere a la supervisión y cumplimiento, el Reglamento UE 2015/2120 señala que los órganos reguladores nacionales son los encargados de supervisar y garantizar el cumplimiento de la regulación, además podrán imponer requisitos relativos a las características técnicas de la red, requisitos mínimos de QoS y otras medidas.

Los Lineamientos de BEREC están diseñados para proporcionar orientación a las Autoridades Reguladoras Nacionales (ARN) sobre la implementación de las obligaciones para asegurar el cumplimiento de las reglas para salvaguardar el trato equitativo y no discriminatorio del tráfico en la provisión de SAI y los derechos relacionados de los usuarios finales. (BEREC, 2020)

El marco regulatorio existente en diversos países de Europa tiene como objetivo que los usuarios finales accedan y distribuyan información o ejecuten aplicaciones y servicios de su elección. Sin embargo, un número significativo de usuarios finales se ven afectados por las prácticas de gestión del tráfico que bloquean o ralentizan aplicaciones o servicios específicos. Por lo anterior, se requieren normas comunes a nivel de la Unión Europea para garantizar la apertura de Internet y evitar la fragmentación del mercado interior. (BEREC, 2020)

Los Lineamientos establecen que las ARN pueden imponer requisitos mínimos de calidad de servicio a los PSI y dejan a discreción de las ARN decidir si aplica los requisitos mínimos de QoS necesarios a uno, varios o todos los PSI. (BEREC, 2020).

Por lo anterior, los Lineamientos para calidad del servicio de BEREC tienen como objetivo brindar orientación a las ARN sobre cómo detectar problemas relevantes, cuándo es apropiado intervenir y qué herramientas regulatorias implementar, e identificar indicadores relevantes que ayudarán con tales intervenciones, para evitar medidas desproporcionadas que sean más onerosas que lo estrictamente necesario. (BEREC, 2020)

Para definir la calidad del SAI es esencial tener una comprensión de los conceptos de calidad relevantes. En particular, los Lineamientos de BEREC que detallan los parámetros de calidad de servicio establecen (BEREC, 2020):

- los parámetros QoS relevantes, incluidos los parámetros relevantes para los usuarios finales con discapacidades;
- los métodos de medición aplicables a estos parámetros QoS, incluyendo los estándares ETSI e ITU;
- el contenido y formato de publicación de la información de QoS, y
- los mecanismos de certificación de la calidad.

Los Lineamientos se centran en proporcionar definiciones y métodos de medición para los parámetros de QoS de SAI respecto al rendimiento de la red, tales como: la velocidad, el retraso, la variación del retraso (jitter) y la pérdida de paquetes, teniendo en cuenta especialmente la Metodología de evaluación reglamentaria de neutralidad de red de BEREC. Los Lineamientos de parámetros de calidad señalan que las ARN no están obligadas a especificar la lista completa de parámetros contenidos en los mismos Lineamientos, sino que permite que puedan elegir los que sean particularmente relevantes para las necesidades de su país. (BEREC, 2020)

Tabla 4 Parámetros de calidad recomendados por BEREC

Parámetros de QoS	Método de medición
Latencia (retraso)	Se recomienda que la demora se mida usando: UDP con ICMP o TCP como opción alternativa, al menos 10 mediciones, y calculado como un promedio de los valores de tiempo de ida y vuelta registrados (generalmente expresados en milisegundos). La configuración de medición debe ser insensible a los cambios de reloj (del usuario) durante la medición.
Variación de retraso (jitter)	Se recomienda que la variación del retardo se calcule como desviación media en función de las muestras recogidas para la medición del retraso.
Pérdida de paquetes	Recomendado para enviar una gran cantidad de paquetes IP.

Parámetros de QoS	Método de medición
	Las mediciones de retraso y pérdida de paquetes generalmente se realizan durante un período de tiempo largo para permitir la naturaleza variable en el tiempo del rendimiento de la red en redes de conmutación de paquetes.

Fuente: Elaboración propia con información de (BEREC, 2020)

Aunado a lo anterior, BEREC publica anualmente un reporte sobre las acciones de los reguladores referente al **cumplimiento de la neutralidad de la red**, el último reporte denominado “*BEREC Report on the implementation of the Open Internet Regulation 2022*” se publicó en octubre de 2022.

En particular, BEREC señala que en el período del informe 25 reguladores (Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Alemania, Dinamarca, Estonia, Grecia, España, Finlandia, Francia, Croacia, Hungría, Irlanda, Italia, Lituania, Malta, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumanía, Eslovenia y Eslovaquia) han monitoreado la disponibilidad del SAI de alta velocidad. Los enfoques más populares para medir la disponibilidad del SAI de alta calidad son a través del análisis de quejas, a través de solicitudes de información a los PSI y mediante el monitoreo técnico de las redes con parámetros de calidad del servicio (BEREC, 2022). Lo anterior da muestra del enfoque de los reguladores europeos respecto de los mecanismos para monitorear el cumplimiento de la regulación en materia de neutralidad de la red, esto es, a través del monitoreo de la calidad del SAI.

En cuanto a otros enfoques adoptados por reguladores, indicaron lo siguiente (BEREC, 2022):

- Alemania: utilizó un mecanismo de medición de banda ancha denominado “Breitbandmessung der Bundesnetzagentur”;
- Polonia: UKE adquirió informes de las pruebas realizadas por los usuarios finales a través de la herramienta www.speedtest.pl;
- Rumanía: tras las campañas de supervisión realizadas entre 2019 y 2021, elaboró un mapa de cobertura de la señal móvil en el que los usuarios finales pueden seguir la evolución de la cobertura de un año a otro. El mapa refleja la cobertura de la señal móvil para todas tecnologías disponibles en el momento de las mediciones (2G/3G/4G) para cada uno de los PSI activos en ese mercado, el nivel de la señal agregada en todo el país, el nivel máximo medido para las señales de los países vecinos;
- Bulgaria puso a disposición una herramienta de medición de las velocidades de carga y descarga;
- República Checa, analizando los resultados en el periodo supervisado, constató cambios en la estructura del rendimiento de los servicios alcanzados en la dirección de descarga evaluada según las categorías de velocidad. A finales de 2021, se produjeron cambios

significativos en la medición de las categorías de 10-30 Mbps y 30-100 Mbps. Esta tendencia de cambios puede describirse como un aumento de la calidad del SAI, e

- Italia, en su campaña de pruebas para la medición de la calidad del SAI, AGCOM llevó a cabo en 2021, una campaña de medición oficial para redes LTE y una campaña experimental para redes 5G.

Recogiendo lo más importante, las ANR han orientado la verificación del principio de neutralidad de la red a través de medir la calidad del SAI. En consecuencia, es importante destacar que algunos reguladores recolectan información a través de una herramienta de medición tipo *whiteboxes*¹⁵ como lo realiza Reino Unido, así como el caso de México. Al respecto, es necesario destacar que otra forma de recolectar la información es a través de una página web, aplicación web o aplicación para dispositivos móviles.

Respecto a los resultados sobre las mediciones de la calidad del SAI en el marco de la neutralidad de la red, trece reguladores (Austria, Bélgica, República Checa, Alemania, Grecia, Francia, Croacia, Hungría, Italia, Lituania, Noruega, Portugal y Rumanía) informaron que habían realizado algún tipo de mediciones de la calidad del SAI en el periodo de referencia. Nueve ANR (Alemania, Grecia, Francia, Croacia, Hungría, Lituania, Noruega, Portugal y Rumanía) indicaron que se había producido un aumento general de la velocidad y la capacidad de la red o, al menos, que no se había producido degradación alguna en comparación con el período de referencia anterior. Específicamente, el aumento, se atribuyó a la expansión de las redes de nueva generación, así como al mayor uso de la tecnología LTE (en redes móviles) y a las mejoras de la red derivadas de la crisis de Covid-19, entre otras razones. Bulgaria, por su parte realizó algunas pruebas. (BEREC, 2022).

Por su parte, Italia informó que utiliza una herramienta que permite a los usuarios investigar las desviaciones entre los parámetros contractuales mínimos de calidad de servicio con mediciones efectivas y les permite reclamar y, si la calidad de servicio no se vuelve a cumplir al cabo de 45 días, terminar el contrato sin penalizaciones. Específicamente, la aplicación NeMeSys recopila mediciones de velocidad de carga y descarga cada 15 minutos durante 24 horas y calcula la velocidad mínima como el cuantil 95 de las mediciones recopiladas. Se necesitan 96 muestras para una caracterización completa, pero 5 muestras por debajo de la velocidad mínima son suficientes para obtener la emisión anticipada del certificado con violación de la medición realizada. Empleando dicho certificado, con un simple clic desde el área reservada del sitio www.misurainternet.it¹⁶, el usuario puede enviar una queja al operador. Después de 45 días, si una nueva medición falla se encuentra con el restablecimiento de la velocidad mínima prometida contractualmente, el usuario puede solicitar la cancelación del servicio gratis. (Comunicazioni, 2022)

¹⁵ Se refiere a equipos genéricos o agnósticos al PSI.

¹⁶ Aplicación disponible en: <https://misurainternet.it/>

Por otro lado, Eslovenia informó de reuniones con PSI sobre el bloqueo de sitios web en relación con el Reglamento (UE) 2022/350.

Al respecto, la Tabla 5 muestra a los países miembros que cuentan con alguna herramienta de medición de la calidad del SAI proporcionadas por las ANR en el marco de la regulación de la neutralidad de la red.

Tabla 5 Herramientas de medición de la calidad del SAI proporcionadas por las ANR en el marco de la regulación de la neutralidad de la red (BEREC, 2022, p. 65)

País	Nombre de la herramienta de medición	URL	Cuenta con certificación
Austria	RTR-Netztest	https://www.netztest.at	Sí
Bélgica	BIPT Speedtest	http://www.bipt-speedtest.be/#/test/run	No
Chipre	cyNettest	https://cynettest.ee.cy/ https://ocepr.ee.cy/el/content/cynettes-tsystima-ektimisis-poiotitas-eyryzonikonsyndeseon#	Sí
República Checa	NetTest	https://nettest.cz/en/	No
Alemania	Breitbandmessung	https://breitbandmessung.de	Sí
Dinamarca	Tjekditnet (Ookla)	https://tjekditnet.dk/	No
Grecia	HYPERION	https://hyperiontest.gr	No
Croacia	HAKOMetar	https://www.hakom.hr/hr/hakometar/132	Sí
	HAKOMetar Plus	https://hakometarplus.hakom.hr/home	

País	Nombre de la herramienta de medición	URL	Cuenta con certificación
Hungría	Szelessav	http://szelessav.net/en/Internet_speedtest	No
Italia	Ne.Me.Sys/Misura Internet	https://misuraInternet.it	Sí
Lituania	matuok.lt (Ookla)	http://matuok.lt	No
Luxemburgo	checkmynet.lu	https://checkmynet.lu/	No
Noruega	Nettfart	https://nettfart.no/en/test	No
Polonia	PRO Speed Test	https://pro.speedtest.pl/	Sí
Portugal	NET.mede	https://netmede.pt/	No
Rumanía	Netograf	https://www.netograf.ro/#/	Sí
Suecia	links to Bredbandskollen	http://www.bredbandskollen.se/	No
Eslovenia	AKOSTestNet	https://akostest.net	No
Eslovaquia	MeraclInternetu/MobilTest	https://www.meraclInternetu.sk	No

Fuente: (BEREC, 2022, p. 65)

En consecuencia, considerando la experiencia internacional señalada por (Reza, 2022), así como el marco normativo de la Unión Europea, se presenta la siguiente metodología.

V. Metodología propuesta como la base técnica que se podría emplear para monitorear el principio de neutralidad de la red por lo que hace al artículo 3, fracción I de los Lineamientos NN

V1 Propuesta metodológica

La metodología que se propone en el presente documento considera los siguientes elementos:

1. Definición de los parámetros de calidad del SAI fijo establecido en los Lineamientos CF (presentados en resumen en la sección III.5);
2. Definición de los parámetros de calidad del SAI móvil establecido en los Lineamientos CM (presentados de forma general en la sección III.5);
3. Método de medición de los parámetros de calidad del SAI fijo descrito en el Anexo I de los Lineamientos CF;
4. Método de medición de los parámetros de calidad del SAI móvil descrito en el Anexo I de los Lineamientos CM;
5. Propuesta de metodología de análisis y presentación de los datos, y
6. Propuesta de criterios a partir de los cuales se consideraría cumplimiento con los Lineamientos NN en relación con la implementación de políticas de gestión de tráfico y administración de red, para el SAI fijo y móvil (presentados en la sección “Propuesta de umbrales de decisión respecto de los parámetros de la calidad del SAI”).

V2 Aspectos generales de la metodología de mediciones de calidad del SAI establecida en los Lineamientos CF

Si bien la metodología de medición de los parámetros de del SAI fijo se describe a detalle en los Lineamientos CF, se considera necesario presentar en este estudio los aspectos generales¹⁷, toda vez que la validez técnica de los resultados del análisis depende del rigor metodológico de dichas mediciones.

¹⁷ Para el caso de los Lineamientos CF, los aspectos generales se presentan en las V2 y V3 del presente estudio, mientras que los aspectos generales de los Lineamientos CM se presentan en el Anexo C.

Aunado a lo anterior, durante el desarrollo de la presente metodología, se identificaron áreas de oportunidad, particularmente en los Lineamientos CF, que podrían favorecer la calidad de los parámetros a analizar, entre estos, la **periodicidad de las mediciones**, las características de los dispositivos de medición, tiempos de implementación, entre otros.

- **Ejercicio de medición**
 - Para efectos de la medición de eventos¹⁸ del SAI, se considerarán aquellos prestadores del servicio fijo que brinden el SAI y que cuenten con **más de un millón de accesos totales**,¹⁹ conforme a las definiciones de los indicadores estadísticos de telecomunicaciones y datos más recientes disponibles en el Banco de Información en Telecomunicaciones²⁰ (BIT).
 - La medición de eventos se llevará a cabo a lo largo de un año natural para cada PSF en el domicilio de los usuarios finales 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 TxC, TxD, Pplost y Lt, y
 - b) En caso de que el usuario final tenga limitada la TxC y/o TxD, debido a términos establecidos en su contrato, las mediciones que se realicen bajo estas condiciones deberán ser descartadas.
 - Los eventos para la medición de los parámetros de Lt y Pplost se llevarán a cabo de manera aleatoria enviando un paquete de datos en cada evento.
- **Características de la Herramienta de Medición**²¹
 - La herramienta deberá ser capaz de realizar las mediciones necesarias de los parámetros de calidad del SAI dentro de los horarios establecidos;
 - La herramienta no deberá recolectar datos personales de los usuarios finales ni invadirá la privacidad del usuario final;
 - La herramienta no deberá interferir con la prestación habitual del servicio, ni con el funcionamiento del equipo terminal, y

¹⁸ Evento: Cada uno de los intentos de medición programados, en términos de lo establecido en los Lineamientos CF.

¹⁹ Considerando quinto de los Lineamientos CF, en el que se señala que la verificación de los índices de calidad de los parámetros del SAI aplica únicamente para los prestadores del servicio fijo que cuenten con un número mínimo de líneas o de accesos, el resto de los prestadores del servicio fijo no quedan exentos de cumplir con las demás obligaciones establecidas en los Lineamientos.

²⁰ En el Anexo B se incluye un listado de los PSI considerados con más de un millón de accesos totales, de acuerdo con información del BIT- IFT.

²¹ La herramienta deberá ser provista por el Instituto. De acuerdo con lo establecido en los Lineamientos CF

- El servidor centralizado deberá tener una conexión directa a las redes de los prestadores que prestan el SAI que son evaluados.

V3 Medición del SAI fijo

- La medición de la TxC y TxD se llevará a cabo mediante la transferencia de un archivo, utilizando el protocolo HTTP y empleando conexiones TCP simultáneas, con el fin de medir la capacidad de la conexión. En el caso de la descarga, dicho archivo deberá ser generado en el Servidor Centralizado²². 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.
- El archivo a ser transferido HTTP no deberá ser comprimible, así como 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 en la ilustración 3.
- Para la medición de la Lt se realizará la transferencia de paquetes de datos utilizando el protocolo UDP. La Pploss se medirá durante el tiempo que haya durado esta prueba.
- El tiempo máximo de establecimiento de sesión TCP para HTTP, después de la resolución de nombre de dominio será de **tres segundos**;
- El tiempo para TxD 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 TxD;
- El tiempo para TxC 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 TxC;
- 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 Tercero²³.

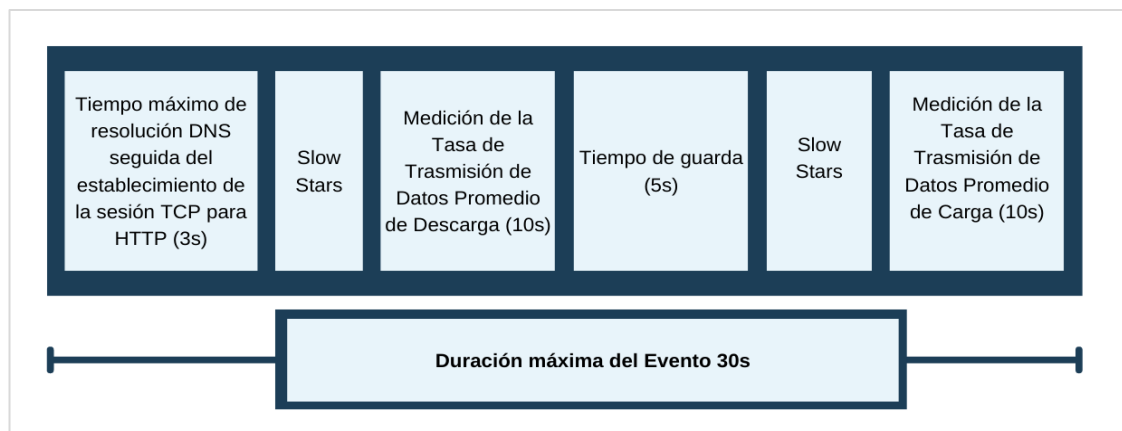
²² De acuerdo con el artículo tercero de los Lineamiento CF, es el servidor gestionado por el IFT que podrá localizarse físicamente en los puntos de intercambio de tráfico de Internet o en las Centrales Telefónicas Públicas que el IFT determine conforme a los recursos presupuestales disponibles.

²³ El Instituto pondrá a disposición de los Prestadores del Servicio Fijo que brinden el Servicio de Acceso a Internet, la Herramienta de Medición a que se refiere el lineamiento VIGÉSIMO SEGUNDO, dentro de los 18 meses siguientes a la entrada en vigor de los Lineamientos.

VIGÉSIMO SEGUNDO. A efecto de llevar a cabo la Medición de los Parámetros de Calidad del Servicio de Acceso a Internet, los prestadores de dicho servicio deberán instalar la Herramienta de Medición en los Equipos Terminales de sus usuarios finales de conformidad con lo establecido en el Anexo I, siempre y cuando sea

- En caso de que la sesión de HTTP sea interrumpida, durante la medición de eventos, 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;
- El tiempo de guarda entre la medición TxC y la medición TxD;
- El siguiente diagrama muestra la secuencia de tiempos para la medición de los parámetros del SAI:

Ilustración 3. Diagrama secuencia de tiempos



Fuente: (IFTcalidad, 2020).

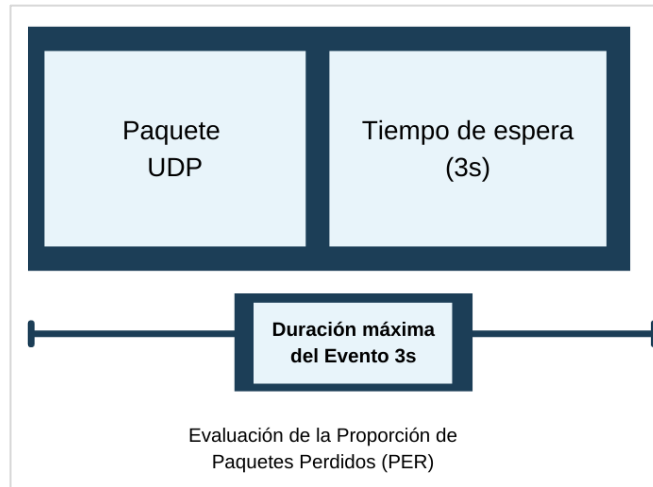
- La medición de la Lt se efectuará mediante el protocolo UDP, considerando el tiempo de ida y vuelta de los paquetes enviados al Servidor Centralizado que será el punto físico de la medición. Se considerarán paquetes de datos con un tamaño de carga útil de 256 Bytes. Si un paquete de datos no se recibe 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

técnicamente factible. Los Prestadores del Servicio Fijo que brindan el Servicio de Acceso a Internet, deberán instalar la Herramienta de Medición de manera remota y evitando la afectación al usuario final. En caso de que la Herramienta de Medición no pueda ser instalada los Equipos Terminales a ser medidos conforme al Anexo I (por ejemplo, por no soportar los protocolos necesarios), los prestadores de dicho servicio deberán demostrar fehacientemente dicha imposibilidad técnica al Instituto e informar sobre la misma mediante escrito libre dentro de los primeros veinte días hábiles del mes de enero de cada año a través de la ventanilla electrónica del Instituto siguiendo el formato del Anexo V y conforme a los procedimientos que establecen los lineamientos de ventanilla electrónica emitidos por el Instituto.

El tráfico generado por las Mediciones de los Parámetros de Calidad del Servicio de Acceso a Internet no deberá implicar cobro alguno. En caso de que el Equipo Terminal sea propiedad del usuario final, la instalación se realizará bajo consentimiento expreso del usuario.

realizar de acuerdo con lo establecido en la presente metodología, como la siguiente ilustración:

Ilustración 4. Duración del Evento (IFTcalidad, 2020).



Fuente: (IFTcalidad, 2020)

- 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. Es decir, para cada ejercicio de medición, se calcula el tamaño de muestra partiendo de la siguiente expresión:

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

Donde:

$$q = 1 - p$$

$$D = B^2/4$$

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 empleará un muestreo aleatorio partiendo de la siguiente formula (IFTcalidad, 2020):

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

Donde:

m = número de eventos;

$z_{1-\alpha/2}^2$ = 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 previos (4).

Para el cálculo de lo anterior, se considerará un nivel de confianza del 95%, así como un error de estimación determinado por el Instituto²⁴. El tamaño de la 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 del servicio correspondiente en el ejercicio de medición, a partir de las siguientes formulas:

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

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

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

σ = desviación estándar obtenida para el parámetro de calidad correspondiente;

²⁴ La Metodología para evaluar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la red compartida mayorista considera usar un error de estimación menor o igual al 2% y un nivel de confianza del 95%, tomando en cuenta la ETSI EG 202 057-4 V1.2.1(2008-07).

x_k =valor promedio del parámetro de calidad correspondiente;

p_j = valor del parámetro de calidad correspondiente al evento j.

Determinación de la selección aleatoria de usuarios. Los usuarios finales a quienes deberá instalarse la Herramienta de Medición en sus equipos terminales, podrían 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, y
- III. Los usuarios finales seleccionados deberán encontrarse distribuidos de manera uniforme en la totalidad de los paquetes ofertados por el prestador del servicio.

Ahora bien, una vez que sea aplicada la metodología antes descrita, se contará con valores de tasa de transmisión de carga y descarga, proporción de pérdida de paquetes y latencia, por usuario, así como la tasa de transmisión de carga y descarga contratada por el usuario final para un periodo de inactividad, por lo que a efecto de estar en condiciones de comparar dichos valores²⁵, se propone la medición de los parámetros en un horario de actividad alta, esto es, en un horario considerado como pico para el tráfico del PSI bajo prueba. Se entiende que el número de mediciones serán un número considerable, toda vez que se deben realizar a lo largo de un año, por lo que, para facilitar el análisis de la información, se sugiere una agrupación de las mediciones por trimestre, esto es, para cada usuario (que esté dentro de la muestra) se deberá reportar un promedio de los parámetros de calidad medidos a lo largo del trimestre para los horarios de poca actividad y actividad alta y el análisis se deberá realizar por proveedor del SAI fijo.

Lo anterior, con independencia de que, para tener un panorama más amplio del comportamiento de la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red por parte de los PSI, se realicen comparaciones entre estos por Estados y/o tarifas del servicio y/o paquete adquirido.

V4 Metodología de análisis y presentación de datos como base técnica para el marco normativo enfocado a la supervisión del cumplimiento de los Lineamientos NN

Los resultados de las mediciones que se realizaron para la simulación serán presentados y analizados de forma que la medición de los parámetros de calidad del SAI refleje, por un lado, las condiciones contractuales acordadas entre los PSI y los usuarios finales y por el otro muestre en qué medida se alcanzó la tasa de transmisión acordada contractualmente para diferentes horarios del día. A partir

²⁵ Se refiere a los valores de los parámetros de tasa de transmisión de carga y descarga.

de ello, se califica la aplicación de políticas de gestión de tráfico implementadas por los PSI, toda vez que la variación de los parámetros de calidad permite validar la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red y que, de acuerdo con el artículo 3 de los Lineamientos NN, estarían permitidas siempre que dichas políticas estuvieran encaminadas a:

- I. Asegurar la calidad, capacidad y velocidad del SAI contratado por los usuarios finales, y
- II. Preservar la integridad y seguridad de la red.

Así, se analizará y presentará la información, de tal forma que si un PSI está aplicando políticas de gestión de tráfico y administración de redes (validado a través de la publicación del código de políticas de gestión de tráfico), se supervise, a través del análisis de los datos, que el PSI está asegurando la calidad, capacidad y velocidad del SAI contratado por los usuarios y preservando la integridad y seguridad de la red o, caso contrario, es decir, que las mediciones indiquen que las velocidades no alcanzan la velocidad de transmisión acordada contractualmente en conjunto con el análisis de la latencia y paquetes perdidos, el proveedor estaría aplicando gestión de tráfico contraria al artículo 3 de los Lineamientos NN. Lo anterior, considerando que los parámetros en conjunto deben cumplir con cierto umbral para asegurar que un usuario final puede acceder libremente a cualquier contenido, aplicación o servicio disponible legalmente en Internet.

Ahora bien, si se supone el caso en el que el PSI estuviera aplicando gestión de tráfico, lo cual se valida documentalmente a través de la publicación del código de políticas de gestión de tráfico del PSI bajo análisis, la supervisión técnica podría considerar los supuestos previstos en el artículo 5 de los Lineamientos NN, esto es:

- I. Riesgo, técnicamente comprobable, a la integridad y seguridad de la red, a la privacidad de los usuarios finales o a la inviolabilidad de sus comunicaciones privadas;
- II. Congestión excepcional y temporal de la red, sujeto a que no exista discriminación entre tipos de tráfico similares, y
- III. Situaciones de emergencia y desastres que pongan en riesgo la operación de la red.

Lo que significa que el área requirente²⁶ podría realizar solicitudes de información al PSI bajo análisis, para descartar la aplicación de gestión de tráfico y administración de red que estuviera prevista en las fracciones anteriores.

²⁶ Unidad de Cumplimiento

V5 Análisis de los datos de la muestra

El análisis y representación de los datos empleados para el análisis considerará el muestreo definido en la metodología de mediciones de calidad del SAI de los Lineamientos CF, el cual proveerá una muestra de tamaño estadísticamente representativa a través de un muestreo aleatorio con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación determinado. Aunado a lo anterior, la selección de usuarios será aleatoria a través de un generador computacional de números aleatorios a partir de los identificadores asignados a cada usuario, cuya distribución geográfica deberá ser uniforme dentro del área correspondiente a los mapas de cobertura del servicio, así como distribuidos uniformemente en la totalidad de los paquetes ofertados por el PSI.

No obstante, los datos obtenidos de la muestra podrían pasar por un proceso de validación, con la intención de que en la información a analizar se eliminen diversos sesgos resultados de la naturaleza del SAI fijo, a saber:

Tabla 6 Criterios de validación de datos para análisis

Validación de los datos	SAI fijo	SAI móvil
Descartar las mediciones a través de WLAN (requerimiento adicional a la herramienta definida en Lineamientos CF)	✓	X
Descartar las mediciones con una velocidad de conexión LAN insuficiente ²⁷	✓	✓

²⁷ Menor al 1% de la velocidad mínima contratada, por ejemplo, o cualquier otro criterio que se considere adecuado. Para el caso de SAI móvil se refiere a la velocidad mínima contratada.

Validación de los datos	SAI fijo	SAI móvil
Descartar mediciones sin conexión a la fuente de alimentación ²⁸	✓	X
Descartar las mediciones con estrangulamiento ²⁹	✓	✓
Descartar medidas con código postal no válido ³⁰	✓	✓
Descartar las mediciones con contradicción entre la información proporcionada por el proveedor y la información técnica ³¹	✓	✓
Descartar las mediciones de prueba y control	✓	✓
Descartar mediciones que no sean técnicamente válidas	✓	✓

²⁸ El sistema de medición debe ser posible de registrar si el equipo del usuario final está o no conectado a la corriente eléctrica

²⁹ De acuerdo a lo señalado en los Lineamientos CF

³⁰ Con la intención de poder generar mapas con la información analizada

³¹ Por ejemplo, que el usuario final indique una tasa de transmisión muy diferente a la que técnicamente se puede comprobar

Validación de los datos	SAI fijo	SAI móvil
Descartar las mediciones que no sean válidas en términos de tarifas ³²	✓	✓
Descartar mediciones de fechas en los que se tenga registro de desastres naturales	✓	✓

Fuente: Elaboración propia.

V6 Análisis estadístico

Se analiza en qué grado las mediciones reflejan con precisión la población de conexiones del SAI fijo³³ con respecto a las clases de SAI. Los siguientes parámetros se emplearon como base:

- Clases de ancho de banda

Para fines del análisis estadístico, las tasas de transmisión de carga o descarga se agruparon en las siguientes clases:

- Tasa de transmisión de datos promedio de carga y descarga. Los intervalos de la clase fueron definidos en concordancia con los criterios de búsqueda del comparador de tarifas del SAI fijo del RPC.
 - 1 Mbps a menos de 5 Mbps
 - 5 Mbps a menos de 10 Mbps
 - 10 Mbps a menos de 20 Mbps
 - 20 Mbps a menos de 50 Mbps
 - 50 Mbps a menos de 100 Mbps

³² De acuerdo con las tarifas registradas en el RPC

³³ Aplica para servicio móvil.

- Más de 100 Mbps
- PSI del SAI

PSI del SAI con más de un millón de accesos, de acuerdo al BIT- IFT.

- TELMEX
- IZZI
- MEGACABLE
- TOTALPLAY

V7 Evaluación estadística de los datos

- Tasa de transmisión de datos promedio de carga y/o descarga en diferentes horas del día

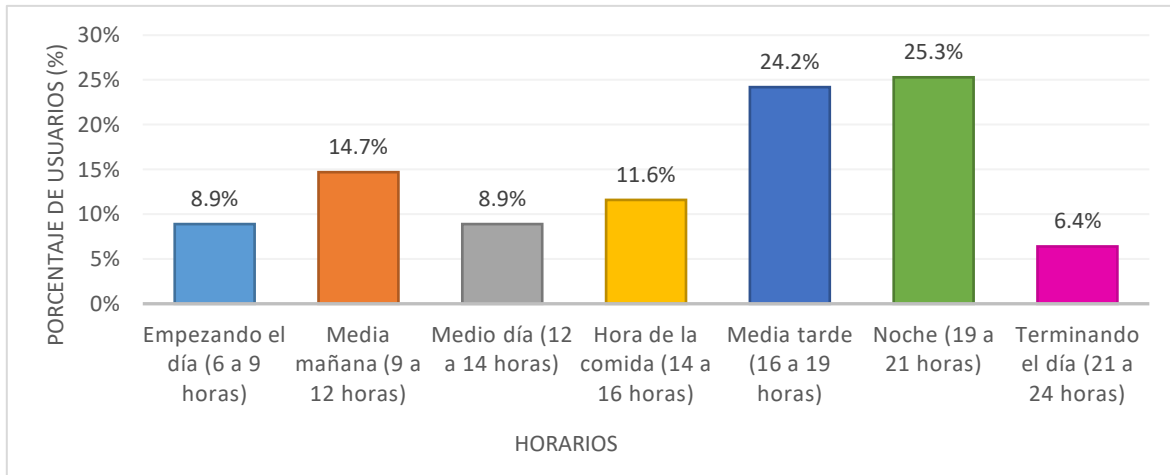
La principal característica evaluada en el proceso de análisis debe ser la relación porcentual entre la tasa de transmisión de datos medida (ya sea de carga o descarga) y la tasa de transmisión mínima garantizada o acordada contractualmente para diferentes horas del día, la primera de acuerdo a los Lineamientos CF corresponde a un horario entre las 06:00 y las 24:00 y la segunda en un horario considerado como “pico”, el cual se sugiere que sea: 19:00 a 21:00 horas³⁴ de acuerdo con el 18° Estudio sobre los Hábitos de Personas Usuarías de Internet en México 2022³⁵, elaborado por la Asociación de Internet MX y publicado en mayo del 2022 (Asociación de Internet MX, 2022).

A continuación, se presentan la información sobre el horario de conexión de los usuarios de Internet en México para 2022.

³⁴ Aunque pareciera que los horarios de poca actividad y actividad pico podrían traslaparse, para el primer caso, poca actividad, se tendrá que determinar cuál es ese horario para cada usuario, en términos de los Lineamientos de CF y tendrá que ser excluyente respecto del horario propuesto como “hora pico”.

³⁵ La metodología utilizada en el estudio se basó en técnica de entrevista vía telefónica; con un grupo objetivo de personas usuarios de Internet; un tamaño de muestra de 1,761 personas a nivel nacional, de las cuáles 1,430 resultaron ser internautas; un margen de error de 2.25% y un nivel de confianza del 95%; durante el periodo que va del 12 al 25 de abril de 2022, respectivamente (Asociación de Internet MX, 2022).

Ilustración 5. Horario de conexión de los usuarios de Internet en México en 2022



Fuente: (Asociación de Internet MX, 2022, p. 3)

Ahora bien, las tasas de transmisión de datos promedio medidas a través de la metodología señalada en los Lineamientos CF para dos horarios diferentes, se dividen entre la tasa de transmisión de datos garantizada del SAI especificada por el usuario y que deben concordar con la tarifa contratada y establecida en el RPC, y luego se multiplican por 100.

Esto es:

$$Y_i\% = \left(\frac{Txmedida_i}{Txgarantizada_i} \right) * 100$$

Donde:

$Y_i\%$ es la relación porcentual entre la tasa de transmisión de datos medida (carga o descarga) y la tasa de transmisión mínima garantizada o acordada contractualmente.

$Txmedida_i$ es la tasa de transmisión medida (carga o descarga) para el usuario i de acuerdo con la metodología de los Lineamientos CF

$Txgarantizada_i$ es la tasa de transmisión mínima garantizada, en concordancia con la tarifa señalada por el usuario i y la establecida en la tarifa registrada en el RPC.

Ahora bien, para diferentes valores de Y , se determina la proporción de usuarios que al menos recibió el $X\%$ de la tasa de transmisión de datos mínima garantizada.

$$P_y\% = \left(\frac{U_{oby}}{N_m} \right) * 100$$

Donde:

$P_y\%$ es la proporción de usuarios que recibió al menos $Y\%$ de la tasa de transmisión de datos mínima garantizada o acordada contractualmente

U_{oby} es el número total de usuarios que recibió al menos $Y\%$ de la tasa de transmisión de datos mínima garantizada o acordada contractualmente

N_m es el número total de usuarios de la muestra de acuerdo a la metodología de los Lineamientos CF y que considera la validación de los datos de la tabla 7.

Para ilustrar lo anterior, se realiza un ejercicio considerando una muestra pequeña integrada por 10 usuarios con las siguientes tasas de transmisión medida y tasas de transmisión mínima garantizada o contratada por el usuario y se generan funciones empíricas, para la clase de ancho de banda de 1 Mbps a 5 Mbps en dos horarios diferentes. Lo anterior, con la intención de ejemplificar la metodología.

Tabla 7 Ejercicio ejemplo para la clase de 1 a 5 Mbps para el horario de poca actividad

Id usuario	Tasa de transmisión de datos medida ³⁶ en Mbps	Tasa de transmisión mínima garantizada en Mbps o aquella reportada por el usuario como la tasa de transmisión contratada ³⁷ Mbps	Proporción entre la tasa de transmisión de datos medida y la tasa de transmisión mínima garantizada ³⁸	Función empírica $f(x)$, número de usuarios con X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Variable X Porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica $F(X)$ Proporción de usuarios que recibieron X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica en frecuencia acumulada $100-F(x)$
1	1	4	25	1	25	10	100
2	2	5	40	1	40	10	90
3	2	3	67	1	67	10	80
4	3	4	75	2	75	20	60
5	3	4	75	3	100	30	30
6	5	5	100	1	120	10	20
7	1	1	100	1	300	10	10

³⁶ Para el ejercicio se generaron número aleatorios entre 1 y 5

³⁷ La tasa de transmisión puede ser la de carga o descarga.

³⁸ Se ordena de menor a mayor

Id usuario	Tasa de transmisión de datos medida ³⁶ en Mbps	Tasa de transmisión mínima garantizada en Mbps o aquella reportada por el usuario como la tasa de transmisión contratada ³⁷ Mbps	Proporción entre la tasa de transmisión de datos medida y la tasa de transmisión mínima garantizada ³⁸	Función empírica $f(x)$, número de usuarios con X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Variable X Porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica $F(X)$ Proporción de usuarios que recibieron X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica en frecuencia acumulada $100-F(x)$
8	5	5	100				
9	6	5	120				
10	3	1	300				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 Ejercicio ejemplo para la clase de 1 a 5 Mbps para el horario considerado “pico”

Id usuario	Tasa de transmisión de datos medida ³⁹ en Mbps	Tasa de transmisión mínima garantizada en Mbps o aquella reportada por el usuario como la tasa de transmisión contratada ⁴⁰ Mbps	Proporción entre la tasa de transmisión de datos medida y la tasa de transmisión mínima garantizada ⁴¹	Función empírica $f(x)$, número de usuarios con X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Variable X Porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica $F(X)$ Proporción de usuarios que recibieron X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica en frecuencia acumulada $100-F(x)$
1	0.6	4	15	1	15	10	100
2	1.2	5	24	1	24	10	90
3	1.2	3	40	1	40	10	80
4	1.8	4	45	2	45	20	60
5	1.8	4	45	3	60	30	30
6	3.0	5	60	1	72	10	20
7	0.6	1	60	1	100	10	10
8	3.0	5	60				

³⁹ Para el ejercicio se generaron número aleatorios entre 1 y 5

⁴⁰ La tasa de transmisión puede ser la de carga o descarga.

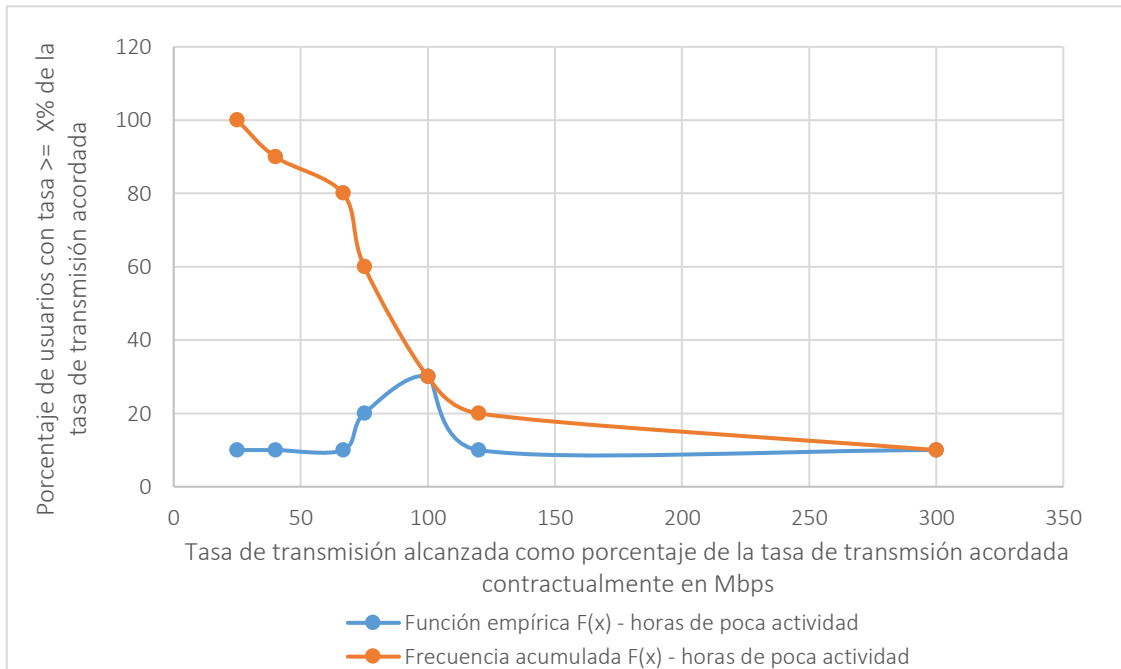
⁴¹ Se ordena de menor a mayor

Id usuario	Tasa de transmisión de datos medida ³⁹ en Mbps	Tasa de transmisión mínima garantizada en Mbps o aquella reportada por el usuario como la tasa de transmisión contratada ⁴⁰ Mbps	Proporción entre la tasa de transmisión de datos medida y la tasa de transmisión mínima garantizada ⁴¹	Función empírica $f(x)$, número de usuarios con X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Variable X Porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica $F(X)$ Proporción de usuarios que recibieron X porcentaje de la tasa de transmisión contratada	Función empírica en frecuencia acumulada $100-F(x)$
9	3.6	5	72				
10	1.0	1	100				

Fuente: Elaboración propia.

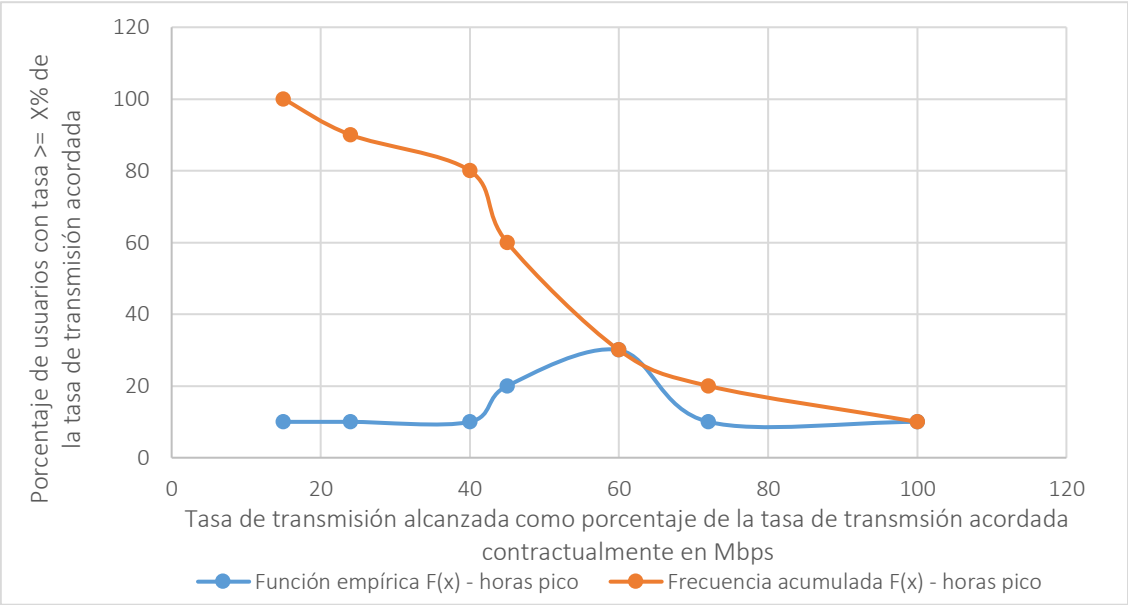
Ahora bien, se procede a graficar la frecuencia acumulada $F(x)$ del porcentaje de usuarios en función de la tasa de transmisión alcanzada como porcentaje de la tasa de transmisión acordada contractualmente en Mbps, para ambos horarios, en los siguientes términos:

Ilustración 6 Gráfica de la tasa de transmisión alcanzada como porcentaje de la tasa de transmisión acordada contractualmente en Mbps en hora de poca actividad



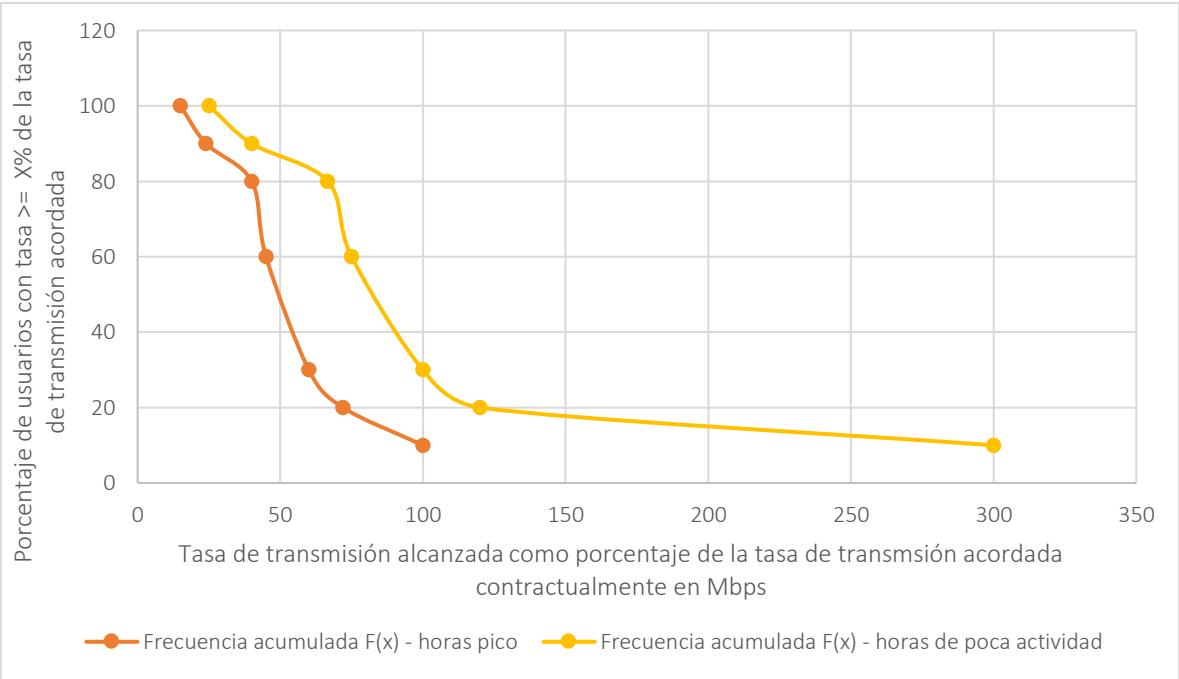
Fuente: Elaboración propia con base en simulación.

Ilustración 7 Gráfica de la tasa de transmisión alcanzada como porcentaje de la tasa de transmisión acordada contractualmente en Mbps - hora pico



Fuente: Elaboración propia con base en simulación.

Ilustración 8 Gráfica de la tasa de transmisión alcanzada como porcentaje de la tasa de transmisión acordada contractualmente en Mbps - horario de poca actividad y hora pico



Fuente: Elaboración propia con base en simulación.

Enseguida, se realizará la comparación en términos del porcentaje de la tasa de transmisión medida de carga o descarga, respecto de la tasa de transmisión acordada contractualmente para los horarios diferentes, si se aprecian variaciones, entonces se podría validar la aplicación de técnicas de gestión de tráfico y administración de red por parte del PSI y para efectos del análisis se tomarán las mediciones en las que los porcentajes de la tasa de transmisión de carga o descarga medida sean menores.

Así, en la curva naranja por cada porcentaje de tasa de transmisión de datos X alcanzada, se puede leer el porcentaje de usuarios Y% que recibieron X% o más de la tasa de transmisión de datos acordada contractualmente/mínima garantizada. Por ejemplo, el 60% de los usuarios alcanzó el 45% o más de la tasa de transmisión acordada contractualmente. De igual forma, se puede observar que el 100% de los usuarios alcanzó el 10% o más de la velocidad acordada contractualmente.

En este contexto, se puede validar la provisión diferenciada del SAI, a través de la variación de los parámetros de la calidad del servicio en diferentes horas del día, en este caso la tasa de transmisión de carga o descarga, esto es, el 100% de los usuarios no reciben el 100% de la velocidad contratada. Esto es, la aplicación más alineada al principio de neutralidad de la red se asumiría en el escenario en el que todos los usuarios recibieran el 100% de la tasa de transmisión de datos acordada contractualmente aún en “horas pico”, pero como se aplica gestión de tráfico, entonces se observa que, para diferentes usuarios, la tasa de transmisión alcanzada representa un porcentaje por debajo del 100% de la tasa de transmisión acordada contractualmente. En el ejemplo de la gráfica 8, se observa que sólo el 15% de los usuarios reciben el 100% o más de la tasa de transmisión acordada contractualmente. En este contexto, se puede validar la provisión diferenciada del SAI, a través de la variación de los parámetros de la calidad del servicio en diferentes horas del día, en este caso la tasa de transmisión de carga o descarga, esto es, **el 100% de los usuarios no reciben el 100%** de la velocidad contratada.

Lo anterior, de inicio no supone una acción contraria a los Lineamientos NN, toda vez que en ellos se establece la posibilidad de que los concesionarios y/o autorizados implementen políticas de gestión de tráfico y administración de red. No obstante, dicha aplicación debe estar orientada a:

- I. Asegurar la calidad, capacidad y velocidad del SAI contratado por los usuarios finales, y
- II. Preservar la integridad y seguridad de la red.

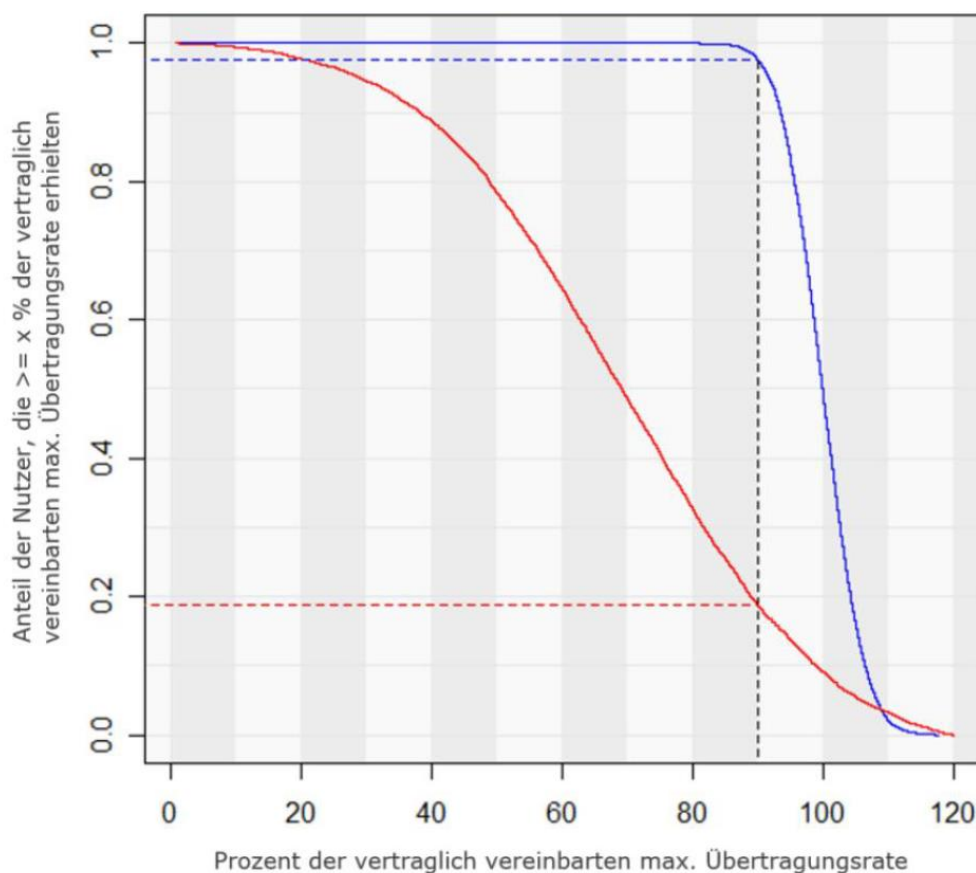
En consecuencia, la provisión diferente del SAI debería, en principio, aplicarse para asegurar la calidad, capacidad y velocidad contratada por los usuarios finales, esto es, si el concesionario y/o autorizado aplica políticas de gestión de tráfico esto debería verse reflejado en una gráfica como la

de la ilustración 9 curva azul, en la que casi el 100% de los usuarios alcanza el 100% o más de la tasa de transmisión acordada contractualmente.

Para el caso específico del regulador alemán (ilustración 9), se observa que el criterio del 100% de la tasa de transmisión acordada contractualmente para el 100% de los usuarios, se ha flexibilizado a que el 90% de los usuarios alcance el 90% o más de la tasa de transmisión acordada contractualmente.

Otro criterio razonable sería que el 80% de los usuarios alcanzara el 80% de la tasa de transmisión acordada contractualmente, considerando posibles excepciones asociadas con fallas en las mediciones o dificultades derivadas de la naturaleza del SAI fijo y móvil.

Ilustración 9 Gráfica modelo del regulador alemán (BNetzA, 2022, p. 36)



Fuente: (BNetzA, 2022, p. 36)

Una vez que se hubiera fijado el umbral de cumplimiento, por ejemplo, cualquier PSI que proveyera al 20% de sus usuarios finales una tasa de transmisión por debajo del 80% de la tasa de transmisión acordada contractualmente (en el horario de menor rendimiento) no estaría cumpliendo con el objetivo de asegurar la calidad y velocidad del servicio contratado al aplicar políticas de gestión de

tráfico y administración de red, a menos que se pudiera comprobar por parte del PSI alguno de los siguientes supuestos⁴²:

- I. Riesgo, técnicamente comprobable, a la integridad y seguridad de la red, a la privacidad de los usuarios finales o a la inviolabilidad de sus comunicaciones privadas;
- II. Congestión excepcional y temporal de la red, sujeto a que no exista discriminación entre tipos de tráfico similares, y
- III. Situaciones de emergencia y desastres que pongan en riesgo la operación de la red.

De actualizarse algunos de los supuestos previstos en las fracciones I, II y III del artículo 5 de los Lineamientos NN, quedaría a criterio del regulador la posibilidad de solicitar al PSI la cancelación de aplicación de políticas de gestión y/o administración de red, de acuerdo con lo establecido en el párrafo segundo del artículo 13 de los referidos lineamientos⁴³ y con el procedimiento normativo que al efecto emitiera el Instituto.

En el Anexo A, se integra el análisis estadístico que se realizó a través de la generación de números aleatorios para cada intervalo de ancho de banda propuesto para 1000 usuarios, así como las gráficas correspondientes a la tasa de transmisión de carga o descarga para el SAI fijo para diferentes horarios.

⁴² Artículo 5 de los Lineamiento NN.

⁴³ Artículo 13. *El Instituto publicará en su portal de Internet, a más tardar al 30 de abril de cada año, un informe anual relacionado con la implementación de los presentes lineamientos. Con base en dicho informe, el Instituto podrá determinar si se inicia un procedimiento de actualización de los lineamientos.*

Sin perjuicio de lo anterior, en cualquier momento el Instituto podrá determinar la suspensión de políticas de gestión de tráfico y administración de red específicas, o bien, de servicios puestos a disposición de los usuarios finales o PACS, de advertir que contravienen lo dispuesto en los presentes lineamientos o que afectan negativamente el desarrollo de la competencia y libre concurrencia en la provisión del SAI. Asimismo, el Instituto podrá requerir a los PSI realizar adecuaciones a sus códigos de políticas de gestión de tráfico y administración de red de considerar que no se apegan a lo estipulado en el artículo 12.

- Interpretación de la latencia por usuarios utilizando percentiles

Por lo que hace a la latencia (L_t), de acuerdo con el BITAG ⁴⁴ para que los usuarios perciban niveles óptimos en la calidad de experiencia de los usuarios que accedan a Internet no sólo es importante centrarse en el ancho de banda sino también en la latencia, ambos son importantes (BITAG, 2022). Al respecto, la alta latencia y la alta variación de retardo de paquetes (jitter) afectan negativamente la experiencia del usuario y, en consecuencia, la navegación y acceso a cualquier contenido alojado en Internet se ve limitado, desde la navegación web hasta la transmisión de video, videoconferencias, juegos entre otros, es imperativo tener una latencia baja y constante.

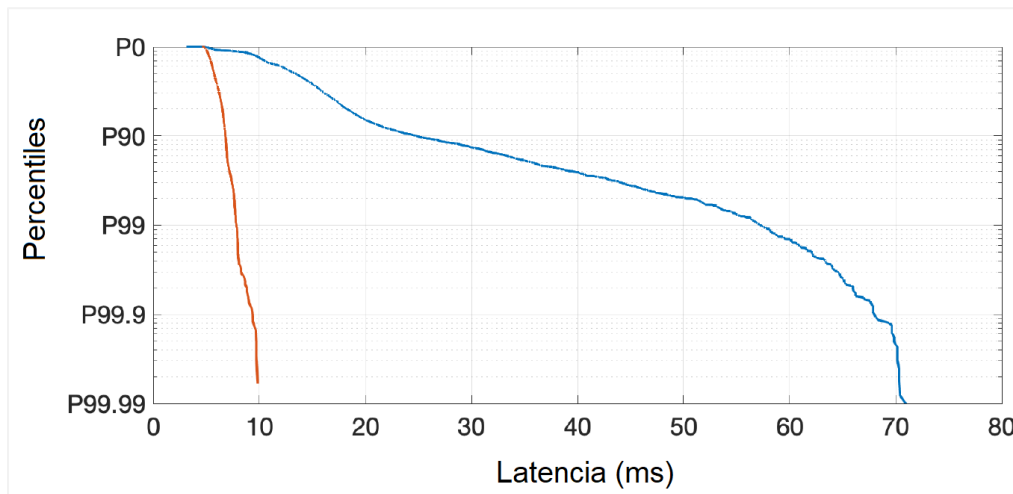
La medición de la latencia generalmente se realiza a través de estadísticas descriptivas como la media, varianza y desviación estándar; la BITAG considera que usar estos indicadores podría ser insuficiente ya que las mediciones de latencia se enfrentan a distintos fenómenos de la red, la latencia varía a medida que aumenta la distancia entre el usuario y el servidor destino, además varía según el medio físico o el tipo de tecnología del PSI (BITAG, 2022).

BITAG propone que la mejor manera para describir y caracterizar un conjunto de muestras de latencia es usar **estadísticas de orden**, por ejemplo, **percentiles**. En este sentido, se considera que una de las formas más adecuadas de representar la diferencia entre dos PSI, entre usuarios de un mismo PSI de una misma categoría de paquete o tarifa o por PSI en zona geográfica es a través de un gráfico de función de distribución acumulativa complementaria como el de la Ilustración 10, en el eje vertical se presentan los percentiles y en el eje horizontal la latencia (BITAG, 2022).

La Ilustración 10 compara dos tecnologías hipotéticas "roja" y "azul" en este ejemplo, aunque ambas tecnologías tienen una latencia mínima de 5 ms, el algoritmo "rojo" proporciona una latencia constante baja por debajo de 10 ms para más del 99.9% de sus paquetes, mientras que con el algoritmo "azul" el 10 % de los paquetes sufre retrasos superiores a 25 ms, y el 1% de los paquetes sufren retrasos superiores a 55 ms. Si la latencia del percentil 99 se mantiene baja, el usuario percibirá que el servicio responde siempre a las necesidades y experiencias de sus aplicaciones.

⁴⁴ Organización sin fines de lucro que reúne a ingenieros y tecnólogos en un Grupo de Trabajo Técnico (GTT) para desarrollar consenso sobre el funcionamiento de Internet, incluidas las prácticas de gestión de redes de banda ancha y otras cuestiones técnicas que pueden afectar a la experiencia de los usuarios de Internet, incluidos los contenidos y dispositivos que utilizan Internet (BITAG, 2022).

Ilustración 10 Ejemplo de función de distribución acumulada complementaria de latencia de paquetes



Fuente: (BITAG, 2022, p. 25)

Caracterización de la latencia a través de percentiles

La propuesta estadística y gráfica para la latencia considera la metodología propuesta por la BITAG, a través de un gráfico de percentiles, además de las mediciones en horarios diferentes del día.

Definición de Cuantiles

Si se cuenta con un conjunto de datos ordenados en función de su magnitud, el valor de en medio (o la media aritmética de los dos valores de en medio), que divide al conjunto de datos en dos partes iguales, se conoce como *mediana*. Bajo esta perspectiva, se puede hacer uso del mismo razonamiento para dividir el conjunto en las partes que sean requeridas, precisamente; a este arreglo matemático se le conoce como cuantiles (Spiegel & Stephens, 2020).

La división del conjunto de datos no atiende a una segmentación en específico, sin embargo, las más comunes son (Spiegel & Stephens, 2020):

- Cuartiles: Dividen al conjunto de datos en cuatro partes iguales. Estos valores son denotados por Q_1 , Q_2 y Q_3 , que representan al primer, segundo y tercer cuartiles, respectivamente y en el que el valor de Q_2 es igual a la mediana.
- Deciles: Dividen al conjunto de datos en diez partes iguales. Estos valores son designados por D_1 , D_2 , D_3 , ..., D_9 . El valor de D_5 es igual a la mediana.
- Percentiles: Dividen al conjunto de datos en 100 partes iguales y se representan por P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 , ..., P_{99} . A través de esta segmentación, el valor de P_{50} es igual a la mediana. Así, el valor de P_{25} y P_{75} corresponden al primer cuartil (Q_1) y al tercer cuartil (Q_3), respectivamente.

Cálculo de percentiles

Para calcular el p-ésimo percentil de los datos para un banco de datos n observaciones, primero se deben ordenar los datos de forma ascendente (del valor de menor magnitud al de mayor magnitud). El valor menor quedará en la posición 1, el siguiente en la 2, y así consecutivamente. La posición del p-ésimo percentil, que se denota como P_p se calcula de acuerdo con la *Ecuación 1* (Anderson, et al., 2019).

Ecuación 1. Cálculo del p-ésimo percentil

$$P_p = \frac{p}{100}(n + 1)$$

Donde:

P_p = posición del p-ésimo percentil

P = p-ésimo percentil

n = número de observaciones

Una vez que es encontrada la posición del valor p-ésimo percentil, se puede proceder a calcularlo.

Un percentil aporta información acerca de la dispersión de los datos en el intervalo que va del menor al mayor valor de los datos. En este sentido, el percentil p es un valor tal que por lo menos p por ciento de las observaciones son menores o iguales que este valor y por lo menos $(100-p)$ por ciento de las observaciones son mayores o iguales que este valor. Los percentiles, dividen la muestra en 100 partes iguales (R. Anderson, et al., 2008).

Ejemplo de caracterización de la latencia

Para la realización del ejemplo de esta metodología, se realizaron los siguientes pasos:

- Generar dos muestras aleatorias de 1000 observaciones para tres tecnologías⁴⁵ diferentes en horas de poca actividad y horas pico, los intervalos están descritos en la tabla 9;
- Identificar los valores de latencia que correspondan al peor escenario (considerando las mediciones en horarios diferentes);
- Calcular el valor de los percentiles de cada tecnología;
- Obtener la gráfica de latencia para las tecnologías A, B, C y D expuestas en la tabla 9.

⁴⁵ Para el caso del SAI fijo se propone realizar la comparación para cable coaxial, DSL, fibra óptica, satelital, tecnología móvil y terrestre fijo inalámbrico. Por su parte, para el SAI móvil se propone realizar la comparación para 2G, 3G, 4G y 5G.

- Al ejemplo con cuatro tecnologías, se agregó el límite de latencia máxima aceptada que Ofcom permite a sus PSI.

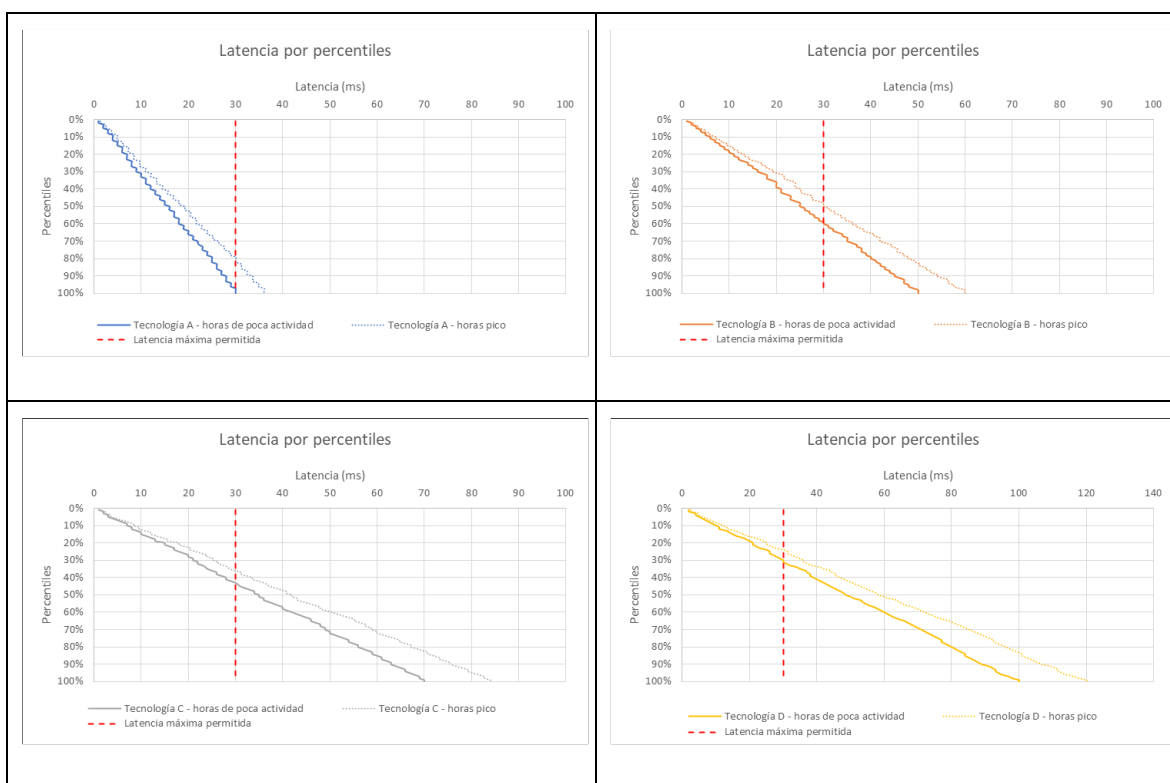
Intervalos de latencia por tecnología para horas de poca actividad y horas pico

Tabla 9 Intervalos de latencia por tecnología para horas de poca actividad y horas pico

Tecnología	Latencia (ms) en horas de poca actividad	Latencia (ms) en horas pico
A	Entre 1 y 30	Entre 1.2 y 36
B	Entre 1 y 50	Entre 1.2 y 60
C	Entre 1 y 70	Entre 1.2 y 84
D	Entre 1 y 100	Entre 1.2 y 120

Fuente: Elaboración propia con base en valoración empírica

Ilustración 9 Ejemplos de latencia para cuatro tecnologías en horas de poca actividad y horas pico, y el límite de latencia de Ofcom



Fuente: Elaboración propia con base en valores aleatorios.

La ilustración 11, muestra gráficamente un ejemplo de cuatro tecnologías denominadas A, B, C y D, a través de una línea continua se muestra la latencia presentada en horas de poca actividad, con una línea punteada la latencia presentada en horas pico y con una línea punteada roja el límite máximo de latencia permitida por Ofcom de 30 ms. Para la tecnología B hasta el percentil 60 es decir el 60% de la población percibe una latencia inferior al límite de Ofcom; por su parte para la tecnología C sólo el percentil 45 o el 45% de los usuarios recibe una latencia inferior al límite de 30 ms y para la tecnología D sólo el 30 % percibe una latencia menor de la máxima permitida por Ofcom. Por su parte, el 100% de los usuarios de la tecnología A perciben una latencia inferior al límite de Ofcom.

Ilustración 10 Ciclo de generación de gráficas de latencia



Fuente: (IFTcalidad, 2020)

La ilustración 12 presenta los pasos para la generación de las gráficas de la representación de la latencia a través de percentiles, considerando la regulación de los Lineamientos CF. Este tipo de análisis se puede desagregar, por tipo de tecnología de acceso, proveedores, así como tipo de asentamiento (urbano y rural⁴⁶), con el propósito de contrastar los resultados.

- **Interpretación de la pérdida de paquetes promedio por usuarios utilizando cuantiles**

El parámetro de pérdida de paquetes se utiliza para cuantificar los efectos de la inestabilidad de la ruta (UIT, 2022), generalmente se expresa como un porcentaje de paquetes de datos enviados desde el punto A al punto B que no alcanzaron el objetivo en comparación con el total de paquetes enviados. La pérdida de paquetes está estrechamente relacionada con la latencia y es una métrica fundamental para determinar el rendimiento en una conexión de banda ancha. (CRTC, 2020).

Un alto porcentaje de pérdida de paquetes impedirá que muchas aplicaciones funcionen a un nivel satisfactorio. Por ello, la *Canadian Radio-television and Telecommunications Commission* (CRTC) estableció en julio de 2018 el 0.25% como umbral de la proporción de paquetes perdidos. (CRTC, 2018). Asimismo, de acuerdo con un reporte de junio de 2020, elaborado para la CRTC, un promedio de pérdida de paquetes del 1% tiende a indicar problemas de conexión y puede traducirse en problemas de experiencia de usuario, como páginas web que no se pueden cargar o la imposibilidad de descargar o cargar archivos con éxito (CRTC, 2020).

La proporción de paquetes perdidos se mide en una población de interés y cobra relevancia en ciertas aplicaciones de tiempo real como, por ejemplo, voz y vídeo. Ya que la pérdida de paquetes está estrechamente relacionada con la latencia. Al respecto, se propone un análisis estadístico basado en percentiles como parte de la metodología, con la intención de describir y caracterizar un conjunto de

⁴⁶ De acuerdo con el INEGI, una población se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2,500 personas. Fuente: https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20INEGI,viven%20m%C3%A1s%20de%202%2C500%20personas.

muestras de pérdida de paquetes, al igual que como se hizo en el apartado anterior con la latencia. Es importante señalar que, para los dos conjuntos de muestras, esto es, hora pico y hora inactividad, se debe presentar la gráfica en percentiles y una vez que se determine el peor escenario, se procede al análisis de este.

De esta manera, la presentación de la diferencia entre usuarios de una misma tecnología será a través de un gráfico en el que en el eje vertical se presentan los percentiles y en el eje horizontal la proporción de paquetes perdidos.

Para la representación gráfica del conjunto de muestras de pérdida de paquetes, se realizaron los siguientes pasos:

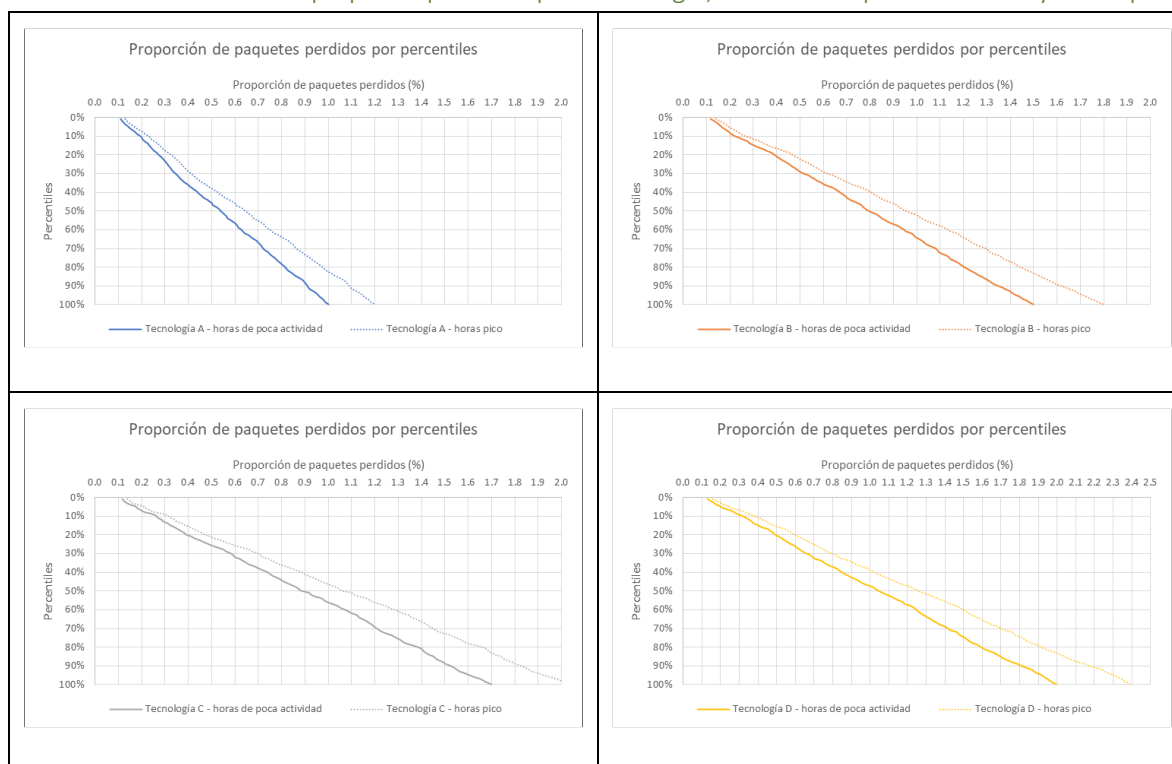
- Generar dos muestras aleatorias de 1000 observaciones para cuatro tecnologías diferentes, los intervalos están descritos en la tabla 10, considerando horas de poca actividad y horas pico;
- Calcular el valor de los percentiles de cada tecnología;
- Obtener la gráfica del “peor escenario” de proporción de paquetes perdidos para las tecnologías A, B, C y D expuestas en la tabla 10.

Tabla 10 Intervalos de proporción de paquetes perdidos por tecnología

Tecnología	Proporción de paquetes perdidos (%) en horas de poca actividad	Proporción de paquetes perdidos (%) en horas pico
A	Entre 0.1 y 1.0	Entre 0.12 y 1.20
B	Entre 0.1 y 1.5	Entre 0.12 y 1.80
C	Entre 0.1 y 1.7	Entre 0.12 y 2.04
D	Entre 0.1 y 2.0	Entre 0.12 y 2.40

Fuente: Elaboración propia con base en valoración empírica

Ilustración 11 Gráficas de paquetes perdidos por tecnología, en horas de poca actividad y horas pico.



Fuente: Elaboración propia con base en valores aleatorios.

La ilustración 13, presenta cuatro gráficas de proporción de paquetes perdidos ordenados en percentiles, en el eje vertical se encuentran los percentiles y en el eje horizontal la proporción de paquetes perdidos, para un ejemplo de cuatro tecnologías denominadas A, B, C y D, a través de una línea continua se muestra la proporción de paquetes perdidos en horas de poca actividad y con una línea punteada la proporción de paquetes perdidos en horas pico. En ella se observa que la tecnología A es la única en la que la totalidad de usuarios presenta una proporción de paquetes perdidos menor al 1%, señalado como límite para no tener problemas de conexión que pueda impactar en problemas de experiencia de usuario, en un estudio elaborado para la CRTC. Por otro lado, la tecnología D es la única en la que poco más de la mitad de sus usuarios presentó una proporción de paquetes perdidos mayor al 1% con una tendencia al límite máximo de proporción de paquetes perdidos de 2% establecido en Paraguay, el cual es el valor máximo aceptable encontrado en referencias internacionales. Para las tecnologías B y C menos de la mitad de los usuarios presentan una proporción de paquetes perdidos mayor al 1% sin llegar al 2% mencionado.

Ya que la proporción de paquetes perdidos puede variar de acuerdo con la tecnología de conexión del SAI, de acuerdo con la metodología establecida en los Lineamientos CF, será necesario evaluar si los valores de proporción de paquetes perdidos se encuentran dentro del intervalo aceptable para cada tipo de tecnología.

VI. Propuesta de umbrales de decisión respecto de los parámetros de la calidad del SAI

Ahora bien, como se ha presentado a lo largo de la presente metodología, se tiene el análisis estadístico y las gráficas correspondientes a los parámetros de calidad del servicio, tasa de transmisión de carga o descarga, latencia y pérdida de paquetes. Sin embargo, resulta necesario establecer umbrales para dichos parámetros de forma conjunta y, con ello, estar en condición de señalar si estos resultan ser los adecuados para garantizar que un usuario final pueda acceder libremente a cualquier contenido, aplicación o servicio disponible en Internet con calidad y continuidad, sin fragmentaciones, limitaciones o degradaciones. Adicionalmente, de origen los parámetros establecidos en los Lineamientos CF y Lineamientos CM están clasificados, en su mayoría, como “informativos”, lo que significa que por sí mismos no son sancionables por el Instituto en el contexto de la calidad del SAI tanto fijo como móvil.

Esto es, si la tasa de transmisión medida en el peor escenario no alcanzara, por ejemplo, el 80% o más de la tasa de transmisión acordada contractualmente, no sería sancionable ni en el contexto de la neutralidad de la red ni en términos de los Lineamientos CF y Lineamientos CM, toda vez que el parámetro de tasa de transmisión de datos (carga o descarga) tiene el carácter de informativo, adicionalmente a que lo que el usuario final experimentaría sería una velocidad de transmisión menor a la esperada, pero con la posibilidad de seguir accediendo al contenido, aplicaciones o servicios disponibles en Internet.

No obstante, si los tres parámetros (en conjunto) medidos y analizados a través de la metodología propuesta (tasa de transmisión de carga o descarga, latencia y pérdida de paquetes) no alcanzan los umbrales considerados como razonables (propuestos enseguida) difícilmente un usuario final podría disfrutar de cualquier contenido, aplicación o servicio disponible en Internet con calidad y continuidad, sin fragmentaciones, limitaciones o degradaciones.

Esta construcción normativa encuentra fundamento en que si bien, la aplicación de gestión de tráfico es difícilmente detectable de forma directa por el usuario final, este último sí detecta el rendimiento de su SAI y es precisamente este uno de los principales objetivos de la normatividad relacionada con la neutralidad de la red, de acuerdo con la experiencia internacional, pues es un derecho de cara al usuario final. Lo anterior, con independencia de que la diferenciación del tráfico que realice un PSI genere preocupación en el regulador ya que, para este último caso, de la experiencia internacional no se advierte alguna solución a corto plazo, tal y como fue señalado en el estudio “Investigación

sobre los mecanismos para el monitoreo del cumplimiento del principio de neutralidad de la red que resulten aplicables al marco regulatorio nacional”. Específicamente la diferenciación de tráfico es aún más compleja de detectar y caracterizar desde la perspectiva del usuario final que la calificación de la aplicación de gestión de tráfico. Por ello, la tendencia de los reguladores se ha centrado en soluciones prácticas y de implementación inmediata, ya que la mayoría de dichos reguladores ya tiene regulación en materia de calidad del SAI.

Ahora bien, para estar en posibilidad de proponer los siguientes umbrales, se realizó una investigación de la experiencia internacional y los resultados para cada parámetro, se muestran a continuación.

Umbrales para la tasa de transmisión de datos carga o descarga

Tabla 11 Especificación de tasas de transmisión mediante el uso de porcentajes y tasas de transmisión alcanzables

Regulador	Especificación de tasas de transmisión mediante el uso de porcentajes	Velocidades alcanzables
Bélgica	Velocidad de carga y descarga normalmente disponible: velocidad que el usuario final puede esperar durante al menos el 95% del tiempo.	• Velocidad mínima de carga y descarga: velocidad por debajo de la cual el ISP nunca irá, excepto en caso de interrupción de la conexión. • Velocidad máxima de carga y descarga: velocidad que el usuario final puede esperar recibir en principio al menos una vez al día.
Bulgaria	Las velocidades normalmente disponibles deben ser el 80% de la velocidad máxima.	La velocidad normalmente disponible debe estar disponible el 80% del tiempo durante 24 horas.
Grecia	Los PSI pueden realizar mediciones individuales en la conexión del abonado o mediciones agregadas en una zona geográfica (por ejemplo, un municipio o una zona definida por la central local). La muestra de medición no debe tener más de 1 año y las	Horas pico de 19:00 a 23:00 para usuarios residenciales, y de 09:00 a 17:00 para usuarios no residenciales (empresas).

Regulador	Especificación de tasas de transmisión mediante el uso de porcentajes	Velocidades alcanzables
	estimaciones deben definirse mediante intervalos de confianza con un nivel de confianza $\geq 95\%$. A partir de la muestra de medición, las velocidades mínimas, máximas y normalmente disponible se definen como sigue: • Velocidad mínima 5% de las mediciones en horas pico • Velocidad máxima 95% de las mediciones en horas no pico • Velocidad normalmente disponible 50% de las mediciones durante las horas pico	Los PSI son libres de ofrecer diferentes intervalos para las horas pico, en función del uso real de sus redes.
Finlandia	Requisitos establecidos para los abonados con velocidad máxima ≤ 100 Mbit/s: • La velocidad mínima debe ser al menos el 70% de la velocidad máxima. • La velocidad normalmente disponible debe ser al menos 90% de la velocidad máxima.	Normalmente, la velocidad disponible debe alcanzar el 90% del tiempo durante cada período de cuatro horas.

Regulador	Especificación de tasas de transmisión mediante el uso de porcentajes	Velocidades alcanzables
Croacia	• Velocidad mínima $\geq 70\%$ de la velocidad máxima. • Velocidad normalmente disponible: no especificada debido al elevado umbral para la velocidad mínima	
Italia	Velocidad mínima/velocidad máxima: 95- y 5-cuantil (respectivamente) de las velocidades medidas en un intervalo de tiempo (6 meses para valores estadísticos comparativos / 24 horas para líneas de usuarios individuales). Las medidas se muestrean cada 15 minutos. También se calculan y publican las desviaciones promedio y estándar.	La velocidad máxima se define en función de medidas reales, por lo que es alcanzable.
Lituania	• La velocidad mínima es aquella que garantiza la provisión de IAS; • La velocidad normalmente disponible se calcula como el percentil 80 de todos los valores de velocidad medidos; • La velocidad máxima se calcula como el percentil 95 de todos los valores de velocidad medidos.	

Regulador	Especificación de tasas de transmisión mediante el uso de porcentajes	Velocidades alcanzables
Letonia	Velocidad mínima: $\geq 20\%$ de la velocidad máxima	
Países Bajos	Los PSI están obligados a especificar en sus contratos la velocidad de Internet en las redes fijas: • Velocidad mínima • Velocidad normalmente disponible • Velocidad máxima de descarga	• La velocidad medida nunca puede ser inferior a la velocidad mínima, excepto si se produce una situación como la descrita en el artículo 7.1a de la Ley de Telecomunicaciones neerlandesa. • La velocidad normalmente disponible debe alcanzarse en al menos ocho de cada diez mediciones de un SAI que un usuario final realice en una sola semana. Las mediciones deben repartirse uniformemente entre al menos tres días de dicha semana y pueden realizarse en cualquier momento del día, pero no puede contarse más de una medición por hora. • Al menos el 90% de la velocidad máxima se alcanza en una de las diez mediciones que realice un usuario final en una misma semana.
Eslovenia	• La velocidad mínima debe ser al menos el 50% de la velocidad máxima y al menos el 25% de la velocidad máxima de entrada y salida utilizando el acceso FWA.	• Velocidad normalmente disponible: al menos el 90% del tiempo del día fuera de las horas punta. • Velocidad máxima: alcanzable al menos una vez al día

Regulador	Especificación de tasas de transmisión mediante el uso de porcentajes	Velocidades alcanzables
	La velocidad normalmente disponible debe ser al menos el 80% de la velocidad máxima de conexión de entrada y salida. En caso de acceso FWA, la velocidad normalmente disponible debe ser al menos el 50% de la velocidad máxima.	Velocidad mínima: velocidad real más baja de transferencia de datos desde el servidor o hacia el servidor (excepto en caso de fallo de la red).
Eslovaquia	- Velocidad mínima: $\geq 40\%$ de la velocidad máxima. - Velocidad normalmente disponible: $\geq 90\%$ de la velocidad máxima. - Velocidad anunciada: se recomienda su aplicación para que permita evaluar la velocidad anunciada frente al rendimiento real del SAI.	- Velocidad normalmente disponible: 90% de cualquier periodo de medición continuo de 4 horas. - Velocidad máxima: al menos una vez entre las 00:00 y las 24:00.

Fuente: (BEREC, 2022, p. 57)

Tabla 12 Objetivos de Velocidad en el SAI fijo

País	Objetivo
Argentina	50% de la velocidad nominal.
Chile	95% de la velocidad contratada en horas pico y 98% de la velocidad contratada en horas no pico.
Colombia	Velocidad de subida y de bajada de acuerdo con la oferta comercial.

Paraguay	Velocidad mínima mayor o igual a 2 Mbps.
Perú	70% de la velocidad contratada al menos al 95% de los usuarios.
Estados Unidos	Al menos 10/1 Mbps, sólo beneficiarios del Fondo Conecta América de CAF; además señala que la nueva infraestructura de banda ancha, financiada bajo los fondos de la Ley de Inversión en Infraestructura y Empleos de 2021, deberá permitir velocidades de descarga de al menos 100 Mbps.

Fuente: (Cullen, 2023)

En lo que refiere al SAI móvil sólo Chile, Colombia, Costa Rica, Paraguay y Perú cuentan con objetivos de velocidad.

En términos de lo anterior, las autoridades reguladoras consideradas en la investigación han establecido umbrales aceptables para la tasa de transmisión de datos para el SAI tanto fijo como móvil, sin que haya un consenso sobre lo que resulta aceptable o no. Ahora bien, se debe tener claridad respecto a que la neutralidad de la red se entiende, en el contexto nacional, como el derecho a que cualquier usuario final tenga acceso a cualquier contenido, aplicación o servicio disponible en Internet, por lo que se considera que los umbrales propuestos deben ser estrictos, para asegurar, con ello, que todos o casi todos los usuarios puedan ejercer este derecho, sin perder de vista que se está ante una tecnología de acceso a Internet que como cualquier otra es susceptible a fallas. El balance entre el derecho de los usuarios y los aspectos técnicos del SAI debe ser cuidadoso y tendiente, siempre, a favorecer a los usuarios finales.

Es de hacer notar que ante este escenario cualquier umbral será cuestionado. Sin embargo, considerando un criterio razonable y basado en la experiencia de esta investigadora, la tasa de transmisión de datos de carga o descarga (peor escenario de los horarios de prueba) debe ser mayor o igual al **80% de la tasa de transmisión de datos acordada contractualmente** por el usuario final, como un criterio aceptable de calidad del servicio en el contexto de la neutralidad de la red. Con este criterio se estaría permitiendo sólo el caso en el que 20% de los usuarios finales (medidos) no alcanzará la velocidad acordada contractualmente.

Adicionalmente, este criterio podría ser consistente con los datos registrados en el sistema “Soy Usuario”, particularmente en los señalado en el “Primer Informe Estadístico Trimestral 2023 del portal Soy Usuario” (Usuario, 2023), por lo que de las 2,652 fallas reportadas en el servicio en el

primer trimestre de 2023, sólo **253** corresponden a que el usuario no recibe la velocidad contratada, esto es el **9.5 % de las fallas reportadas**.

No obstante, también puede ser necesario que el área requirente, durante un periodo de un año o más, observe los resultados del análisis estadístico aquí propuesto para que, a partir de ello, determine el umbral que considere razonable, además de los datos reportados en los diferentes mecanismos como el de “Soy Usuario”, en los que se da cuenta del tipo de quejas más recurrentes de los usuarios finales del SAI, esto en virtud de las diferencias estructurales de la red de telecomunicaciones de México comparado con los otros países mencionados en la tabla 12.

Umbrales para latencia

Con el objetivo de conocer los parámetros y objetivos que otros reguladores han establecido se hizo un búsqueda y análisis de la regulación internacional. Así, la tabla 13 muestra a los países que cuentan con objetivos de latencia tanto fija y móvil, así como los umbrales que han establecido. De dicha tabla se observa que Ofcom es el país con una regulación más estricta, puesto que señala que la latencia media en una conexión de banda ancha fija debe estar entre **10 y 30 ms**. La latencia en otras redes, sobre todo por satélite, tiende a ser mayor (Ofcom, 2016). El regulador de Paraguay, por su parte, distingue entre la latencia en tecnologías terrestres y satelitales, teniendo en esta última un objetivo de 900 ms.

Tabla 13 Objetivos de latencia para el SAI fijo y Móvil

Tipo de servicio	País	Información
Fijo	Argentina	<100 ms
	Canadá	50 ms
	Colombia	<50 ms
	Paraguay	Comunicaciones terrestres: 80 ms; Satelital: 900 ms
	Estados Unidos	Latencia adecuada para aplicaciones de tiempo real, incluyendo las llamadas VoIP
	Reino Unido	Entre 10 y 30 ms

Tipo de servicio	País	Información
Móvil	Colombia	<150 ms; <100 ms para 4G desde el 1 abril de 2023
Fijo y Móvil	Sudáfrica	≤100ms

Fuente: (Cullen, 2023, p. 17) y (Ofcom, 2016).

Ahora bien, de acuerdo con referencias internacionales, la latencia puede variar de acuerdo con la tecnología de conexión del SAI, por ejemplo, para tecnologías basadas en fibra óptica la latencia promedio puede estar entre 1-10 ms, otros valores de latencia por tecnología se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Parámetros de latencia del SAI fijo y móvil

SAI	Tecnología	Latencia Promedio
Fijo	Cable coaxial	100ms
	Par de cobre (ADSL)	80-100ms
	Par de cobre (VDSL 2)	30-50 ms
	Fibra óptica (FTTH)	1-10 ms
	Fibra óptica y coaxial (HFC)	5-15 ms
	Satelital	30-25ms
	Par trenzado	15-30ms
Móvil	2G	500ms-1s
	3G	100-300ms
	4G	10-100ms
	5G	1 ms

Fuente: Elaboración propia con información de (Telefónica, 2021), (Fibras Ópticas México, 2022), (Hannula, 2020) y (García, 2019).

Aunado a lo anterior, se sabe que la latencia es un parámetro que suele ser sensible por parte de los usuarios, distintos autores señalan que latencia debe analizarse en función del contenido que se desea reproducir. Al respecto, Pavel Lunin establece límites de latencia aceptables por contenidos, esta información se representa en la ilustración 14. En suma, cuando un usuario se enfrenta a una latencia menor de 30ms no percibe ninguna afectación a su experiencia, por el contrario, cuando la

latencia suele ser superior de 100 ms comienza a percibir ligeras afectaciones en la experiencia de uso (Lunin, 2022).

Ilustración 12 Objetivos de latencia por contenido

>150ms	100-150ms	60-100ms	30-60ms	<30ms
"Funciona", pero no es aceptable para la mayoría de las aplicaciones comerciales en estos días	El usuario suele sentir que "Internet es lento".	Aceptable, pero los usuarios comienzan a sentirlo: sitios web un poco más lentos, descargas no lo suficientemente rápidas, etc.	Todavía está bien, pero se nota para ciertas aplicaciones (juegos, etc.)	Poco o ningún impacto en la experiencia del usuario

Fuente: (Lunin, 2022)

Al respecto, desde la experiencia de esta investigadora resulta más acertado enfocarse en los valores de latencia que al menos permitirían a los usuarios finales acceder a Internet, aunque dicho acceso “se percibiría como lento”, que en los tipos de tecnologías de acceso. Lo anterior, puesto que, aunque el usuario final tuviera una tecnología con altos niveles de latencia como medio de acceso a Internet, dicha tecnología debería permitirle, al menos, navegar en la mayoría de las aplicaciones comerciales en estos días. En estos términos, **parece razonable** proponer que, para el **SAI fijo**, el umbral de latencia se encuentre entre **30 y 100 ms** esto con la intención de que el usuario final puede acceder a cualquier contenido, aplicación o servicio disponible en Internet con calidad y continuidad, sin fragmentaciones, limitaciones o degradaciones de Internet y en el caso del **SAI móvil** el umbral se propone entre los **50 y 150 ms**.

Ahora bien, si el área lo considera pertinente y además cuenta con la información respecto al tipo de tecnología de acceso del usuario del que se trate, se podría establecer no un intervalo, sino un valor mínimo, pero para ello, se considera necesario que el área requirente, durante un periodo de un año o más, observe los resultados del análisis estadístico aquí propuesto para determinar el umbral que considere razonable, esto en razón de las diferencias estructurales de la red de telecomunicaciones de México comparado con los otros países mencionados en la tabla 14.

Adicionalmente, es preciso recordar al lector que ni en los Lineamientos de CF ni en los CM se establecen valores para el parámetro de latencia, por lo que la propuesta de intervalos aquí señalada podría ser considerada como un punto de partida para futuras observaciones, además de generar

información que resulta útil para que los usuarios puedan elegir de una manera más informada sobre el servicio que desean adquirir.

Umbrales para pérdida de paquetes

De acuerdo con la UIT, la pérdida de paquetes o tasa de pérdida de paquetes es la razón del número total de resultado de paquetes perdidos al número total de paquetes transmitidos, en una población de interés. (UIT, 2004)

Ahora bien, de acuerdo con (FMS, 2023), la pérdida de paquetes es cuando uno o más «paquetes» no llegan a su destino. En la mayoría de los casos, puede ser un problema menor en segundo plano que ocurra en la red de vez en cuando, pero eso no significa que deba pasar desapercibido. En términos de monitorización de redes, existe un nivel aceptable de pérdida de paquetes (alrededor del 1% más o menos) (FMS, 2023).

Una de las causas más comunes de la pérdida de paquetes es tener enlaces que rozan el rendimiento máximo y que comienzan a eliminar paquetes, en otras palabras, congestión. Sin embargo, también existen otras causas, como problemas generales de radio, hardware defectuoso y, en algunos casos, un dispositivo puede eliminar paquetes a propósito con fines de enrutamiento o para limitar el rendimiento del tráfico, esto es, gestión de tráfico.

Al respecto, en la tabla 14 se muestran a los países de América que cuentan con objetivos para pérdida de paquetes tanto para el SAI fijo y móvil. Al respecto, Canadá es el país con el objetivo más estricto con 0.25% de los paquetes perdidos, en contraste Paraguay tiene un límite de 2%, todo esto para el SAI fijo. En el caso de móvil, sólo Costa Rica cuenta con objetivos y se localiza en un límite entre 0.5% y 5% dependiendo del servicio.

Tabla 15 Países con objetivos para pérdida de paquetes en América

Tipo de Servicio	País	Información
Fijo	Argentina	<1%
	Canadá	Umbral 0.25%
	Costa Rica	Pérdida máxima de 0.5% a 5% en función de la descripción del servicio.
	Paraguay	Máximo 2%

Tipo de Servicio	País	Información
Móvil	Costa Rica	Pérdida máxima de 0.5% a 5% en función de la descripción del servicio.

Fuente: (Cullen, 2023, p. 17)

En este caso, al igual que los dos parámetros anteriores, de la experiencia internacional difícilmente se puede establecer un criterio homogéneo. Por lo que cualquier umbral propuesto será cuestionado, pero podría ser considerado como un punto de partida para generar un criterio estándar al menos en la regulación nacional. Adicionalmente, de forma empírica el equipo de investigación a cargo de la presente propuesta realizó una serie de pruebas en relación con el porcentaje de pérdida de paquetes para diferentes PSI⁴⁷ del servicio fijo y a partir de la experiencia de cada usuario, se considera razonable que el **porcentaje de pérdida de paquetes** deba ser **menor o igual al 2%**.

Sin embargo, también puede ser necesario que el área requirente, durante un periodo de un año o más, observe los resultados del análisis estadístico aquí propuesto para determinar el umbral que considere razonable, esto en virtud de las diferencias estructurales de la red de telecomunicaciones de México comparado con los otros países mencionados en la tabla 14.

Así las cosas, una vez que se valide documentalmente la implementación de las políticas de gestión de tráfico y administración de red por parte del PSI, a través de la metodología propuesta, se comparan los valores de los parámetros medidos en el marco de la calidad del SAI, ya sea fijo o móvil, con los umbrales también propuestos. A partir de esto, se estaría calificando la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red por parte del PSI, y en el caso de que estos parámetros no cumplieran con los aquí sugeridos o los observados por la unidad requirente, se estaría ante una acción contraria al artículo 3, fracción I, de los Lineamientos NN.

⁴⁷ Se realizaron pruebas con el comando ping para diferentes PSI (totalplay, izzi y Telmex)

VII. Conclusiones y Recomendaciones

En términos generales, en la práctica la vigilancia del cumplimiento del principio de neutralidad de la red es sumamente complejo y difícilmente detectable de forma directa. Al respecto, si bien BERECE publicó una guía para proveer a las ANR de un procedimiento para ello, es de hacer notar que la mayoría de las autoridades han optado por una vigilancia orientada hacia la calidad del SAI, tanto fijo como móvil. Bajo un escenario mucho más flexible que el propuesto en la presente metodología y esto, por ejemplo, debido a que los reguladores dan por hecho que los PSI implementan políticas de gestión de tráfico y administración de red. Así, la orientación hacia el monitoreo de la calidad del servicio en el contexto de la neutralidad de la red se debe, principalmente, a que es en esta característica (calidad) del SAI en la que se “percibe” por el usuario final si su PSI está alineado o no con los principios de la neutralidad de la red que refieren exclusivamente a la gestión de tráfico.

En el caso nacional, si bien no se puede dar por hecho la implementación de gestión de tráfico y administración de red por parte de los PSI, sí es posible validarlo documentalmente a través del código de las políticas de gestión de tráfico que es obligación del PSI publicar en su portal de Internet, además de “calificarla” mediante la comparación de la calidad del SAI fijo o móvil a partir de la variación de los parámetros (tasa de transmisión de datos, latencia y pérdida de paquetes) en dos horarios diferentes del día (hora de poca actividad y hora pico), tal y como sugiere Ofcom (Klein, et al., 2011). Todo lo anterior, con el único propósito de validar que, si el PSI está aplicando técnicas de gestión de tráfico y administración de la red, lo realice para garantizar la calidad y velocidad del servicio contratado.

Ahora bien, es claro que los alcances de la presente metodología son limitados y están en función de la regulación vigente en materia de calidad del SAI fijo y móvil. Pero es justamente esta su fortaleza, esto es, que emplea elementos existentes y que, en su caso, requieren una modificación mínima para que el alcance de dicha regulación pueda extenderse a una forma internacionalmente usada para monitorear el cumplimiento del principio de neutralidad de la red basada en el monitoreo de los parámetros de la calidad del SAI, además de que con las mediciones obtenidas a través de las metodologías ya aprobadas por el Instituto en materia de calidad del SAI fijo y móvil, se estaría dando un primer paso (pequeño) pero hacía la dirección correcta en el sentido de que el Instituto está trabajando en formular esquemas que monitoreen el cumplimiento de los Lineamientos NN y sin costos adicionales para la implementación de dichos esquemas, además de los ya previstos para la verificación del cumplimiento de la regulación en materia de calidad del SAI tanto fijo como móvil.

Hay que tener en cuenta que la propuesta metodológica se encuentra alineada con la LAR⁴⁸ consistente en “Monitorear y asegurar el cumplimiento de los principios y condiciones de una Internet abierta, innovadora y neutral por parte de los proveedores de servicios de internet”, dicha línea de acción forma parte de la “Estrategia 4.2 Facilitar el desarrollo de una Internet abierta y neutralidad que promueva la competencia y la innovación en el ecosistema digital”, ambas contenidas en la Estrategia IFT 2021-2025 (Estrategia, 2020). Lo que significa que la metodología establece medidas para brindar certidumbre sobre los principios y condiciones que debe tener Internet como plataforma abierta y neutral, a partir de criterios objetivos, transparentes, que promuevan la competencia y la innovación en el ecosistema digital.

Lo anterior, con independencia de que el Instituto pueda emplear otros mecanismos de cara al usuario final para el monitoreo de la neutralidad de la red, tal es el caso, de las aplicaciones como “Conoce tu velocidad”, “Mi IFT”, “Soy Usuario”, o incluso el análisis periódico de información generada por servicios como *Speedtest*, entre otros.

En particular el uso generalizado de las herramientas como *Speedtest* sugieren que esta pudiera ser una herramienta alternativa mucho más práctica para generar los datos necesarios que lleven a la calificación de la aplicación de la implementación de la gestión de tráfico por parte de los PSI. No obstante, en la presente metodología se emplean los datos obtenidos a través de las metodologías establecidas tanto en los Lineamientos CF y CM porque dichos lineamientos constituyen el marco regulatorio nacional vigente de la calidad del SAI fijo y móvil y al tener ese rigor regulatorio, constituyen una base regulatoriamente válida para el monitoreo de la neutralidad de la red, por lo que hace a la gestión de tráfico y administración de red orientada a garantizar la calidad y velocidad del servicio contratado.

Es importante reiterar que con la metodología propuesta no es posible vigilar el cumplimiento de **la totalidad de los Lineamientos NN**, pero sí constituye un primer ejercicio de aproximación sistemática y fundamentada técnicamente para validar la aplicación de políticas de gestión de tráfico y administración de red por parte de los PSI a través de la observación de la variación de los parámetros (tasa de transmisión de datos de carga o descarga, latencia y pérdida de paquetes), y en ese sentido dicha aplicación debe estar orientada a garantizar la velocidad y calidad del servicio contratado por el usuario final. Sin embargo, su implementación no es ni inminente ni inmediata, en razón de que la metodología sólo contiene los elementos técnicos base que podrían ser considerados en el marco normativo que, en su caso, emita el Instituto al respecto del procedimiento de supervisión del cumplimiento de la totalidad de los Lineamientos NN. Además, para la aplicación práctica de esta metodología, esta deberá ir acompañada del correspondiente análisis jurídico y los instrumentos normativos (acuerdos) necesarios.

⁴⁸ Línea de Acción Regulatoria, en términos de la Estrategia

Ahora bien, en el caso de que el Instituto considerara esta metodología en el marco normativo correspondiente, la metodología también podría generar información útil para el monitoreo de la calidad del SAI efectivamente proporcionado a una muestra representativa de usuarios finales, y para el establecimiento de umbrales de calidad aplicables al caso mexicano.

Ahora bien, de la experiencia internacional revisada durante el desarrollo del presente estudio, se dio cuenta de la existencia de mecanismos de monitoreo del cumplimiento de la regulación en materia de neutralidad de la red a través de esquemas colaborativos, en los que los usuarios finales contribuyen, por ejemplo, al realizar la medición de la velocidad del SAI, a la generación de datos que se emplean en algunos casos para generar mapas de cobertura y velocidades del SAI. Lo anterior, también podría ser empleado por el Instituto para recabar información sobre las velocidades de transmisión de datos y generar estadísticas que se podrían incluir en el “Informe de la implementación de los Lineamientos de Neutralidad de la Red”.

Adicionalmente, durante el desarrollo de la presente metodología, se identificaron algunos elementos que se consideran áreas de oportunidad para la regulación de calidad del SAI tanto fijo como móvil, a continuación, se describen:

- Se considera necesario:
 - Realizar una validación técnica de los datos de las mediciones obtenidas a través de la metodología establecida en los Lineamientos CF y CM, considerando la tabla 6 del presente estudio;
 - Revisar, desde el punto de vista jurídico, que la instalación del software para pruebas en los equipos terminales de los usuarios no constituye un acto de molestia, además de asegurar que en ningún caso dicho software estaría almacenando y/o transmitiendo datos personales de los usuarios finales. Derivado de la investigación para el desarrollo de la metodología propuesta, se identificó que, en Francia, la ARCEP procuró que los dispositivos/software para la realización de pruebas del SAI contarán con la validación con la autoridad en materia de protección de datos personales de dicho país;
 - Que las mediciones se realicen en dos horarios diferentes del día, uno en horario de poca actividad y otro en hora pico de tráfico, además de realizar agrupaciones de las mediciones por clases de ancho de banda, tecnología de acceso, zona geográfica, entre otros⁴⁹. Lo anterior, exclusivamente para los alcances de la presente metodología, ya que para efectos de calidad con las mediciones establecidas sería suficiente;

** En la metodología se propone una división por clases de tasa de transmisión, sin embargo, el área requirente puede generar las clasificaciones que considere pertinentes.

- Que exista la posibilidad de que el software necesario para las mediciones considere la opción de que no sea instalado dentro del módem, sino en un equipo adicional conectado de forma externa a dicho módem. Lo anterior, habida cuenta de que, en el análisis de experiencia internacional, el desarrollo de un software es mucho más costoso debido a la diversidad de dispositivos terminales. Tener la posibilidad de poder conectar un dispositivo genérico reduciría el costo;
- Contar con los datos/registro/tarifa del SAI contratado por el usuario final, con la intención de realizar las comparaciones necesarias;
- Acelerar la implementación de la metodología de medición establecida en los Lineamientos CF;
- Seguir analizando las diversas alternativas tecnológicas que permitan la detección de la diferenciación de tráfico aplicada por los PSI con una intención diferente a la de garantizar la calidad y velocidad del servicio contratado, todo lo anterior en el marco de la neutralidad de la red;
- Generar un reporte con la información que derive de la aplicación de la presente metodología o, en su caso, incluirlo en el “Informe de la Implementación de los Lineamientos sobre Neutralidad de la Red”, y
- Considerar, eventualmente, la conveniencia de combinar la aplicación de la metodología propuesta con otras herramientas que han sido empleadas para evaluar la neutralidad de las redes. A manera de ejemplo, podría combinarse la metodología con un estudio elaborado a partir de datos de *Speedtest*, similar a lo que se realiza en Bélgica, o a través del uso de otras herramientas similares, que han sido elegidas por otros países (Véase tabla 5), que además emplean herramientas de Ookla con las que ya cuenta el Instituto.
- En suma, es necesario que el área requirente adopte un enfoque para “monitorear” el cumplimiento del principio de neutralidad de la red. Ahora bien, el enfoque que se adopte deberá ser eficiente e implementando con la mayor prontitud posible, pues el derecho de acceder libremente a cualquier contenido, aplicación o servicio disponible legalmente en Internet (neutralidad de la red) se encuentra íntimamente asociado con el ejercicio de otros derechos humanos y libertades fundamentales en el entorno digital. Además, el referido enfoque debe ser lo suficientemente flexible como para permitir la implementación de nuevas tecnologías como lo son 5G, en las que la “segmentación de red” y la diferenciación del tráfico por caso de uso tendrá implicaciones en la interpretación de la neutralidad de la red.

No es casualidad que los diversos reguladores estudiados hayan optado por un enfoque orientado al monitoreo de los parámetros de la calidad del SAI, pues en estos términos es posible asegurar que un usuario final tenga la calidad del servicio acordado contractualmente, incluso ante escenarios en los que el SAI de propósito general se convertirá en una forma de acceso a Internet diferencia de múltiples casos de uso, como lo son, el Internet de las cosas y la comunicación máquina a máquina.

Finalmente, se reitera que el Instituto ha desarrollado diversas herramientas, tales como: “Soy Usuario”, “Conoce tu Velocidad”, “Mapas de Cobertura” y “Mi IFT” que fueron creadas con el objetivo de que los usuarios cuenten con mayores elementos que les permitan tomar decisiones informadas y que puedan ejercer sus derechos, como el de la libre elección y, que a consideración de esta investigadora, podrían ser empleados por el regulador para empoderar/informar a los usuarios del SAI en relación con el principio de neutralidad de la red.

VIII. Bibliografía.

Anderson, D. R. y otros, 2019. *Estadística para negocios y economía*. 13 ed. Ciudad de México: Cengage Learning.

Anon., 2022. *Fibras Ópticas México*. [En línea] Available at: <https://fibrasopticasdemexico.com/latencia-en-fibra-optica/#:~:text=La%20latencia%20promedio%20de%20empresas,coaxial%20fue%20de%2051%20ms.>

ARCEP, 2020. *Code de conduite 2020 de la qualité de service d'internet*, Paris: ARCEP.

ARCEP, 2023. www.arcep.fr. [En línea] Available at: <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-internet-et-numerique/la-mesure-de-la-qualite-de-service-dinternet.html> [Último acceso: 14 04 2023].

Asociación de Internet MX, 2022. *Hábitos de las personas usuarias de Internet en México 2022*, Ciudad de México: Asociación de Internet MX.

BEREC, 2014. *Monitoring of Internet access services in the context of net neutrality*, s.l.: s.n.

BEREC, 2020. *BEREC Guidelines detailing Quality of Service Parameters*, s.l.: s.n.

BEREC, 2020. *BEREC Guidelines on the Implementation of the Open Internet Regulation*, s.l.: s.n.

BEREC, 2022. *BEREC Report on the implementation of the Open Internet Regulation 2022*, s.l.: BEREC.

BEREC, 26 Noviembre 2012. *Guidelines for quality of service in the scope of net neutrality*, s.l.: s.n.

BIT, 2022. *Banco de Información en Telecomunicaciones*. [En línea] Available at: <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/> [Último acceso: 15 abril 2023].

BITAG, 2022. *Latency Explained*, s.l.: Grupo Asesor Técnico de Banda Ancha.

Black, J., Hopper, M. & Band, C., 2007. Making a success of Principles-based regulation. *Law and Financial Markets Review*, Mayo.pp. 191-206.

BNetzA, 2022. *Annual Report 2021/22: Información, methods and data basis*, s.l.: s.n.

Comunicazioni, A. p. I. G. N., 2022. *Relazione sulle attività svolte dall'Autorità in materia di Open Internet*, s.l.: s.n.

CRTC, 2018. *Telecom Decision CRTC 2018-241*. [En línea]
Available at: <https://crtc.gc.ca/eng/archive/2018/2018-241.pdf>

CRTC, 2020. *Medición de la banda ancha en Canadá*, Canadá: SamKnows.

Cullen International, 2022. *Cullen International*. [En línea]
Available at: <https://www.cullen-international.com/>

Cullen, 2023a. *South Africa's telecoms regulator amends QoS rules*, s.l.: Cullen International.

Cullen, 2023. *Quality of service monitoring – broadband*, Cullen International: s.n.

Estrategia, I., 2020. *Estrategia IFT 2021-205*, s.l.: s.n.

Europeo, P., 2015. *Reglamento (UE) 2015/2120 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015, por el que se establecen medidas relativas al acceso abierto a Internet y se modifica la Directiva 2002/22/CE sobre el servicio universal y los derechos de los usuarios*. [En línea]
Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2120&from=EN>

Fibras Ópticas México, 2022. *fibrasopticasdemexico.com*. [En línea]
Available at: <https://fibrasopticasdemexico.com/latencia-en-fibra-optica/#:~:text=La%20latencia%20promedio%20de%20empresas,coaxial%20fue%20de%2051%20ms>.
[Último acceso: 02 julio 2023].

FMS, P., 2023. *¿Qué es la pérdida de paquetes y cómo puede afectar a tu red?*. [En línea]
Available at: <https://pandorafms.com/blog/es/que-es-la-perdida-de-paquetes/>

García, A., 2019. Consiguen batir el reto de latencia. *AZ adsl zone*, 18 julio.

Garrett, T., Setenareski, L. & Peres, L., 2022. A survey of Network Neutrality regulations worldwide. *Computer Law and Security Law*, 44(105654), pp. 1-19.

Haluna, L., 07. Cable vs. Fiber Internet. *Wistle Out*, 2020 mayo.

Hannula, L., 2020. Cable vs. Fiber Internet. *Whistle Out*, 07 mayo.

IFTa, 2021. *Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red a que deberán sujetarse los concesionarios y autorizados que presten el servicio de acceso a Internet*. [En línea] Available at: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5622965&fecha=05/07/2021#gsc.tab=0

IFTcalidad, 2018. *Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba y emite los lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil...* [En línea] Available at: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510754&fecha=17/01/2018&print=true

IFTcalidad, 2020. *Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones emite los Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio fijo*. [En línea] Available at: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5587373&fecha=25/02/2020#gsc.tab=0

IFTCM, 2018. *DOF*. [En línea] [Último acceso: 24 abril 2023].

Klein, J., Freeman, J., Morland, R. & Revell, S., 2011. *Traffic management and quality of experience*, s.l.: s.n.

Koukoutsidis, I., 2015. Public QoS and Net Neutrality Measurements: Current Status and Challenges Toward Exploitable Results. *Journal of Information Policy*, Volumen 5, pp. 245-286.

Lunin, P., 2022. Network Latency: how latency, bandwidth & packet drops impact your speed. *Scaleway Blog*.

Neutrality, B., 2012. *Guidelines for quality of service in the scope of net neutrality b*. [En línea] Available at: [https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/document_register_store/2012/11/BoR %2812%29 131 Draft BEREC NN QoS Guidelines 2012.11.26.pdf](https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/document_register_store/2012/11/BoR_%2812%29_131_Draft_BEREC_NN_QoS_Guidelines_2012.11.26.pdf) [Último acceso: 29 abril 2023].

OCDE(a), 2019. *Implementación del Análisis de Impacto Regulatorio en el Gobierno*. s.l.:s.n.

OCDE, 2019. *Guía de la OCDE para el cumplimiento regulatorio y las inspecciones*. Paris: OCDE.

OFCOM, 2016. *Achieving decent broadband connectivity for everyone: technical advice to UK Government on broadband universal service*, Reino Unido: OFCOM.

R. Anderson, D., J. Sweeney, D. & A. Williams, T., 2008. *Estadística para administración y economía*. 10 edición ed. s.l.:Cengage Learning.

Reza, I., 2022. *CES IFT*. [En línea]
Available at: <https://centrodeestudios.ift.org.mx/admin/files/estudios/1669919576.pdf>

Speed Test, 2023. *Speed Test*. [En línea]
Available at: <https://www.speedtest.pl/aplikacje/speed-test-certyfikowany>

Spiegel, M. R. & Stephens, L. J., 2020. *Estadística*. 6 ed. México: McGraw-Hill,.

Telefónica, 2021. *www.telefonica.com*. [En línea]
Available at: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/la-latencia-cosa-del-pasado-en-el-universo-5g/>
[Último acceso: 3 julio 2023].

Thiago Garrett, L. E. S. L. M. P. L. C. E. B. E. P. D. J., 2018. Monitoring Network Neutrality: A Survey on Traffic Differentiation Detection. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 21 04, pp. 17-18.

UIT, 2004. *UIT-T Rec. Y. 1561 Parámetros de calidad del funcionamiento y disponibilidad para redes con conmutación de etiquetas multiprotocolo*, s.l.: s.n.

UIT, 2019. *Recomendación UIT-T Y.1540*, Suiza: UIT.

UIT, 2022. *Recomendación UIT-T Y.1540 (12/2019) Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet–Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet*, Ginebra: s.n.

UITa, 2017. *Quality of Service. Regulation Manual*. s.l.:s.n.

UIT-T, 2020. *Serie E: Calidad de los servicios de telecomunicaciones: conceptos, modelos, objetivos, planificación de la seguridad de funcionamiento_ Modelos para los servicios de telecomunicación*. [En línea]
Available at: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.812-202009-!!Amd1!PDF-S&type=items
[Último acceso: 17 04 2023].

UKE, 2022. *Report of the President of UKE on compliance in the Polish market with Regulation 2015/2120 on open internet access*, Varsovia: UKE.

Usuario, I. S., 2023. *Primer Informe Estadístico Trimestral 2023. Soy Usuario*, México: CGPU.

Wu, T., 2003. Network Neutrality, Broadband Discrimination. *J. on Telecomm. & High Tech*, pp. 141-179.

● Anexo A

PSI que estarían sujetos a la supervisión de los Lineamientos de NN, en función de los Lineamientos CF.

Tabla 16 PSI con más de un millón de accesos a marzo de 2022

PSI	Accesos	Código de Políticas de Gestión de Tráfico y Administración de Red
TELMEX-TELNOR	10,100,017	https://downloads.telmx.com/pdf/politica-gestion-trafico.pdf
MEGACABLE-MCC	3,662,034	https://www.megacable.com.mx/pdf/lineamientos_neutralidad_red.pdf
IZZI	5,709,866	https://www.izzimovil.mx/izzi/izzi-movil/dist/legales/Codigo_Politica_Gestion_Trafico_Administracion_Cablevision_Red.pdf
TOTALPLAY	3,865,323	https://www.totalplay.com.mx/archivos/pdf/Codigo_de_gestion_de_trafico.pdf

Fuente: (BIT, 2022)

Resultado de la simulación para obtener la proporción de usuarios y% que alcanzaron el x% de la velocidad acordada contractualmente para 1000 usuarios con tasas de transmisión de datos promedio de carga o descarga, según los intervalos de búsqueda definidos en el RPC.

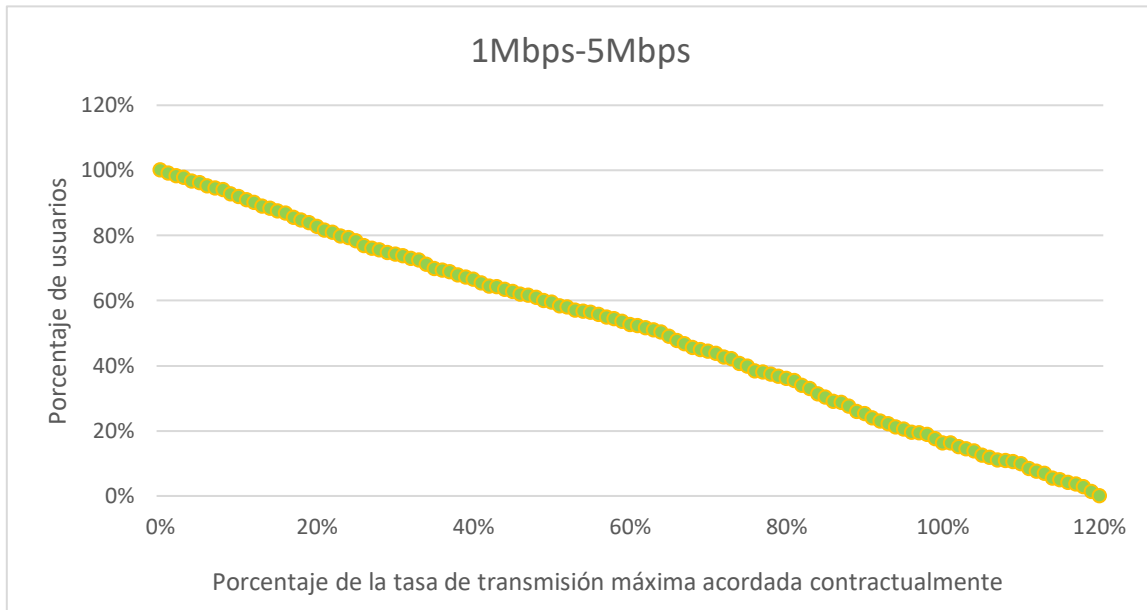
Tabla 17 Herramientas de medición de los parámetros de calidad en el contexto de la neutralidad de la red

País	Velocidad de descarga	Velocidad de subida	Latencia (Ping)	Jitter	Pérdida de paquetes	Bloqueo de puertos TCP/UDP	Navegador web	Aplicación para Android	Aplicación para iOS	Se instala por el cliente
Austria	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Bélgica	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No
Chipre	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
República Checa	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No	No
Alemania	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Dinamarca	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No
Grecia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No
Croacia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Hungría	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Italia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí
Lituania	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No	No
Luxemburgo	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Noruega	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No
Polonia	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Portugal	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si

Rumanía	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
Suecia	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	No
Eslovenia	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
Eslovaquia	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	No

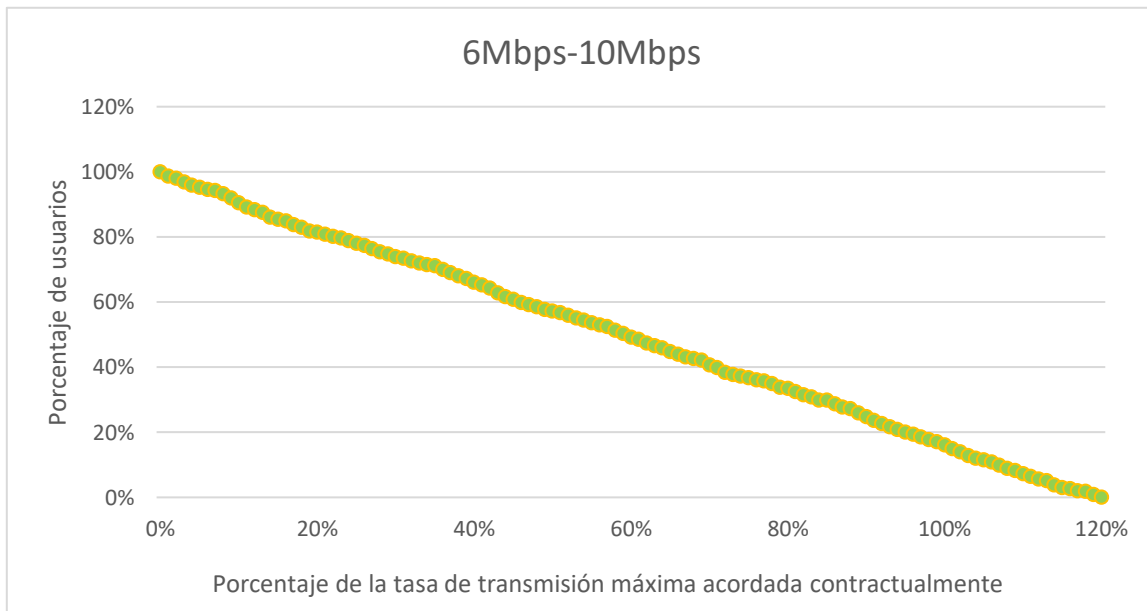
Fuente: (BEREC, 2022, p. 66)

Ilustración 13 Tasa de transmisión de datos de carga o descarga intervalo de 1-5 Mbps para el SAI fijo



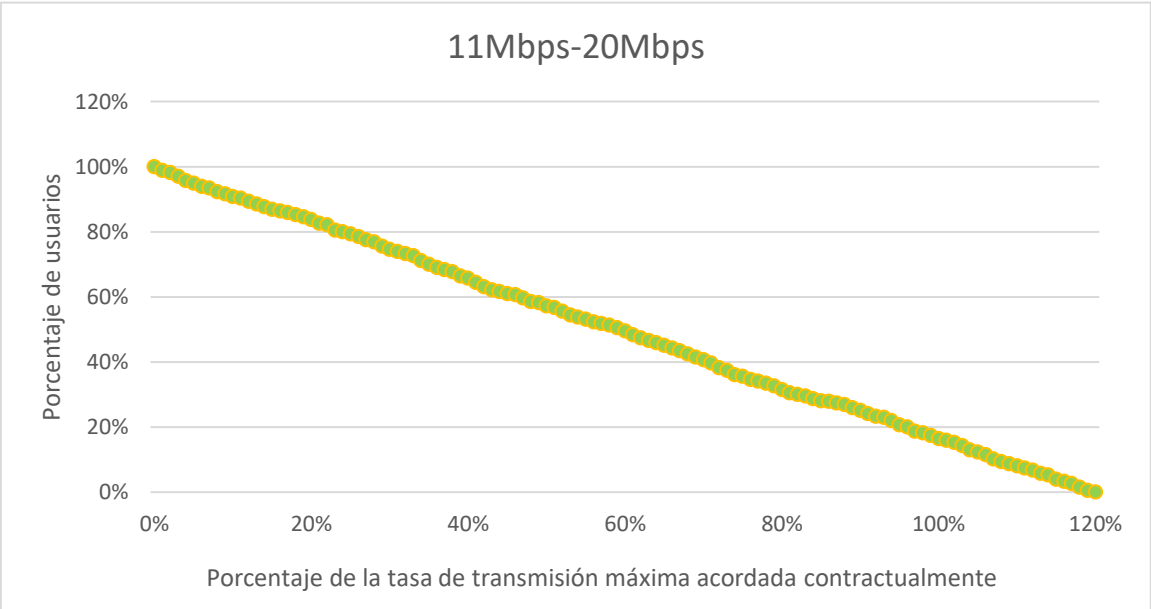
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14 Tasa de transmisión de datos de carga o descarga intervalo de 6-10Mbps para el SAI fijo



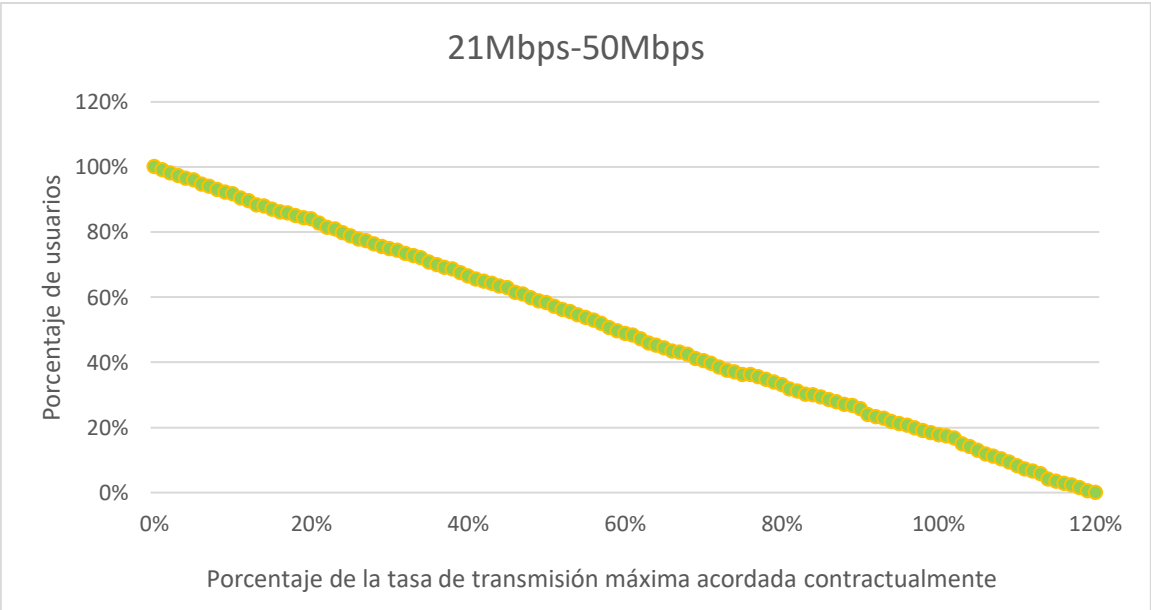
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15 Tasa de transmisión de datos de carga o descarga intervalo de 11-20 Mbps para el SAI fijo



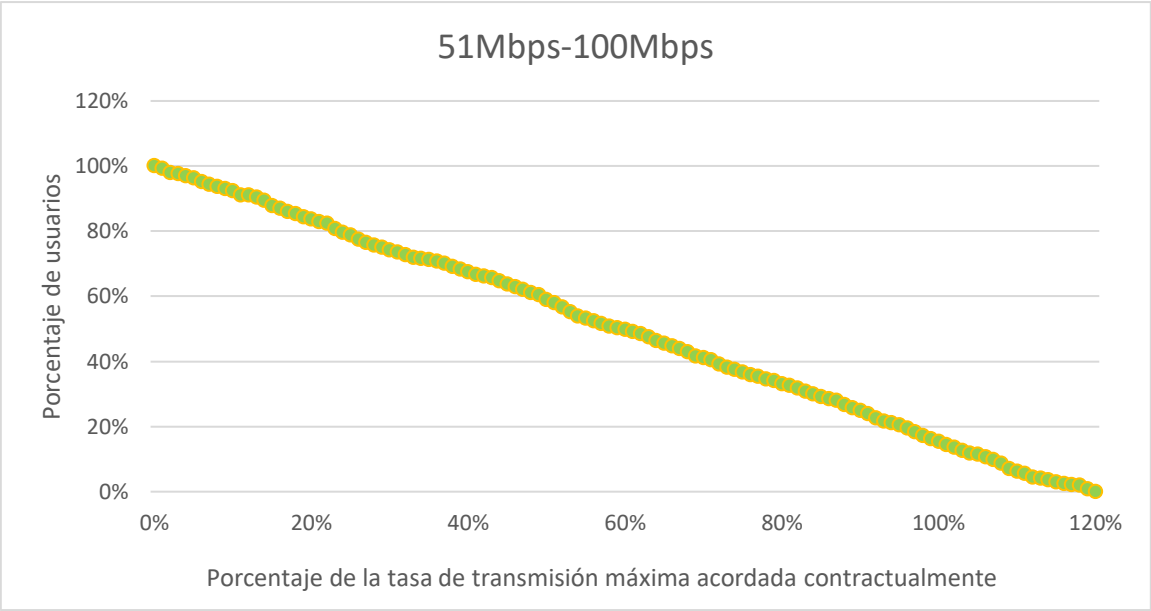
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18 Tasa de transmisión de datos de carga o descarga intervalo de 21-50 Mbps para el SAI fijo



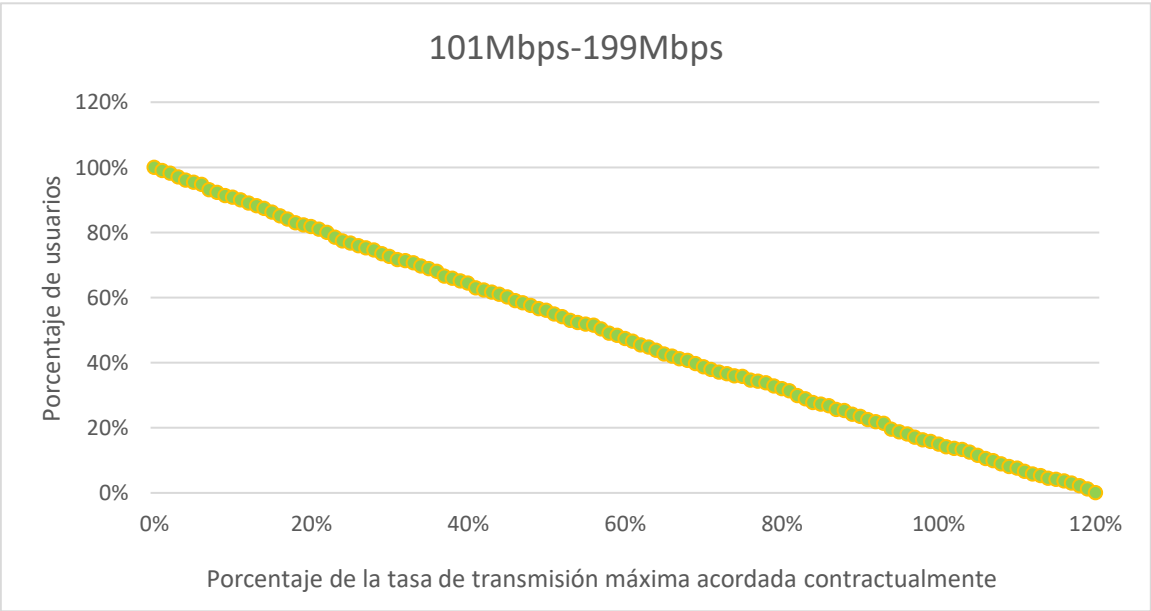
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16 Tasa de transmisión de datos de carga o descarga intervalo de 51-100 Mbps para el SAI fijo



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17 Tasa de transmisión de datos de carga o descarga superior a 100 Mbps para el SAI fijo



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18 Prueba 1 de pérdida de paquetes de datos con comando ping

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19 Prueba 2 de pérdida de paquetes de datos con comando ping

```
Estadísticas de ping para 142.251.35.4:  
  Paquetes: enviados = 20, recibidos = 19, perdidos = 1  
    (5% perdidos),  
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:  
    Mínimo = 233ms, Máximo = 392ms, Media = 310ms
```

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20 Prueba 3 de pérdida de paquetes de datos con comando ping

```
Respuesta desde 192.178.52.228: bytes=32 tiempo=89ms TTL=117  
Respuesta desde 192.178.52.228: bytes=32 tiempo=90ms TTL=117  
Respuesta desde 192.178.52.228: bytes=32 tiempo=87ms TTL=117  
Respuesta desde 192.178.52.228: bytes=32 tiempo=101ms TTL=117  
Respuesta desde 192.178.52.228: bytes=32 tiempo=97ms TTL=117  
  
Estadísticas de ping para 192.178.52.228:  
  Paquetes: enviados = 40, recibidos = 40, perdidos = 0  
    (0% perdidos),  
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:  
    Mínimo = 82ms, Máximo = 165ms, Media = 95ms
```

Fuente: Elaboración propia