

INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E  
INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

DIRECCIÓN ADJUNTA DE INNOVACIÓN Y  
CONOCIMIENTO  
GERENCIA DE CAPITAL HUMANO  
POSGRADOS

# “ANÁLISIS DEL ALCANCE DE LAS MEDICIONES DE CALIDAD DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL EN MÉXICO”

REPORTE ANÁLITICO DE EXPERIENCIA  
LABORAL  
Que para obtener el grado de MAESTRO EN  
REGULACIÓN Y COMPETENCIA ECONÓMICA DE  
LAS TELECOMUNICACIONES

Presenta:

**Jersain Chávez López**

Asesores:

**Dr. Víctor Rangel Licea**  
**Dr. Mario Anselmo Gómez Sánchez**

Ciudad de México, diciembre, 2021

# Autorización de impresión



## AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN Y NO ADEUDO EN BIBLIOTECA

### Maestría en Regulación y Competencia Económica de las Telecomunicaciones, MRCET

Ciudad de México, 8 de febrero de 2022  
INFOTEC-DAIC-GCH-CSE-024/2022.

La Gerencia de Capital Humano / Gerencia de Investigación hacen constar que el trabajo de titulación intitulado

"Análisis del alcance de las mediciones de calidad del servicio de telefonía móvil en México".

Desarrollado por el alumno: **Jersain Chávez López** y bajo la asesoría del **Dr. Víctor Rangel Licea y el Dr. Mario Anselmo Gómez Sánchez** cumple con el formato de Biblioteca. Por lo cual, se expide la presente autorización para impresión del proyecto terminal al que se ha hecho mención.

Asimismo, se hace constar que no debe material de la Biblioteca de INFOTEC.

Vo. Bo.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

**Lic. Juan Ramón Abarca Damián**  
Coordinador de Biblioteca

**Anexar a la presente autorización al inicio de la versión impresa del trabajo referido que ampara la misma.**

*C.p.p Servicios Escolares*

## Agradecimientos

A Fátí, por ser mi inspiración.

A Mai, por tu amor, paciencia y comprensión que siempre ha tenido conmigo.

A mi tía Mary, por el inmenso apoyo que siempre me has proporcionado.

A mi madre, por su inmenso amor y cariño.

A mi abuelo, por siempre darme ánimo.

A mi tío Juan, porque siempre están presentes tus consejos.

Al Dr. Rangel, por su tiempo y guía para lograr el presente trabajo.

A Fer Ramírez, por su ayuda e información que permitieron robustecer el presente trabajo.

Al Dr. Gómez, por el apoyo ofrecido para finalizar el presente trabajo.

A mis colegas, por el apoyo que siempre me ofrecieron.

Al Instituto Federal de Telecomunicaciones, por brindarme su apoyo para lograr un mayor crecimiento personal y profesional.

## Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	III
Índice de figuras.....	VI
Índice de gráficos.....	VIII
Índice de cuadros.....	XI
Siglas y abreviaturas .....	XIII
Introducción.....	1
Capítulo 1 Estado del arte .....	3
1.1.1 Calidad del Servicio (QoS).....	5
1.1.2 Calidad de Experiencia (QoE).....	6
1.1.3 Índice de opinión promedio (MOS).....	7
1.1.4 <i>Throughput</i> .....	7
1.1.5 Latencia .....	7
1.2.1 Tecnología 2G .....	9
1.2.2 Tecnología 3G .....	10
1.2.3 Tecnología 4G .....	10
1.2.4 Tecnología 5G .....	12
1.3.1 Argentina .....	15
1.3.2 Baréin.....	16
1.3.3 Colombia .....	18
1.3.4 Costa Rica .....	21
1.3.5 Croacia.....	24
1.3.6 Francia .....	27
1.3.7 Reino Unido.....	29
1.3.8 Singapur .....	31
1.3.9 Sudáfrica .....	33
Capítulo 2 Recomendaciones y especificaciones técnicas.....	39
2.1.1 Falta de disponibilidad de la red (%).....	43

2.1.2 Proporción de intentos de conexión fallidos (%).....	44
2.1.3 Tiempo de establecimiento en el servicio de telefonía (s) .....	44
2.1.4 Calidad del habla del servicio de telefonía sobre una llamada .....	44
2.1.5 Proporción de SMS fallidos (%).....	45
2.1.6 Tiempo de entrega de SMS de extremo a extremo (s).....	45
2.1.7 Tiempo de establecimiento del servicio IP (s).....	45
2.1.8 Proporción de sesiones FTP fallidas (%).....	46
2.1.9 Tiempo de sesión FTP (s) .....	46
2.1.10 Velocidad promedio de transferencia de datos FTP (kbit/s) .....	46
2.1.11 Ping (ms) .....	47
<b>Capítulo 3 Metodologías de medición y descripción de equipos empleados</b>	<b>50</b>
3.2.1 Módulo Controlador Base (CBM).....	58
3.2.2 Módulos PC (PCM).....	59
3.2.3 Módulos Móviles de Conexión (MCM).....	61
<b>Capítulo 4 Resultados correspondientes a los ejercicios de evaluación de la Calidad del Servicio móvil .....</b>	<b>73</b>
4.1.1 Porcentaje de llamadas completadas .....	75
4.1.2 Porcentaje de llamadas caídas .....	76
4.1.3 Calidad de audio .....	78
4.1.4 Porcentaje de mensajes de texto recibidos .....	79
4.1.5 Tiempo promedio en la recepción de mensajes de texto.....	80
4.2.1 Proporción de llamadas fallidas .....	82
4.2.2 Proporción de llamadas interrumpidas .....	84
4.2.3 Calidad de audio .....	85
4.2.4 Tiempo de establecimiento de llamada .....	87
4.2.5 Proporción de SMS fallidos .....	88
4.2.6 Tiempo de entrega de SMS .....	90
4.2.7 Proporción de sesiones FTP fallidas .....	91
4.2.8 Proporción de sesiones FTP interrumpidas.....	93
4.2.9 Tiempo de establecimiento del servicio IP .....	94
4.2.10 Velocidad de descarga .....	96

<b>Capítulo 5 Impacto generado por las distintas normativas en materia de Calidad del Servicio móvil .....</b>	<b>99</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>109</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>123</b>
<b>CDMX .....</b>	<b>123</b>
<b>Toluca .....</b>	<b>125</b>
<b>Guadalajara .....</b>	<b>127</b>
<b>Monterrey .....</b>	<b>129</b>
<b>León .....</b>	<b>131</b>
<b>Puebla.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>136</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> QoE vs QoS .....	6
<b>Figura 2.</b> Causas que provocan latencia en una red .....	8
<b>Figura 3.</b> Representación del funcionamiento de la técnica WCDMA .....	10
<b>Figura 4.</b> Línea de evolución 3GPP.....	11
<b>Figura 5.</b> Planeación de despliegue de los diferentes Release .....	13
<b>Figura 6.</b> Algunos usos de la tecnología 5G.....	14
<b>Figura 7.</b> Pantallas de la aplicación HAKOMetar+ que muestran resultados obtenidos.....	25
<b>Figura 8.</b> Mapa de la aplicación HAKOMetar+ que muestra los resultados obtenidos en ubicaciones específicas .....	26
<b>Figura 9.</b> Información desplegada en la página web de “Mi red móvil” .....	27
<b>Figura 10.</b> Inconformidades reportadas en el portal “Soy Usuario”. .....	36
<b>Figura 11.</b> Comunicación en tiempo real en una dirección y en dos vías .....	48
<b>Figura 12.</b> Equipo de medición Seven.Five .....	53
<b>Figura 13.</b> Equipo de medición Diversity Benchmarker .....	57
<b>Figura 14.</b> Vista frontal CBM.....	58
<b>Figura 15.</b> Vista frontal PCM.....	60
<b>Figura 16.</b> Módulos MCM .....	62
<b>Figura 17.</b> Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de voz del PTFCSLM .....	63
<b>Figura 18.</b> Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de SMS del PTFCSLM.....	64



**Figura 19.** Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de transferencia de datos del PTFCSLM ..... 65

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Gráfico con los peores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de llamadas completadas" .....	75
<b>Gráfico 2.</b> Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de llamadas completadas" .....	76
<b>Gráfico 3.</b> Gráfico con los peores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de llamadas caídas" .....	77
<b>Gráfico 4.</b> Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de llamadas caídas" .....	77
<b>Gráfico 5.</b> Gráfico con algunos resultados por debajo del valor 3 correspondiente al parámetro "Calidad de audio" .....	78
<b>Gráfico 6.</b> Gráfico con algunos resultados por encima del valor 3 correspondiente al parámetro "Calidad de audio" .....	79
<b>Gráfico 7.</b> Gráfico con los peores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de mensajes recibidos" .....	79
<b>Gráfico 8.</b> Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de mensajes recibidos" .....	80
<b>Gráfico 9.</b> Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro "Tiempo promedio de recepción de mensajes" .....	81
<b>Gráfico 10.</b> Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro "Tiempo promedio de recepción de mensajes" .....	81
<b>Gráfico 11.</b> Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de llamadas fallidas" donde se puede observar el incumplimiento de algunos operadores móviles .....	83
<b>Gráfico 12.</b> Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de llamadas fallidas" donde se puede observar el cumplimiento de todos los operadores móviles .....	83
<b>Gráfico 13.</b> Gráfico con los peores resultados obtenidos correspondientes al parámetro "Proporción de llamadas interrumpidas" .....	84

<b>Gráfico 14.</b> Gráfico con los mejores resultados obtenidos correspondientes al parámetro “Proporción de llamadas interrumpidas” .....	85
<b>Gráfico 15.</b> Gráfico con algunos resultados obtenidos por debajo de la calificación estipulada como aceptable correspondientes al parámetro “Calidad de audio” ....	86
<b>Gráfico 16.</b> Gráfico con algunos resultados obtenidos por encima de la calificación estipulada como aceptable correspondientes al parámetro “Calidad de audio” ....	86
<b>Gráfico 17.</b> Gráfico con algunos resultados obtenidos cercanos al máximo tiempo de conexión establecido para el parámetro "Tiempo de establecimiento de llamada" .....	87
<b>Gráfico 18.</b> Gráfico con algunos resultados obtenidos alejados del máximo tiempo de conexión establecido para el parámetro "Tiempo de establecimiento de llamada" .....	88
<b>Gráfico 19.</b> Resultados correspondientes al parámetro “Proporción de SMS fallidos” donde se puede observar el incumplimiento de algunos operadores móviles .....	89
<b>Gráfico 20.</b> Resultados correspondientes al parámetro “Proporción de SMS fallidos” donde se puede observar el cumplimiento de todos los operadores móviles .....	90
<b>Gráfico 21.</b> Gráfico con los valores más altos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de entrega de SMS" .....	90
<b>Gráfico 22.</b> Gráfico con los valores más bajos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de entrega de SMS" .....	91
<b>Gráfico 23.</b> Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP fallidas" en el cual, se muestran resultados con un número alto de eventos fallidos .....	92
<b>Gráfico 24.</b> Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP fallidas" en el cual, se muestran resultados con un número bajo de eventos fallidos .....	92
<b>Gráfico 25.</b> Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP interrumpidas", en el cual, se muestran resultados con un número alto de eventos interrumpidos .....	93

<b>Gráfico 26.</b> Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP interrumpidas", en el cual, se muestran resultados con un número bajo de eventos interrumpidos .....	94
<b>Gráfico 27.</b> Gráfico con los valores más altos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de establecimiento del servicio IP" .....	95
<b>Gráfico 28.</b> Gráfico con los valores más bajos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de establecimiento del servicio IP" .....	96
<b>Gráfico 29.</b> Resultados de los valores de descarga más bajos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados por la CFT e IFT .....	96
<b>Gráfico 30.</b> Resultados de los valores de descarga más altos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados por la CFT e IFT .....	97
<b>Gráfico 31.</b> Resultados promedio correspondientes al parámetro "Proporción de llamadas fallidas" .....	103
<b>Gráfico 32.</b> Resultados promedio correspondientes al parámetro "Proporción de llamadas interrumpidas" .....	103
<b>Gráfico 33.</b> Resultados promedio correspondientes al parámetro "Proporción de SMS fallidos" .....	104

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Diferencias entre 4G, 4.5G y 5G.....	4
<b>Cuadro 2.</b> Índice de opinión promedio.....	7
<b>Cuadro 3.</b> Indicadores y parámetros de calidad correspondientes a Argentina....	15
<b>Cuadro 4.</b> Parámetros de calidad evaluados en Baréin .....	18
<b>Cuadro 5.</b> Indicadores y parámetros de calidad correspondientes a Colombia....	20
<b>Cuadro 6.</b> Parámetros de calidad correspondientes a Colombia mediante Drive Test .....	21
<b>Cuadro 7.</b> Parámetros de calidad correspondientes a Costa Rica mediante Drive Test .....	23
<b>Cuadro 8.</b> Parámetros de calidad correspondientes a Costa Rica mediante el uso de la app Opensignal .....	24
<b>Cuadro 9.</b> Algunos puertos utilizados para las mediciones a través de la aplicación HAKOMetar+ .....	26
<b>Cuadro 10.</b> Parámetros de calidad correspondientes a Francia.....	28
<b>Cuadro 11.</b> Indicadores y parámetros de calidad en la tecnología 3G correspondientes a Singapur.....	31
<b>Cuadro 12.</b> Indicadores y parámetros de calidad en la tecnología 4G correspondientes a Singapur.....	32
<b>Cuadro 13.</b> Parámetros de calidad correspondientes a Sudáfrica.....	34
<b>Cuadro 14.</b> Quejas reportadas en el programa “IFT por mí” de octubre 2015 a diciembre 2016.....	36
<b>Cuadro 15.</b> Indicadores de calidad correspondientes a la normativa del 2003 ....	52
<b>Cuadro 16.</b> Indicadores referentes al PTFCRSLM evaluados con equipo de medición .....	54
<b>Cuadro 17.</b> Indicadores de calidad sujetos a medición .....	57

<b>Cuadro 18.</b> Parámetros e índices de calidad correspondientes a los lineamientos del 2018 .....	68
<b>Cuadro 19.</b> Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de voz considerados en los Lineamientos de calidad del 2018 .....	69
<b>Cuadro 20.</b> Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de SMS considerados en los Lineamientos de calidad del 2018 .....	70
<b>Cuadro 21.</b> Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de transferencia de datos considerados en los Lineamientos de calidad del 2018.....	70

## Siglas y abreviaturas

<b>1G</b>	Primera Generación de redes celulares
<b>2G</b>	Segunda Generación de redes celulares
<b>3G</b>	Tercera Generación de redes celulares
<b>3GPP</b>	<i>3rd Generation Partnership Project</i>
<b>4G</b>	Cuarta Generación de redes celulares
<b>5G</b>	Quinta Generación de redes celulares
<b>ARCEP</b>	<i>L'Autorité de Régulation des Communications Électroniques, des Postes et de la distribution de la presse</i>
<b>AT&amp;T</b>	<i>American Telephone and Telegraph Company</i>
<b>CBM</b>	<i>Controller Base Module</i>
<b>CDMA</b>	<i>Code Division Multiple Access</i>
<b>CFT</b>	Comisión Federal de Telecomunicaciones
<b>CRC</b>	Comisión de Regulación de Comunicaciones
<b>dBm</b>	Decibelio-milivatio
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>EDGE</b>	<i>Enhanced Data Rates for Global Evolution</i>
<b>ENACOM</b>	Ente Nacional de Comunicaciones
<b>ETSI</b>	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
<b>FDMA</b>	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
<b>FTP</b>	<i>File Transfer Protocol</i>
<b>Gbps</b>	Gigabits por segundo
<b>GPRS</b>	<i>Global Packet Radio Services</i>

<b>GSM</b>	<i>Global System for Mobile Telecommunications</i>
<b>HAKOM</b>	<i>Hrvatska Regulatorna Agencija Za Mrežne Djelatnosti</i>
<b>HD</b>	<i>High Definition</i>
<b>HSPA</b>	<i>High Speed Packet Access</i>
<b>HTTP</b>	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
<b>Hz</b>	Hertz
<b>ICASA</b>	<i>Independent Communications Authority of South Africa</i>
<b>iDEN</b>	<i>Integrated Digital Enhanced Network</i>
<b>IFT</b>	Instituto Federal de Telecomunicaciones
<b>IMDA</b>	<i>Infocomm Media Development Authority</i>
<b>INATEL</b>	Instituto Nacional de Telecomunicaciones
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>IP</b>	<i>Internet Protocol</i>
<b>IS-95</b>	<i>Interim Standard-95</i>
<b>IS-136</b>	<i>Interim Standard-136</i>
<b>kbps</b>	Kilobits por segundo
<b>kHz</b>	Kilohertz
<b>LFT</b>	Ley Federal de Telecomunicaciones
<b>LTE</b>	<i>Long Term Evolution</i>
<b>LTE/SAE</b>	<i>Long Term Evolution/System Architecture Evolution</i>
<b>M2M</b>	<i>Machine to Machine</i>
<b>M2P</b>	<i>Machine to Person</i>
<b>Mbps</b>	Megabits por segundo
<b>MCI</b>	<i>Ministry of Communications and Information</i>



<b>MCM</b>	<i>Mobile Connection Module</i>
<b>MHz</b>	Megahertz
<b>min</b>	Minuto(s)
<b>MOS</b>	<i>Mean Opinion Score</i>
<b>MRT</b>	<i>Mass Rapid Transit</i>
<b>ms</b>	Milisegundos
<b>NYCE</b>	Normalización y Certificación Electrónica S.C.
<b>Ofcom</b>	<i>Office of Communications</i>
<b>OFDM</b>	<i>Orthogonal frequency-division multiplexing</i>
<b>OMV</b>	Operador(es) Móvil(es) Virtual(es)
<b>OpCF</b>	Operaciones a Plazo Financiero
<b>P2P</b>	<i>Person to Person</i>
<b>PCM</b>	<i>PC Module</i>
<b>PCMCIA</b>	<i>Personal Computer Memory Card International Associations</i>
<b>PESQ</b>	<i>Perceptual Evaluation of Speech Quality</i>
<b>POLQA</b>	<i>Perceptual Objective Listening Quality Analysis</i>
<b>POP</b>	<i>Post Office Protocol</i>
<b>PTFCRSLM</b>	Plan Técnico Fundamental de Calidad de las Redes del Servicio Local Móvil
<b>PTFCSLM</b>	Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil
<b>QoE</b>	<i>Quality of Experience</i>
<b>QoS</b>	<i>Quality of Service</i>
<b>RER</b>	<i>Réseau Express Régional</i>
<b>RF</b>	Radiofrecuencia

<b>RTT</b>	<i>Round Trip Time</i>
<b>s</b>	<i>Segundo(s)</i>
<b>SARS-CoV-2</b>	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2</i>
<b>SCT</b>	<i>Secretaría de Comunicaciones y Transportes</i>
<b>SIM</b>	<i>Subscriber Identity Module</i>
<b>SMS</b>	<i>Short Message Service</i>
<b>SMSC</b>	<i>Short Message Service Center</i>
<b>SMTP</b>	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
<b>SUTEL</b>	<i>Superintendencia de Telecomunicaciones</i>
<b>TCP</b>	<i>Transmission Control Protocol</i>
<b>TDMA</b>	<i>Time Division Multiple Access</i>
<b>TER</b>	<i>Transports Express Régionaux</i>
<b>TGV</b>	<i>Train à Grande Vitesse</i>
<b>TRA</b>	<i>Telecommunications Regulatory Authority</i>
<b>TTFB</b>	<i>Time To First Byte</i>
<b>UDP</b>	<i>User Datagram Protocol</i>
<b>UIT</b>	<i>Unión Internacional de Telecomunicaciones</i>
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
<b>VoIP</b>	<i>Voice over IP</i>
<b>WCDMA</b>	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>

## Introducción

Actualmente, la telefonía móvil forma parte de la vida humana como una herramienta indispensable para llevar a cabo sus actividades cotidianas. Hoy en día, no solo los servicios de voz son importantes para establecer una comunicación de dos vías, los servicios y plataformas multimedia también son importantes al permitir no solo la comunicación a través del audio, sino también con el apoyo de imágenes y videos.

Derivado de lo anterior, la calidad con la que estos servicios son prestados, es fundamental para los usuarios finales del servicio de telefonía móvil. Por ello, se requiere una correcta evaluación de estos servicios. Lo anterior, para que la ciudadanía cuente con información suficiente para elegir al operador móvil que considere más adecuado para satisfacer sus necesidades.

Las redes móviles son un medio a través del cual la información puede ser transmitida y recibida con cierta facilidad. Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (en lo sucesivo, INEGI), en el 2018 se contabilizaron un total de 83,079,732 personas mayores a 6 años que hacen uso de la telefonía móvil (voz, mensajes cortos de texto y transferencia de datos). En ese sentido, hubo un incremento de 2,358,054 personas (2.84%) con respecto al 2017<sup>1</sup>.

Entonces, dado que la telefonía móvil ha cobrado gran relevancia en las actividades diarias de las personas, surge la necesidad de vigilar la correcta operación y provisión de este servicio.

Las primeras mediciones de calidad al servicio de telefonía móvil en México, fueron realizadas por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, CFT), teniendo como base el Plan Técnico Fundamental de Calidad de las Redes del Servicio Local Móvil (en lo sucesivo, PTFCSRSLM), mismo que se

---

<sup>1</sup> De 2015 a 2018: INEGI. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de TIC en Hogares, (ENDUTIH).

acordó por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (en lo sucesivo, SCT) a través de la CFT el 28 de mayo de 2003.

Posteriormente, el 30 de agosto de 2011, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (en lo sucesivo, DOF) la “Resolución mediante el cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide el Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil” (en lo sucesivo PTFCSLM) y su metodología de mediciones (Diario Oficial de la Federación, 2011).

Este plan, a diferencia del anterior, obtiene los resultados de los indicadores a través de mediciones tomadas en la red de los concesionarios móviles y no por datos generados por los sistemas de registro internos de estos operadores móviles.

En la actualidad, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, IFT) lleva a cabo la evaluación del servicio móvil en apego a los “Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil y a su metodología de mediciones” (en lo sucesivo Lineamientos de calidad), publicados en el DOF el 17 de enero de 2018.

Con el presente trabajo se planea llevar a cabo un análisis de las mediciones de Calidad del Servicio móvil realizadas en México a través de las distintas normativas emitidas. Lo anterior, con la finalidad de comprobar si estas han provocado una mejora en la calidad de los diferentes servicios de telefonía móvil, en caso contrario, analizar y proponer un instrumento regulatorio diferente para buscar una mejora en la calidad de estos servicios.

Al mismo tiempo, y derivado de la importancia que hoy en día tienen las redes de transferencia de datos, también se busca prestar mayor énfasis en observar si ha existido una tendencia de mejora en la calidad de los parámetros relacionados a este servicio en las tecnologías 3G y 4G. Lo anterior, considerando la importancia de las aplicaciones que brindará la tecnología 5G en los próximos años.

Además, al obtener y mostrar los resultados de estas mediciones, se espera motivar a futuros estudios que permitan optimizar el presente trabajo, y en su caso, continuar con el análisis de resultados de mediciones futuras.

Al llevar a cabo el presente estudio, se busca que el análisis e información expuesta en el presente trabajo, contribuya en futuras tomas de decisiones en materia de Calidad del Servicio móvil por parte de la unidad de política regulatoria competente.

Por consiguiente, a través del primer capítulo, se describen diferentes parámetros técnicos que serán considerados en el presente trabajo. Asimismo, muestra la evolución que las tecnologías móviles han sufrido a lo largo de los años. Además, muestra los mecanismos de regulación que hoy en día utilizan diversas agencias regulatorias a nivel internacional.

Luego, el segundo capítulo, aborda diferentes especificaciones y recomendaciones en materia de calidad que los Lineamientos de calidad utilizan para llevar a cabo las mediciones del servicio móvil.

El capítulo 3 presenta una breve descripción de las metodologías anteriores a los Lineamientos actuales. Así como la metodología de mediciones utilizada al presente para llevar a cabo las mediciones de calidad de los servicios de Voz, Servicio de Mensajes Cortos (en lo sucesivo, SMS) y transferencia de datos utilizando el Protocolo de Transferencia de Archivos (en lo sucesivo, FTP).

El Capítulo 4 muestra comparativas de algunos resultados correspondientes a las mediciones de calidad obtenidas por la CFT desde el 2005 hasta el 2010 utilizando el PTFCSRSLM. Además de las mediciones realizadas en el año 2012 y gran parte del 2013 por esta Comisión, y por el IFT en los últimos meses del 2013 hasta mediados del 2015 conforme al PTFCSLM.

En lo que hace el Capítulo 5, se presentará un análisis de los diferentes resultados obtenidos por la CFT e IFT tanto de las mediciones obtenidas en los distintos ejercicios de medición realizados como de los procedimientos jurídicos que se presentaron.

Finalmente, el Capítulo 6 expone las conclusiones generadas por el presente trabajo, así como las recomendaciones acordes al tema.



**Capítulo 1**  
**Estado del arte**

## Capítulo 1 Estado del arte

Las mediciones de Calidad del Servicio de telefonía móvil son importantes al evaluar diferentes servicios que hoy en día son utilizados para el desarrollo de actividades cotidianas. Tanto para interconectar personas (P2P), máquinas con personas (M2P) y máquinas con máquinas (M2M).

El concepto de interconexión persona a persona permite la comunicación mediante servicios de voz (generalmente llamadas celulares), SMS y a través del uso de aplicaciones que necesitan estar conectadas a Internet o usan protocolos de transferencia de datos para enviar mensajes, audios, realizar video llamadas, entre otras.

Por su parte, las conexiones entre máquinas y personas cuentan con la característica de utilizar grandes volúmenes de información para, por ejemplo, la predicción de eventos o para realizar análisis de acontecimientos que pueden ayudar a la toma de decisiones futuras.

Mientras que, la conexión entre máquinas, permite contar con la capacidad de intercambiar datos y procesos entre estas para llevar a cabo una actividad que previamente ha sido programada por los humanos.

De lo anterior, las distintas agencias reguladoras a nivel internacional establecen diferentes métodos para vigilar el correcto funcionamiento de las redes de telefonía móvil, así como la Calidad del Servicio que estas ofrecen. Ya que, este tipo de redes, no tienen como único objetivo la provisión de servicios de telefonía, la evolución tecnológica ha impulsado a utilizarlas también para tener una mejor experiencia al jugar videojuegos, interconectar dispositivos inteligentes, contar con servicios de *streaming*, etc.

Continuando con la evolución de las redes móviles, la próxima generación a ser desplegada en el mundo es la 5G. Esta tecnología, revolucionará el concepto de conexión que hoy en día existe, ya que las velocidades de transferencia de datos serán muy altas (realizando una comparación con las redes 3G y 4G) y una



disminución significativa de latencia. A continuación, el Cuadro 1 muestra un comparativo con respecto a la velocidad de transferencia de datos en enlace descendente (*downlink*) y latencia de las tecnologías 4G, 4.5G y 5G.

	4G	4.5G	5G
<b>Velocidad (Mbps)</b>	150	>1000	10,000-20,000
<b>Latencia (ms)</b>	50	10	1

**Cuadro 1.** *Diferencias entre 4G, 4.5G y 5G*

Fuente: Elaboración propia con datos de *Dongfei, 2016*

La calidad con la que se prestan los servicios es importante, y más aún en 5G. Lo anterior, dado que esta tecnología contará con actividades de carácter crítico que pueden incluir la vida humana, como el monitoreo de servicios de salud, diagnósticos médicos remotos, operaciones de pacientes a distancia, vehículos autónomos, por mencionar algunos.

Entonces, la correcta vigilancia de la calidad de los servicios, se traduce en un mayor bienestar de los usuarios finales, así como un mejor uso y aprovechamiento de los servicios que estas redes ofrecen.

Por otra parte, al analizar ciertas prácticas que países como Francia, Reino Unido o Singapur realizan al medir la calidad de los servicios de telefonía móvil, surge la incógnita si la normatividad mexicana establece una metodología y lleva a cabo mediciones de forma correcta, obteniendo el resultado esperado para la población; el cual, es contar con servicios de telefonía móvil de calidad.

Por ejemplo, Francia lleva a cabo mediciones de manera anual en ubicaciones que permiten ser comparables con mediciones realizadas en el mismo lugar en años previos. O Singapur, que realiza mediciones en rutas que los diferentes servicios de transporte público utilizan. Mientras que, en Reino Unido, existe un esquema orientado a la calidad de experiencia del usuario final, el cual utiliza encuestas de satisfacción cuyos resultados son publicados en el portal web de la autoridad reguladora de este país.

Por otra parte, no hay que dejar de lado el alcance que las mediciones realizadas en México pueden tener. Contemplando que los lineamientos actuales cuentan con la evaluación de parámetros que países como Singapur o Reino Unido no consideran.

## **1.1 Parámetros de interés**

El objetivo del presente apartado, es definir algunos parámetros que sirven como base del presente trabajo.

Asimismo, la presente sección sirve como apoyo para poder entender y diferenciar de mejor manera algunas definiciones que pueden causar confusión, como es el caso entre la calidad de servicio y la calidad de experiencia del usuario.

### **1.1.1 Calidad del Servicio (QoS)**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, UIT), en su recomendación E.800, define la Calidad del Servicio como: “Totalidad de características de un servicio de telecomunicaciones que recaen en su habilidad de satisfacer necesidades manifiestas e implícitas de los usuarios del servicio” (International Telecommunications Union, 2008, p. 2).

Por otra parte, el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, ETSI) define este parámetro como; “Habilidad para segmentar el tráfico o diferenciar entre los tipos de tráfico por parte de la red para tratar cierto tráfico de forma diferente a los otros...” (European Telecommunications Standards Institute, 2003, p. 13).

De lo anterior, se puede observar que la definición mostrada por la ETSI se enfoca más a una perspectiva de la red, mientras que la definición expuesta por la UIT, se orienta al uso de los servicios.

Los Lineamientos de calidad emitidos por el IFT basan la Calidad del Servicio desde un enfoque donde el usuario hace uso de los distintos servicios de telefonía móvil. Es decir, la degradación que estos perciben al realizar una llamada de extremo a extremo, el tiempo de envío de un mensaje, el tiempo que tarda en descargarse un archivo, por mencionar algunos ejemplos.

### 1.1.2 Calidad de Experiencia (QoE)

La UIT, define la calidad de experiencia como: “El grado de placer o molestia de un usuario de una aplicación o servicio” (International Telecommunications Union, 2017, p. 25).

La calidad de experiencia, engloba distintas características, como pueden ser los equipos terminales móviles, la infraestructura de las redes, así como los servicios que los distintos concesionarios prestan a los usuarios.

De manera general, los usuarios pueden tomar en consideración los siguientes parámetros:

- Expectativas del usuario
- Contexto del usuario (Estado de ánimo, su alrededor, trabajo/casa/al aire libre, etc.)
- Discrepancia entre los servicios ofrecidos con respecto a los obtenidos

La Figura 1 ilustra las características que diferencian la calidad de experiencia del usuario con respecto a la Calidad del Servicio.



**Figura 1.** QoE vs QoS

Fuente: *Netforecast, s. f.*

De lo anterior, se puede concluir que la diferencia que la QoE tiene con respecto a la QoS, se basa principalmente en la experiencia que el usuario final genera y obtiene al utilizar los equipos terminales. Por otra parte, la Calidad del Servicio, no considera propiamente los equipos terminales utilizados en los extremos de la comunicación, sino la calidad con la que son transportados los servicios.

### 1.1.3 Índice de opinión promedio (MOS)

El MOS, es una escala referida al servicio de voz en la recomendación P.800.2 de la UIT. Esta recomendación, es definida como el promedio de opiniones obtenidas con base a una serie de experimentos subjetivos acerca del desempeño de un sistema para un número bien definido de casos (International Telecommunications Union, 2016, p. 2).

Tal y como se muestra en el Cuadro 2, el MOS se basa en una escala del 1 al 5; donde 1 corresponde a la peor calidad experimentada por el usuario, mientras que 5 significa la mejor calidad.

MOS	Calidad
5	Excelente
4	Buena
3	Suficiente
2	Pobre
1	Mala

**Cuadro 2.** Índice de opinión promedio

Fuente: Elaboración propia con datos de *International Telecommunications Union, 2016*

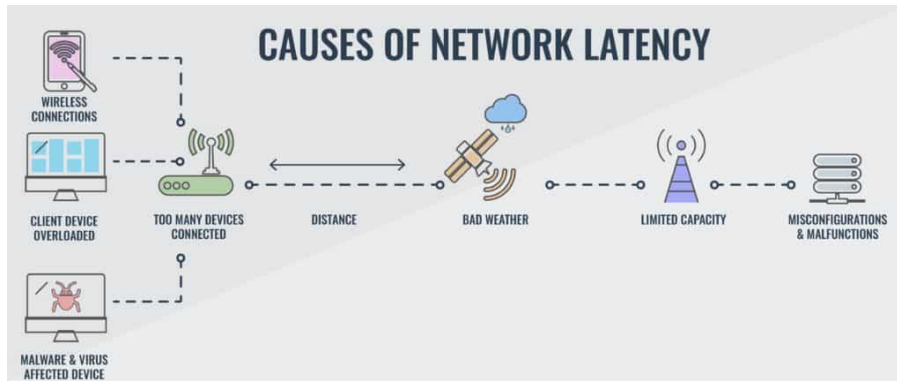
### 1.1.4 Throughput

La recomendación X.135 de la UIT (1992), define *throughput* como: “El número de bits utilizados por el usuario final transferidos en una dirección a través de esa sección por unidad de tiempo” (p. 10). Cabe mencionar que pueden influir distintos factores que afecten este parámetro, como puede ser la latencia, la topología de la red, el ancho de banda, la densidad de usuarios, por mencionar algunos ejemplos.

Este parámetro puede ser expresado indistintamente en kbps, Mbps o similares. Asimismo, es utilizado para expresar los resultados de velocidad, tanto en enlaces de subida como de bajada.

### 1.1.5 Latencia

Se puede definir a la latencia como la suma de los retardos experimentados por ciertos paquetes cuando estos viajan a través de una red. Estos retardos pueden incluir aquellos que se introducen por la interconexión y los retardos introducidos por los proveedores de servicios, por determinado medio de propagación como se observa en la Figura 2.



**Figura 2.** Causas que provocan latencia en una red

Fuente: Cooper, 2020

Este parámetro se expresa en milisegundos (ms) y puede ser medido mediante dos formas (Cooper, 2020). (Cooper, 2020).

- Tiempo de viaje (RTT, por sus siglas en inglés): Esta medición se basa en el tiempo que toma un paquete en llegar al destino solicitado y regresar al punto de origen donde se realizó la petición por el usuario (Cooper, 2020).
- Tiempo del primer byte (TTFB, por sus siglas en inglés): Se define como la diferencia de tiempo entre el momento en el cual, la primera parte del paquete es transmitida y el tiempo que tarda esta parte en llegar a su destino (Cooper, 2020). (Cooper, 2020).

Los Lineamientos de calidad utilizados por el IFT para llevar a cabo las mediciones de latencia, utilizan una prueba *ping*. Esta prueba se expresa como el tiempo de viaje que incluye la transferencia del primer paquete y la respuesta de este. De igual forma, el tiempo obtenido se muestra en milisegundos.

## 1.2 Evolución de las tecnologías móviles

La constante evolución tecnológica en los diversos sistemas de comunicaciones, se presenta derivado de las necesidades que los distintos usuarios de estos servicios requieren. Los servicios de telefonía móvil no son la excepción, las distintas características que diferencian a estas tecnologías se deben a los cambios que han sufrido en ciertos parámetros como lo son las frecuencias

utilizadas, los métodos de acceso al medio, las velocidades de transferencia de datos, la adopción de nuevos estándares, por mencionar algunos ejemplos.

En un inicio, “La primera generación (1G) se caracterizó por dividir las ciudades o regiones en pequeñas áreas geográficas, denominadas células” (INATEL, 2020, p. 12). Además, el tráfico que esta tecnología cursaba era únicamente voz utilizando técnicas de modulación completamente analógicas, en consecuencia, la seguridad de esta tecnología era muy baja.

### **1.2.1 Tecnología 2G**

En la década de los 90's, la tecnología 2G hace su aparición. Entre las características que distinguen a la presente de su antecesora, es la incorporación de servicios de mensajes cortos (SMS) y posteriormente la transferencia de datos a bajas velocidades. Asimismo, los sistemas más utilizados en esta tecnología fueron el Sistema Global para las comunicaciones Móviles (en lo sucesivo, GSM), el IS-136 y el IS-95 (INATEL, 2020, p. 12)

Los sistemas mencionados anteriormente, se caracterizan por la transmisión digital de voz y la transferencia de datos a bajas velocidades (hasta 100 kbps) (Castañeda, 2001).

Una de las innovaciones que esta tecnología presenta, es el uso de pequeñas tarjetas o *SIM cards*, utilizadas para identificar a los usuarios de este servicio, lo cual, permitía portar la identidad del suscriptor a otro dispositivo móvil.

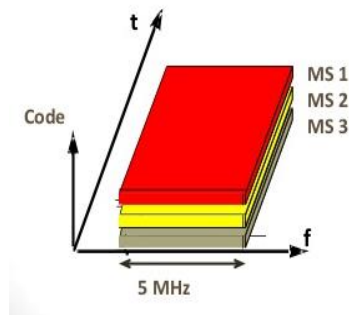
Aunado a lo anterior, GSM utiliza una combinación de técnicas de acceso al medio, Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA por sus siglas en inglés) y Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA por sus siglas en inglés).

Posteriormente, surgió una evolución denominada 2.5G. La cual, incluyó a dos sistemas principales, el Servicio General de Paquetes Vía Radio (GPRS por sus siglas en inglés) y las Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución GSM (EDGE por sus siglas en inglés). El primer sistema permitía transferir paquetes de datos utilizando la interfaz de radio de GSM, mientras que la segunda presentaba una mejora a las características de GPRS.

### 1.2.2 Tecnología 3G

El nacimiento de la tecnología 3G, surge de la necesidad de la provisión de servicios multimedia a mayores velocidades. Por ello, en mayo del 2000, la UIT adoptó un nuevo estándar, el IMT-2000. Este nuevo estándar, introdujo la tecnología UMTS, la cual permite ofrecer servicios de transferencia de datos a mayores velocidades y con mejor calidad en comparación de la tecnología 2G.

Entre las técnicas de acceso al medio utilizadas por esta tecnología, se encuentra El Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (en lo sucesivo WCDMA). La cual, permite la transmisión de información utilizando códigos distintos para cada canal al mismo tiempo y utilizando la misma frecuencia (véase Figura 3).



**Figura 3.** Representación del funcionamiento de la técnica WCDMA

Fuente: Kumar, 2013

Posteriormente, surgió el Acceso de Paquetes a Velocidades Altas (HSPA por sus siglas en inglés) como una mejora en las redes WCDMA, incrementando las velocidades de carga y descarga de datos; las cuales, podían alcanzar los 14 Mbps en *downlink* y hasta 6 Mbps en *uplink* teóricos.

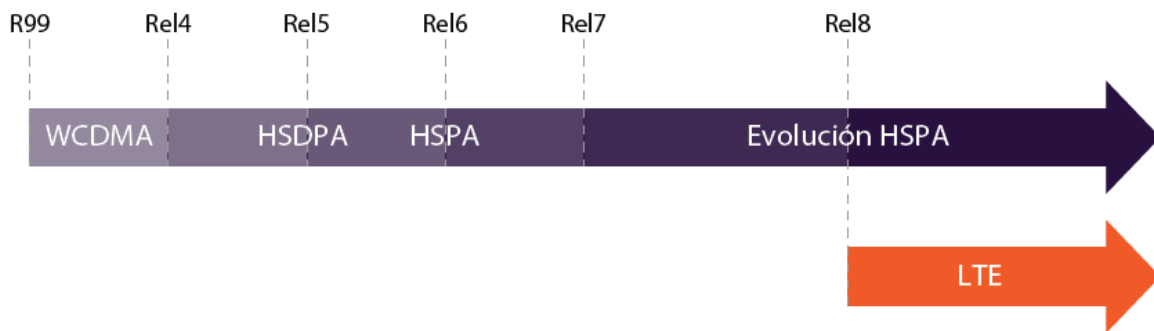
Cabe mencionar que, el surgimiento posterior del sistema HSPA+ representó la evolución de la tecnología 3G a 3.5G. Este sistema, permitió una mejora en las capacidades de las redes, lo cual, se puede observar en las velocidades pico teóricas de 42 Mbps, pero con velocidades reales de 1 a 3 Mbps (Cassavoy, 2019).

### 1.2.3 Tecnología 4G

En 2008, el Proyecto Asociación de Tercera Generación (en lo sucesivo, 3GPP) publicó las primeras especificaciones de la tecnología 4G conocida como Evolución a Largo Plazo (en lo sucesivo, LTE) por medio del *Release* 8, llamado LTE/SAE. Se refiere a una nueva

arquitectura basada completamente en el Protocolo de Internet (en lo sucesivo, IP). Ahora bien, es importante mencionar que, si bien esta tecnología se catalogaba como 4G, realmente es considerada 3.9G. La principal razón es por las velocidades que esta tecnología maneja, las cuales alcanzan 100 Mbps para *downlink* y 50 Mbps para *uplink* (Abdullah et al., 2011), lo cual, se encuentra por debajo de los requerimientos mínimos que la tecnología 4G estipula.

La Figura 4 muestra una breve descripción de las evoluciones tecnológicas que han surgido.



**Figura 4.** Línea de evolución 3GPP

Fuente: INATEL, 2020

Posteriormente, en 2011 se publicó por parte de la 3GPP, el *Release 10 LTE-Advanced*. El cual, cumple con los requerimientos de transferencia de datos a velocidades de 1 Gbps en *downlink* y 500 Mbps en *uplink*, así como tiempos de latencia menores a 10 ms.

El esquema LTE de transmisión de descarga se encuentra basado en la Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonales (en lo sucesivo, OFDM). La importancia de este esquema de transmisión, es mencionada por Dahlman (2016) de la siguiente manera:

Debido al tiempo relativamente largo de los símbolos OFDM, este esquema proporciona un alto grado de robustez con respecto a la selectividad del canal de frecuencia. Si bien pueden presentarse señales corruptas, esto puede solucionarse por medio de la ecualización en el lado receptor. Entonces, OFDM se vuelve una opción atractiva para LTE la cual, el ancho de banda y la compatibilidad con un sistema avanzado de transmisión multi antena, son características fundamentales.

En lo que hace a los usuarios finales, esta tecnología permite asegurarles, de cierta manera, una velocidad de transferencia alta de datos fija. Además, la calidad de los servicios



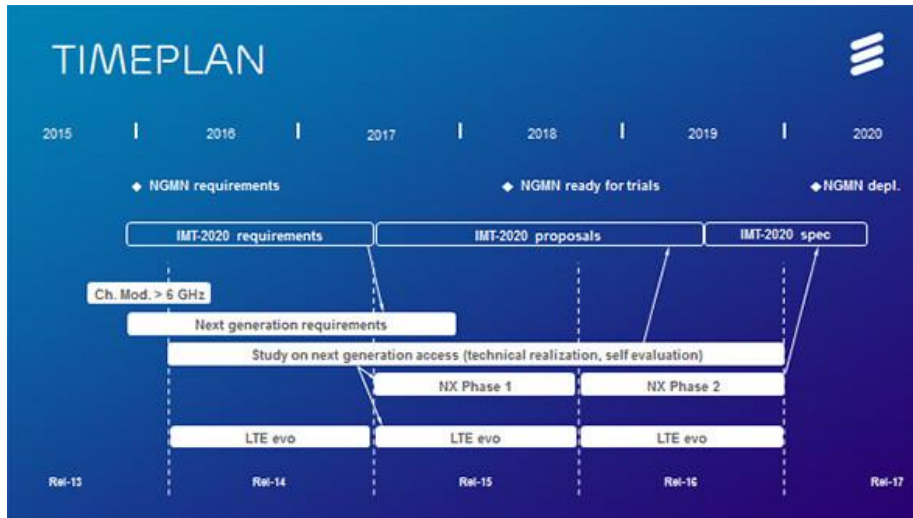
de voz y video sobre IP muestran una notable mejora con respecto a las tecnologías antecesoras.

Asimismo, el desempeño del servicio de transferencia de datos en los sistemas celulares puede diferenciarse por los usuarios derivado de la perspectiva de estos. Es decir, usuarios pueden experimentar excelentes velocidades de transferencia de datos al tomar el valor pico promedio que la interfaz de radio entrega. Por otra parte, algunos usuarios pueden experimentar en otras áreas de interferencias perjudiciales que no permiten entregar de manera óptima los servicios solicitados por estos (Dahlman et al., 2011).

Por su parte, los operadores del servicio requieren mostrar una eficiencia en sus sistemas, para que los recursos de la red, proporcionen de manera correcta los servicios solicitados por los usuarios finales. Una de las mediciones comunes para evaluar el desempeño de la red es la “eficiencia espectral”, la cual, entrega los valores de transferencia de datos por MHz con respecto al espectro en cada célula del sistema. Otro parámetro importante a medir por parte de los operadores móviles, es el número de usuarios activos que se encuentran conectados simultáneamente. Dado que los recursos provistos son limitados, se debe realizar una compensación entre el número de usuarios activos y la calidad de los servicios provista por los operadores, para que esta última sea percibida como buena en términos de rendimiento de los usuarios.

#### **1.2.4 Tecnología 5G**

A finales del 2017, la 3GPP publicó las especificaciones relacionadas con la tecnología 5G a través del *Release 15*. Esta especificación está dividida en dos fases, una inicial que contempla el modo dependiente (*non-standalone*) y el segundo que se dio a conocer a finales del 2018, el cual, es en modalidad independiente (*standalone*). La Figura 5 muestra los años planeados para el despliegue de los diferentes *Releases*.



**Figura 5.** Planeación de despliegue de los diferentes Release

Fuente: Parkvall, 2015

La modalidad dependiente, establece el uso de infraestructura desplegada para dar servicios 4G por parte de la tecnología 5G. Entonces, a través de esta infraestructura, los operadores móviles buscan utilizar rangos de frecuencia distintos a 4G para incrementar su ancho de banda.

Mientras que la modalidad independiente, como su nombre lo indica, contará con infraestructura única para la tecnología 5G, permitiendo contar con comunicaciones de ultra baja latencia, altas velocidades de transferencia de datos, comunicación masiva de dispositivos, entre otros.

5G se perfila a ser una tecnología revolucionaria, no simplemente una evolución de mejora en los servicios como las tecnologías anteriores han sido. Esta tecnología tendrá tareas críticas como puede ser el cuidado de la vida humana a través de cirugías remotas y consultas médicas a distancia; o la conducción de vehículos autónomos. De igual manera, esta tecnología permitirá que el entretenimiento, tal como juegos en línea y *streaming*, se perciban en tiempo real. Además, esta tecnología busca conectar a las ciudades, convirtiéndolas en ciudades inteligentes, dentro de las cuales habrá una mayor eficiencia en los semáforos, la conducción autónoma de vehículos, mayor eficiencia en el transporte público, reducción de consumo de agua, entre otros; podrá ser posible derivado, principalmente, de los bajos niveles de latencia y altas velocidades que esta tecnología permite (véase Figura 6).



**Figura 6.** Algunos usos de la tecnología 5G

Fuente: *Nguyen, 2019*

### 1.3 Mejores prácticas internacionales

La regulación del servicio móvil requiere de herramientas que permitan la vigilancia de este sector para proporcionar certidumbre en el mercado y existan posibilidades de entrada a nuevos competidores y que los usuarios finales cuenten con calidad en los servicios de telefonía móvil adquiridos.

Para ello, existen diferentes mecanismos de regulación que los diferentes países a nivel mundial utilizan. Regulación de comando y control en países como Argentina, Colombia o Costa Rica; o bajo la técnica de consenso, donde los concesionarios de este servicio llevan a cabo métodos que se pueden definir como autorregulación, como es el caso de Croacia, Reino Unido o Francia.

### 1.3.1 Argentina

El Ente Nacional de Comunicaciones (en lo sucesivo, ENACOM) de Argentina, es un ente autárquico y descentralizado que funciona en el ámbito de la Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación. Su objetivo es conducir el proceso de convergencia tecnológica y crear condiciones estables de mercado para garantizar el acceso de todos los argentinos a los servicios de Internet, telefonía fija y móvil, radio, correo postal y televisión (ENACOM, s. f.).

El ENACOM realiza la vigilancia de los servicios de telefonía móvil e Internet a través de un equipo de medición especializado de conformidad con lo establecido en el “Reglamento de Calidad de los Servicios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones” (en lo sucesivo, Reglamento de Calidad), mismo que tiene como objetivo establecer niveles de calidad para garantizar una mejor experiencia al usuario final.

Algunos de los indicadores que se consideran en este Reglamento de Calidad se muestran en el Cuadro 3.

Indicador	Servicio	Valor de Cumplimiento
<b>Indicador de Accesibilidad del Servicio (IAS)</b>	Voz	≥ 97%
	Datos	≥ 92%
<b>Indicador de Retenibilidad del Servicio de Voz (IRSV)</b>	Redes móviles	> 97%
<b>Indicador de Calidad de Voz para Redes Móviles (ICV)</b>	GSM y UMTS	≥ 3.1
	LTE	≥ 3.7

**Cuadro 3.** *Indicadores y parámetros de calidad correspondientes a Argentina*

Fuente: Elaboración propia con datos de la *República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional, 2018*

El Reglamento de Calidad estipula como responsable de realizar mediciones en campo a la Autoridad de Aplicación, misma que es el ENACOM, siempre que estime conveniente.

En caso que los operadores incumplan con los niveles de calidad exigidos, estos no serán sancionados. Teniendo como obligación presentar planes de mejora que posteriormente permitan alcanzar los niveles de calidad establecidos (República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional, 2018, p. 11).

### 1.3.2 Baréin

En Baréin, la Autoridad Regulatoria en Telecomunicaciones (en lo sucesivo, TRA) emitió un reporte en el cual, publicó los resultados de mediciones de Calidad del Servicio móvil correspondientes al año 2019 conforme a las obligaciones conferidas en su Ley de Telecomunicaciones<sup>2</sup> (artículos 3 y 54).

El propósito de la política implementada, es evaluar principalmente los niveles de calidad de los servicios ofrecidos por los proveedores del servicio móvil, así como mediciones a aplicaciones móviles. Para esto, se llevan a cabo evaluaciones intentando simular la experiencia de un usuario al utilizar los diferentes servicios telefónicos móviles (llamadas de voz, envío y recepción de SMS y transferencia de datos móviles).

Para llevar a cabo estas pruebas, la TRA designó a una empresa externa (Directique<sup>3</sup>) para llevar a cabo este ejercicio de medición. Las mediciones fueron realizadas en determinadas fechas establecidas en un horario de 09:00 am a 11:00 pm exceptuando los días sábados.

Los servicios que fueron evaluados son los siguientes:

- Servicio de voz.
- Mensajes cortos (SMS)
- Velocidad de transferencia de datos.
- Mediciones de *streaming* (*YouTube*).
- Mediciones de redes sociales (*Whatsapp, Facebook e Instagram*).

Los parámetros de calidad sujetos a evaluación se enlistan en el Cuadro 4.

Servicio	Parámetro de Calidad	Descripción
Voz	Llamada establecida y mantenida por 2 min	Porcentaje de llamadas establecidas y mantenidas por al menos 2 min sin interrupción alguna
	Tasa de calidad perfecta	Porcentaje de llamadas mantenidas por al menos 2 min y evaluadas con un MOS de al menos 4

<sup>2</sup> The Telecommunications Law of the Kingdom of Bahrain.

<sup>3</sup> Corporación que lleva a cabo estudios y consultoría de calidad en el ramo de telecomunicaciones.

Servicio	Parámetro de Calidad	Descripción
	Tasa de calidad correcta	Porcentaje de llamadas mantenidas por al menos 2 min y evaluadas con un MOS de 4 o 3
<b>SMS</b>	Porcentaje de SMS recibidos en menos de 2 min	SMS recibidos dentro de un periodo de 2 min
	Porcentaje de SMS recibidos en menos de 30 s	SMS recibidos íntegramente dentro de un periodo de 30 s
	Porcentaje de SMS recibidos en menos de 15 s	SMS no rechazados y recibidos íntegramente dentro de un periodo de 15 s
<b>HTTP</b>	Velocidad promedio	Velocidad promedio de transferencias de datos exitosas
	Mejor velocidad	Mejor velocidad obtenida para una medición de transferencia de datos
<b>Web</b>	Tasa de transferencia de datos exitosa	Página web cargada exitosamente dentro de 60 s
	Tiempo promedio de descarga	Retardo promedio una vez conectado de conexiones exitosas
	Tiempo mínimo de descarga	Mejor retardo al cargar una página web
	Tiempo de desviación estándar de descarga	Tiempo de desviación estándar de una descarga exitosa
	Tasa de transferencia exitosa de un archivo en 10 s	Carga de página exitosa en 10 s
<b>Streaming</b>	Proporción de videos establecidos y mantenidos por 2 min	Video iniciado en el primer intento y mantenido por 2 min
	Proporción de videos establecidos y mantenidos por 2 min y evaluados con 4	Se excluyen: fallas en el primer intento, interrumpidos antes de 2 min o evaluados con calidad 3 o menor
	Proporción de videos establecidos y mantenidos por 2 min y evaluados con 3 o 4	Se excluyen: fallas en el primer intento, interrumpidos antes de 2 min o evaluados con calidad 2 o menor

Servicio	Parámetro de Calidad	Descripción
	Retardo	Retardo entre el inicio de la aplicación y el inicio de la secuencia
Facebook	Velocidad de carga promedio	Velocidad promedio durante una carga de 30 s
	Mejor velocidad	Mejor velocidad durante una carga de 30 s
Instagram	Proporción de publicaciones exitosas	Transferencia exitosa de archivos sin interrupción. El parámetro se basa en el número total de intentos de conexión
	Retardo promedio de publicación	Retardo entre la selección "Compartir/Instagram" y la publicación de la imagen
WhatsApp	Tasa de calidad perfecta	Proporción de llamadas mantenidas por 2 min y evaluadas con una calidad de al menos 4
	Proporción de mensajes recibidos dentro de 30 s	Mensajes sin rechazo cuando son enviados y recibidos dentro de un periodo de 30 s

**Cuadro 4.** *Parámetros de calidad evaluados en Barén*

Fuente: Elaboración propia con datos de *Directique, s. f.*

Cabe resaltar que el reporte emitido por la empresa consultora no cuenta con efectos legales. Lo que busca la TRA a través del estudio realizado, es estimular el debate entre *stakeholders* y el público en general (Directique, s. f., p. 4).

### 1.3.3 Colombia

El 18 de mayo de 2011, la Comisión de Regulación de Comunicaciones (en lo sucesivo, CRC) de Colombia emitió la resolución 3067. La cual, define los indicadores de calidad para los servicios de telecomunicaciones; esta resolución establece las obligaciones a las que deberán sujetarse los operadores móviles.

Aunado a lo anterior, en 2015, se expidió la resolución 4734, misma que modifica algunos artículos que se encuentran en la resolución 3067. Esta nueva resolución, determina los parámetros de evaluación de Calidad del Servicio móvil presentados en el Cuadro 5.

Parámetro	Descripción	Valor de Cumplimiento
<b>Porcentaje total de llamadas caídas en 2G</b>	Porcentaje de llamadas entrantes y salientes de la red de tecnología 2G, las cuales una vez establecidas, es decir, han tenido asignación de canal de tráfico, son interrumpidas sin la intervención del usuario, debido a causas dentro de la red del proveedor.	Zona 1: < 1% <sup>4</sup> Zona 2: < 5% <sup>5</sup>
<b>Porcentaje total de llamadas caídas en 3G</b>	Porcentaje de llamadas entrantes y salientes de la red de tecnología 3G, las cuales una vez establecidas, es decir, han tenido asignación de canal de tráfico, son interrumpidas sin la intervención del usuario, debido a causas dentro de la red del proveedor.	Zona 1: < 2% <sup>6</sup> Zona 2: < 5% <sup>7</sup>
<b>Porcentaje de intentos de llamadas no exitosos en la red de acceso para 2G</b>	Relación porcentual entre la calidad de intentos de comunicación que no logran ser establecidos, y la cantidad total de intentos de comunicación para cada sector de tecnología 2G.	Zona 1: < 3% <sup>8</sup> Zona 2: < 5% <sup>9</sup>
<b>Porcentaje de intentos de</b>	Relación porcentual entre la calidad de	Zona 1: < 3% <sup>10</sup>

<sup>4</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 1, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 6%.

<sup>5</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 2, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 6%.

<sup>6</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 1, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 6%.

<sup>7</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 2, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 6%.

<sup>8</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 1, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 7%.

<sup>9</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 2, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 7%.



Parámetro	Descripción	Valor de Cumplimiento
<b>llamadas no exitosas en la red de acceso para 3G</b>	intentos de comunicación que no logran ser establecidos, y la cantidad total de intentos de comunicación para cada sector de tecnología 3G.	Zona 2: < 5% <sup>11</sup>
<b>Porcentaje de completación de mensajes cortos de texto –SMS-on-net (sic)</b>	Proporción de mensajes cortos de texto enviados desde el Centro de Servicios de Mensajes Cortos (en lo sucesivo, SMSC) y recibidos correctamente en el terminal destino.	≥ 90%
<b>Porcentaje de completación de mensajes cortos de texto –SMS-off-net (sic)</b>	Proporción de mensajes cortos de texto enviados desde el SMSC de la red de origen y recibidos correctamente en el SMSC de la red destino.	≥ 98%
<b>Ping</b>	Tiempo que requiere un paquete para viajar desde un origen a un destino y regresar.	2G: Igual al valor obtenido 3G: <150 ms
<b>Tasa de datos media FTP</b>	Tasa de transferencia de datos FTP medidos a lo largo de todo el tiempo de conexión al servicio, luego que un enlace de datos ha sido establecido de manera exitosa.	2G: Igual al valor obtenido 3G: ≥512 kbps
<b>Tasa de datos media HTTP</b>	Tasa de transferencia de datos HTTP medidos a lo largo de todo el tiempo de conexión al servicio, luego que un enlace de datos ha sido establecido de manera exitosa.	2G: Igual al valor obtenido 3G: ≥512 kbps

**Cuadro 5.** Indicadores y parámetros de calidad correspondientes a Colombia

Fuente: Elaboración propia con datos de la *Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2015*

<sup>10</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 1, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 7%.

<sup>11</sup> Para estaciones base con transmisión satelital, ubicadas dentro de la Zona 2, el valor de cumplimiento deberá ser inferior a 7%.

La información de los parámetros de calidad para los servicios de voz y SMS deberá ser enviada por los proveedores del servicio de telefonía móvil dentro de los quince días calendario siguientes al vencimiento del periodo de los reportes, los cuales son mensuales (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2011, p. 15).

Mientras que los cálculos relacionados a los parámetros de acceso a Internet, deberán ser reportados al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones una vez que hayan sido recolectadas en un trimestre (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2011, p. 28).

Aunado a lo anterior, la CRC realiza evaluaciones de ciertos parámetros de calidad con el apoyo de equipo de medición especializado, a través de un *drive test*. Los parámetros obtenidos en este tipo de mediciones se muestran en el Cuadro 6.

Parámetro	Descripción
<b>Llamadas no exitosas</b>	Proporción de llamadas que no logran establecerse para la comunicación efectiva del usuario.
<b>Llamadas caídas</b>	Proporción de llamadas interrumpidas una vez que lograron establecerse para llevar a cabo la comunicación del usuario.
<b>Velocidad media</b>	Velocidad promedio de descarga y carga de datos desde una página <i>web</i> .
<b>Latencia</b>	Sumatoria de retardos que presentan paquetes de datos al transmitirse dentro de una red.
<b>Tiempo de carga web</b>	Tiempo que demora una página <i>web</i> en cargar completamente todos los recursos para visualización.

**Cuadro 6.** *Parámetros de calidad correspondientes a Colombia mediante Drive Test*

Fuente: Elaboración propia con datos de la *Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2019*

### 1.3.4 Costa Rica

La Superintendencia de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, SUTEL), es el órgano técnico encargado de velar por el uso eficiente del espectro radioeléctrico y vigilar y controlar el ordenamiento jurídico de las telecomunicaciones en Costa Rica.

Este órgano regulador, se encarga de vigilar el mercado de las telecomunicaciones, a través de autorizaciones a empresas operadoras y proveedoras de servicio, promoción a la competencia, vigilar el desempeño y calidad de las redes, entre otras (SUTEL, 2020).

La SUTEL realiza evaluaciones de calidad de los servicios móviles a través de distintos modelos. Uno de ellos, es la verificación de la calidad de los servicios por medio de la información suministrada por los operadores/proveedores del servicio. Además, cuenta con equipamiento propio para realizar pruebas de campo en la modalidad *drive test* a fin de contar con un mecanismo imparcial para la obtención de resultados e información.

Cabe mencionar que, en el 2016, se realizó una licitación para contar con un sistema distribuido de medición y recopilación de datos de la calidad de servicios de telecomunicaciones. De esta manera, la SUTEL cuenta con diversas herramientas para proporcionar información de la calidad de los servicios de telefonía móvil a los usuarios finales.

Algunos de los parámetros del servicio móvil que el presente órgano regulador evalúa de acuerdo a su Reglamento de Prestación y Calidad de Servicios realizando *drive test*, se enlistan en el Cuadro 7.

Parámetro	Descripción	Valor de Cumplimiento
<b>Porcentaje de Llamadas no exitosas</b>	Evalúa la accesibilidad del servicio de telefonía y será medido como la razón porcentual entre la cantidad de llamadas no exitosas respecto a la cantidad total de intentos válidos de llamada (SUTEL, 2017, p. 22).	$\leq 4\%$
<b>Calidad de voz</b>	Se medirá como la razón porcentual de la cantidad de mediciones que cumplen con el umbral MOS que establezca la SUTEL (SUTEL, 2017, p. 22).	-
<b>Área de cobertura del servicio móvil</b>	Se debe calcular de forma independiente para cada tecnología, y debe realizarse con base en las mediciones efectuadas durante la ejecución de pruebas de campo de tipo <i>drive test</i> , de conformidad con la metodología de medición establecida por la SUTEL (SUTEL, 2017, p. 24).	$\geq 90\%$
<b>Porcentaje de Llamadas interrumpidas</b>	Razón porcentual de llamadas entrantes y salientes, las cuales, una vez que han sido correctamente establecidas y por consiguiente tienen asignado un canal de comunicación, se caen o interrumpen antes de su terminación	$\leq 2\%$

Parámetro	Descripción	Valor de Cumplimiento
	normal por parte del usuario, siendo dicha terminación temprana causada por la red del operador (SUTEL, 2017, p. 24).	
<b>Tiempo de entrega de mensajes de texto</b>	Será medido como la razón porcentual de la cantidad de mensajes de texto entregados dentro del tiempo máximo (umbral) que establezca la SUTEL (SUTEL, 2017, p. 25).	-
<b>Retardo local</b>	Razón porcentual de las mediciones de RTT locales que cumplen con el retardo máximo (umbral) que establezca la SUTEL, respecto de la totalidad de mediciones efectuadas (SUTEL, 2017, p. 26).	-
<b>Retardo internacional</b>	Este indicador esta dado está dado por el tiempo de ida y vuelta (RTT) de un paquete de datos enviado a un servidor de medición ubicado en un nodo fuera del territorio costarricense (SUTEL, 2017, p. 27).	-
<b>Relación entre la velocidad de transferencia de datos local o internacional respecto a la velocidad provisionada</b>	Este parámetro es evaluado utilizando la relación entre la velocidad de referencia (en bits por segundo) que experimentan los usuarios y la velocidad provisionada (en bits por segundo) por el operador/proveedor al usuario contratante del servicio. Este indicador es aplicable tanto para comunicaciones locales como internacionales (SUTEL, 2017, p. 28).	3G: ≥ 40% 4G: ≥ 50%

**Cuadro 7.** *Parámetros de calidad correspondientes a Costa Rica mediante Drive Test*

Fuente: Elaboración propia con datos de SUTEL, 2017

Cabe mencionar que, los parámetros mencionados anteriormente, no obligan a los Operadores Móviles Virtuales (en lo sucesivo, OMV) a aportar información a estos indicadores. Sin embargo, esta característica no los exime de brindar servicios de calidad a los usuarios finales.

Por otra parte, la firma internacional *Opensignal*, evalúa 6 parámetros de calidad en conjunto con la SUTEL a través de la aplicación instalada en los teléfonos móviles de los ciudadanos costarricenses desde la experiencia móvil del consumidor. Los parámetros evaluados se especifican en el Cuadro 8.

Parámetro	Descripción
<b>Porcentaje de disponibilidad de redes 4G</b>	Esta medición refleja la proporción de tiempo que los usuarios de telefonía móvil se mantienen conectados con la red 4G (SUTEL & Opensignal, 2019).
<b>Experiencia en aplicaciones de video</b>	Esta medición evaluó con una calificación de 0 a 100 la experiencia de los usuarios al observar un video por medio de una aplicación, tomando en cuenta tiempos de reproducción y calidad (SUTEL & Opensignal, 2019).
<b>Experiencia en aplicaciones de voz</b>	Esta medición evaluó con una calificación de 0 a 100 la experiencia de los usuarios al realizar una llamada de voz a través de una app móvil (SUTEL & Opensignal, 2019).
<b>Experiencia en velocidad de descarga</b>	Velocidad obtenida en Mbps durante una sesión de descarga de datos (SUTEL & Opensignal, 2019).
<b>Experiencia en velocidad de carga</b>	Velocidad obtenida en Mbps durante una sesión de carga de datos (SUTEL & Opensignal, 2019).
<b>Latencia (tiempo de respuesta)</b>	La latencia o retardo corresponde al tiempo que toma el intercambio de información en la red. Este indicador se mide en milisegundos; el menor tiempo de respuesta es el que ofrece una mejor experiencia para los usuarios (SUTEL & Opensignal, 2019).

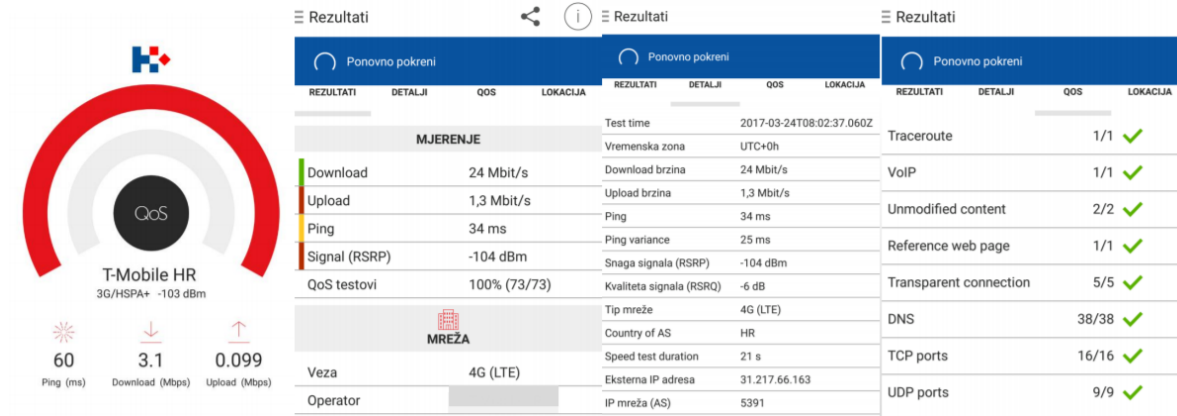
**Cuadro 8.** *Parámetros de calidad correspondientes a Costa Rica mediante el uso de la app Opensignal*

Fuente: Elaboración propia con datos de SUTEL & Opensignal, 2019

### 1.3.5 Croacia

La Autoridad Reguladora de Croacia para las Industrias de Redes (en lo sucesivo, HAKOM) es una agencia reguladora independiente para las industrias de telecomunicaciones, correos y ferrocarriles.

A partir del 2017, esta agencia puso a disposición de los usuarios una aplicación llamada *HAKOMetar plus*, misma que puede ser instalada en los equipos terminales móviles de los usuarios para realizar pruebas de distintos servicios de telefonía móvil con respecto al operador que les brinda servicio. La Figura 7, muestra la interfaz de esta aplicación.



**Figura 7.** Pantallas de la aplicación HAKOMETAR+ que muestran resultados obtenidos

Fuente: HAKOM, 2018

Los parámetros que pueden ser medidos son los siguientes:

- Velocidad de descarga
- Latencia
- Velocidad de carga
- Detección de bloqueo de puertos TCP (20, 25, 80, 110, ...)
- Detección de bloqueo de puertos UDP (53,5060, ...)
- VoIP

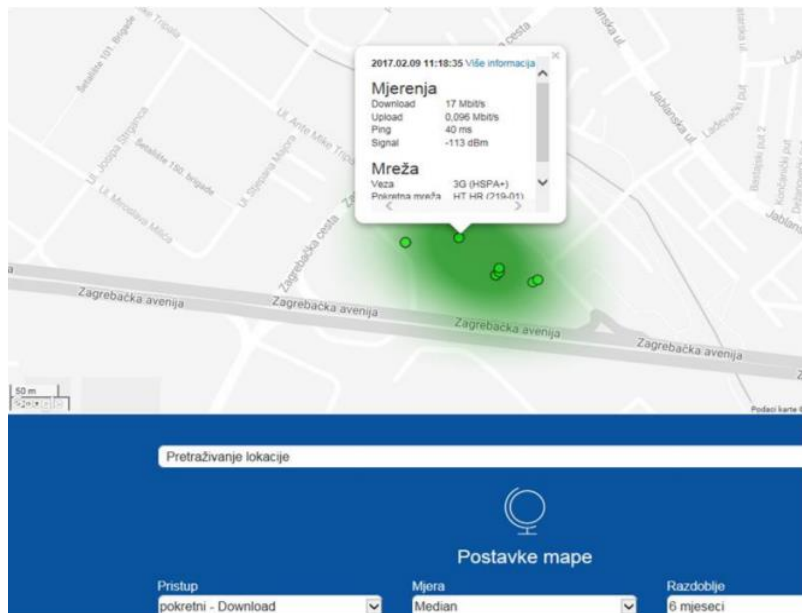
Las últimas tres pruebas mencionadas anteriormente, son englobadas por la aplicación dentro de una sección denominada calidad de servicio. A continuación, el Cuadro 9 ejemplifica el uso de algunos puertos, protocolos y aplicaciones

Número de Puerto	Protocolo	Aplicación
20	TCP	Transferencia de archivos
25	TCP	Camino virtual de correos electrónicos (SMTP)
53	UDP / TCP	Utilizado por el servicio de nombres de dominio
80	TCP	Puerto por medio del cual el servidor http “escucha” la petición realizada por un cliente.

Número de Puerto	Protocolo	Aplicación
110	TCP	Usado por gestores de correo electrónico para establecer conexión con el protocolo POP3
5060	UDP	Protocolo utilizado para el inicio, modificación y finalización de sesiones interactivas

**Cuadro 9.** Algunos puertos utilizados para las mediciones a través de la aplicación HAKOMetar+  
Fuente: Elaboración propia con datos de HAKOM, 2018

Una vez obtenidos estos resultados, estos son reflejados en mapas, donde los usuarios pueden acceder con la finalidad de comparar los servicios prestados por los distintos operadores como se puede observar en la Figura 8.



**Figura 8.** Mapa de la aplicación HAKOMetar+ que muestra los resultados obtenidos en ubicaciones específicas

Fuente: HAKOM, 2018

Aunado a lo anterior, esta autoridad utiliza estos datos obtenidos a través de la aplicación y realiza un cruce de información con lo publicado por los operadores para corroborar que los resultados son consistentes.

### 1.3.6 Francia

En Francia, la entidad reguladora encargada de llevar a cabo las mediciones de Calidad del Servicio móvil, es la Autoridad Reguladora de Comunicaciones Electrónicas, Distribución Postal y de Medios Impresos de Francia (en lo sucesivo, ARCEP). Esta Autoridad fue creada el 05 de enero de 1997 y originalmente fue nombrada Autoridad Reguladora de Telecomunicaciones.

La ARCEP cuenta con una herramienta llamada “Mi red móvil (*Mon réseau mobile*), misma que se muestra en la Figura 9. Los datos mostrados en esta página *web*, permiten a los usuarios finales comparar y conocer información acerca de los servicios prestados por los diferentes operadores móviles.



**Figura 9.** Información desplegada en la página web de “Mi red móvil”

Fuente: ARCEP, s. f.

Esta herramienta cuenta con dos tipos de información (ARCEP, 2019):

- Cobertura: Estos mapas son realizados por los operadores y verificados por la ARCEP mediante “controles sorpresa” con la finalidad de contar con una exactitud del 95% reportada por los operadores.
- Calidad del Servicio: La ARCEP lleva a cabo mediciones de calidad de distintos parámetros del servicio móvil (véase Cuadro 10) en diferentes zonas propuestas durante 3 meses.

Las pruebas realizadas, tienen como objetivo evaluar el rendimiento de las redes de los operadores, de una manera estrictamente comparable y en condiciones de uso diversificado. Estas mediciones son realizadas en cuatro zonas:

- Densa (15 grandes ciudades).
- Intermedia (Ciudades con una población entre 10,000 y 400,000 habitantes).
- Rural (Pueblos con una población menor a 10,000 habitantes).
- Turística (50 sitios turísticos más populares).



Parámetro	Descripción
<b>Voz</b>	Tasa de llamadas exitosas que se mantuvieron durante 2 minutos con buena calidad.
<b>SMS</b>	Tasa de mensajes cortos recibidos en menos de 10 segundos.
<b>Navegación web</b>	Carga exitosa de una página web en menos de 10 segundos.
<b>Tasa de eventos exitosos de carga y descarga</b>	Tasa de sesiones exitosas correspondientes a carga (2 MB) y descarga (10 MB) de archivos en un tiempo menor a 60 segundos.
<b>Velocidad de descarga y carga de datos</b>	Velocidad obtenida en Mbps durante una sesión de descarga y carga de datos.
<b>Reproducción de videos</b>	Tasa de eventos exitosos correspondientes a videos en HD visualizados en perfecta calidad.

**Cuadro 10.** *Parámetros de calidad correspondientes a Francia*

Fuente: Elaboración propia con datos de *ARCEP, 2019*

Mientras que, para las mediciones correspondientes a carreteras, líneas TGV (Servicio ferroviario interurbano de alta velocidad de Francia), TER (Sistema de transporte ferroviario regional exprés), RER (Sistema híbrido suburbano que combina operaciones de transporte subterráneo en los centros de las ciudades y los suburbios) y en la red del metro; los parámetros evaluados son:

- Voz
- SMS
- Navegación web

En el 2019, la ARCEP decidió realizar las mediciones entre dos teléfonos móviles, a diferencia de años anteriores que se realizaban mediante una línea móvil a una línea fija.

Aunado a lo anterior, con la finalidad de tener una mejor representación en los resultados, el 25% de las mediciones realizadas se llevaron a cabo entre dos teléfonos móviles con el mismo operador (*on-net*) y el 75% entre dos teléfonos móviles de dos operadores diferentes (*off-net*) (ARCEP, 2019).

### **1.3.7 Reino Unido**

En Reino Unido, la Oficina de Comunicaciones (en lo sucesivo, Ofcom) es el órgano regulador de servicios de comunicaciones. Se encarga de asegurar que los servicios de banda ancha, telefonía fija y móvil, televisión, radio y el servicio postal sean provistos con calidad y en un entorno de competencia.

En 2013, esta autoridad reguladora publicó una consulta pública para recolectar información sobre los servicios de telefonía móvil y determinar cómo proceder en busca de soluciones. Lo anterior, bajo la calidad de experiencia (QoE) que los diferentes usuarios experimentan en este servicio.

Para esto, la Ofcom utilizó una encuesta realizada a los usuarios de telefonía móvil en noviembre del 2012, donde estos respondieron con respecto a la experiencia que tienen utilizando los servicios de telefonía móvil a través de sus dispositivos. Además, esta oficina realizó investigaciones en áreas urbanas y rurales para conocer las diferencias que pudieran existir bajo la experiencia que estos usuarios tenían.

Algunos resultados que la Ofcom (2013) obtuvo, fueron los siguientes:

- La habilidad de realizar y recibir llamadas o textos fueron consideradas importantes en la mayoría de las respuestas obtenidas.
- De igual manera, el precio de los servicios fue catalogado como importante.
- El siguiente punto considerable fue la calidad de las llamadas de voz.
- El 81% de los encuestados mostró aprobación con los servicios de telefonía móvil contratados. Lo anterior, sin diferencia alguna en cuestiones urbanas, rurales o de naciones.
- Los usuarios en Escocia se encontraron muy satisfechos con la velocidad de los servicios de Internet (55%), mientras que Gales fue el último país en mostrar satisfacción con este servicio (37%).

Posteriormente, la Ofcom (s. f.) emitió un reporte el cual, destaca los siguientes puntos externados por los usuarios del servicio correspondientes a datos obtenidos en el 2016:

- Satisfacción general: Que tan satisfechos se encuentran los usuarios con sus servicios y si tienen razones para quejarse.
- Desempeño de los servicios: Conocer si los servicios se encuentran disponibles y trabajando como deben.
- Servicio al cliente: La experiencia de contactar proveedores y como estos resuelven eficientemente las quejas.

Asimismo, el reporte muestra una mejora en la satisfacción con su servicio (92%), una notable mejora con respecto a lo reportado en el 2013 como se abordó anteriormente (81%).

Por otra parte, solo el 4% de los usuarios muestra una razón para quejarse de sus servicios, sin embargo, estas quejas corresponden a distintos proveedores de servicio.

Aunado a lo anterior, se puede encontrar información sobre:

- Satisfacción con la recepción del servicio.
- Uso de una aplicación móvil para obtener datos sobre llamadas exitosas, caídas y fallidas por operador.
- Experiencia del servicio de datos en 4G.
- Problemas de facturación.
- Tiempo de espera promedio para la resolución de un problema.

El estudio más reciente fue publicado en abril del 2019, en el cual, de manera muy general, muestra algunos datos como expone a continuación (Ofcom, 2019):

- La satisfacción general de los usuarios con sus servicios (93% que corresponde al 2018).
- Disminución de quejas presentadas con respecto al año anterior.
- Mas formas de contactar a los proveedores de servicios.
- Tiempo promedio de espera para la resolución de un problema.

De lo anterior, se puede observar que, a través de las encuestas realizadas por esta entidad reguladora, se ha presentado mejoras visibles por parte de los usuarios finales en los distintos servicios de telefonía móvil.

### 1.3.8 Singapur

La Autoridad de Desarrollo de Medios de Información y Comunicación (en lo sucesivo, IMDA) es una agencia gubernamental autónoma de Singapur creada oficialmente el 01 de octubre de 2016, que se encuentra bajo el Ministro de Información y Comunicación (en lo sucesivo, MCI).

Esta creación se derivó, dado que el MCI ordenó en el segundo semestre, la reestructuración de la Autoridad de Desarrollo de Información y Comunicación y de la Autoridad de Desarrollo de Medios.

La IMDA regula el desempeño de indicadores clave ofrecidos por los proveedores de servicio de telefonía móvil. Actualmente, esta Autoridad creó estándares que permiten evaluar parámetros de Calidad del Servicio móvil. Estos indicadores son evaluados a través de equipo de medición especial para llevar a cabo estas mediciones. De igual manera, la IMDA solicita a los operadores de estas redes a entregar reportes periódicos con información de la calidad de los servicios objetos de evaluación.

Los parámetros evaluados se muestran en los Cuadros 11 y 12.

Servicio Móvil 3G	
Indicador	Valor de Cumplimiento
<b>Cobertura de Servicio (Intensidad de señal -100 dBm o mejor)</b>	
<b>A nivel nacional</b>	> 99%
<b>Dentro de construcciones</b>	> 85%
<b>Túneles</b>	> 99% en carreteras nuevas y en túneles del MRT <sup>12</sup>
<b>Proporción de llamadas exitosas durante horas congestionadas</b>	
<b>Promedio de todas las localidades celulares</b>	> 99%
<b>Promedio de localidades celulares congestionadas</b>	> 95%
<b>Promedio de cada localidad celular</b>	> 70%
<b>Promedio de llamadas caídas</b>	
<b>Promedio mensual</b>	< 1%
<b>Promedio de horas congestionadas</b>	< 2%
<b>Promedio de la hora con peor rendimiento</b>	< 2%

**Cuadro 11.** *Indicadores y parámetros de calidad en la tecnología 3G correspondientes a Singapur*

Fuente: Elaboración propia con datos de *Infocomm Media Development Authority, s. f.*

<sup>12</sup> Sistema de tránsito rápido de ferrocarril pesado

Servicio Móvil 4G			
Indicador	Valor de Cumplimiento	Fecha efectiva para operadores <sup>13</sup>	Fecha efectiva para el nuevo operador <sup>14</sup>
<b>Cobertura de Servicio (intensidad de señal -109 dBm o mejor)</b>			
A nivel nacional	> 95%	Desde 01 jul 2016	Desde 01 ene 2019
	> 99%	Desde 01 jul 2017	Desde 01 ene 2020
Dentro de construcciones	Para monitoreo	Desde 01 ene 2018	N/A
	> 85%	Desde 01 ene 2019	Desde 01 ene 2020
Túneles	Para monitoreo	Desde Q4 2014	N/A
	> 99%	Desde 01 jul 2018	Desde 01 ene 2020 (túneles de carretera) Desde 01 ene 2022 (túneles del MRT)

**Cuadro 12.** Indicadores y parámetros de calidad en la tecnología 4G correspondientes a Singapur

Fuente: Elaboración propia con datos de *Infocomm Media Development Authority*, s. f.-b

En caso de algún parámetro no cumpla con los valores establecidos (Infocomm Media Development Authority, 2019), el proveedor de servicio se hará acreedor a una multa de hasta S\$50,000.00 (aprox. \$815,720.00 MXN<sup>15</sup>).

Las áreas dentro de instalaciones que se considera para llevar a cabo estas mediciones son refugios de bombas, almacenes, baños dentro de instalaciones, ascensores, almacenes, estacionamientos ubicados en el segundo nivel de sótano hacia abajo, bóvedas, sótanos de hogares privados, por mencionar algunos.

Aunado a lo anterior, los usuarios finales de este país cuentan con una herramienta para llevar a cabo mediciones de calidad, las cuales se pueden realizar a través de la aplicación móvil de la IMDA.

Los resultados obtenidos por esta Autoridad, son publicados cada 6 meses en su página *web*. Los parámetros que pueden ser evaluados por medio de esta aplicación son los siguientes:

<sup>13</sup> M1 Limited, Singtel Mobile Pte Ltd y StarHub Mobile Pte Ltd

<sup>14</sup> TPG Telecom Pte Ltd

<sup>15</sup> Tipo de cambio al día del 28 de septiembre de 2020.

- Intensidad de señal.
- Velocidad de descarga de datos.
- Velocidad pico de descarga.
- Latencia.

Durante el 2019, esta Autoridad busco comentarios del público en general y de las empresas con la intención de obtener comentarios a sus propuestas para lanzar redes de quinta generación (5G). Además, para fomentar una competencia en este mercado, la Autoridad tiene como propuesta habilitar el despliegue de al menos dos redes 5G nacionales para el presente año (Khong, 2019).

### 1.3.9 Sudáfrica

La agencia regulatoria de llevar a cabo mediciones de Calidad del Servicio móvil en Sudáfrica es la Autoridad de Comunicaciones Independiente de Sudáfrica (en lo sucesivo, ICASA).

Esta autoridad, está obligada a regular este mercado, en términos de la sección 2 de su Ley No. 13 de 2000 de la ICASA. Lo anterior, derivado de la obligación que tienen los proveedores de este servicio en reportar el cumplimiento de los parámetros enlistados en el Acta Regulatoria de Servicios del Usuario Final y Suscriptores<sup>16</sup>.

Derivado de lo anterior, y en virtud que la ICASA no tiene establecido un método para verificar estos reportes, decidió adoptar el método de *drive test* para llevar a cabo el monitoreo de estos parámetros de calidad.

Durante el 2018, esta autoridad llevó a cabo mediciones de calidad tanto del servicio de voz como de transferencia de datos. Sin embargo, en el 2019, la ICASA reporta en su página *web* únicamente mediciones del servicio de voz.

El Cuadro 13 muestra los parámetros de calidad evaluados por la ICASA.

Parámetro de calidad	Descripción	Valor de Cumplimiento
<b>Accesibilidad de llamada</b>	Se define como el porcentaje del número de llamadas establecidas exitosamente por un usuario entre el	> 98%

<sup>16</sup> Republic of South Africa. (2016, 01 de abril). Government Gazette Vol. 610 No. 39898.

Parámetro de calidad	Descripción	Valor de Cumplimiento
	número total de los intentos realizados.	
<b>Tiempo de establecimiento de llamada</b>	Es el intervalo en el cual el usuario presiona el botón <i>dial</i> y la llamada se conecta en el terminal receptor.	< 20 segs
<b>Retenibilidad</b>	Se define como aquella llamada exitosa sin que sufra ninguna interrupción de la misma de manera anormal.	< 3%

**Cuadro 13.** *Parámetros de calidad correspondientes a Sudáfrica*

Fuente: Elaboración propia con datos de ICASA, 2020

Las llamadas de extremo a extremo se realizan sobre la misma red del concesionario<sup>17</sup> evaluado. El dispositivo terminal móvil selecciona la mejor tecnología de acceso disponible mientras se están llevando a cabo las pruebas, de esta manera, se obtienen resultados tanto en GSM, WCDMA y LTE.

La ICASA, concluye de manera general con las mediciones realizadas, un buen desempeño de las redes móviles, atribuyendo esto a las altas inversiones por parte de estos en infraestructura. Asimismo, esta autoridad, proporciona una retroalimentación en los reportes publicados donde comparte planes de mejora donde detectó un desempeño pobre de las redes móviles durante el ejercicio de medición que llevó a cabo.

## 1.4 Panorama en México

Actualmente, en México se encuentran operando tres concesionarios móviles, que, como agentes económicos, están obligados a garantizar ciertos estándares de calidad en sus servicios móviles, estos operadores son:

- Radio Móvil Dipsa (Telcel)
- Pegaso PCS (Movistar)
- Grupo empresarial AT&T México

<sup>17</sup> Los concesionarios evaluados son Cell C, MTN, Vodacom y Telkom.

Adicionalmente, dos de estas compañías, Telcel y Movistar, no solo ofrecen servicios móviles minoristas, sino que además ofrecen servicios Mayoristas Móviles. Es decir, prestan su infraestructura para que los distintos OMV tengan la posibilidad de entrar al mercado y ofrecer servicios móviles a usuarios finales. Para el ejercicio de medición correspondiente al 2019, mediante una selección aleatoria realizada por el IFT, los OMV que resultaron seleccionados para ser sujetos a medición por parte del IFT son los siguientes<sup>18</sup>:

- Freedompop (utiliza la red de Telcel)
- Soriana Móvil (utiliza la red de Telcel)
- Flash Mobile (utiliza la red de Movistar)
- Virgin Mobile (utiliza la red de Movistar)

Cabe mencionar, que la cobertura garantizada por las distintas redes de telefonía celular no es el único problema que se encuentra presente entre los usuarios finales de este servicio. La calidad con la que los diferentes servicios de telefonía móvil son prestados no es, en algunas ocasiones, la más óptima para hacer un uso eficiente de los distintos servicios que la telefonía móvil ofrece.

Durante el periodo comprendido de octubre 2015 a diciembre 2016, el IFT analizó la información reportada en la herramienta electrónica “IFT por mí” (ahora “Soy Usuario”), obteniendo las inconformidades reportadas en el Cuadro 14.

<b>Motivo Inconformidad</b>	<b>Número de Incidencias</b>	<b>Porcentaje que representan</b>
<b>Falta de señal</b>	349	28.0%
<b>Deficiencia en la prestación del servicio de Internet</b>	325	26.0%
<b>Deficiencia en la prestación del servicio de telefonía móvil</b>	274	22.0%
<b>Imposibilidad para realizar/recibir</b>	262	21.0%

<sup>18</sup> Actualmente, AT&T no cuenta con OMV operando dentro de su red.

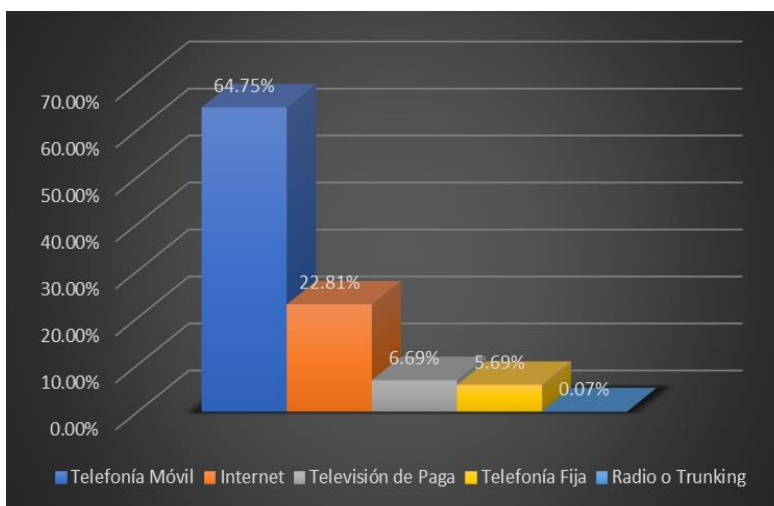


Motivo Inconformidad	Número de Incidencias	Porcentaje que representan
<b>llamadas</b>		
<b>Imposibilidad para enviar/recibir mensajes</b>	23	1.8%
<b>Imposibilidad para usar el servicio desde el extranjero</b>	10	0.8%
<b>Falta de disponibilidad de los servicios de emergencia</b>	5	0.4%
<b>TOTAL</b>	1248	100%

**Cuadro 14.** Quejas reportadas en el programa “IFT por mi” de octubre 2015 a diciembre 2016

Fuente: Elaboración propia con datos del *Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2020*

Aunado a lo anterior, en el 2019, a través del portal web del IFT denominado “Soy Usuario”, se recibieron un total de 14,136 quejas de distintos servicios como se muestra en la Figura 10.

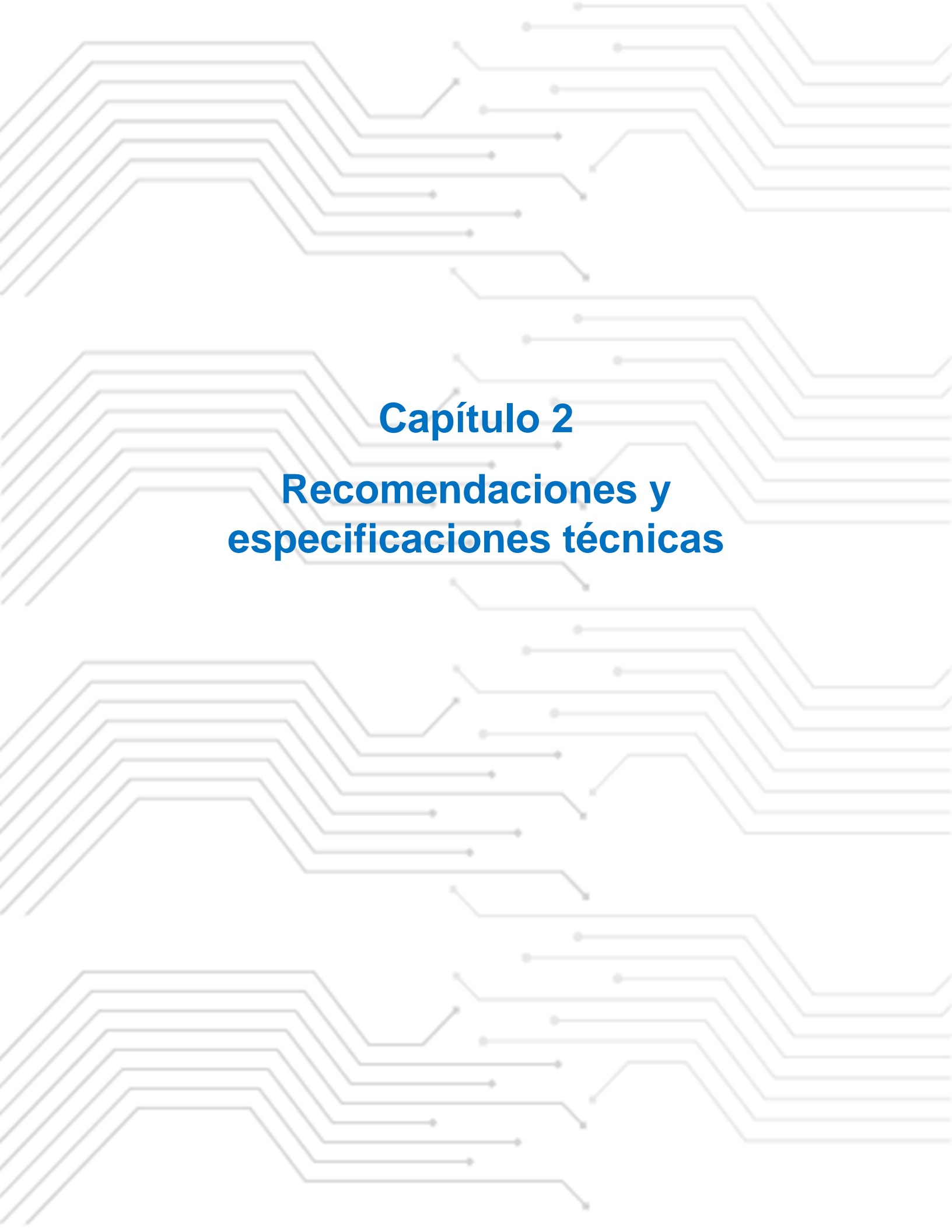


**Figura 10.** Inconformidades reportadas en el portal “Soy Usuario”.

Fuente: Elaboración propia con datos del portal “Soy Usuario”

La figura anterior, muestra que el servicio de telefonía móvil presenta el mayor número de quejas por parte de los usuarios en comparación con otros

servicios inalámbricos. Derivado de lo anterior, y considerando el impacto que este servicio tiene en la sociedad actual en áreas como negocios y educación, sin dejar a un lado la importancia que posee en la convergencia digital, la supervisión de la calidad de los servicios ofertados por la telefonía móvil resulta esencial.



**Capítulo 2**  
**Recomendaciones y  
especificaciones técnicas**

## Capítulo 2 Recomendaciones y especificaciones técnicas

Los Lineamientos de calidad definen ciertos parámetros con base en ciertas especificaciones y recomendaciones técnicas elaboradas por organismos internacionales.

Es importante considerar estos documentos dado que se basan en las mejores prácticas internacionales, es decir, con base en experiencias y procedimientos aplicados que han generado resultados apropiados y eficientes. Además, estas prácticas se encuentran consensuadas, permitiendo demostrar su utilidad para aquellos interesados en aplicarlas.

En el área de telecomunicaciones, existen distintas organizaciones como la UIT o la ETSI, que se encargan de desarrollar distintas normas que permiten ser consideradas por los diferentes países buscando una normalización a nivel mundial.

A continuación, se muestran algunas recomendaciones y especificaciones técnicas elaboradas por las organizaciones previamente mencionadas que el área correspondiente del IFT consideró para la elaboración de los Lineamientos de calidad actuales.

### **2.1 Recomendación UIT-T E.800 (Definiciones de términos relativos a la Calidad del Servicio)**

La presente recomendación, tiene por objeto ajustar terminologías a ciertas normas utilizadas para explicar las áreas de Calidad del Servicio y la calidad del funcionamiento de la red.

Entre las definiciones que se pueden destacar de esta recomendación técnica se encuentra la relacionada a Calidad de servicio, misma que se describe en la sección 1.1.1 del presente trabajo.

Aunado a lo anterior, la descripción en esta recomendación de Tiempo de establecimiento de llamada, se considera también de importancia al ser considerada en todas las normativas emitidas para la vigilancia de la Calidad del Servicio de telefonía móvil.

Otro parámetro de calidad considerado en los Planes Técnicos y Lineamientos de Calidad del Servicio móvil, es el correspondiente a la Integridad, el cual, la Recomendación E.800 (2008) enuncia de la siguiente manera: “Propiedad de que los datos no han sido alterados de una manera no autorizada”.

Esta Recomendación también muestra algunas otras definiciones que si bien, no se encuentran explícitas en los parámetros o índices de calidad establecidos en las distintas normativas utilizadas para la evaluación del servicio móvil, son importantes, dado que se encuentran de forma indirecta en estos ordenamientos. Entre las definiciones a considerar son: Parámetros objetivos, Parámetros subjetivos, Usuario, Interrupción, Velocidad, Disponibilidad, Accesibilidad de la red, por mencionar algunos.

## **2.2 Recomendación UIT-T P.863 (Predicción de la calidad de escucha objetiva por percepción)**

Para llevar a cabo la evaluación de la calidad de audio, el IFT adoptó la recomendación de la UIT P.863. La cual, define un algoritmo que permite llevar a cabo la evaluación del audio de los sistemas telefónicos. Cabe mencionar, que esta evaluación solo se realiza en un sentido, durante el evento que se lleva a cabo.

Este algoritmo, detalla la evaluación obtenida durante el evento en una escala del 1 al 5. Esta escala establece en 1 una calidad mala y 5 como una calidad excelente<sup>19</sup>.

Para llevar a cabo la evaluación de la calidad del audio, la presente recomendación realiza una comparación entre una señal base con respecto a la señal recibida sujeta a ser valorada.

Ahora bien, es importante considerar que la presente recomendación es aplicable a dos modalidades de operación:

- Banda completa (*Fullband*)
- Banda estrecha (*Narrowband*)

La principal diferencia que se puede encontrar entre estas modalidades, es el ancho de banda de la señal utilizada como referencia. Para el caso de banda completa, la señal de referencia a utilizar puede encontrarse dentro del rango comprendido de 20 Hz a 20 kHz. Por otra parte, el escenario que contempla la señal de referencia en banda estrecha se encuentra dentro del rango correspondiente de 300 Hz a 3.4 kHz (International Telecommunications Union, 2018, p. 5).

La constante evolución de los sistemas de telecomunicaciones permite obtener mejoras en los servicios y tecnologías brindadas. Una de estas mejoras, se puede observar en la migración por parte de los operadores móviles a los servicios de banda ancha.

Derivado de lo anterior, la presente recomendación considera ciertos aspectos que fueron mejorados con respecto a la recomendación P.862, misma que es su antecesora, y por ello considera un estándar de evaluación de voz conocido como POLQA. Este estándar, a diferencia del utilizado en la recomendación P.862 conocido como PESQ, permite evaluar la calidad de audio

---

<sup>19</sup> Véase Cuadro 4 del presente documento.

en señales de súper banda ancha, banda ancha y banda estrecha, mismo que se apega a las necesidades que hoy en día este tipo de evaluación requiere.

### **2.3 Recomendación UIT-T Y.1540 (Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del Protocolo Internet)**

La presente recomendación, se encuentra dirigida a la definición de diferentes parámetros utilizados para el desempeño de la disponibilidad y transferencia de paquetes en el servicio IP. Es decir, principalmente muestra los elementos que componen una red IP, las secciones y puntos que pueden ser objeto de medición, y los distintos parámetros que pueden ser utilizados durante la transmisión de datos. Asimismo, cuenta con anexos y apéndices que muestran métodos que pueden ser utilizados para llevar a cabo distintas mediciones, pruebas para determinar la disponibilidad del servicio IP, información relacionada sobre investigaciones referentes a la QoS y QoE relacionada al acceso de Internet, por mencionar algunos.

Aunado a lo anterior, uno de los parámetros que la presente recomendación considera y no se encuentra contenida en la especificación técnica 102 250 propuesta por la ETSI, es la proporción de paquetes perdidos.

Para entender la proporción de paquetes perdidos, se debe considerar que durante la transferencia de datos existen un cierto número de paquetes que cruzan la red para llevar a cabo el intercambio de información requerida por el usuario final. Durante esta comunicación, los paquetes pueden ser considerados como entregados exitosamente a su destino, con errores o perdidos. Asimismo, cualquier paquete entregado el cual no haya sido solicitado, se considera como espurio (International Telecommunications Union, 2019, p. 11). (International Telecommunications Union, 2019, p.11).

Entonces, se entenderá como proporción de paquetes perdidos, al número de paquetes transmitidos y que no llegaron a su destino con respecto del total de

paquetes enviados. Lo anterior, y para efectos de medición del IFT, este parámetro se medirá contemplando los eventos exitosos de descarga de datos.

## **2.4 Especificación técnica ETSI TS 102 250-2 (Calidad de transmisión de voz y multimedia)**

La especificación técnica 102 250 propuesta por la ETSI, se encuentra compuesta por 7 apartados. Para el desarrollo de la presente sección, se abordará únicamente la segunda parte de este documento.

Cabe mencionar, que los Lineamientos de calidad vigentes utilizados por el IFT para llevar a cabo las mediciones de los distintos servicios de telefonía móvil, contienen distintos parámetros que la presente especificación define.

Si bien, la parte 2 de la especificación técnica en comento contiene un gran número de definiciones de parámetros, para el desarrollo de la presente sección solo se abordarán aquellos que se encuentran en los Lineamientos.

### **2.1.1 Falta de disponibilidad de la red (%)**

Aunque el presente parámetro no se encuentra estipulado dentro de los Lineamientos, se considera pertinente definirlo, dado que muestra información sobre una de las razones por la cual los eventos de medición realizados por el Instituto no pueden ser considerados exitosos.

Este parámetro, se define como la proporción de las pruebas realizadas donde el servicio solicitado por el usuario no se encontró disponible.

$$\text{Falta de disponibilidad de red [\%]} = \frac{\text{Intentos de prueba no disponibles}}{\text{Número total de intentos realizados}} * 100 \quad (1)$$

Cabe mencionar que, en aquellas pruebas donde se encuentre configurado el modo Dual (GSM/UMTS), se establecerá como indisponible la red en la tecnología que se encontraba en uso al momento de realizar la prueba correspondiente.



### 2.1.2 Proporción de intentos de conexión fallidos (%)

Corresponde a la probabilidad de que el usuario final no pueda conectarse a una red.

$$\text{Proporción de intentos de conexión fallidos [\%]} = \frac{\text{Intentos de conexión no exitosos}}{\text{Número total de intentos realizados}} * 100 \quad (2)$$

El presente parámetro es de carácter sancionable en los Lineamientos emitidos por el IFT y cuenta con un índice de cumplimiento que deberá resultar menor al 3%.

### 2.1.3 Tiempo de establecimiento en el servicio de telefonía (s)

Se refiere al tiempo que requiere el equipo terminal para conectarse a una red. Es decir, es la diferencia correspondiente al tiempo que la conexión requirió para ser exitosa con respecto al tiempo que se recibió la notificación de conexión (*alerting*) en el lado receptor.

$$\text{Tiempo de establecimiento [s]} = (t_{\text{conexión exitosa}} - t_{\text{Usuario presiona el boton "send"}}) \quad (3)$$

Ahora bien, los Lineamientos miden este parámetro como la diferencia de tiempo que corresponde desde la solicitud del servicio (del inglés, *call attempt*) o dial llevada a cabo en el terminal origen y el tiempo que transcurre hasta el establecimiento de llamada (del inglés, *call connect*).

### 2.1.4 Calidad del habla del servicio de telefonía sobre una llamada

Este parámetro, considera una escala la cual describe puntuaciones desde la perspectiva del usuario final, es decir, este indicador puede medir problemas detectados en el habla humana (ruido, voz robotizada, eco, etc.). La calidad medida se lleva a cabo por cada llamada realizada.

### 2.1.5 Proporción de SMS fallidos (%)

Se refiere a aquellos parámetros que su envío o recepción fue no satisfactoria. Además, aquellos mensajes corruptos o recibidos de forma duplicada deberán ser excluidos.

$$\text{Proporción de SMS fallidos [\%]} = \frac{\text{SMS recibidos insatisfactoriamente}}{\text{Número total de intentos realizados}} * 100 \quad (4)$$

Cabe mencionar que, los Lineamientos de calidad, consideran el presente parámetro como sancionable, el cual debe tener un índice de cumplimiento menor al 2% del total de la muestra realizada.

### 2.1.6 Tiempo de entrega de SMS de extremo a extremo (s)

Se refiere al tiempo transcurrido desde que el equipo terminal móvil origen envía un SMS y el extremo receptor recibe este mensaje.

$$\text{Tiempo de entrega de SMS [s]} = (t_{\text{receptor}} - t_{\text{envío}}) \quad (5)$$

Los Lineamientos consideran este parámetro de carácter informativo, mismo que no debe exceder los 20 segundos desde su envío. En caso de sobrepasar este tiempo, será considerado como fallido.

### 2.1.7 Tiempo de establecimiento del servicio IP (s)

Es el periodo de tiempo necesario para establecer una conexión TCP/IP al servidor solicitado por el usuario final. Este tiempo se calcula desde el instante en el que se realiza la petición de acceso al servidor hasta el momento en el cual es enviado o recibido el contenido correspondiente. El presente parámetro puede ser utilizado indistintamente tanto para *uplink* como *downlink*.

$$\text{Tiempo de establecimiento del servicio IP [s]} = (t_{\text{acceso al servicio IP exitoso}} - t_{\text{petición de acceso al servicio IP}}) \quad (6)$$

Si bien, los Lineamientos no consideran este parámetro ni sancionable ni informativo, es utilizado para definir el tiempo máximo de conexión para la evaluación del servicio de transferencia de datos.

### 2.1.8 Proporción de sesiones FTP fallidas (%)

Corresponde a las sesiones que establecieron una sesión de manera exitosa, pero no realizaron la tarea solicitada en dicha sesión de manera correcta.

$$\text{Proporción de sesiones FTP fallidas [\%]} = \frac{\text{Sesiones incompletas}}{\text{Sesiones iniciadas exitosamente}} * 100 \quad (7)$$

Los Lineamientos contemplan el presente parámetro de carácter informativo.

### 2.1.9 Tiempo de sesión FTP (s)

Se refiere al tiempo necesario para completar exitosamente una sesión FTP. Este parámetro puede ser utilizado tanto para sesiones de *uplink* como *downlink*.

$$\text{Tiempo de sesión FTP [s]} = (t_{\text{fin de sesión}} - t_{\text{inicio de sesión}}) \quad (8)$$

El presente parámetro permite definir un tiempo de 10 segundos en los Lineamientos de calidad para llevar a cabo las sesiones de carga y descarga de archivos.

### 2.1.10 Velocidad promedio de transferencia de datos FTP (kbit/s)

La velocidad promedio de transferencia de datos FTP se calcula con la velocidad promedio de transferencia de datos medida dentro del tiempo establecido para llevar a cabo dicha sesión FTP. De igual forma que el parámetro anterior, puede ser utilizado tanto para sesiones de *uplink* como de *downlink*.

$$\text{Velocidad promedio de transferencia de datos FTP [kbit/s]} = \frac{\text{Datos transferidos por el usuario (kbit)}}{(\text{t}_{\text{transferencia de datos completa}} - \text{t}_{\text{inicio de la transferencia de datos}})(\text{s})} \quad (9)$$

Los Lineamientos de calidad consideran el presente parámetro como informativo.

### 2.1.11 Ping (ms)

El presente parámetro se define como el tiempo que tarda en viajar un paquete de datos a su destino y regresa. Es decir, permite conocer el retardo que las redes presentan.

$$Ping [ms] = (t_{paquete\ recibido} - t_{paquete\ enviado}) \quad (10)$$

Los Lineamientos consideran este parámetro para medir la latencia que se encuentra presente en las redes de los distintos concesionarios móviles y OMV, mismo que es considerado de carácter informativo.

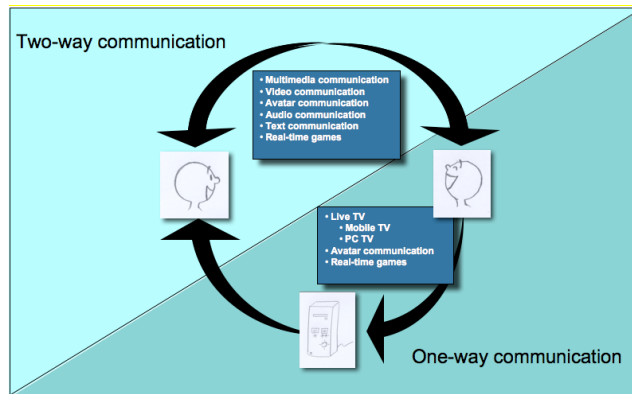
## 2.5 Especificación técnica ETSI TR 102 643 (Requisitos de calidad de experiencia para servicios de comunicación en tiempo real)

La presente especificación técnica contiene distintas definiciones que, de la misma forma en la cual fue abordada la Recomendación E.800 de la ITU, permiten conocer más a detalle ciertos términos que son utilizados para la aplicación de las distintas normativas en materia de vigilancia de Calidad del Servicio móvil.

Aunado a lo anterior, este documento de la ETSI cuenta con un apartado donde se describe la diferencia entre la QoS y la QoE. El cual, radica principalmente en que la QoS se basa principalmente en el desempeño técnico de la red; mientras que la QoE, se centra en conocer el comportamiento del usuario final en la comunicación de extremo a extremo.

Además, esta especificación técnica, muestra una definición de la comunicación en tiempo real de los servicios. El cual, se menciona como un proceso similar a la vida real donde un sistema genera y entrega información en un periodo de tiempo determinado (European Telecommunications Standards Institute, 2010).

Asimismo, en este documento, se detallan los dos tipos de comunicación en tiempo real que se pueden presentar, mismos que se ejemplifican en la Figura 11.



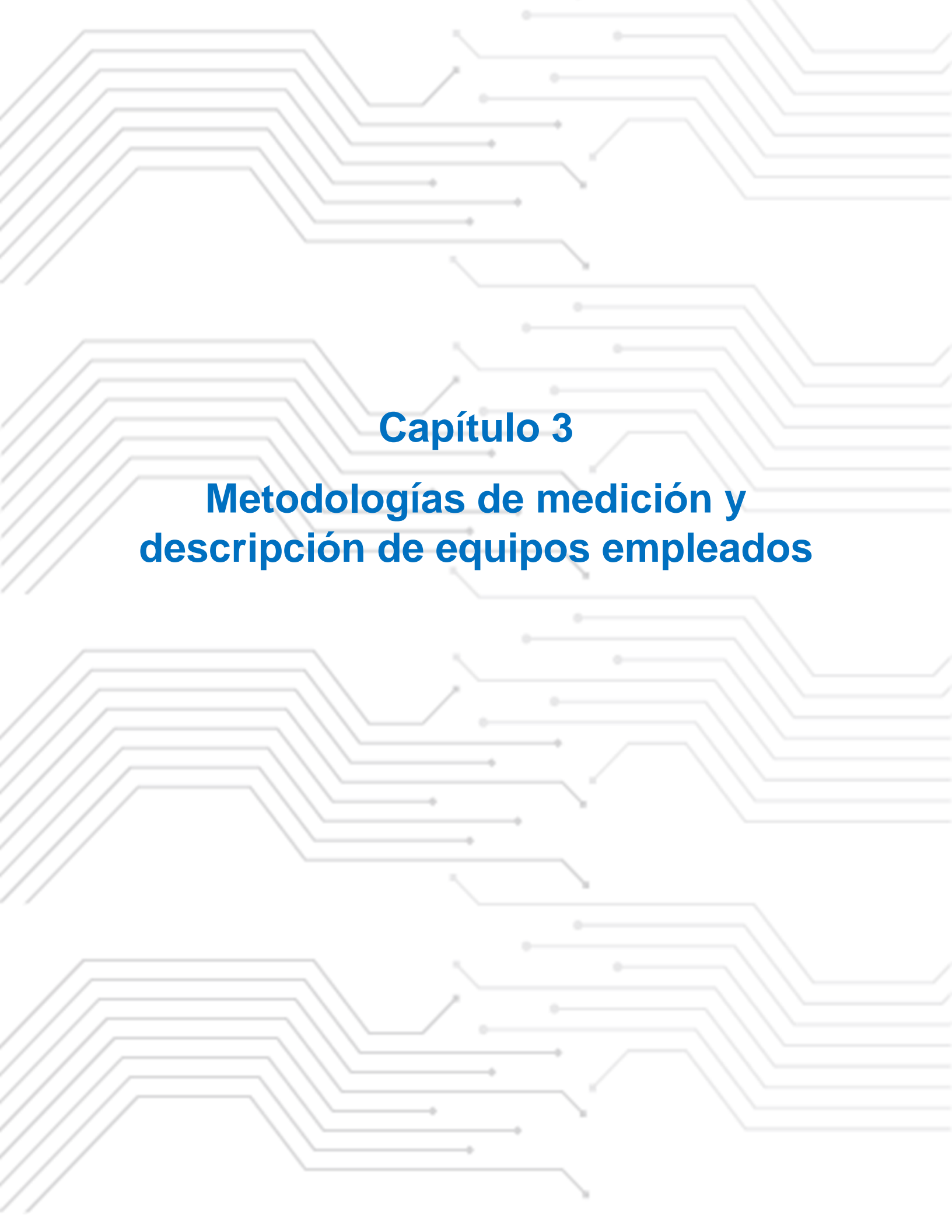
**Figura 11.** Comunicación en tiempo real en una dirección y en dos vías

Fuente: *European Telecommunications Standards Institute, 2010*

Entonces, la comunicación en tiempo real en una dirección, es aquella donde una persona interactúa con una máquina o viceversa, por ejemplo, el servicio de televisión o la interacción a través de un texto generado mediante un avatar<sup>20</sup>.

Por otra parte, la comunicación en tiempo real en dos vías, se refiere a la interacción entre dos usuarios en distintos lugares. Donde realizan intercambio de información textual o multimedia al mismo tiempo. Un ejemplo de esta comunicación son las videoconferencias.

<sup>20</sup> Representación gráfica de la identidad virtual de un usuario en entornos digitales.



# **Capítulo 3**

## **Metodologías de medición y descripción de equipos empleados**

## Capítulo 3 Metodologías de medición y descripción de equipos empleados

Con la finalidad de llevar a cabo la vigilancia de la calidad de los distintos servicios de telefonía móvil, la autoridad reguladora en México ha emitido a lo largo de los años diferentes normativas para llevar a cabo esta supervisión.

En octubre de 1999, se presentó un acuerdo por escrito en el cual, la CFT y algunos concesionarios del servicio móvil, para llevar a cabo la medición de algunos parámetros de calidad de este servicio, entre los que se encontraban:

- Intentos de llamadas no completadas
- Cantidad de llamadas caídas
- Tiempo de establecimiento de llamadas

Este acuerdo, fue definido como Sistemas de Normas de Calidad.

Posteriormente, en año 2001, se llevó a cabo otro acuerdo, pero esta vez con todos los concesionarios de telefonía móvil para realizar la evaluación de los parámetros mencionados previamente.

Ahora bien, con la finalidad de fomentar una mayor competencia entre los distintos operadores del servicio móvil en beneficio de los usuarios finales, la CFT decidió emitir el Plan Técnico Fundamental de Calidad de las Redes del Servicio Local Móvil (en lo sucesivo, PTFCRSLM) en el año 2003.

Con la evolución tecnológica que se ha presentado a través de los años, las normas también han sufrido modificaciones con la finalidad de evaluar acorde a las tecnologías que emergen.

Derivado de lo anterior, posterior al PTFCRSLM del 2003, se emitió el Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil (en lo sucesivo, PTFCSLM) en el año 2011. Un año después, se publicó en el DOF, la metodología de este plan técnico necesaria establecer como se llevarían a cabo estas mediciones.

Asimismo, este capítulo abordará la normativa que actualmente se encuentra vigente, misma que fue publicada en el 2018 después de una serie de modificaciones realizadas al PTFCSLM del 2011.

Finalmente, se describirá el equipo de medición utilizado para cada normativa y se explicará el funcionamiento de este, para entender de mejor manera, el procedimiento llevado a cabo para las mediciones de telefonía móvil que han sido realizadas.

### **3.1 Plan Técnico Fundamental de Calidad de las Redes del Servicio Local Móvil (2003)**

En agosto del 2003, se publicó en el DOF el “ACUERDO mediante el cual la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, emite el Plan Técnico Fundamental de Calidad de las Redes del Servicio Local Móvil” (Diario Oficial de la Federación, 2003).

Los indicadores de calidad sujetos a evaluación por el presente plan se muestran en el Cuadro 15.

<b>Indicadores de calidad</b>	<b>Valor de cumplimiento</b>
<b>Porcentaje de Intentos de Llamadas no Completadas</b>	0 a 3%
<b>Porcentaje de Llamadas Caídas</b>	0 a 3%



Indicadores de calidad	Valor de cumplimiento
<b>Porcentaje de Radiobases con Bloqueo</b>	0 a 2%
<b>Porcentaje de Utilización por Central</b>	Hasta 90%

**Cuadro 15.** *Indicadores de calidad correspondientes a la normativa del 2003*

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación, 2003*

Estas mediciones eran presentadas a través de informes elaborados por los concesionarios móviles conforme a los datos obtenidos en sus centrales de conmutación o de equipos que fueran parte de su red.

Con la finalidad de obtener información fuera de lo presentado por los concesionarios y buscando información más transparente, en el año 2005 la CFT adquirió un equipo de medición, denominado *Seven.Five* de la empresa norteamericana Comarco, Inc., especializado para realizar las mediciones de manera automatizada.

Este equipo de medición contaba con la capacidad de tener 6 módulos simultáneos por chasis. Cada uno de estos módulos se conectaba a una cámara de aislamiento, misma que contenía un equipo terminal móvil, el cual, realizaba pruebas de voz y SMS. Asimismo, esta cámara contaba con conectores de salida que eran utilizados para conectar antenas externas. La Figura 11, muestra un ejemplo del módulo de medición previamente mencionado.



**Figura 12.** *Equipo de medición Seven.Five*

El Cuadro 16, muestra los parámetros de calidad evaluados por el equipo de medición *Seven.Five*.

Indicadores de calidad	Descripción
<p><b>Porcentaje de llamadas completadas</b></p>	<p>Una llamada completada es aquella en la que el usuario logra establecer la comunicación con el destino y el porcentaje se obtiene dividiendo la cantidad de llamadas completadas entre el total de intentos (Comisión Federal de Telecomunicaciones, s. f.).</p>
<p><b>Porcentaje de llamadas caídas</b></p>	<p>Una llamada caída es aquella que, una vez establecida la comunicación, ésta “se corta” por causas ajenas a la voluntad de los usuarios. El porcentaje se obtiene de dividir la cantidad de llamadas caídas entre la cantidad de llamadas completadas (Comisión Federal de Telecomunicaciones, s. f.).</p>
<p><b>Calidad de audio</b></p>	<p>Se refiere a la claridad ofrecida a los usuarios en las llamadas completadas. Este valor se midió conforme a la escala MOS. Para efectos de interpretación un valor de 3 se considera aceptable y de 4 bueno (Comisión Federal de Telecomunicaciones, s. f.).</p>
<p><b>Porcentaje de mensajes de texto recibidos</b></p>	<p>El porcentaje se obtiene dividiendo el total de mensajes recibidos entre el total de</p>

Indicadores de calidad	Descripción
	intentos de envío de mensajes (Comisión Federal de Telecomunicaciones, s. f.).
<b>Tiempo promedio en la recepción de mensajes de texto</b>	Tiempo que tarda un mensaje de corto en ser recibido desde que se pulsa la tecla de envío en el lado emisor (Comisión Federal de Telecomunicaciones, s. f.).

**Cuadro 16.** *Indicadores referentes al PTFCSRSLM evaluados con equipo de medición*

Fuente: Elaboración propia con datos de la *Comisión Federal de Telecomunicaciones, s. f.*

Las tecnologías evaluadas por concesionario fueron las siguientes:

- **Iusacell:** Tecnología Acceso Múltiple por División de Códigos (en lo sucesivo, CDMA)
- **Telcel:** Tecnologías GSM y TDMA
- **Telefónica Movistar:** Tecnología GSM
- **Unefon:** Tecnología CDMA

La metodología para realizar las mediciones correspondientes a este plan, consistían en ser realizadas de lunes a viernes en un periodo comprendido de 8:00 am hasta las 10:00 pm, considerando una hora de comida.

Además, se llevaban a cabo al menos 1000 llamadas telefónicas y 100 envíos de mensajes cortos.

Para la medición del servicio de voz, las llamadas se originaban desde un equipo de medición montado en una unidad móvil que se encontraba circulando en una ruta previamente definida; la llamada destino, era una línea telefónica fija. Esta prueba, debía ser realizada en un tiempo de 60 segundos.

Mientras que, para el envío y recepción de SMS, las pruebas eran ejecutadas dentro de la misma red del operador objeto de medición utilizando tanto para el envío como la recepción de mensajes, el mismo módulo montado en la unidad móvil descrita en el párrafo anterior.

### **3.2 Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil (2011)**

En agosto de 2011, se emite en el DOF la “Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide el Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil”.

Este nuevo plan, tiene como objetivo, contemplar la medición de las nuevas tecnologías que habían sido desplegadas. Lo anterior, derivado que el PTFCRSLM se basa principalmente en el servicio de voz.

Además, dado que el PTFCRSLM contemplaba la entrega de resultados obtenidos a partir de los registros de información de los equipos que cada concesionario obtenía de estos sistemas, es decir, de información contenida dentro de su red; la CFT buscó que existiera un instrumento legal que contemplará la medición desde una perspectiva externa de la red de todos los servicios de telefonía móvil prestados por los operadores de telefonía, así como un procedimiento de obtención de resultados que no fueran generados por los sistemas internos de su red.

Aunado a lo anterior, este nuevo plan buscó apegarse a las recomendaciones técnicas utilizadas a nivel mundial en materia de calidad, por lo que la emisión de esta nueva normativa contemplaba estándares y recomendaciones basadas en las mejores prácticas internacionales. Asimismo, para efectos de medición por medio de equipo especializado, no se contemplan aquellos parámetros del plan anterior que se encuentran referidos al desempeño de la red de los operadores móviles. De esta forma, se busca contar con

parámetros orientados a la calidad de los servicios de telefonía móvil, mismos que puedan ser evaluados desde el punto de vista de percepción de estos por parte del usuario final.

Los parámetros de calidad sujetos a evaluación por el presente plan se muestran en el Cuadro 17.

SERVICIO	INDICADOR	ÍNDICE DE CALIDAD	SANCIONABLE / INFORMATIVO
<b>VOZ</b>	Proporción de intentos de llamada fallidos	<3%	Sancionable
	Proporción de llamadas interrumpidas	<3%	Sancionable
	Tiempo de establecimiento de llamada	---	Informativo
	Calidad de audio	---	Informativo
<b>MENSAJES CORTOS</b>	Proporción de SMS fallidos	<5%	Sancionable
	Tiempo de entrega del mensaje	---	Informativo
	Integridad del mensaje	---	Informativo
<b>TRANSFERENCIA DE DATOS</b>	Proporción de sesiones fallidas de FTP	---	Informativo
	Proporción de sesiones interrumpidas de FTP	---	Informativo

SERVICIO	INDICADOR	ÍNDICE DE CALIDAD	SANCIONABLE / INFORMATIVO
	Tiempo de establecimiento del servicio IP para FTP	---	Informativo
	Velocidad de datos promedio de descarga FTP	---	Informativo

**Cuadro 17.** *Indicadores de calidad sujetos a medición*

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación, 2011*

Para llevar a cabo estas mediciones, la CFT arrendó un equipo de medición denominado *Diversity Benchmarker*, de la compañía suiza *Swissqual* (véase Figura 12).



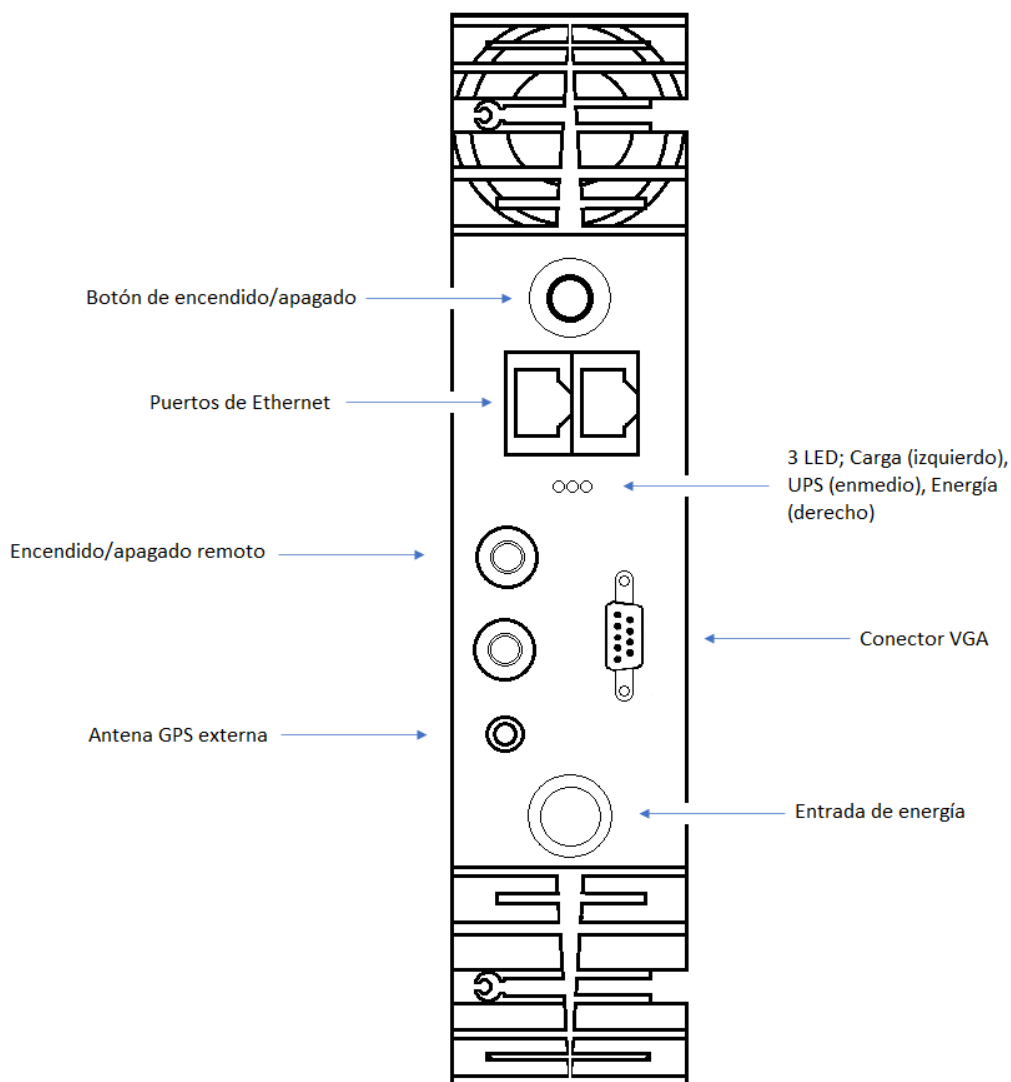
**Figura 13.** *Equipo de medición Diversity Benchmarker*

Fuente: Elaboración propia

El equipo de medición mostrado en la Figura 12, se encuentra compuesto por tres módulos que sirven como base del funcionamiento del presente equipo. A continuación, se detalla el funcionamiento de estos.

### 3.2.1 Módulo Controlador Base (CBM)

Como su nombre lo indica, este módulo es la base que controla al equipo de medición. La Figura 13, ejemplifica la vista frontal de este módulo.



**Figura 14.** Vista frontal CBM

Fuente: Elaboración propia

Este componente tiene entre sus funciones las siguientes características:

- Encendido/apagado total del equipo.
- Alimenta energéticamente y controla de manera general los demás módulos que se interconectan a este.
- Cuenta con fusibles de protección contra picos de voltaje que pudieran dañar al equipo.
- Permite la conexión de un GPS externo, información que entrega a los Módulos PC (en lo sucesivo, PCM) correspondientes.
- Cuenta con una entrada para conectar un control alámbrico para el encendido/apagado del mismo.

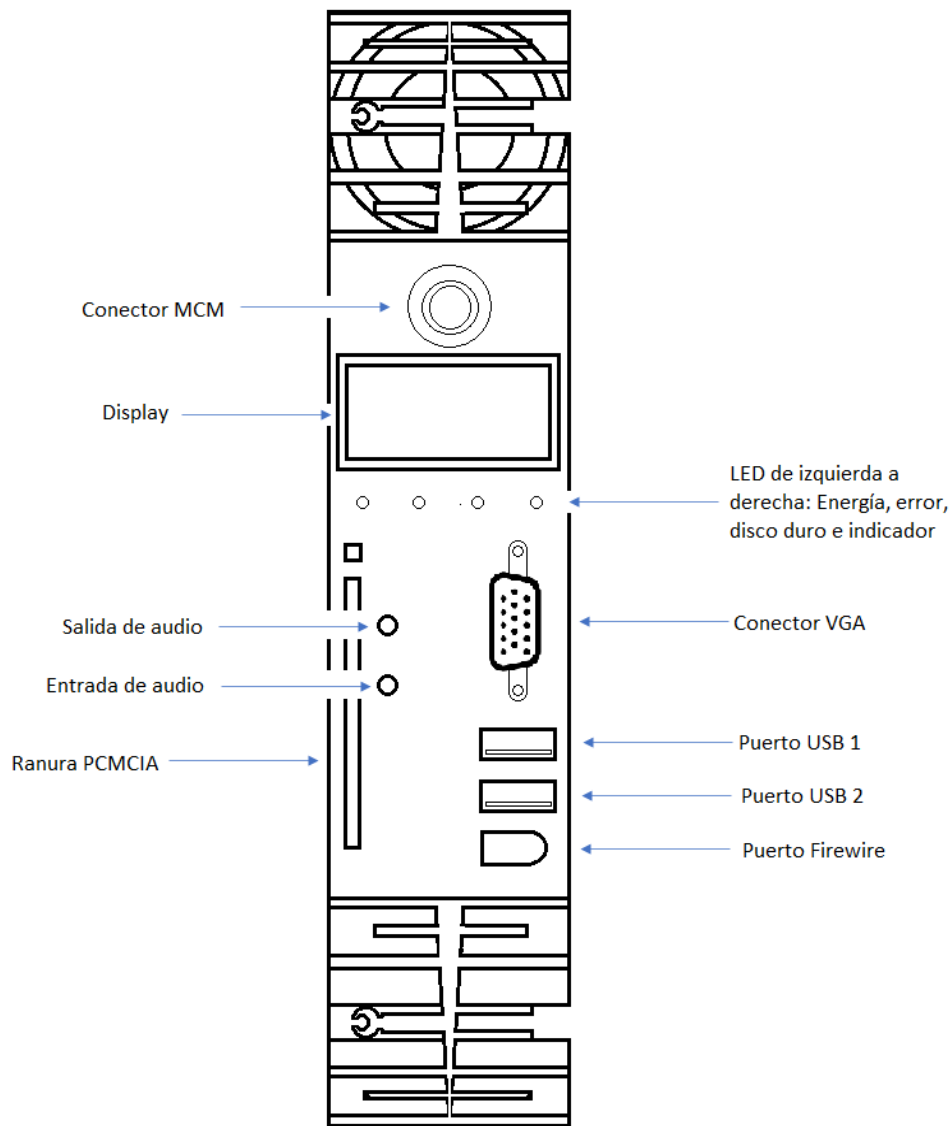
El módulo previamente descrito, puede soportar energéticamente de manera adecuada 7 PCM; mientras que, como límite máximo, pueden ser interconectados hasta 10 de estos módulos.

### **3.2.2 Módulos PC (PCM)**

Este módulo, permite conectar y controlar los Módulos Móviles de Conexión (en lo sucesivo, MCM). Se trata de un dispositivo que funciona de manera similar a una computadora personal. Cabe mencionar, que este módulo se encontraba precargado con el sistema operativo *Windows XP*.

Es importante mencionar que, para llevar a cabo el control de las MCM, el software llamado *Diversity* debe de estar ejecutándose dentro de estos módulos. La figura 14 muestra un ejemplo de la vista frontal del módulo previamente mencionado.





**Figura 15.** Vista frontal PCM

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, para facilitar el uso de cada PCM, se encontraba conectada al puerto *Ethernet* de la CBM, una laptop. Misma que contaba con escritorios remotos para el control de cada una de las PCM conectadas en el equipo de medición. Además, esta laptop contaba con el software *NetQual NQView*, mismo que permitía realizar las configuraciones necesarias para llevar a cabo las mediciones conforme a los tiempos establecidos en el PTFCRSLM. Asimismo, este software mostraba diferentes ventanas que desplegaban información de las

pruebas en ejecución, niveles de RF obtenidos por los equipos terminales móviles, mapa que contiene información de la ruta utilizada para el *drive test*, por mencionar algunos.

### **3.2.3 Módulos Móviles de Conexión (MCM)**

El equipo de medición arrendado por la entonces CFT, contaba con una serie de módulos que se encontraban compuestos por un armazón que fungía como dispositivo protector de interferencias, ya que, al existir distintos terminales móviles cercanos, se necesitaba de un medio que permitiera asegurar que las mediciones no sufrieran alteraciones. Además, este módulo contaba con dos puntos de conexión para conectar antenas externas, una que correspondía a la tecnología GSM y la segunda para la tecnología UMTS.

No es óbice señalar, que dentro de estos módulos se encontraban los terminales móviles<sup>21</sup> que eran utilizados para realizar las distintas mediciones de voz y SMS conforme a lo establecido en el PTFCSLM y su metodología de mediciones. El cable que interconectaba a la PCM con su MCM correspondiente permitía alimentar de energía al dispositivo terminal móvil y a llevar a cabo la transferencia de información necesaria para realizar las tareas de medición correspondientes.

Ahora bien, para llevar a cabo las mediciones referentes a transferencia de datos, en la parte superior del MCM, es decir, en la tapa; se encontraban colocadas distintas tarjetas de datos de banda ancha móvil, una para cada operador móvil. De esta forma, se debía conectar una antena externa y colocar la tarjeta SIM correspondiente para realizar las mediciones correspondientes. La Figura 15 permite apreciar de mejor manera el conector de antena externa situado en la parte superior del MCM.

---

<sup>21</sup> Las mediciones se realizaban con dispositivos terminales móviles Nokia C7 excepto para la tecnología iDEN.



**Figura 16.** Módulos MCM

Fuente: *Belver Brasil, s. f.*

El 27 de junio de 2012, la CFT emitió la metodología de mediciones del PTFCSM. En la cual, se estipulaba que las mediciones para el servicio de voz, SMS y transferencia de datos debían ser realizadas de manera simultánea para todos los concesionarios móviles. Estas mediciones, se llevarían a cabo de manera aleatoria en distintos estados de la República Mexicana. (CFT, 2012).

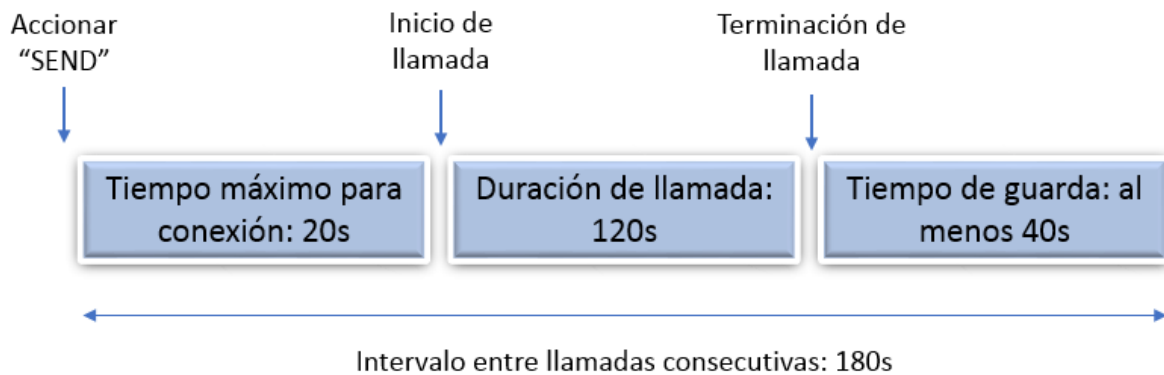
Aunado a lo anterior, esta metodología estipulaba un horario de medición que comprendía de las 09:00 a 21:00 horas, contemplando los siete días de la semana.

Las tecnologías evaluadas a los concesionarios se realizaban de la siguiente manera:

- Un módulo por cada concesionario era destinado para medir la tecnología 2G de estos. Para el caso de Nextel, la tecnología evaluada era iDEN.
- Un módulo por cada concesionario se encontraba en modalidad Dual, es decir, no existía forzamiento de tecnología y el teléfono podía medir tanto en 2G como en 3G. Nextel si contaba con este

módulo forzado a 3G, dado que los terminales móviles utilizados no podían alternar entre la tecnología 3G e iDEN.

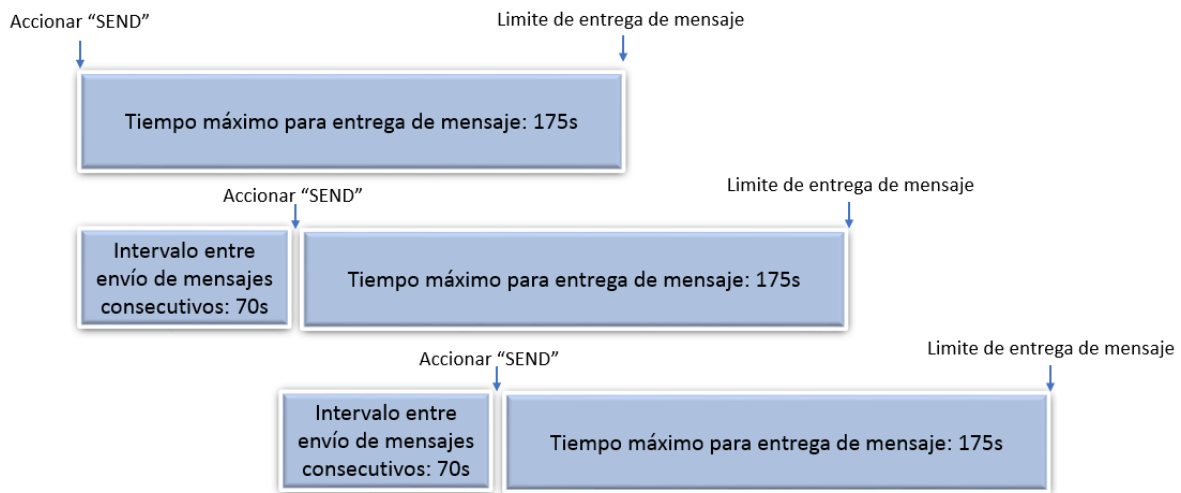
Para el caso de voz, las mediciones debían ser efectuadas en movimiento, a una velocidad no mayor a 80 km/h y considerando una muestra estadística de al menos 1200 eventos. La Figura 16 muestra los tiempos que debían cumplir los eventos correspondientes a la evaluación del servicio de voz.



**Figura 17.** Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de voz del PTFCSLM

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación*, 2012

De igual forma, las mediciones correspondientes al servicio de SMS debían ser realizadas en movimiento y a velocidades no mayores a 80 km/h como en el servicio de voz. La muestra mínima a ser recabada para este servicio era de al menos 1960 eventos. La figura 17, muestra las ventanas de tiempo que los eventos de medición para el servicio SMS debían cumplir.

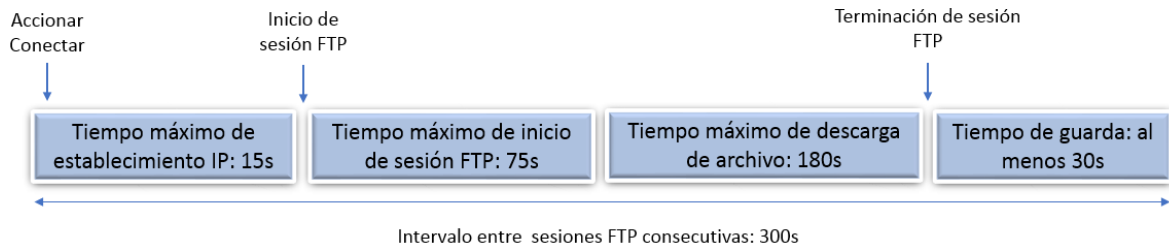


**Figura 18.** *Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de SMS del PTFCSLM*

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación, 2012*

Para la ejecución de las mediciones de los servicios de voz y SMS, se colocaba un vehículo de manera fija en una ubicación que contara con cobertura garantizada para todos los operadores móviles. Mientras que el segundo vehículo, se encontraba en movimiento a lo largo de una ruta predefinida por la ciudad en turno. Esta ruta contemplaba únicamente vialidades que se encontrarán dentro de la cobertura garantizada de todos los operadores móviles.

A diferencia de los servicios de voz y SMS, los eventos de transferencia de datos debían ser realizados de manera estática, considerando una separación entre puntos de al menos 1 km y que presentara cobertura garantizada por todos los concesionarios. Además, la muestra mínima requerida era de 600 eventos de descarga. Para llevar a cabo estos eventos, se realizaba la descarga de un archivo de 3 MB, mismo que se encontraba almacenado en un servidor con capacidad suficiente para realizar estas mediciones. Los tiempos correspondientes a los eventos de transferencia de datos se muestran en la Figura 18.



**Figura 19.** Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de transferencia de datos del PTFCSLM

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación*, 2012

Las mediciones realizadas con esta metodología y plan técnico se llevaron a cabo hasta mediados del año 2015. Lo anterior, derivado de la detección de mejoras al plan y a su metodología, así como al vencimiento del arrendamiento del equipo de medición.

### 3.3 Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil (2018)

La normatividad que actualmente es utilizada para llevar a cabo las mediciones de Calidad del Servicio móvil, fue publicada en el DOF el 14 de enero de 2018.

Estos nuevos lineamientos, fueron emitidos considerando los ejercicios de medición realizados en años anteriores por la CFT y el IFT. Derivado de lo anterior, entre las modificaciones que se realizaron a esta nueva normativa, se puede observar que el parámetro de establecimiento de llamada disminuye de manera gradual, esto es, cada año ira disminuyendo en 2 segundos hasta llegar a 8 segundos para el año 2021.

Otro de los cambios que se pueden observar en comparación con el plan anterior, es la disminución de los valores de los índices de calidad correspondientes a los parámetros Proporción de llamadas interrumpidas y

Proporción de mensajes cortos fallidos, cuyo valor actual de cumplimiento es de 2% para ambos casos.

Además, la evaluación de los servicios de voz y SMS es únicamente en la modalidad Dual, la cual considera para estas mediciones las tecnologías 2G y 3G. Mientras que, para la evaluación del servicio de transferencia de datos, se contemplan en mediciones independientes, las tecnologías 3G y 4G; y de ser el caso, una tecnología superior. Cabe mencionar que, la medición de todos los servicios, deberá ser en movimiento a velocidades menores de 80 km/h.

Por lo que hace al servicio de transferencia de datos, se presentaron un mayor número de cambios, al agregar nuevos parámetros de calidad y eliminar algunos otros en relación con el plan técnico anterior. Entre los parámetros de calidad que actualmente se consideran son velocidad promedio de transmisión de carga de datos, latencia y la proporción de paquetes perdidos correspondientes a los eventos de descarga exitosos. Mientras que los parámetros Proporción de sesiones interrumpidas de FTP y Tiempo de establecimiento de del servicio IP para FTP correspondientes al PTFCSLM, no se encuentran considerados en estos nuevos lineamientos.

Asimismo, estos lineamientos contemplan evaluar a dos OMV por cada concesionario mayorista móvil.

A continuación, el Cuadro 18 muestra los parámetros de calidad contemplados en estos lineamientos.

SERVICIO	PARÁMETRO DE CALIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	SANCIONABLE / INFORMATIVO
VOZ	Proporción de intentos de llamada fallidos	<3%	Sancionable

SERVICIO	PARÁMETRO DE CALIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	SANCIONABLE / INFORMATIVO
	Proporción de llamadas interrumpidas	<2%	Sancionable
	Calidad de voz (MOS)	---	Informativo
	Tiempo promedio de establecimiento de llamada	---	Informativo
<b>MENSAJES CORTOS</b>	Proporción de mensajes cortos fallidos	<2%	Sancionable
	Tiempo de entrega promedio del mensaje corto	---	Informativo
	Integridad del mensaje corto	---	Informativo
<b>TRANSFERENCIA DE DATOS</b>	Proporción de intentos de sesión fallidas FTP	---	Informativo
	Tasa de transmisión de datos promedio de descarga	---	Informativo
	Tasa de transmisión de datos promedio de carga	---	Informativo
	Latencia	---	Informativo



SERVICIO	PARÁMETRO DE CALIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	SANCIONABLE / INFORMATIVO
	Proporción de paquetes pedidos	---	Informativo

**Cuadro 18.** *Parámetros e índices de calidad correspondientes a los lineamientos del 2018*

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación, 2018*

A diferencia del equipo utilizado en las mediciones del PTFCSLM, esta nueva unidad de medición contiene los dispositivos terminales móviles en la parte superior del vehículo, y no de manera interna, para llevar a cabo los *drive test* necesarios. Estos terminales móviles utilizan sus propias antenas internas para llevar a cabo los eventos de llamadas, envío de SMS y transferencia de datos.

Una de las innovaciones de este equipo, es que el módulo CSM (PCM en el equipo utilizado para la evaluación conforme al PTFCSLM) permite controlar hasta 4 dispositivos terminales móviles de manera simultánea, permitiendo compactar de esta manera, el espacio utilizado para estos módulos de control.

Estos Lineamientos de calidad, contienen un Anexo I, el cual, determina la metodología de mediciones necesaria para la evaluación de la calidad de las redes de los diferentes operadores móviles.

Antes del ejercicio de medición correspondiente, se debe considerar una división de la República Mexicana por estratos. Los cuales, son definidos con respecto al porcentaje de población de cada entidad federativa del país (Diario Oficial de la Federación, 2018, p. 4). Esta división, se establece de la siguiente forma:

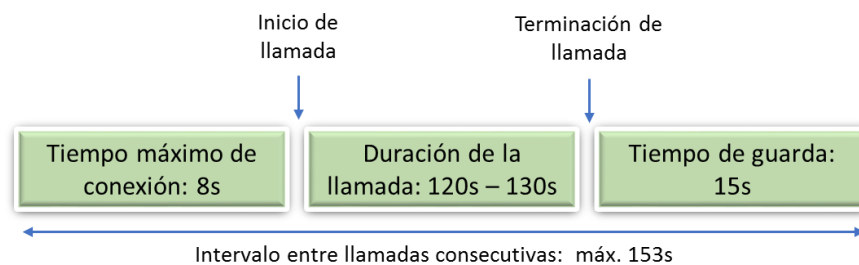
- Estrato 1: Porcentaje de población de la entidad federativa mayor a 0% y menor o igual a 2% (Diario Oficial de la Federación, 2018, p. 4).

- Estrato 2: Porcentaje de población de la entidad federativa mayor a 2% y menor o igual a 4% (Diario Oficial de la Federación, 2018, p. 4).
- Estrato 3: Porcentaje de población de la entidad federativa mayor a 4% y menor o igual a 6% (Diario Oficial de la Federación, 2018, p. 4).
- Estrato 4: Porcentaje de población de la entidad federativa mayor a 6% (Diario Oficial de la Federación, 2018, p. 4).

Ahora bien, el IFT debe considerar al menos ocho mediciones por año, de las cuales, se debe realizar al menos una medición por estrato definido (Diario Oficial de la Federación, 2018, p. 13).

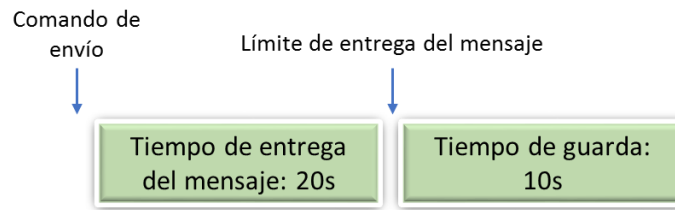
Al igual que el PTFCSLM, se necesita establecer una ruta que se encuentre dentro de la intersección de las diferentes coberturas garantizadas de los operadores móviles sujetos a medición.

Los lineamientos consideran la evaluación simultánea de los servicios de voz y SMS de acuerdo a las ventanas de tiempo mostradas en los Cuadros 19 y 20.



**Cuadro 19.** Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de voz considerados en los Lineamientos de calidad del 2018

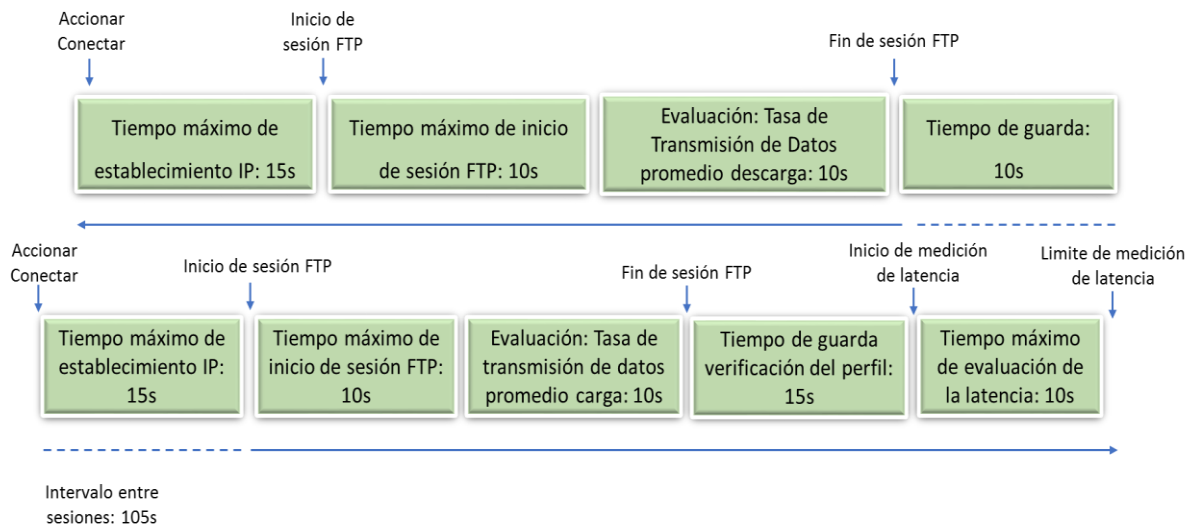
Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación, 2018*



**Cuadro 20.** Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de SMS considerados en los Lineamientos de calidad del 2018

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación, 2018*

La medición de los parámetros correspondientes al servicio de transferencia de datos, será de acuerdo a las características establecidas en el Cuadro 21.



**Cuadro 21.** Ventana de tiempo correspondiente a los eventos de transferencia de datos considerados en los Lineamientos de calidad del 2018

Fuente: Elaboración propia con datos del *Diario Oficial de la Federación, 2018*

Para los eventos de descarga, se deberá considerar la transferencia en enlace descendente de un archivo de 2 GB, el cual, se encontrará alojado en un servidor de pruebas gestionado por el IFT. Mientras que, para las sesiones de carga, se considerará un archivo de 500 MB que deberá ser transferido al mismo

servidor descrito previamente (Diario Oficial de la Federación, 2018, p. 15). La cantidad de datos cargada o descargada en los tiempos establecidos, será promediada en los segundos establecidos que dura la prueba.

El número de mediciones a realizar, se obtiene a través del cálculo de una expresión matemática estipulada en el numeral 9 del Anexo I de los Lineamientos de calidad. Cabe mencionar que, este mismo numeral, considera el desarrollo de una prueba de hipótesis que permitirá determinar el cumplimiento o incumplimiento de cada índice de calidad.



## **Capítulo 4**

# **Resultados correspondientes a los ejercicios de evaluación de la Calidad del Servicio móvil**

## Capítulo 4 Resultados correspondientes a los ejercicios de evaluación de la Calidad del Servicio móvil

El presente capítulo, expone de manera gráfica los resultados obtenidos por el órgano regulador mexicano competente en materia de Calidad del Servicio de telefonía móvil durante los diferentes ejercicios de medición realizados desde el año 2005.

Las siguientes subsecciones, contienen algunos resultados que muestran de manera visual los distintos resultados obtenidos por el órgano regulador en materia de telecomunicaciones con respecto a los distintos parámetros de calidad establecidos en las distintas normativas.

Debido a la gran cantidad de mediciones realizadas, solo se presentarán los resultados más representativos por cada parámetro de calidad evaluado. Se presentarán dos gráficos, por una parte, se mostrará el cumplimiento de los operadores móviles con respecto a los índices establecidos por las normativas correspondientes. Por otra parte, se presentará un gráfico que muestre una tendencia alta en el número de eventos fallidos, y de ser el caso, el incumplimiento de los índices de calidad establecidos.

Cabe mencionar que, el parámetro correspondiente a “Integridad del mensaje” del PTFCSLM relacionado al servicio de SMS, no será expuesto mediante gráficas, ya que siempre contó con un resultado satisfactorio del 100% para todos los mensajes de texto en todos los ejercicios de medición realizados por la CFT y el IFT.

No es óbice manifestar, que los resultados mostrados en la presente sección no son limitativos. Es decir, en el ANEXO 1 y 2 del presente trabajo, se pueden consultar los resultados de todas las mediciones realizadas por la CFT e IFT respectivamente.

## **4.1 Resultados obtenidos durante la evaluación realizada por las CFT a través del PTFCSRSLM**

La necesidad de verificar la calidad de los servicios ofrecidos por los concesionarios desde una perspectiva vista como los usuarios finales obligó a la CFT a considerar llevar a cabo mediciones periódicas a través de equipo especializado.

Inicialmente, se planteó la posibilidad de llevar, al menos, 5 ejercicios de medición anuales, siendo las primeras mediciones realizadas en las ciudades de Toluca, Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y León. Estas mediciones se llevaban a cabo con la presencia de representantes por cada operador móvil.

Durante el año 2006 no se realizaron mediciones derivado de la ampliación del equipo de medición. De esta forma, se dejó de medir de líneas móviles a líneas fijas. Es decir, la terminación de los eventos de medición se realizaba en la misma red de origen.

Para el año 2007, las mediciones se comenzaron a realizar sin la presencia de representantes de los operadores móviles. Además, los resultados eran publicados en el portal *web* de la CFT de manera informativa para los usuarios finales.

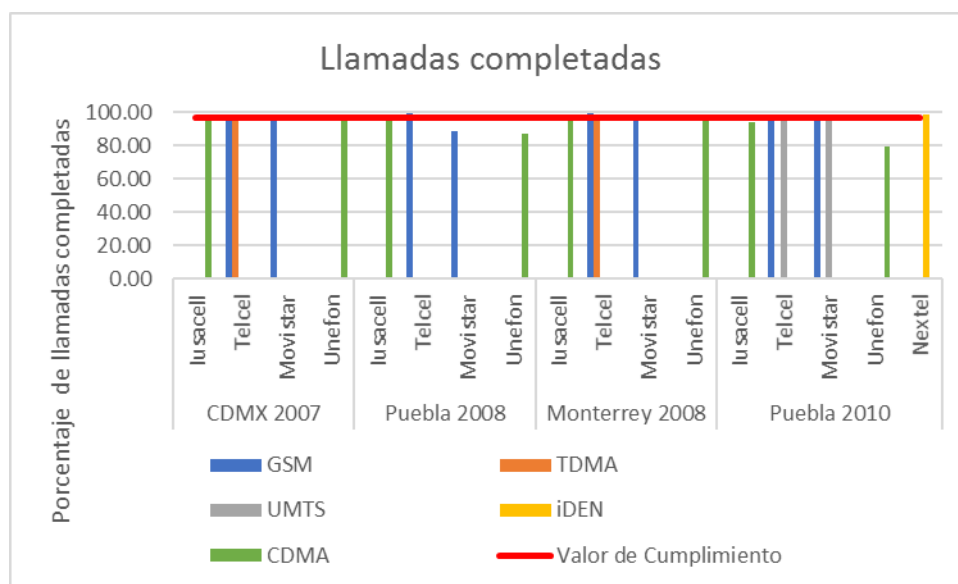
Por lo que hace al año 2009, la empresa arrendadora comunicó que dejaría de dar soporte del equipo de medición, por lo que la CFT inició un proceso de actualización de un nuevo equipo de medición.

Ante el surgimiento de nuevas tecnologías, y con el objetivo de realizar un *benchmarking*, se inició el procedimiento de arrendamiento de un equipo de medición que cumpliera con lo mencionado previamente. Mismo que fue de utilidad para evaluar el nuevo PTFCSLM.

### 4.1.1 Porcentaje de llamadas completadas

A continuación, se muestra el Gráfico 1 donde se puede observar que, en apego a los valores de cumplimiento establecidos en el PTFCSRSLM, se hubieran presentado diversas sanciones. Recordando que únicamente era posible sancionar a través del incumplimiento de los reportes presentados por los distintos concesionarios y no por las mediciones realizadas por la CFT, estas últimas eran únicamente de carácter informativo.

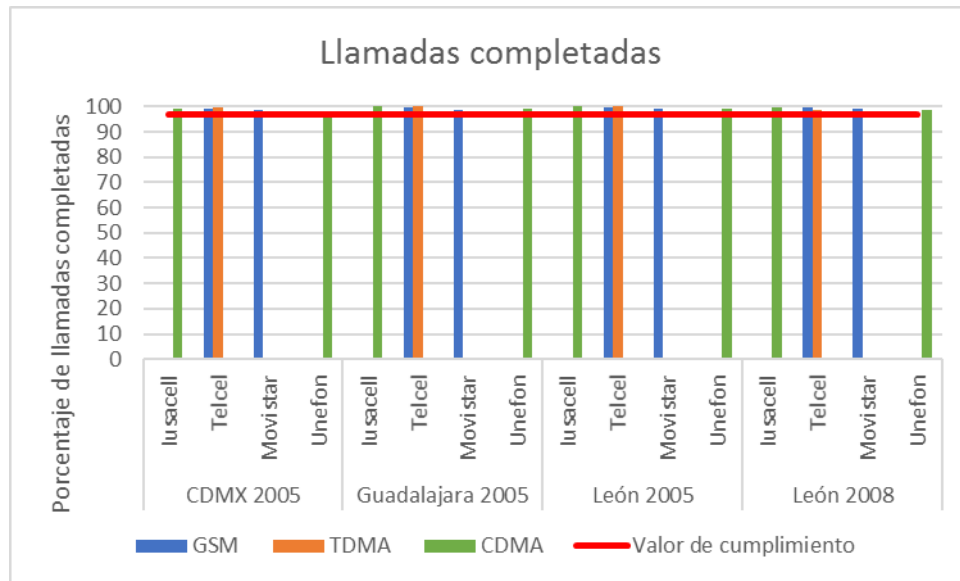
Los valores más notables se presentaron en la Ciudad de Puebla en el año 2008, donde Movistar en la tecnología GSM y Unefon en su tecnología CDMA presentaron valores de proporción de llamadas fallidas de 10.94% y 12.48% respectivamente. Además, en la misma ciudad, pero en el año 2010, Unefon en la misma tecnología descrita anteriormente, presentó un valor de 20.11%. Cabe resaltar que, si bien el gráfico muestra el porcentaje de llamadas completadas, para los porcentajes previamente mencionados, se contemplaron únicamente los valores de los eventos fallidos.



**Gráfico 1.** Gráfico con los peores resultados correspondientes al parámetro “Porcentaje de llamadas completadas”

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT





**Gráfico 2.** Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de llamadas completadas"

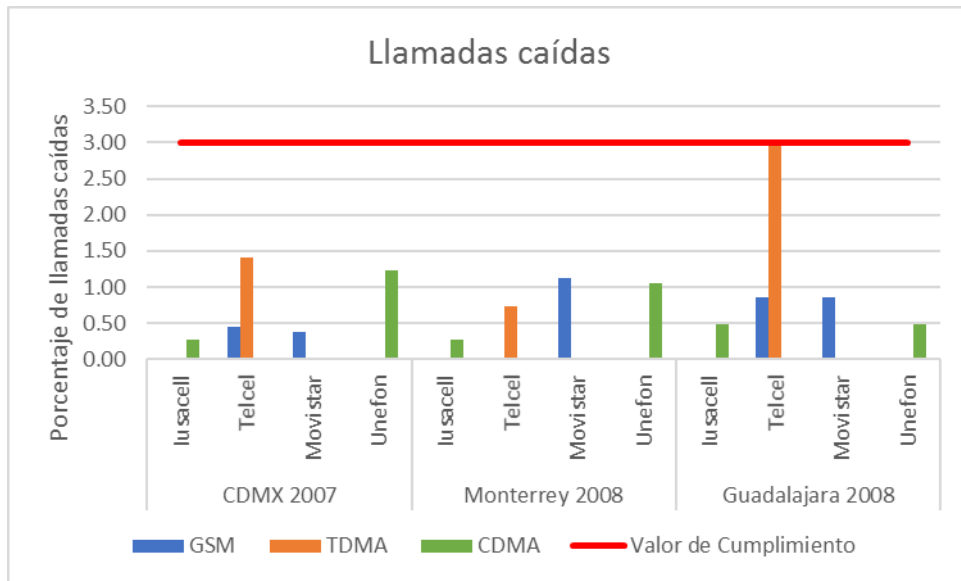
Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT

Por otra parte, el Gráfico 2 presenta el cumplimiento de todos los operadores móviles en los diferentes ejercicios de medición expuestos.

#### 4.1.2 Porcentaje de llamadas caídas

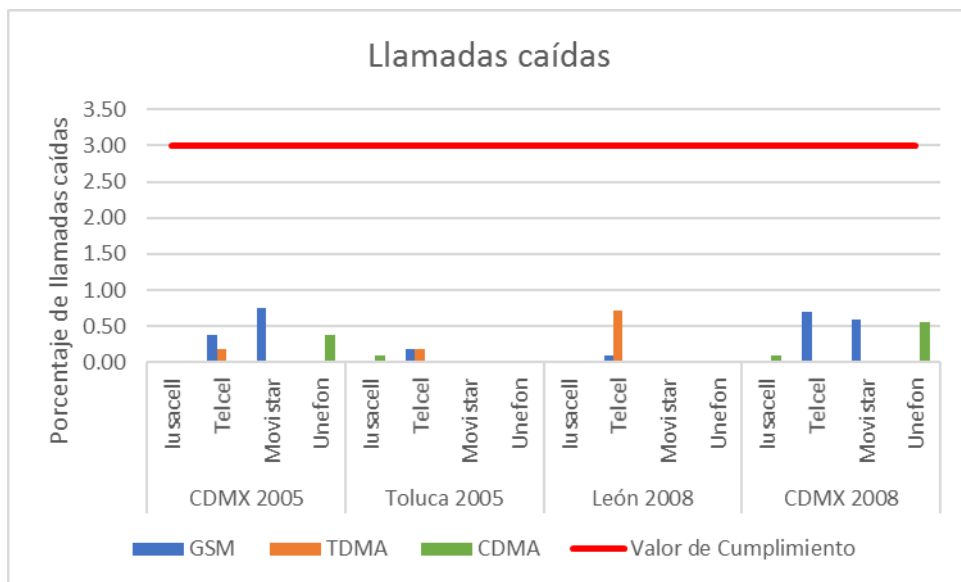
Por lo que hace al parámetro de porcentaje de llamadas caídas, siempre existieron valores por debajo del 3% tomando como referencia el PTFCSLM; esto es, no hubiera existido sanción alguna por incumplimiento al presente parámetro.

Ahora bien, el Gráfico 3 presenta algunos eventos con el mayor número de sesiones interrumpidas. Siendo Telcel en su tecnología TDMA en el 2007 el resultado con el valor más alto con un 3%.



**Gráfico 3.** Gráfico con los peores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de llamadas caídas"

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT



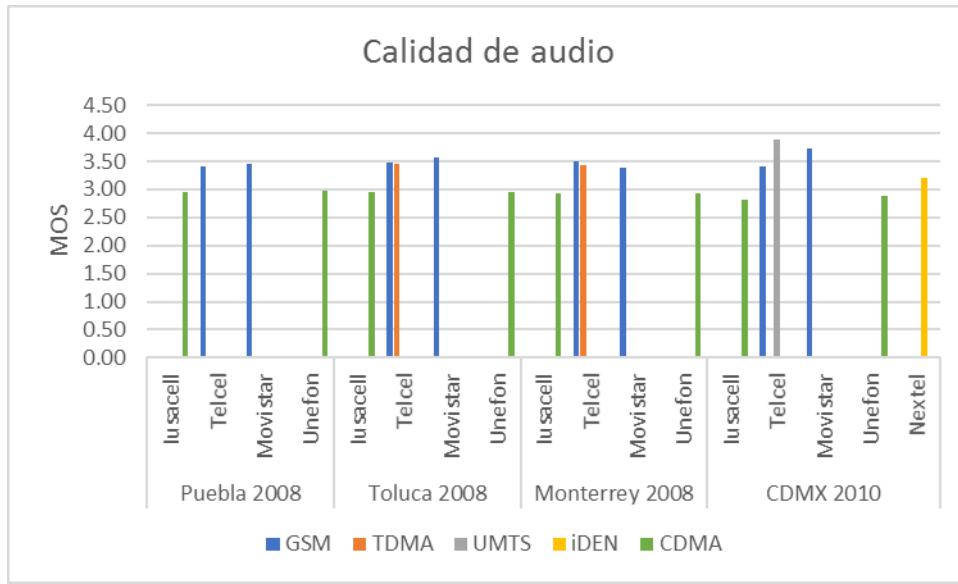
**Gráfico 4.** Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro "Porcentaje de llamadas caídas"

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT

Por otra parte, el Gráfico 4 expone diversos resultados siempre por debajo de 0.80%.

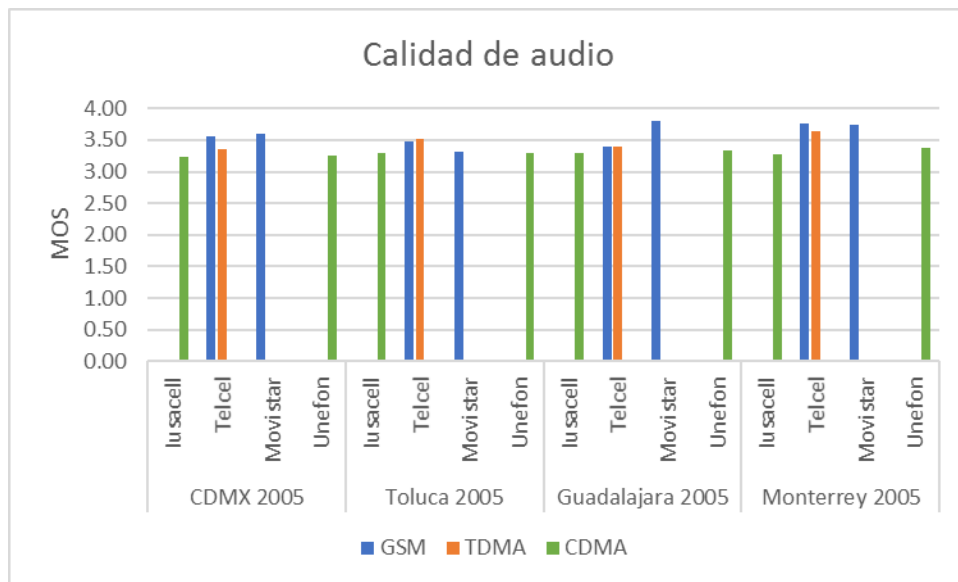
### 4.1.3 Calidad de audio

Como se puede observar en el Gráfico 5, Iusacell y Unefon, ambos en su tecnología CDMA, siempre presentaron valores en los ejercicios de medición expuestos en este gráfico, por debajo de 3.



**Gráfico 5.** Gráfico con algunos resultados por debajo del valor 3 correspondiente al parámetro “Calidad de audio”

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT.



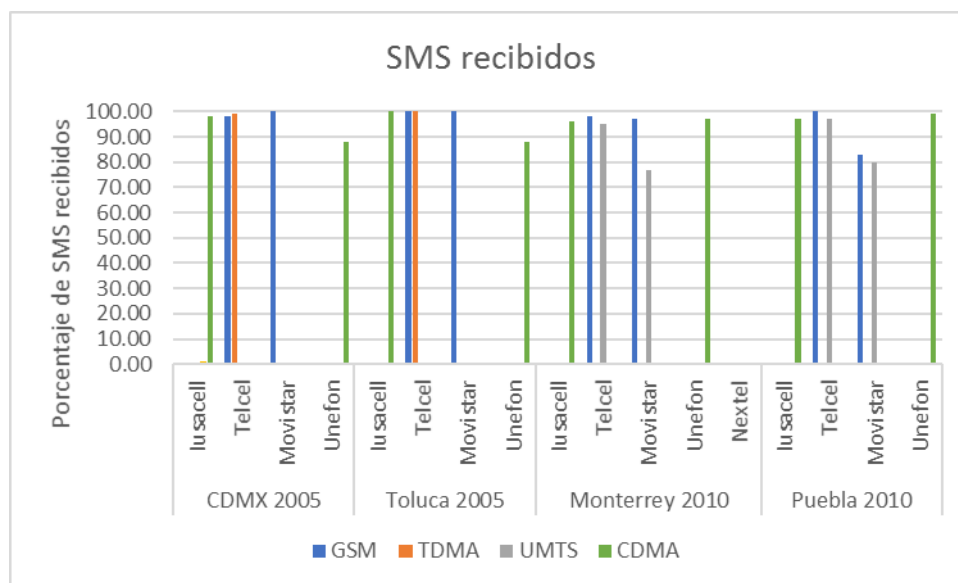
**Gráfico 6.** Gráfico con algunos resultados por encima del valor 3 correspondiente al parámetro “Calidad de audio”

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT

Mientras que, el Gráfico 6, muestra valores con una calificación promedio de 3.44 para todos los operadores.

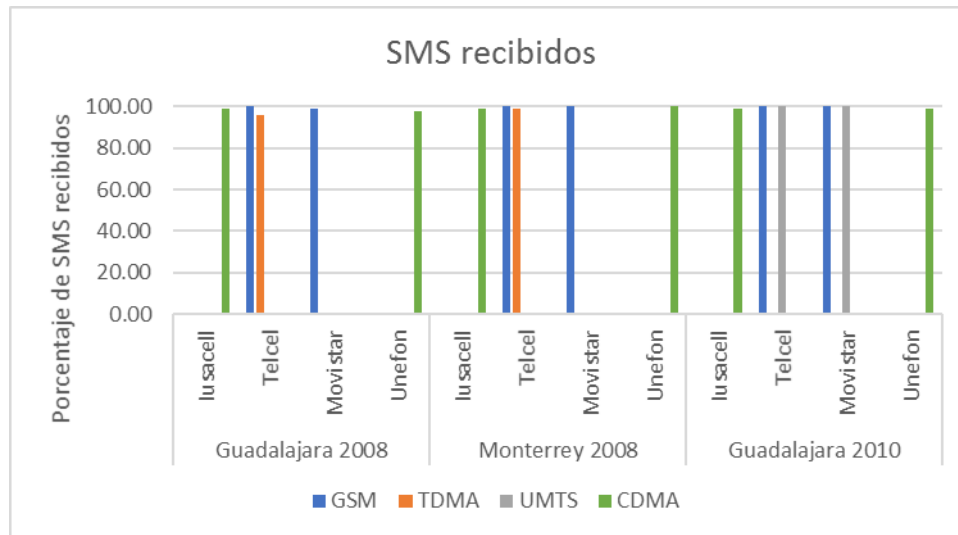
#### 4.1.4 Porcentaje de mensajes de texto recibidos

Si bien, el PTFCRSLM no contempla el presente parámetro con un valor de cumplimiento obligatorio, se considerará, para efecto de comparación, el índice de calidad establecido en el PTFCSLM, el cual, debía ser menor al 5%. Ahora bien, el Gráfico 7, muestra que algunos operadores hubieran incumplido en el presente parámetro, lo cual, habrían sido objeto de sanción. Por ejemplo, Unefon en la tecnología CDMA tanto en la Ciudad de México como en la Ciudad de Toluca en el 2005, presentó resultados del 12% de eventos fallidos en ambos ejercicios de medición. Además, el operador móvil Movistar fue quien presentó el peor resultado con un valor del 23% de fallas en la Ciudad de Monterrey en año 2010 en la tecnología UMTS.



**Gráfico 7.** Gráfico con los peores resultados correspondientes al parámetro “Porcentaje de mensajes recibidos”

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT



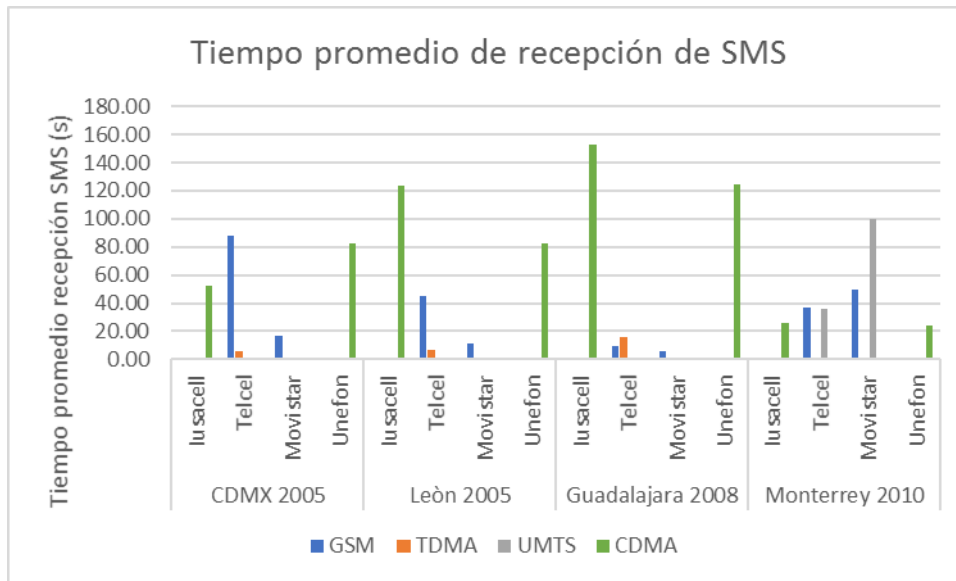
**Gráfico 8.** Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro “Porcentaje de mensajes recibidos”

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT

Por otra parte, el Gráfico 8, presenta el cumplimiento del índice mencionado previamente de todos los operadores móviles evaluados.

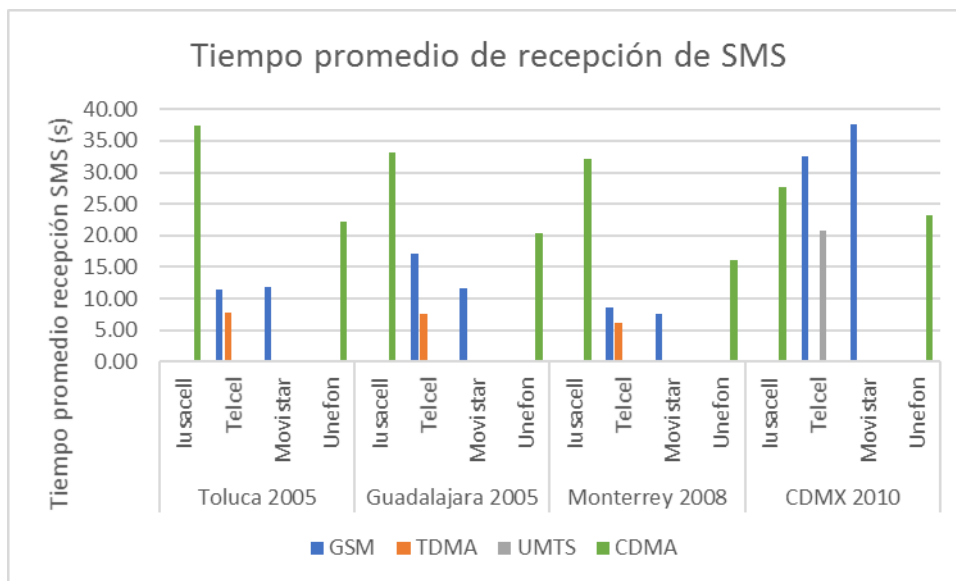
#### 4.1.5 Tiempo promedio en la recepción de mensajes de texto

De igual forma que el parámetro de calidad mencionado en la subsección anterior, no existen indicadores que estipulen el cumplimiento del servicio de SMS. Sin embargo, en el Gráfico 9 se muestran algunos valores, donde, se puede observar el alto tiempo promedio de recepción de SMS por parte de los operadores móviles Iusacell y Unefon en Guadalajara en el año 2008, obteniendo 153.17 s y 124.71 s respectivamente.



**Gráfico 9.** Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro “Tiempo promedio de recepción de mensajes”

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT



**Gráfico 10.** Gráfico con los mejores resultados correspondientes al parámetro “Tiempo promedio de recepción de mensajes”

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT

Ahora bien, el Gráfico 10 muestra los resultados con los mejores eventos obtenidos durante los diferentes ejercicios de medición realizados, los cuales, se encuentran por debajo de los 38 segundos.

## **4.2 Resultados obtenidos durante la evaluación realizada por la CFT y el IFT utilizando el PTFCSLM**

En julio del 2012, la CFT realizó la primera evaluación a los diferentes concesionarios móviles utilizando el PTFCSLM. Posteriormente, el IFT continuó con la evaluación de estos servicios hasta mediados del año 2015.

Por lo que hace a los resultados correspondientes al servicio de transferencia de datos, la tecnología evaluada fue 3G.

A continuación, se presentan algunos de los resultados más representativos por cada parámetro de calidad estipulado en el PTFCSLM.

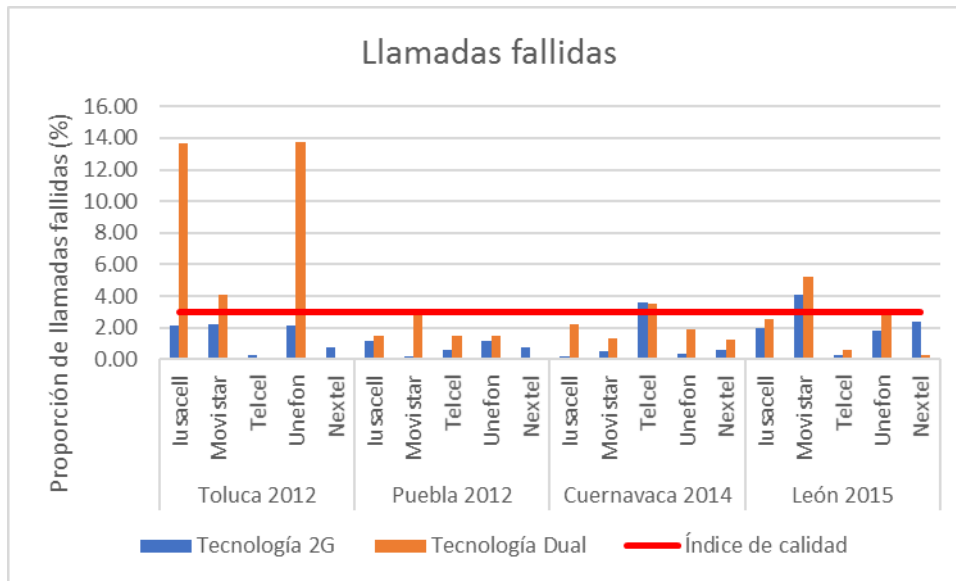
### **4.2.1 Proporción de llamadas fallidas**

La presente subsección muestra un par de gráficos donde se puede observar los resultados obtenidos referentes al parámetro de calidad “Proporción de llamadas fallidas” durante los distintos ejercicios de medición efectuados por la CFT e IFT.

El Gráfico 11, presenta el incumplimiento de este parámetro de calidad por parte de los operadores Iusacell, Movistar y Unefon en la Ciudad de Toluca en el año 2012, teniendo como resultados finales en esta ciudad el 13.67%, 4.06% y 13.75% respectivamente; todos en la tecnología Dual.

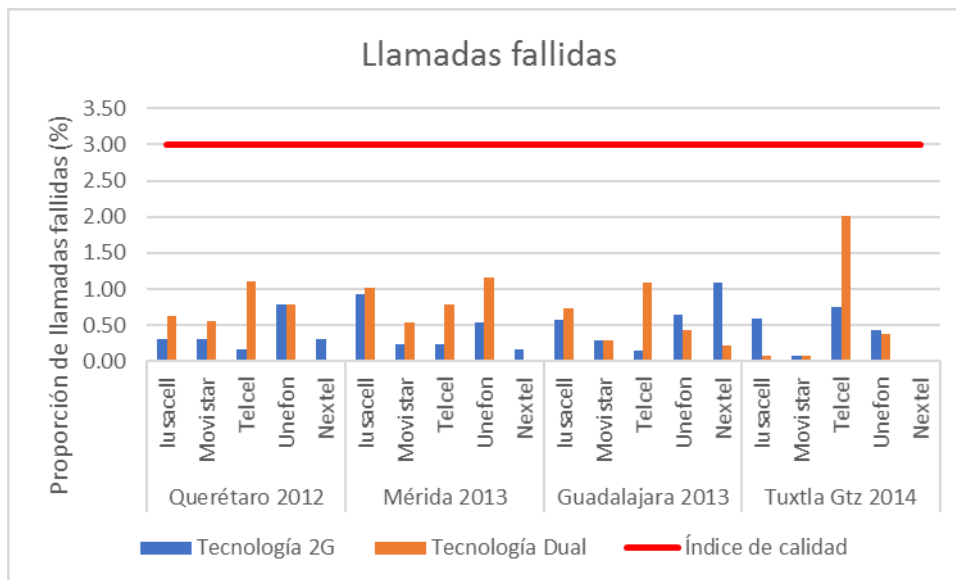
Cabe mencionar que el incumplimiento presentado por los operadores móviles previamente mencionados no fue objeto de sanción, derivado de la decisión tomada por el pleno de la CFT al decidir no sancionar a estos concesionarios dado que no presentaron mapas de cobertura garantizada. Aunque, derivado de la importancia que estos servicios tienen, decidieron aprobar la ejecución del ejercicio de medición correspondiente.

Asimismo, se observa el incumplimiento del índice de calidad en los años 2014 y 2015. En el Capítulo 5, se abordará más sobre estos casos.



**Gráfico 11.** Resultados correspondientes al parámetro “Proporción de llamadas fallidas” donde se puede observar el incumplimiento de algunos operadores móviles

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias



**Gráfico 12.** Resultados correspondientes al parámetro “Proporción de llamadas fallidas” donde se puede observar el cumplimiento de todos los operadores móviles

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

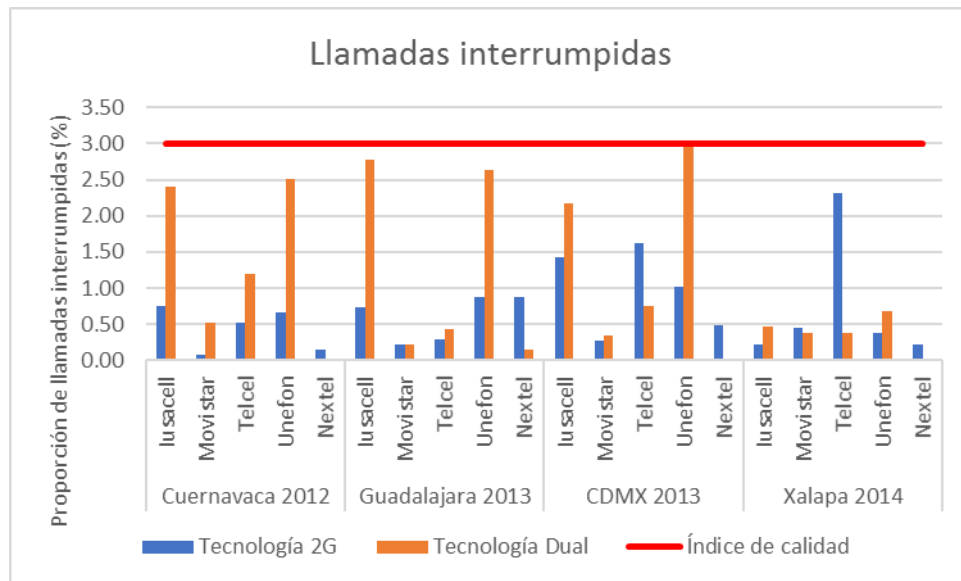
Por lo que hace al Gráfico 12, muestra el cumplimiento de todos los operadores móviles durante cuatro ejercicios de medición realizados en diferentes localidades y en distintos años.



#### 4.2.2 Proporción de llamadas interrumpidas

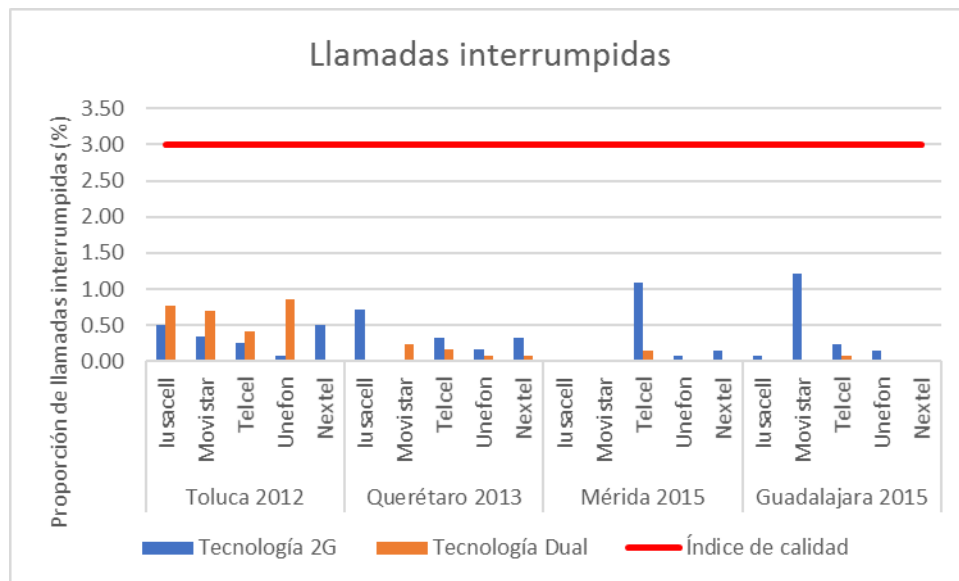
El Gráfico 13 muestra los resultados obtenidos por la CFT y el IFT con número alto de eventos fallidos obtenidos durante los diferentes ejercicios de medición realizados correspondientes al parámetro de calidad “Proporción de llamadas interrumpidas”. Cabe aclarar que nunca se presentó el incumplimiento de este parámetro de calidad por parte de algún operador móvil.

Este gráfico presenta a los operadores móviles Iusacell en la Ciudad de Guadalajara en el 2013 con un resultado del 2.78% y a Movistar en la Ciudad de México en el mismo año con 2.96%, como los más cercanos al índice de calidad establecido en el PTFCSLM con 3%; ambas mediciones, se presentaron en la tecnología Dual.



**Gráfico 13.** Gráfico con los peores resultados obtenidos correspondientes al parámetro “Proporción de llamadas interrumpidas”

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias



**Gráfico 14.** Gráfico con los mejores resultados obtenidos correspondientes al parámetro “Proporción de llamadas interrumpidas”

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Ahora bien, el Gráfico 14 muestra los resultados de distintos ejercicios de medición realizados con un número muy bajo o nulo de fallas referente al parámetro relacionado a llamadas interrumpidas o caídas.

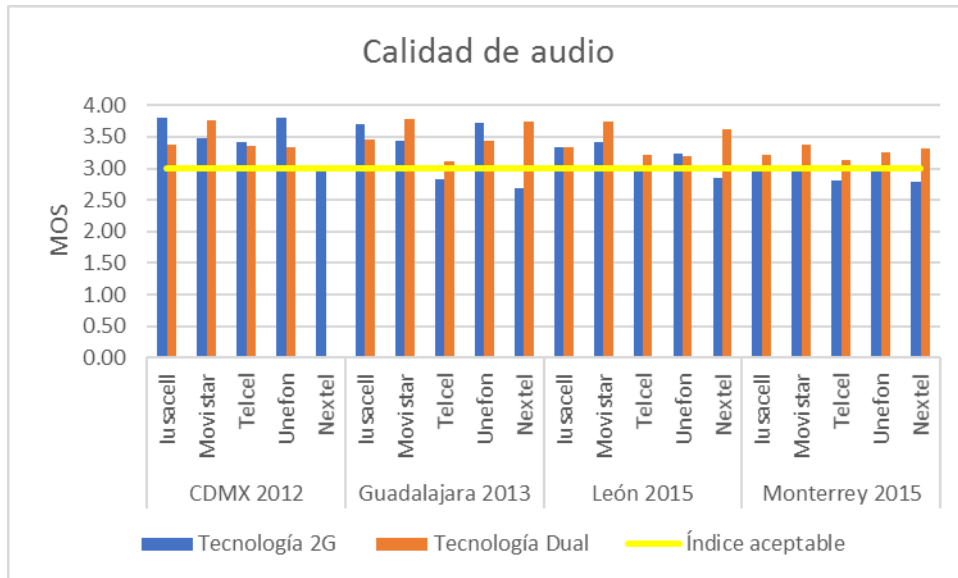
#### 4.2.3 Calidad de audio

El presente parámetro de calidad no establece un índice de cumplimiento obligatorio mínimo a los operadores móviles. No obstante, para los Gráficos 15 y 16, se estableció un valor mínimo conforme a lo establecido por la UIT como aceptable.

El Gráfico 15 muestra algunos resultados obtenidos por debajo del umbral establecido en 3. En ese sentido, y por mencionar algunos, se puede observar que los operadores móviles Nextel en la Ciudad de Cuernavaca en el 2012 presenta un valor de 2.97, Telcel en la Ciudad de Guadalajara en el año 2013 cuentan con un valor de 2.83 y en la Ciudad de Monterrey, en el 2015, Iusacell registró un valor de 2.95; todos los resultados corresponden a la tecnología 2G.

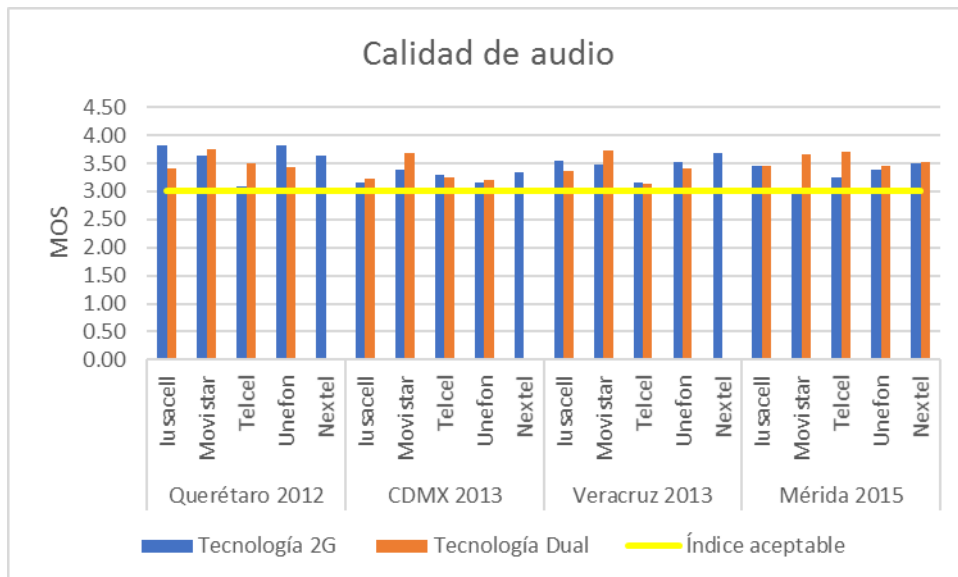
Mientras que, en el Gráfico 16, todos los resultados desplegados se encuentran por encima del valor mencionado previamente. En ese sentido, el operador que más cerca estuvo del umbral de 3 fue Movistar en la medición correspondiente a la Ciudad de Mérida en el 2015, obteniendo una calificación de 3.06; mientras que, en la Ciudad de Querétaro en el año 2012,

tanto Iusacell como Unefon registraron las calificaciones más altas al obtener ambos operadores una puntuación de 3.81.



**Gráfico 15.** Gráfico con algunos resultados obtenidos por debajo de la calificación estipulada como aceptable correspondientes al parámetro “Calidad de audio”

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias



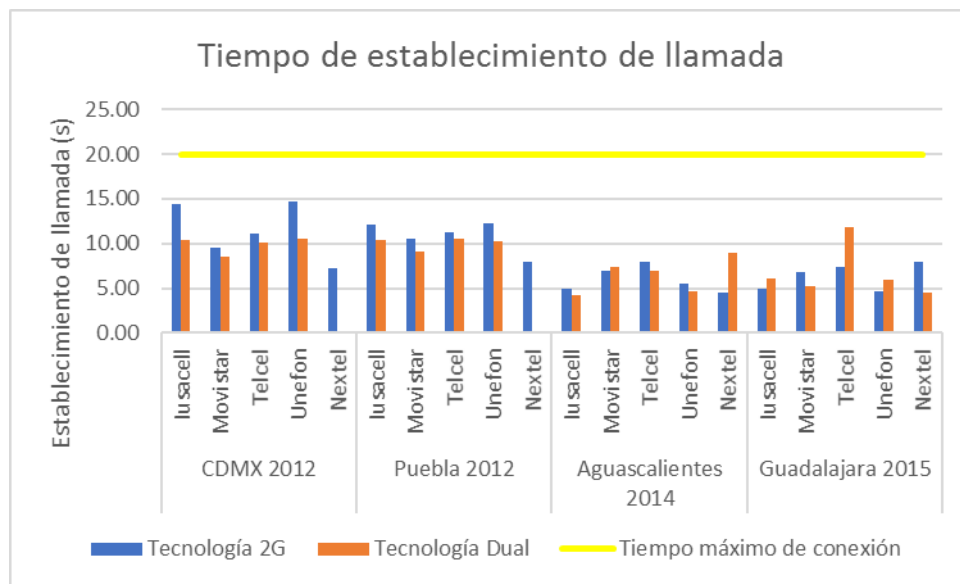
**Gráfico 16.** Gráfico con algunos resultados obtenidos por encima de la calificación estipulada como aceptable correspondientes al parámetro “Calidad de audio”

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Como se puede observar en los gráficos previos, las llamadas de audio convencionales, es decir, distintas a VoIP, muestran una calificación promedio entre los valores 3 y 4.

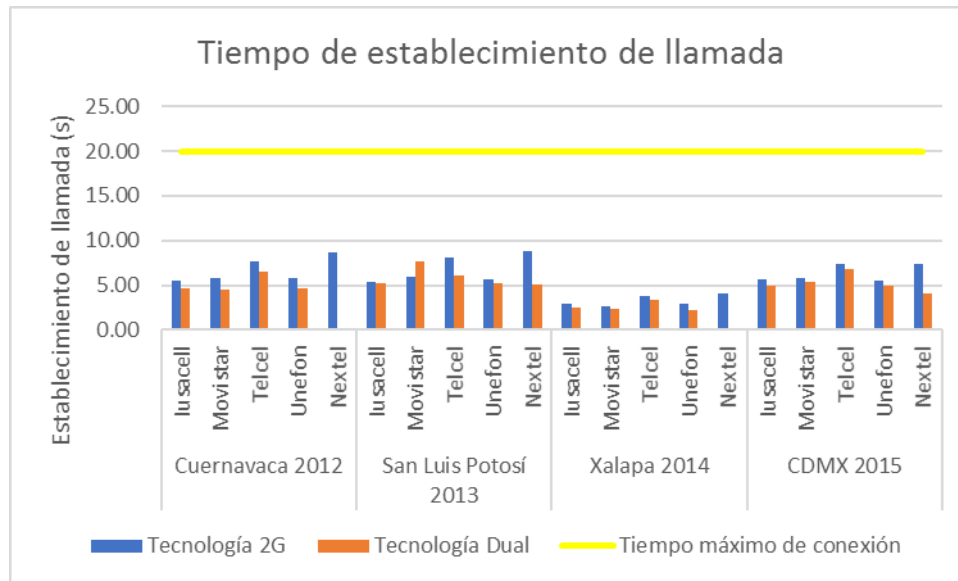
#### 4.2.4 Tiempo de establecimiento de llamada

Al igual que el parámetro anterior, el presente parámetro no es de carácter sancionable, por ende, no cuenta con índice de cumplimiento mínimo. Sin embargo, en los Gráficos 17 y 18, se muestran diferentes resultados teniendo como límite el valor máximo permitido por el PTFCSLM correspondiente al tiempo máximo de conexión para el establecimiento de las llamadas de prueba.



**Gráfico 17.** Gráfico con algunos resultados obtenidos cercanos al máximo tiempo de conexión establecido para el parámetro "Tiempo de establecimiento de llamada"

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias



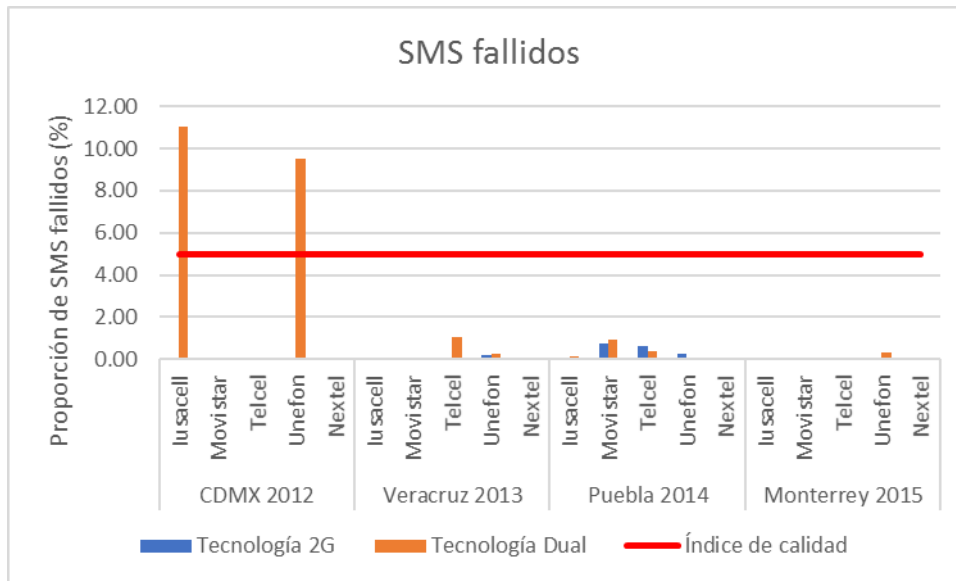
**Gráfico 18.** Gráfico con algunos resultados obtenidos alejados del máximo tiempo de conexión establecido para el parámetro "Tiempo de establecimiento de llamada"

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Si bien, en los gráficos anteriores nunca se presentó un escenario donde el valor promedio excediera del límite establecido, se puede observar en el Gráfico 17 que tanto los operadores Iusacell como Unefon en el ejercicio de medición realizado en el año 2012, presentaron de los valores más altos, obteniendo 14.39 s y 14.77 s respectivamente. Mientras que, el Gráfico 18, muestra solo resultados por debajo de los 9 s promedio de establecimiento de llamada, siendo Unefon en la tecnología dual durante las mediciones realizadas en la Ciudad de Xalapa en el año 2014, el operador que registró el tiempo más bajo de conexión de llamadas con un promedio de 2.28 s.

#### 4.2.5 Proporción de SMS fallidos

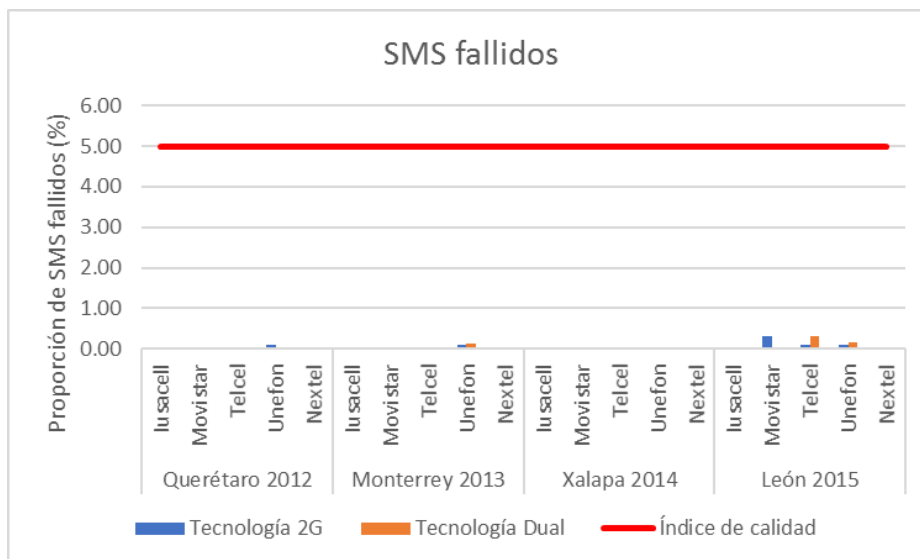
El presente parámetro, era considerado de carácter sancionable en el PTFCSLM. A continuación, se presenta el Gráfico 19, donde se pueden observar los peores resultados obtenidos durante los diferentes ejercicios de medición realizados por el organismo regulador en materia de telecomunicaciones en México.



**Gráfico 19.** Resultados correspondientes al parámetro “Proporción de SMS fallidos” donde se puede observar el incumplimiento de algunos operadores móviles

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Cabe mencionar que si bien, el Gráfico 19 muestra un incumplimiento de los operadores móviles Iusacell y Unefon en el 2012, no hubo proceso de sanción, ya que, como se mencionó en la sección 4.2.1, el pleno de la CFT resolvió que no se emitiera este acto al no contar con las suficientes pruebas de confiabilidad dado que estos operadores móviles no presentaron en tiempo los mapas de cobertura garantizadas correspondientes. Los valores obtenidos para estos operadores en la tecnología Dual fueron de 11.07% y 9.53% respectivamente.



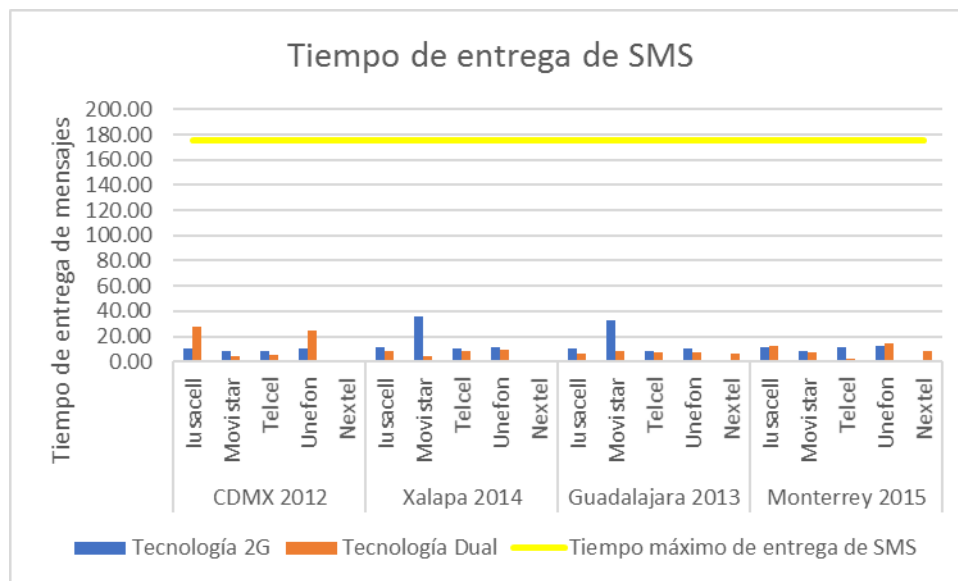
**Gráfico 20.** Resultados correspondientes al parámetro “Proporción de SMS fallidos” donde se puede observar el cumplimiento de todos los operadores móviles

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Por lo que hace al Gráfico 20, se puede visualizar un comportamiento satisfactorio en las ciudades mencionadas. Estos resultados se encuentran por debajo del 0.5% de fallas por parte de los distintos concesionarios móviles. Donde, en la mayoría de los resultados mostrados, se observa no se presentó ni si quiera el envío o recepción de un mensaje fallido.

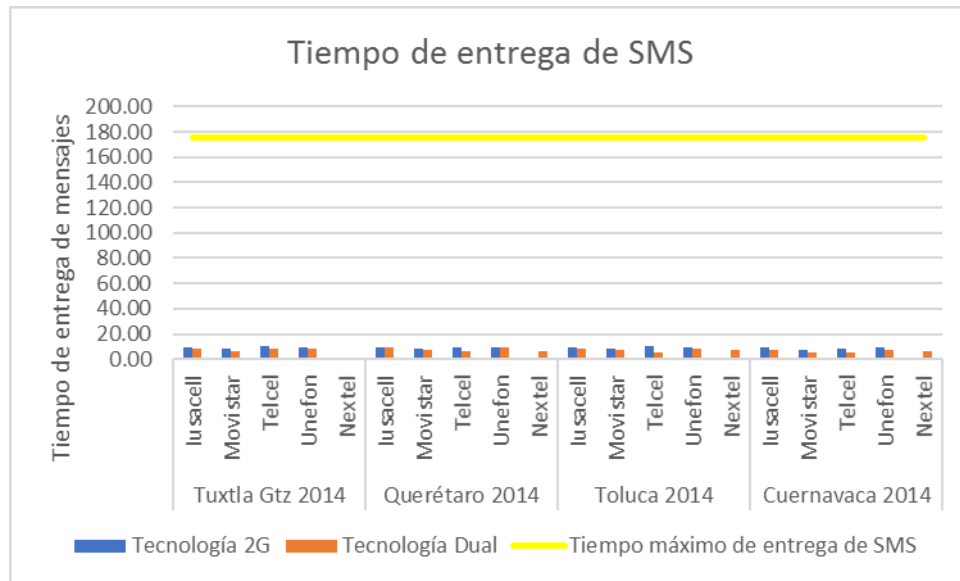
#### 4.2.6 Tiempo de entrega de SMS

A continuación, se presentan los Gráficos 21 y 22, donde se puede observar, de manera enunciativa, el límite de tiempo de entrega de SMS establecido en la metodología de mediciones del PTFCSLM, el cual, se encontraba establecido en 175 segundos.



**Gráfico 21.** Gráfico con los valores más altos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de entrega de SMS"

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias



**Gráfico 22.** Gráfico con los valores más bajos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de entrega de SMS"

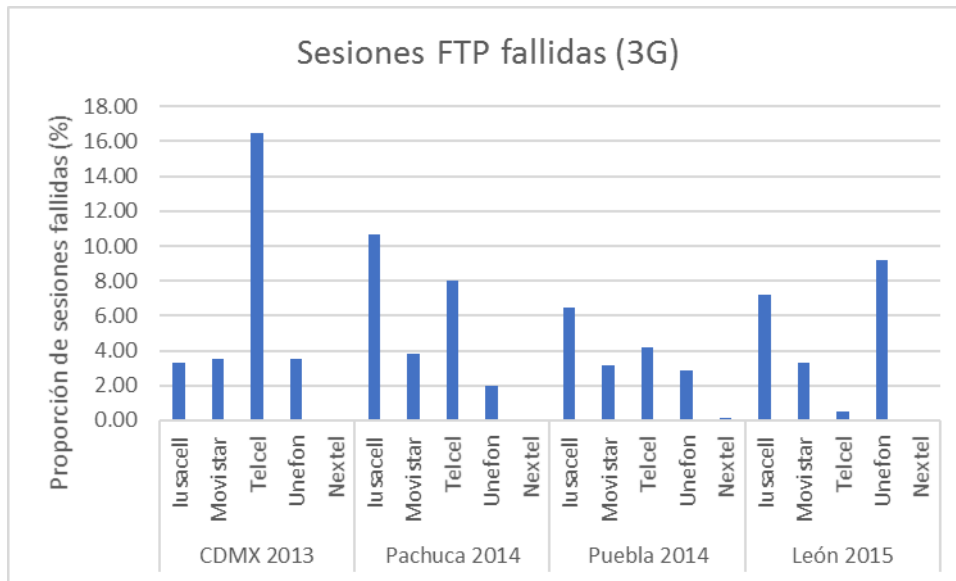
Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Como se muestra en los gráficos anteriores, el tiempo de entrega de un SMS nunca fue mayor a 36 segundos promedio. El valor más alto registrado fue por parte del operador Movistar en la Ciudad de Xalapa en el año 2014 con un promedio de 35.99 segundos.

#### 4.2.7 Proporción de sesiones FTP fallidas

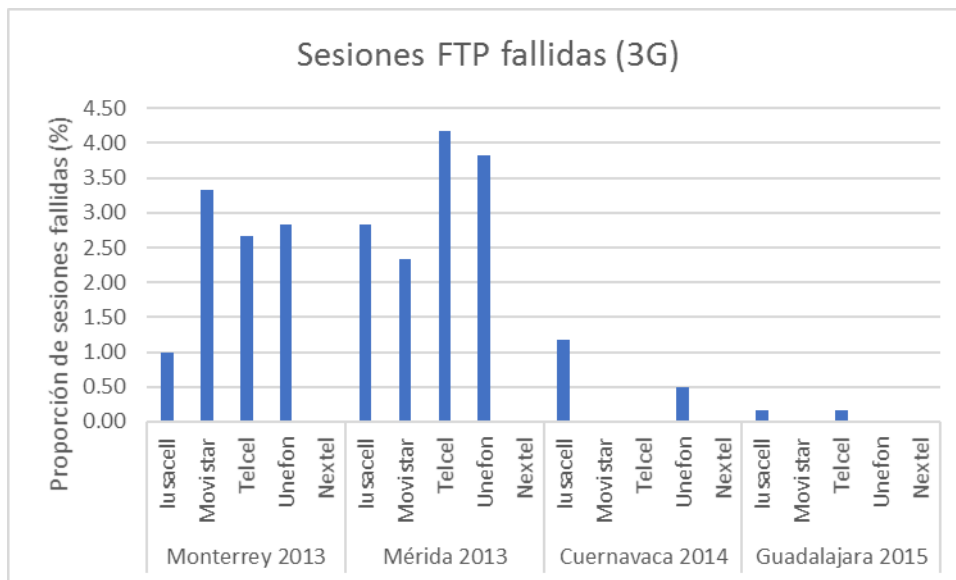
En los Gráficos 23 y 24, se muestran algunos resultados referentes a las sesiones FTP fallidas que se presentaron durante los diferentes ejercicios de medición realizados por la CFT e IFT.





**Gráfico 23.** Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP fallidas" en el cual, se muestran resultados con un número alto de eventos fallidos

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias



**Gráfico 24.** Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP fallidas" en el cual, se muestran resultados con un número bajo de eventos fallidos

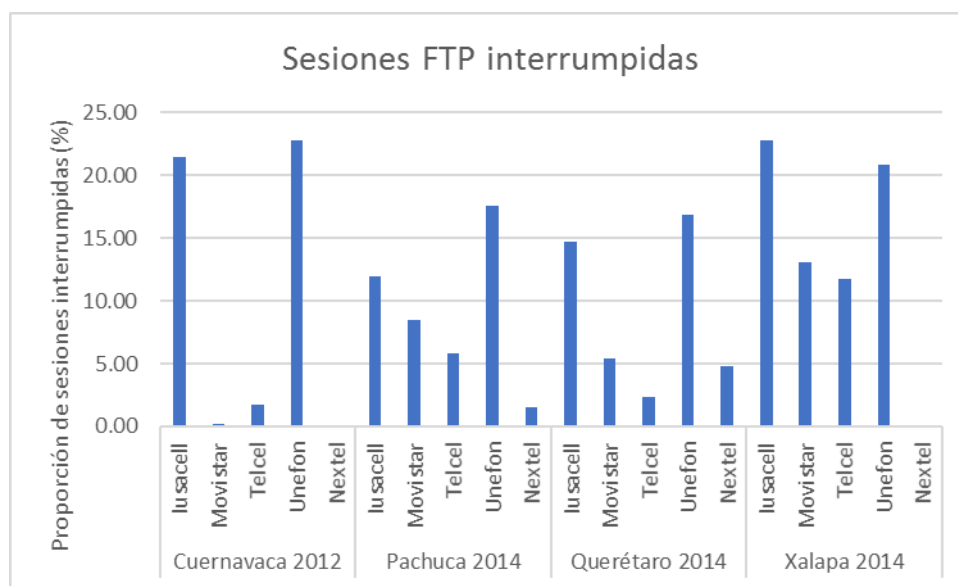
Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Para el ejercicio de medición correspondiente a la Ciudad de México en el 2013, se puede observar en el Gráfico 23 que el concesionario Telcel reportó un número alto de

sesiones FTP fallidas, siendo el 16.5% de estas. Por otra parte, el Gráfico 24, muestra que tanto en la Ciudad de Cuernavaca en el año 2014 y como en la Ciudad de Guadalajara en el año 2015, algunos concesionarios como Movistar y Nextel, en ambas ciudades, presentaron 0% de sesiones fallidas.

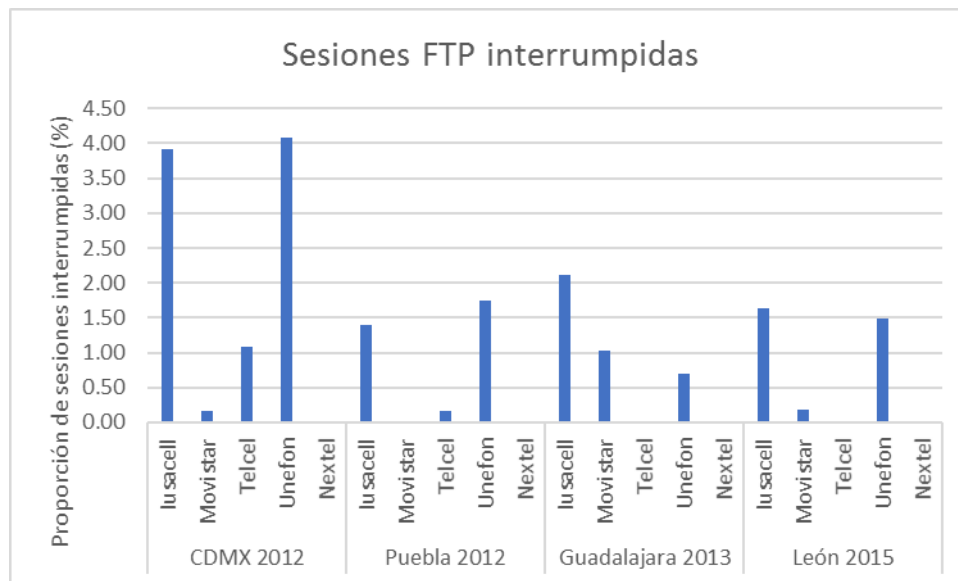
#### 4.2.8 Proporción de sesiones FTP interrumpidas

Por lo que hace al presente parámetro, se presentan los siguientes gráficos que ilustran algunos resultados obtenidos durante diferentes ejercicios de medición.



**Gráfico 25.** Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP interrumpidas", en el cual, se muestran resultados con un número alto de eventos interrumpidos

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias



**Gráfico 26.** Resultados correspondientes al parámetro "Proporción de sesiones FTP interrumpidas", en el cual, se muestran resultados con un número bajo de eventos interrumpidos

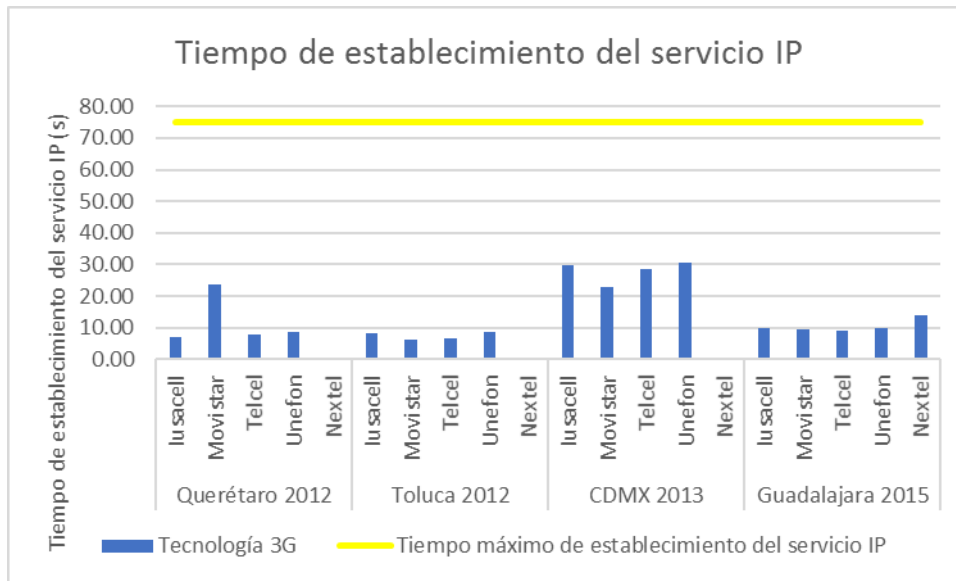
Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

En el Gráfico 25, se puede visualizar que en la Ciudad de Cuernavaca en el año 2012 el operador Unefon presentó un número alto de sesiones interrumpidas, siendo el 22.82% de las mismas. Además, durante las mediciones realizadas en la Ciudad de Xalapa en el año 2014, el concesionario Iusacell mostró un resultado de 22.73% de sesiones caídas.

Por otra parte, el Gráfico 26 muestra que la Ciudad de Puebla en el año 2012, el operador Movistar no presentó ningún evento interrumpido durante ese ejercicio de medición. Asimismo, durante las mediciones realizadas en la Ciudad de León en el año 2015, tanto los operadores móviles Telcel y Nextel presentaron el 0% de sesiones FTP interrumpidas.

#### 4.2.9 Tiempo de establecimiento del servicio IP

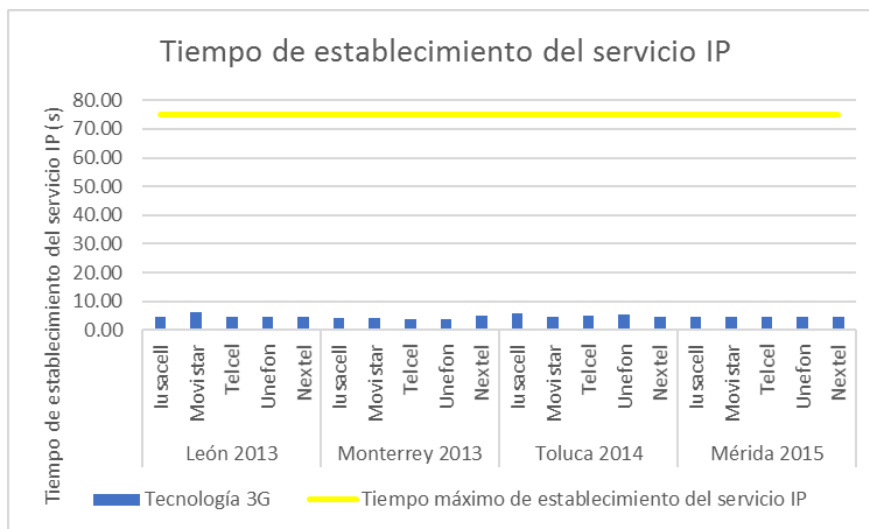
A continuación, se presentan los gráficos que ilustran los diferentes escenarios de resultados obtenidos con respecto al parámetro referente al tiempo de establecimiento del servicio IP. Los Gráficos 27 y 28 cuentan con una línea amarilla que denota el tiempo máximo de establecimiento del servicio IP permitido en el PTFCSLM.



**Gráfico 27.** Gráfico con los valores más altos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de establecimiento del servicio IP"

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

En el Gráfico 27, se presentan algunos de los resultados obtenidos donde se presentó un tiempo de establecimiento del servicio IP promedio elevado en distintos ejercicios de medición realizados por la CFT y el IFT. Respecto a las mediciones realizadas en la Ciudad de México en el año 2013 el operador móvil Iusacell mostró un tiempo de 29.79 s, Movistar 22.68 s, Telcel 28.43 s y Unefon 30.52 s.



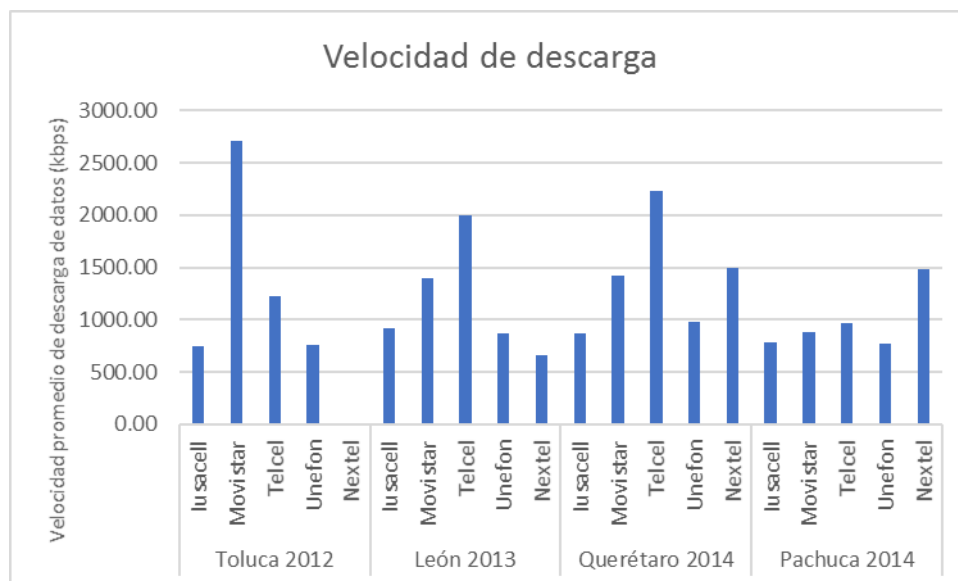
**Gráfico 28.** Gráfico con los valores más bajos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados para el parámetro "Tiempo de establecimiento del servicio IP"

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Ahora bien, el Gráfico 28, muestra algunos resultados donde los operadores móviles obtuvieron los mejores tiempos de establecimiento del servicio IP. Del gráfico antes mencionado, en la Ciudad de Monterrey en el 2013, los operadores Telcel y Unefon registraron los tiempos de establecimiento más bajos, siendo 3.96 s y 3.92 s respectivamente.

#### 4.2.10 Velocidad de descarga

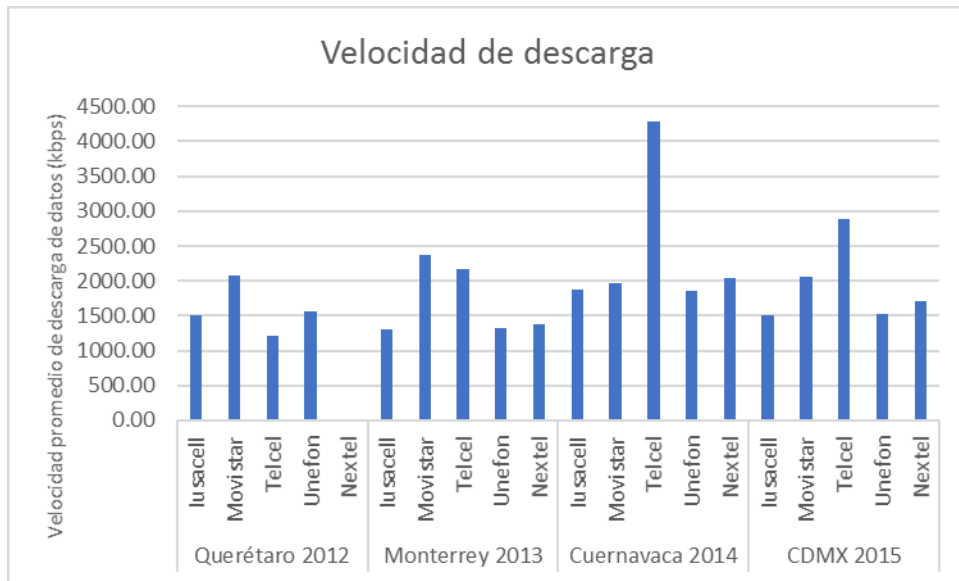
Finalmente, se mostrarán los resultados más representativos para el parámetro referente a “Velocidad de descarga”. A continuación, el Gráfico 29 ilustrará algunas de las velocidades más bajas registradas durante los ejercicios de medición.



**Gráfico 29.** Resultados de los valores de descarga más bajos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados por la CFT e IFT

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Del gráfico anterior, se puede observar que una de las ciudades donde se registraron las velocidades de descarga más bajas para todos los operadores fue la Ciudad de Pachuca en el año 2014, donde ningún operador supero los 1500 kbps.



**Gráfico 30.** Resultados de los valores de descarga más altos obtenidos durante los ejercicios de medición realizados por la CFT e IFT

Fuente: Elaboración propia con datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Ahora bien, por lo que hace al Gráfico 30, se puede observar que el operador móvil Telcel registró la velocidad de descarga más alta, en la tecnología 3G, con respecto a los demás concesionarios móviles, en la Ciudad de Cuernavaca durante las mediciones realizadas en el año 2014. Dicho resultado fue de 4278.23 kbps.



## **Capítulo 5**

# **Impacto generado por las distintas normativas en materia de Calidad del Servicio móvil**

## Capítulo 5 Impacto generado por las distintas normativas en materia de Calidad del Servicio móvil

En los últimos años, el mercado de los servicios de telefonía móvil ha experimentado un vertiginoso aumento de suscriptores, considerando que en 1991 se contaban con aproximadamente 110,535 líneas totales, mientras que a mediados del presente año se contabilizan aproximadamente 119,179,221 líneas totales (Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2020a). En ese sentido, la regulación de estos servicios emerge como una necesidad de vigilar la correcta prestación de estos servicios buscando una eficiencia de estos en beneficio de los usuarios finales.

Uno de los instrumentos regulatorios que ha utilizado el IFT en años anteriores y actualmente para vigilar los distintos parámetros de Calidad del Servicio móvil, es el mecanismo basado en comando y control.

Este mecanismo, se refiere a la promulgación de una norma por parte del Estado con la intención de prohibir una determinada conducta. En caso que la prohibición sea violada, la parte involucrada se hará acreedora a una sanción coercitiva (Morgan & Yeung, 2007, p. 80).

En el Capítulo 3 del presente trabajo, se expusieron las diversas normativas basadas en este mecanismo regulatorio que han sido utilizadas por la autoridad regulatoria en turno en México. Mientras que en el Capítulo 4, se expusieron los diferentes resultados obtenidos por la CFT e IFT en relación a las mediciones a los diferentes parámetros de Calidad del Servicio móvil.

Las siguientes subsecciones del presente Capítulo, mostrarán un análisis de los resultados generados por estos conjuntos de normas utilizadas para evaluar el cumplimiento de la Calidad del Servicio de telefonía móvil en este país.



## 5.1 Impacto generado por el PTFCRSLM

Una de las consideraciones para la emisión del presente plan, fue la necesidad de lograr ampliar la cobertura de los diferentes servicios de comunicación y que estos fueran prestados en un ambiente de oferta, calidad y diversidad conforme a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 (Diario Oficial de la Federación, 2001); debido al crecimiento exponencial de suscriptores que se presentaron en este servicio.

En 1990, el uso de los servicios de telefonía móvil alcanzaba a aproximadamente 63,900 usuarios. Para el año 2000 se contaba con una cifra que rondaba en los 14 millones de suscriptores de este servicio y para el 2003, la cifra de usuarios finales llegó a las 105 millones de líneas activas (Procuraduría Federal de Consumidor, 2016).

Derivado de lo anterior, el surgimiento de una normativa para alcanzar los objetivos de la prestación de los servicios de telefonía móvil en un ambiente de calidad y competencia se hizo presente en el 2003 mediante el PTFCRSLM.

Cabe mencionar que, si bien las mediciones realizadas por la CFT no eran determinantes para la evaluación del desempeño de los índices de calidad establecidos en el PTFCRSLM, se presentaron algunos resultados donde se evidenció el incumplimiento de estos índices por parte de los distintos operadores móviles<sup>22</sup>. Lo anterior, considerando que este plan evaluaba el cumplimiento de los diferentes operadores móviles a través de reportes mensuales que eran reportados a la CFT.

Uno de los parámetros que evidencian una notable mejora en el transcurso de los años, fue el tiempo de recepción de SMS, donde se llegaban a presentar

---

<sup>22</sup> Véase Gráfico 2 del presente trabajo.

tiempos de recepción de mensajes por encima de los 40 s<sup>23</sup> en el 2005. Mientras que, en el 2008, se puede observar un promedio inferior a los 20 s.

En el 2010, una estimación del organismo nacional de Normalización y Certificación (NYCE), publicó que la falta de rigidez en la supervisión de la calidad de los servicios móviles por parte de la CFT “provoca que el valor de la caída en las llamadas no completadas y que pagan los usuarios sea de alrededor 14,600 millones de pesos anualmente” (Mundo Contact, 2010).

Por otra parte, el 15 de junio de 2011, la CFT aprobó enviar a la SCT 16 procedimientos de sanción contra las 5 compañías<sup>24</sup> que se encontraban en ese momento en el mercado. De estos procedimientos, cuatro operadores móviles no cumplieron con los plazos establecidos para la entrega de información y la otra reportó valores inferiores de calidad conforme a lo establecido en el PTFCRSLM. Aunado a lo anterior, y de acuerdo al artículo 71, inciso C, fracción V de la derogada LFT, se consideró la aplicación de una multa que oscilaba entre los 2,000 a 20,000 salarios mínimos, lo cual, se traduciría en un monto que iba de los 110,000 a 1,100,000 pesos (Periódico La Jornada, 2011).

Posterior a esto, y a causa de la necesidad de vigilar las nuevas tecnologías en despliegue, en el año 2011 se resolvió la emisión de un nuevo plan técnico que, además de considerar la medición de las nuevas tecnologías, el proceso de obtención de resultados de los parámetros de calidad contará con un sustento normativo que permitiera sancionar el incumplimiento de los parámetros de calidad establecidos, considerando que estos serían obtenidos desde una perspectiva externa a los equipos que fueran parte de la red de los operadores móviles.

---

<sup>23</sup> En la ciudad de Toluca en el 2005, Iusacell presentó un tiempo de recepción de SMS de 123.36 s.

<sup>24</sup> Telcel, Movistar, Iusacell, Unefon y Nextel.

## 5.2 Impacto generado por el PTFCSLM

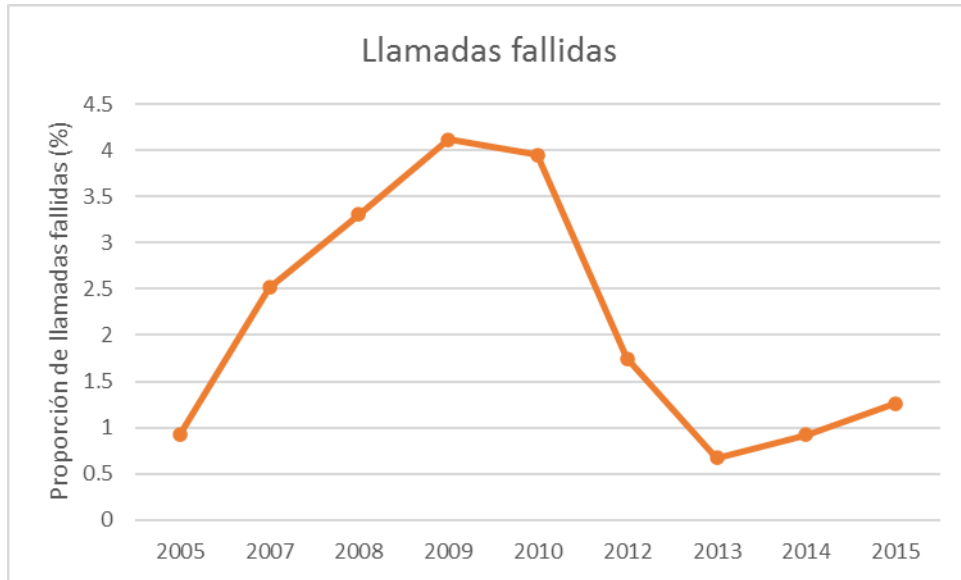
Si bien el 30 de agosto de 2011 se publicó en el DOF el PTFCSLM, no fue hasta el año 2012 que se iniciaron las mediciones en campo de los parámetros de calidad establecidos en este plan por parte de la CFT. Lo anterior, dado que el 27 de junio de 2012 se promulgó la metodología de mediciones del PTFCSLM.

En el 2008, el operador móvil Telcel daba a conocer su nueva red basada en la tecnología 3G. Las primeras ciudades en contar con esta tecnología, eran Mérida, Guadalajara, Hermosillo y León; posteriormente, el despliegue de esta red continuó en la Ciudad de Puebla, así como en la Ciudad de México y área metropolitana (*Telcel 3G, 2008*).

La falta de una regulación más estricta que contemplara las nuevas tecnologías e involucrara herramientas de obtención de resultados por medio del órgano regulador, permitió la expedición de un nuevo plan técnico, mismo que fue expedido en el año 2011.

A continuación, se presentan algunos gráficos donde se puede observar, la mejora en la calidad de los servicios después de la entrada en vigor del PTFCSLM, esto es, posterior al año 2011. La selección de los parámetros de calidad desplegados en los siguientes gráficos es el carácter sancionable impuesto en las normativas. Estos gráficos demuestran el resultado promedio de la evaluación de las distintas tecnologías medidas por la CFT e IFT en los diferentes ejercicios de medición realizados.

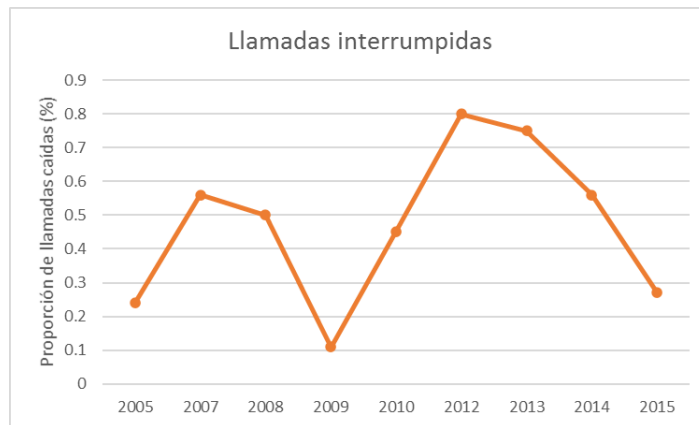
En el Gráfico 31 se puede observar que, durante los ejercicios de medición realizados del 2005 al 2010 se presentó una tendencia creciente en la proporción de llamadas fallidas. Sin embargo, después del año 2010, hubo una mejora notable en la prestación de este servicio. Cabe resaltar que la proporción de llamadas fallidas nunca excedió del 2% en ningún año posterior al 2010.



**Gráfico 31.** Resultados promedio correspondientes al parámetro "Proporción de llamadas fallidas"

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT, así como datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

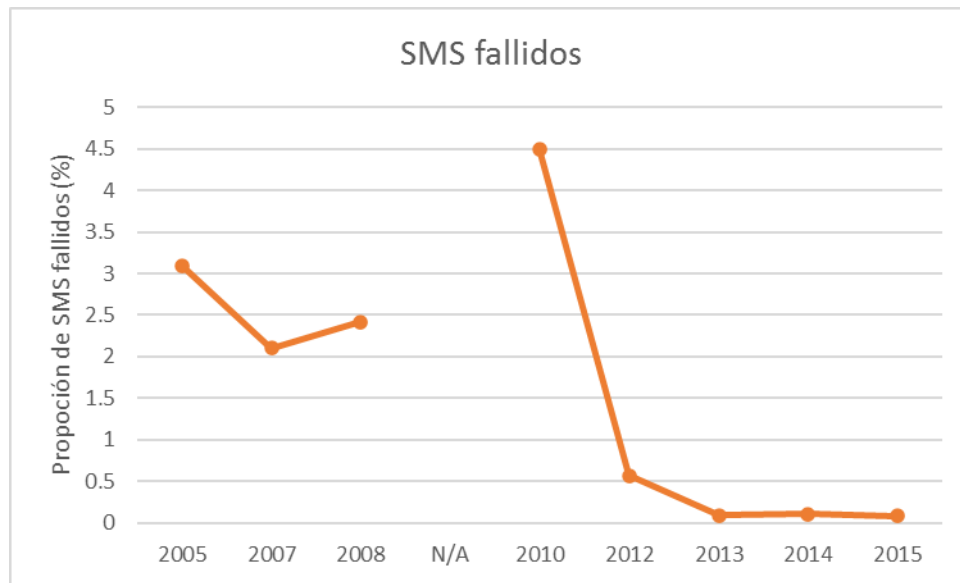
El Gráfico 32, corresponde al parámetro "Proporción de llamadas interrumpidas". En este gráfico, se presenta una volatilidad en los resultados anteriores al año 2012. Ahora bien, a partir del año 2012, si bien algunos resultados se encuentran por encima de años previos, la tendencia a la baja es constante reflejando una mejora en la Calidad del Servicio de voz.



**Gráfico 32.** Resultados promedio correspondientes al parámetro "Proporción de llamadas interrumpidas"

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT, así como datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Finalmente, el Gráfico 33, muestra los resultados promedio correspondientes al parámetro de calidad “Proporción de SMS fallidos”. Si bien en el 2009 no se realizaron mediciones en ningún Estado de la República Mexicana, antes de la emisión del PTFCSLM se presentaron valores altos en comparación con los obtenidos después del año 2012.



**Gráfico 33.** Resultados promedio correspondientes al parámetro "Proporción de SMS fallidos"

Fuente: Elaboración propia con datos de informes elaborados por la CFT, así como datos del portal web del IFT, sección Usuarios y Audiencias

Cabe mencionar que, en el año 2014, el operador móvil Telcel no cumplió con el índice de calidad referente a la proporción de llamadas fallidas en la Ciudad de Cuernavaca, tanto en la tecnología 2G, como en la tecnología Dual; teniendo como resultado 3.59% y 3.50% de llamadas fallidas respectivamente. Sin embargo, se realizaron algunos cálculos con la finalidad de obtener un grado de estimación de error de las mediciones realizadas. Dicho resultado, mostró que Telcel se encontraba en cumplimiento de este parámetro de calidad.

Por otra parte, en la Ciudad de León en el año 2015, el operador móvil Movistar, incumplió con el índice establecido en ambas tecnologías de acceso en el mismo parámetro mencionado en el párrafo anterior, presentando como resultado 4.06% para la tecnología 2G y 5.22% para la tecnología Dual.

Entonces, al existir un operador que se encontraba incumpliendo con un índice de calidad establecido, el IFT llevó a cabo un cálculo de estimación de error de las mediciones a fin de contar con un determinado margen y por ende corroborar que este concesionario se encontraba excediendo dicho índice. Empero, la proporción de fallas presentada por este operador móvil era demasiado alta, por lo que esta autoridad reguladora decidió iniciar un procedimiento de sanción.

En junio del 2015, el IFT inicio el procedimiento de sanción correspondiente al incumplimiento del parámetro de calidad previamente mencionado. Sin embargo, en noviembre del mismo año, Telefónica presentó un amparo alegando inconsistencias durante el ejercicio de medición realizado indicando que no había relación con el resultado, ya que, según este concesionario, en las categorías de calidad de voz y en los resultados de llamadas interrumpidas fueron los mejor evaluados (Juárez, 2015).

Ahora bien, se debe tomar en cuenta que para la obtención de los resultados de calidad de audio únicamente se consideran las llamadas que fueron exitosas, es decir, el contar con un buen resultado en el MOS de las llamadas, no significa que exista una alta proporción de llamadas exitosas.

Por lo que hace al parámetro de calidad referente a llamadas caídas, Movistar presentó valores que excedían los índices de calidad establecidos en el PTFCSLM tanto en las mediciones realizadas en la tecnología Dual como en la tecnología 2G. Por otra parte, tanto Telcel como Unefon registraron un menor número de llamadas caídas.

Continuando con el procedimiento de sanción impuesto por el IFT, el 10 de enero de 2017, la Juez de Distrito determinó conceder el amparo a Telefónica, exponiendo que el IFT no cumplió con los plazos legales para formular alegatos (Segunda Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2017, p. 11), esto es, no se respetó el plazo dispuesto en el artículo 60 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo (Diario Oficial de la Federación, 1994).

Asimismo, Telefónica expuso la imposición de una “multa excesiva”, argumento que fue estimado incongruente por la Juez de Distrito, toda vez que los parámetros porcentuales estipulados en el artículo 298, inciso b de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión no son excesivos y el monto de la multa se basa en la determinación de elementos establecidos en el artículo 301 de la misma ley (Segunda Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2017, pp. 13-14).

Derivado de lo anterior, el IFT, recurrió a revisión de la determinación de caducidad del procedimiento sancionador, turnando los autos al Segundo Tribunal Colegiado en Materia Administrativa Especializado en Competencia Económica, Radiodifusión y Telecomunicaciones.

Posteriormente, en el Tribunal Colegiado, Telefónica impugnó la constitucionalidad del artículo 298, inciso b, fracción IV; resolución que resultó persistente, por lo cual, el Tribunal Colegiado decidió remitir los procedimientos a la Segunda Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación.

Una vez que la Segunda Sala valoró las consideraciones presentadas, concluyó que el artículo 298, inciso b, fracción IV era inconstitucional. Lo anterior, derivado de las conductas a las que hace referencia este inciso podrían ser equiparables a las descritas en el inciso a del mismo artículo. Lo cual, se traduciría en una multa con un mejor porcentaje de sanción.

Esto es, ante la posibilidad que la conducta sancionada pudiera ser catalogada de menor magnitud, se paso por alto lo descrito en el artículo 22 constitucional el cual describe que “Toda pena deberá ser proporcional al delito que sancione y al bien jurídico afectado” (Diario Oficial de la Federación, 1917).

Cabe mencionar que, de haber procedido la multa impuesta equivalente al 1% de los ingresos anuales, se habría traducido en una sanción de aproximadamente 410 millones de pesos.

Aunado a lo anterior, Telefónica también argumentaba que la obtención de resultados por parte del IFT conforme a lo establecido en el PTFCSLM no era correcta, situación que dictaminó la Juez de Distrito como inválida, negando el amparo a esta solicitud, considerando que la fórmula utilizada para la obtención de estos resultados era válida (Segunda Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2017, p. 11).

Cabe resaltar que, en su reporte de resultados anuales del 2018 de Telefónica, resalta que en Hispanoamérica del Norte los resultados se vieron *“impactados por la regulación y la intensidad competitiva en México, destacando la positiva evolución del OpCF (+32.7%)”* (Telefónica, s. f.).

### **5.3 Impacto generado por los Lineamientos de calidad**

En el año 2019, se llevaron a cabo los primeros ejercicios de medición considerando la normativa más actual para evaluar los distintos parámetros de calidad a que deberán sujetarse los concesionarios móviles.

Los estados objeto de evaluación fueron la Ciudad de México, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y Morelos.

En el presente trabajo, no se exponen los resultados de las mediciones realizadas, dado que algunos operadores móviles aún se encuentran realizando manifestaciones de los resultados reportados por el IFT.

Por otra parte, en el año 2020, se han pospuesto diversos ejercicios de medición, debido de la situación de pandemia declarada a nivel mundial por el Síndrome Respiratorio Agudo Severo por Coronavirus 2 (SARS-CoV-2).





# Conclusiones

## Conclusiones

La necesidad de contar con servicios de calidad en las distintas redes del servicio móvil en México obligó a la autoridad reguladora en materia de telecomunicaciones, a considerar un mecanismo que permitiera evaluar y comprobar la correcta prestación de los diferentes servicios en materia de calidad por parte de los operadores móviles.

Por lo anterior, y contemplando la evolución tecnológica en los servicios de telefonía móvil, la entidad reguladora en México en materia de telecomunicaciones, ha emitido distintas normativas en busca de vigilar la Calidad del Servicio ofrecida por parte de los operadores móviles a los usuarios finales.

En el presente trabajo, se puede observar, una tendencia positiva de mejoría en la calidad de los diferentes parámetros evaluados de los servicios de telefonía móvil. En cambio, previo a las mediciones realizadas en el año 2012, los resultados obtenidos por el órgano regulador, reflejaban un comportamiento inestable; en su mayoría, por encima de valores mínimos actuales.

Cabe mencionar que, de haber existido una normativa en años previos al 2012 que hubiera facultado a la CFT a realizar mediciones de calidad el servicio móvil desde un punto de vista externo a los informes presentados por los operadores móvil, se hubieran emitido diversas sanciones a los concesionarios móviles, evidenciando fallas en sus servicios.

Como se mencionó previamente, posterior a las mediciones realizadas en el 2012, se puede observar que existe una tendencia de mejora en la calidad en la mayoría de los parámetros evaluados. Si bien, esta tendencia no aplica para todas las variables medidas, se puede observar que los concesionarios móviles cumplieron con los índices mínimos de calidad que algunos parámetros consideraban como sancionables.

Entonces, considerando los distintos resultados de Calidad del Servicio de telefonía móvil obtenidos por la autoridad reguladora en materia de telecomunicaciones en México, se puede deducir que el mecanismo de comando y control utilizado ha sido eficaz para vigilar que los distintos servicios móviles sean prestados de manera eficiente a los usuarios finales.

No es óbice señalar, que las normativas aplicadas para llevar a cabo las distintas mediciones de Calidad del Servicio móvil, siempre contemplaron un cierto número de eventos mínimos a evaluar para contar con un nivel de confianza alto de los resultados finales, al menos, para aquellos parámetros que eran y son, de carácter sancionable.

Por lo que hace al servicio de transferencia de datos, se observa que no existe una inclinación de mejora constante en los distintos parámetros evaluados. Esto puede deberse a que no existe obligación alguna por parte de los operadores móviles para cumplir algún índice mínimo establecido en la normativa actual.

Derivado de lo anterior, se considera importante que en un futuro la normativa utilizada para la vigilancia de la Calidad del Servicio móvil, considere a algunos de estos parámetros de este servicio de carácter sancionable. Lo anterior, derivado del alto uso que actualmente tiene este servicio, además de propiciar una mayor atención por parte de los operadores móviles en la provisión de este servicio.

Además, considerando el actual despliegue de la tecnología 5G y la aplicación que ofrece en distintos servicios, destacando aquellas que son estimadas de carácter crítico para salvaguardar la vida humana, como la telemedicina, cirugías remotas o conducción de vehículos autónomos, por mencionar algunos; se resalta la necesidad de contar con al menos un mecanismo de vigilancia para la correcta supervisión de los servicios de transferencia de datos mencionados previamente.

Una opción que podría ser considerada, es el uso de aplicaciones móviles que permitan evaluar y enviar la información recopilada, con previo consentimiento de los usuarios, en tiempo real de ciertos parámetros de calidad de los distintos servicios móviles. Esta opción, podría ser complementaria a las acciones de vigilancia que actualmente lleva a cabo en el IFT para el monitoreo de la calidad de estos servicios.

Por lo tanto, se podría contar con mayor información en ciertas localidades incrementando la confiabilidad de los resultados. Además, sería un mecanismo de apoyo para el IFT, en aquellas ubicaciones donde no se han realizado evaluaciones de estos servicios móviles.

Asimismo, la evaluación de la calidad de los servicios móviles, no debe restringirse únicamente a las ciudades y pueblos, los tramos carreteros también deberían ser considerados objeto de medición, con la finalidad de garantizar, no solo la calidad, sino también la certeza de presencia de cobertura.

Lo anterior, a efecto de asegurar que el servicio de voz se encuentre disponible para realizar llamadas de emergencia. Es posible que, al existir la obligación de contar con cobertura y calidad en los trayectos mencionados previamente, de manera colateral, se beneficie a pequeñas poblaciones que se encuentran aledañas a los distintos tramos carreteros.

Finalmente, hay que tener presente que la constante evolución tecnológica conlleva a que continuamente se puedan presentar modificaciones a la normativa establecida para este efecto. Estos cambios constantes, pueden obligar en un futuro a considerar mecanismos regulatorios más flexibles. Lo anterior, a fin de no detener el despliegue de nuevas tecnologías móviles sin dejar a un lado los mecanismos que permiten la vigilancia de los parámetros de estas nuevas tecnologías.

## Bibliografía

Abdullah, M. F. L., Abdullah, J., Yonis, A. Z., & Ghanim, M. F. (2011). Comparison Study on 3.9G and 4G Evolution. *IPCSIT*, 16, 182.

ARCEP. (s. f.). *Mon Réseau Mobile*. Recuperado 12 de agosto de 2020, de <https://www.monreseaumobile.fr/>

ARCEP. (2019). *Mobile Service Quality*. Arcep. <https://en.arcep.fr/news/press-releases/p/n/mobile-service-quality-1.html>

Belver Brasil. (s. f.). *QualiPoc Mobile*. Recuperado 1 de septiembre de 2020, de <http://www.belverbrasil.com.br/site/upload/qualipoc-mobile-brochure.pdf>

Cassavoy, L. (2019). *The HSPA+ Standard: Enhanced 3G*. Lifewire. <https://www.lifewire.com/definition-of-hspa-578679>

Castañeda, J. (2001). *Sistemas Personales de Comunicación*. <http://www.revista.unam.mx/vol.2/num2/art3/index.html>

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2011). *Resolución No. 3067 de 2011*.

[https://www.crcm.gov.co/recursos\\_user/Normatividad/Normas\\_Actualizadas/Res\\_3067\\_Act\\_4807\\_15.pdf](https://www.crcm.gov.co/recursos_user/Normatividad/Normas_Actualizadas/Res_3067_Act_4807_15.pdf)

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2015). *Resolución No. 4734 de 2015*. <https://www.crcm.gov.co/resoluciones/00004734.pdf>

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2019). *Medición de Calidad de Servicios de voz y datos Móviles.*

<https://www.postdata.gov.co/dataset/medici%C3%B3n-de-calidad-de-servicios-de-voz-y-datos-m%C3%B3viles>

Comisión Federal de Telecomunicaciones. (s. f.). *Resultado de las Pruebas de Calidad de las Redes Móviles en 2005.*

Cooper, S. (2020). 10 network latency testing tools. *Comparitech*.  
<https://www.comparitech.com/net-admin/network-latency-testing-tools/>

Dahlman, E., Parkvall, S., & Sköld, J. (2011). *4G LTE/LTE-advanced for mobile broadband*. Elsevier, Acad. Press.

Diario Oficial de la Federación. (1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.*

Diario Oficial de la Federación. (1994). *Ley Federal de Procedimiento Administrativo.*

[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/112\\_180518.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/112_180518.pdf)

Diario Oficial de la Federación. (2001). *Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.*  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=766335&fecha=30/05/2001#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202001%2D2006%20es%20el%20resultado,formas%20y%20en%20distintas%20etapas.](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=766335&fecha=30/05/2001#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202001%2D2006%20es%20el%20resultado,formas%20y%20en%20distintas%20etapas.)

Diario Oficial de la Federación. (2003). *ACUERDO mediante el cual la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, emite el Plan Técnico Fundamental de Calidad de las*

*Redes del Servicio Local Móvil.*

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=691622&fecha=05/08/2003](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691622&fecha=05/08/2003)

Diario Oficial de la Federación. (2011). *Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide el Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil.*

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5206919&fecha=30/08/2011](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5206919&fecha=30/08/2011)

11

Diario Oficial de la Federación. (2012). *Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite la metodología de mediciones del Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil.*

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5256516&fecha=27/06/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256516&fecha=27/06/2012)

Diario Oficial de la Federación. (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.*

[https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5510754&fecha=17/01/2018](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510754&fecha=17/01/2018)

18

Directique. (s. f.). *QUALITY OF MOBILE SERVICES KINGDOM OF BAHRAIN - 2019*. Recuperado 15 de julio de 2020, de [https://tra-website-content-prod-2019-do-not-delete.s3-eu-west-](https://tra-website-content-prod-2019-do-not-delete.s3-eu-west-1.amazonaws.com/Media/Documents/Market-indicators/20200326121301380_15tgotgw_bqf.pdf)

[1.amazonaws.com/Media/Documents/Market-](https://tra-website-content-prod-2019-do-not-delete.s3-eu-west-1.amazonaws.com/Media/Documents/Market-indicators/20200326121301380_15tgotgw_bqf.pdf)

[indicators/20200326121301380\\_15tgotgw\\_bqf.pdf](https://tra-website-content-prod-2019-do-not-delete.s3-eu-west-1.amazonaws.com/Media/Documents/Market-indicators/20200326121301380_15tgotgw_bqf.pdf)

Dongfei, Z. (2016). On the path to 5G with 4.5G. *Focus*, 80. <https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/publications/communicate/80/03-reaching-5g-with-45g.pdf>

ENACOM. (s. f.). *Qué es Enacom*. Recuperado 15 de julio de 2020, de [https://www.enacom.gob.ar/institucionales\\_p33](https://www.enacom.gob.ar/institucionales_p33)

European Telecommunications Standards Institute. (2003). *ETSI TR 102 157 V1.1.1 (2003-07) Satellite Earth Stations and Systems (SES); Broadband Satellite Multimedia; IP Interworking over satellite; Performance, Availability and Quality of Service*. [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_tr/102100\\_102199/102157/01.01.01\\_60/tr\\_102157v010101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/102100_102199/102157/01.01.01_60/tr_102157v010101p.pdf)

European Telecommunications Standards Institute. (2010). *ETSI TR 102 643 Quality of Experience (QoE) requirements for real-time communication services*. [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_tr/102600\\_102699/102643/01.00.02\\_60/tr\\_102643v010002p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/102600_102699/102643/01.00.02_60/tr_102643v010002p.pdf)

HAKOM. (2018). *HAKOMetar and HAKOMetar Plus*. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2018/Reg%20Forum/Session%206%20IZ-KMU-PZ-PRO-INFOFEST.pptx-1.pdf>

ICASA. (2020). *Voice QoS Report for Gauteng Province 2019/20*.

INATEL. (2020). *TECNOLOGÍA CELULAR 4G LTE Conocer 4G*.



Infocomm Media Development Authority. (s. f.-a). *QOS STANDARDS FOR 3G PUBLIC CELLULAR MOBILE TELEPHONE SERVICE*. Recuperado 12 de agosto de 2020, de <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Licensing/licenses/Compliance-to-IDA-standards/MobileQoSFramework3Gnew.pdf>

Infocomm Media Development Authority. (s. f.-b). *QOS STANDARDS FOR 4G SERVICES*. Recuperado 12 de agosto de 2020, de <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Licensing/licenses/Compliance-to-IDA-standards/QoS-standards-for-4G-services.pdf>

Infocomm Media Development Authority. (2019). *Quality of Service*. Infocomm Media Development Authority. <http://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/ict-standards-and-quality-of-service/quality-of-service>

Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2020a). *Información estadística trimestral*.

[https://bit.ift.org.mx/SASVisualAnalyticsViewer/VisualAnalyticsViewer\\_guest.jsp?appSwitcherDisabled=false&reportName=Informaci%C3%B3n%20estad%C3%ADstica%20trimestral&reportPath=/Shared+Data/SAS+Visual+Analytics/Reportes/&appSwitcherDisabled=true](https://bit.ift.org.mx/SASVisualAnalyticsViewer/VisualAnalyticsViewer_guest.jsp?appSwitcherDisabled=false&reportName=Informaci%C3%B3n%20estad%C3%ADstica%20trimestral&reportPath=/Shared+Data/SAS+Visual+Analytics/Reportes/&appSwitcherDisabled=true)

Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2020b). *Soy Usuario*. [https://www.soyusuario.ift.org.mx/articulos\\_top.php](https://www.soyusuario.ift.org.mx/articulos_top.php)

International Telecommunications Union. (2008). *SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS* *Quality of telecommunication services: Concepts, models, objectives and dependability planning – Terms and definitions related to the quality of telecommunication services* *Definitions of terms related to quality of service*. <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.800-200809-I/en>

International Telecommunications Union. (2016). *SERIES P: TERMINALS AND SUBJECTIVE AND OBJECTIVE ASSESSMENT METHODS* *Methods for objective and subjective assessment of speech and video quality* *Mean opinion score interpretation and reporting*. <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.800.2-201607-I/en>

International Telecommunications Union. (2017). *SERIES P: TELEPHONE TRANSMISSION QUALITY, TELEPHONE INSTALLATIONS, LOCAL LINE NETWORKS* *Vocabulary and effects of transmission parameters on customer opinion of transmission quality* *SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS* *International telephone connections and circuits – Transmission planning and the E-model* *Vocabulary for performance, quality of service and quality of experience* *Recommendation*. <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.10-200607-S>

International Telecommunications Union. (2018). *SERIES P: TELEPHONE TRANSMISSION QUALITY, TELEPHONE INSTALLATIONS, LOCAL LINE*

*NETWORKS Methods for objective and subjective assessment of speech and video quality.* <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.863-201803-I/en>

International Telecommunications Union. (2019). *SERIES Y: GLOBAL INFORMATION INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS, NEXT-GENERATION NETWORKS, INTERNET OF THINGS AND SMART CITIES Internet protocol aspects – Quality of service and network performance.* <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1540-201912-I/en>

Juárez, C. (2015). Telefónica impugnará multa del IFT por fallas en servicios. *El Economista.* <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Telefonica-impugnara-multa-del-IFT-por-fallas-en-servicios-20151110-0066.html>

Khong, N. (2019). *Explainer: IMDA's proposed framework for ultra-fast 5G networks in Singapore.* TODAYonline. <https://www.todayonline.com/singapore/explainer-imdas-proposed-framework-ultra-fast-5g-networks-singapore>

Kumar, S. (2013). *Wideband Code-Division Multiple Access (WCDMA)* [Diapositivas de slideshare]. <https://www.slideshare.net/HarshalTiwari1/wcdma-16703733>

Morgan, B., & Yeung, K. (2007). An Introduction to Law and Regulation Text and Materials. En *Regulatory Instruments and Techniques* (1a edición, pp. 79-85). Cambridge University Press.

- Mundo Contact. (2010). *Las caídas en las llamadas de celular cuestan \$14,600 millones*. <https://mundocontact.com/las-caidas-en-las-llamadas-de-celular-cuestan-14600-millones/amp/>
- Netforecast. (s. f.). QoE vs QoS. *Netforecast, Inc.* Recuperado 28 de julio de 2020, de <https://www.netforecast.com/wp-content/uploads/QoE-vs-QoS.png>
- Nguyen, H. (2019). 5G EXPLAINED - HOW 5G WORKS. *VinIT Institute of Technology*. <https://vinit.com.vn/en/5g-explained-how-5g-works/>
- Ofcom. (s. f.). *Mobile Services*. Recuperado 21 de julio de 2020, de [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0023/100769/comparing-service-quality-mobile.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/100769/comparing-service-quality-mobile.pdf)
- Ofcom. (2013). *Measuring Mobile Voice and Data Quality of Experience*. [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0026/68165/condoc.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0026/68165/condoc.pdf)
- Ofcom. (2019). *Choosing the best broadband, mobile and landline provider*  
*Comparing Service Quality*. [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0022/145525/comparing-service-quality-2018.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/145525/comparing-service-quality-2018.pdf)
- Parkvall, S. (2015). *Release 14 – the start of 5G standardization*. Ericsson.Com. <https://www.ericsson.com/en/blog/2015/6/release-14--the-start-of-5g-standardization>
- Periódico La Jornada. (2011). *Multarán a 5 empresas de telefonía móvil por incumplir plan de calidad*. <https://www.jornada.com.mx/2011/06/18/economia/029n4eco>

Procuraduría Federal de Consumidor. (2016). *El uso de celular en México; creciente, pero insuficiente.*

<https://www.gob.mx/profeco/documentos/telefonía-movil-operadores-virtuales-reforma-y-tus-derechos-como-consumidor?state=published>

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional. (2018). *Reglamento de Calidad de los Servicios de TIC.*

<https://www.enacom.gob.ar/multimedia/normativas/2018/res580MM.pdf>

Segunda Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación. (2017). *Amparo en revisión 693/2017.*

[https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento\\_dos/2017-11/AR-693-2017.pdf](https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento_dos/2017-11/AR-693-2017.pdf)

SUTEL. (2017). *Reglamento de prestación y calidad de servicios.*

[https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/normativas/reglamento\\_prestacion\\_y\\_calidad\\_de\\_servicios.pdf](https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/normativas/reglamento_prestacion_y_calidad_de_servicios.pdf)

SUTEL. (2020). *¿Qué hacemos?* <https://www.sutel.go.cr/pagina/que-hacemos-0>

SUTEL, & Opensignal. (2019). *Nuevo informe de mediciones de calidad en telefonía celular.* <https://sutel.go.cr/noticias/comunicados-de-prensa/nuevo-informe-de-mediciones-de-calidad-en-telefonía-celular>

Telcel 3G. (2008). <https://telcel3g.wordpress.com/>

Telefónica. (s. f.). *Resultados Enero—Diciembre 2018.* Recuperado 5 de noviembre de 2020, de

<https://www.telefonica.com/documents/162467/142176240/rdos18t4-esp.pdf/5a135145-c128-2f11-d917-685fc84dceea>

Test Measurement World Staff. (2003). *Product Update*.

<https://www.edn.com/product-update-22/>

# ANEXOS

## ANEXO 1

### Resultados de los ejercicios de medición realizados conforme al PTFCRSLM

#### CDMX

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas completadas	2005	Iusacell	-	-	-	-	99.05
		Telcel	99.06	99.53	-	-	-
		Movistar	98.58	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.31
	2007	Iusacell	-	-	-	-	96.35
		Telcel	98.76	98.49	-	-	-
		Movistar	98.02	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	94.61
	2008	Iusacell	-	-	-	-	97.06
		Telcel	97.61	-	-	-	-
		Movistar	99.24	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	94.48
	2010	Iusacell	-	-	-	-	95.60
		Telcel	98.38	-	97.47	-	-
		Movistar	98.79	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	93.33
Nextel		-	-	-	95.45	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas caídas	2005	Iusacell	-	-	-	-	0.00
		Telcel	0.38	0.19	-	-	-
		Movistar	0.76	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.38
	2007	Iusacell	-	-	-	-	0.28
		Telcel	0.45	1.71	-	-	-
		Movistar	0.37	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	1.23
	2008	Iusacell	-	-	-	-	0.09
		Telcel	0.70	-	-	-	-
		Movistar	0.60	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.56
	2010	Iusacell	-	-	-	-	0.43



Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
		Telcel	1.07	-	0.59	-	-
		Movistar	0.33	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.44
		Nextel	-	-	-	0.00	-

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Calidad de audio	2005	Iusacell	-	-	-	-	3.24
		Telcel	3.55	3.36	-	-	-
		Movistar	3.60	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	3.25
	2007	Iusacell	-	-	-	-	2.96
		Telcel	3.53	3.41	-	-	-
		Movistar	3.47	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	3.03
	2008	Iusacell	-	-	-	-	2.93
		Telcel	3.47	-	-	-	-
		Movistar	3.39	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	3.02
	2010	Iusacell	-	-	-	-	2.81
		Telcel	3.40	-	3.90	-	-
		Movistar	3.73	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	2.89
Nextel		-	-	-	3.21	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de mensajes recibidos	2005	Iusacell	-	-	-	-	98.00
		Telcel	98.00	99.00	-	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	88.00
	2007	Iusacell	-	-	-	-	98.00
		Telcel	100.00	98.00	-	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	93.00
	2008	Iusacell	-	-	-	-	95.00
		Telcel	90.00	-	-	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	92.00
	2010	Iusacell	-	-	-	-	95.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
		Telcel	97.00	-	96.00	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	95.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Tiempo de recepción de mensajes	2005	Iusacell	-	-	-	-	52.17
		Telcel	88.01	6.16	-	-	-
		Movistar	17.03	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	82.06
	2007	Iusacell	-	-	-	-	80.36
		Telcel	7.84	5.75	-	-	-
		Movistar	9.04	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	35.96
	2008	Iusacell	-	-	-	-	61.19
		Telcel	8.21	-	-	-	-
		Movistar	27.33	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	31.53
	2010	Iusacell	-	-	-	-	27.70
		Telcel	32.50	-	20.70	-	-
		Movistar	37.60	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	23.20

### Toluca

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Porcentaje de llamadas completadas	2005	Iusacell	-	-	99.72
		Telcel	99.06	99.44	-
		Movistar	99.63	-	-
		Unefon	-	-	98.78
	2008	Iusacell	-	-	97.61
		Telcel	99.64	97.67	-
		Movistar	98.90	-	-
		Unefon	-	-	92.19

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Porcentaje de llamadas caídas	2005	Iusacell	-	-	0.09
		Telcel	0.19	0.19	-
		Movistar	0.00	-	-
		Unefon	-	-	0.00
	2008	Iusacell	-	-	0.28
		Telcel	0.73	0.28	-
		Movistar	0.09	-	-
		Unefon	-	-	0.10

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Calidad de audio	2005	Iusacell	-	-	3.30
		Telcel	3.48	3.51	-
		Movistar	3.32	-	-
		Unefon	-	-	3.29
	2008	Iusacell	-	-	2.95
		Telcel	3.48	3.45	-
		Movistar	3.56	-	-
		Unefon	-	-	2.96

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Porcentaje de mensajes recibidos	2005	Iusacell	-	-	100.00
		Telcel	100.00	100.00	-
		Movistar	100.00	-	-
		Unefon	-	-	88.00
	2008	Iusacell	-	-	89.00
		Telcel	100.00	99.00	-
		Movistar	100.00	-	-
		Unefon	-	-	97.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Tiempo de recepción de mensajes	2005	Iusacell	-	-	37.34
		Telcel	11.47	7.82	-
		Movistar	11.83	-	-
		Unefon	-	-	22.12
	2008	Iusacell	-	-	10.20

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
		Telcel	16.24	4.39	-
		Movistar	5.79	-	-
		Unefon	-	-	71.58

### Guadalajara

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas completadas	2005	Iusacell	-	-	-	-	100.00
		Telcel	99.65	99.91	-	-	-
		Movistar	98.85	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	99.28
	2007	Iusacell	-	-	-	-	99.34
		Telcel	98.79	98.51	-	-	-
		Movistar	94.44	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.78
	2008	Iusacell	-	-	-	-	97.77
		Telcel	98.49	98.43	-	-	-
		Movistar	97.96	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	95.97
	2010	Iusacell	-	-	-	-	97.54
		Telcel	98.31	-	96.24	-	-
		Movistar	98.72	-	99.15	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.03
Nextel		-	-	-	91.40	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas caídas	2005	Iusacell	-	-	-	-	0.00
		Telcel	0.00	0.00	-	-	-
		Movistar	0.26	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.27
	2007	Iusacell	-	-	-	-	0.10
		Telcel	0.38	1.33	-	-	-
		Movistar	0.10	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.10
	2008	Iusacell	-	-	-	-	0.49
		Telcel	0.86	3.00	-	-	-
		Movistar	0.85	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.49

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
	2010	Iusacell	-	-	-	-	0.45
		Telcel	1.08	-	1.07	-	-
		Movistar	0.26	-	0.51	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.09
		Nextel	-	-	-	0.00	-

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Calidad de audio	2005	Iusacell	-	-	-	-	3.30
		Telcel	3.39	3.39	-	-	-
		Movistar	3.80	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	3.34
	2007	Iusacell	-	-	-	-	2.95
		Telcel	3.46	3.43	-	-	-
		Movistar	3.44	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	3.06
	2008	Iusacell	-	-	-	-	3.08
		Telcel	3.47	3.45	-	-	-
		Movistar	3.52	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	2.95
	2010	Iusacell	-	-	-	-	2.89
		Telcel	3.46	-	3.91	-	-
		Movistar	3.75	-	4.00	-	-
		Unefon	-	-	-	-	2.91
Nextel		-	-	-	3.23	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de mensajes recibidos	2005	Iusacell	-	-	-	-	80.00
		Telcel	99.00	100.00	-	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.00
	2007	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	N/A	-	-	-
		Movistar	N/A	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	N/A
	2008	Iusacell	-	-	-	-	99.00
		Telcel	100.00	96.00	-	-	-
		Movistar	99.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
	2010	Iusacell	-	-	-	-	98.75
		Telcel	100.00	-	100.00	-	-
		Movistar	100.00	-	100.00	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.75

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Tiempo de recepción de mensajes	2005	Iusacell	-	-	-	-	33.15
		Telcel	17.18	7.47	-	-	-
		Movistar	11.70	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	20.28
	2007	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	N/A	-	-	-
		Movistar	N/A	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	N/A
	2008	Iusacell	-	-	-	-	153.17
		Telcel	9.42	15.44	-	-	-
		Movistar	5.78	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	124.71
	2010	Iusacell	-	-	-	-	27.70
		Telcel	19.00	-	20.40	-	-
		Movistar	13.70	-	59.80	-	-
		Unefon	-	-	-	-	23.20

### Monterrey

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas completadas	2005	Iusacell	-	-	-	-	99.26
		Telcel	99.73	100.00	-	-	-
		Movistar	97.90	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	99.35
	2008	Iusacell	-	-	-	-	97.97
		Telcel	99.19	98.56	-	-	-
		Movistar	96.36	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	96.23
	2010	Iusacell	-	-	-	-	98.48
		Telcel	98.75	-	98.39	-	-
		Movistar	99.13	-	98.69	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.69

Indicador	Año	Operador	Tecnología					
			Nextel	-	-	-	95.69	-

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas caídas	2005	Iusacell	-	-	-	-	0.56
		Telcel	0.00	0.09	-	-	-
		Movistar	0.18	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.00
	2008	Iusacell	-	-	-	-	0.28
		Telcel	0.00	0.73	-	-	-
		Movistar	1.13	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	1.05
	2010	Iusacell	-	-	-	-	0.00
		Telcel	0.85	-	0.47	-	-
		Movistar	0.25	-	0.27	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.37
Nextel		-	-	-	0.00	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Calidad de audio	2005	Iusacell	-	-	-	-	3.28
		Telcel	3.77	3.63	-	-	-
		Movistar	3.75	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	3.37
	2008	Iusacell	-	-	-	-	2.94
		Telcel	3.49	3.44	-	-	-
		Movistar	3.39	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	2.92
	2010	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	-	N/A	-	-
		Movistar	N/A	-	N/A	-	-
		Unefon	-	-	-	-	N/A
Nextel		-	-	-	N/A	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de mensajes recibidos	2005	Iusacell	-	-	-	-	99.00
		Telcel	100.00	100.00	-	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
	2008	Uefon	-	-	-	-	91.00
		Iusacell	-	-	-	-	99.00
		Telcel	100.00	99.00	-	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	100.00
	2010	Iusacell	-	-	-	-	96.00
		Telcel	98.00	-	95.00	-	-
		Movistar	97.00	-	77.00	-	-
		Uefon	-	-	-	-	97.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Tiempo de recepción de mensajes	2005	Iusacell	-	-	-	-	48.48
		Telcel	12.15	7.21	-	-	-
		Movistar	11.37	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	84.07
	2008	Iusacell	-	-	-	-	32.21
		Telcel	8.61	6.05	-	-	-
		Movistar	7.60	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	16.11
	2010	Iusacell	-	-	-	-	25.60
		Telcel	36.80	-	36.20	-	-
		Movistar	49.60	-	99.90	-	-
		Uefon	-	-	-	-	24.10

## León

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Porcentaje de llamadas completadas	2005	Iusacell	-	-	100.00
		Telcel	99.82	100.00	-
		Movistar	98.90	-	-
		Uefon	-	-	99.26
	2008	Iusacell	-	-	99.55
		Telcel	99.82	98.40	-
		Movistar	99.29	-	-
		Uefon	-	-	98.56

Indicador	Año	Operador	Tecnología
-----------	-----	----------	------------



			GSM	TDMA	CDMA
Porcentaje de llamadas caídas	2005	Iusacell	-	-	0.00
		Telcel	0.00	0.00	-
		Movistar	1.65	-	-
		Unefon	-	-	0.92
	2008	Iusacell	-	-	0.00
		Telcel	0.09	0.72	-
		Movistar	0.00	-	-
		Unefon	-	-	0.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Calidad de audio	2005	Iusacell	-	-	3.32
		Telcel	3.83	3.70	-
		Movistar	3.77	-	-
		Unefon	-	-	3.37
	2008	Iusacell	-	-	2.97
		Telcel	3.51	3.45	-
		Movistar	3.48	-	-
		Unefon	-	-	3.05

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Porcentaje de mensajes recibidos	2005	Iusacell	-	-	100.00
		Telcel	100.00	100.00	-
		Movistar	100.00	-	-
		Unefon	-	-	91.00
	2008	Iusacell	-	-	97.00
		Telcel	100.00	95.00	-
		Movistar	100.00	-	-
		Unefon	-	-	98.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
			GSM	TDMA	CDMA
Tiempo de recepción de mensajes	2005	Iusacell	-	-	123.36
		Telcel	45.04	7.10	-
		Movistar	11.62	-	-
		Unefon	-	-	82.28
	2008	Iusacell	-	-	15.55
		Telcel	14.98	12.04	-

Indicador	Año	Operador	Tecnología		
		Movistar	7.82	-	-
		Unefon	-	-	11.10

## Puebla

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas completadas	2007	Iusacell	-	-	-	-	99.82
		Telcel	97.78	98.85	-	-	-
		Movistar	99.47	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	98.66
	2008	Iusacell	-	-	-	-	98.76
		Telcel	99.51	-	-	-	-
		Movistar	88.97	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	87.14
	2009	Iusacell	-	-	-	-	99.64
		Telcel	95.30	-	-	-	-
		Movistar	89.46	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	99.56
	2010	Iusacell	-	-	-	-	93.90
		Telcel	97.50	-	98.02	-	-
		Movistar	96.19	-	95.49	-	-
		Unefon	-	-	-	-	79.51
Nextel		-	-	-	98.60	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de llamadas caídas	2007	Iusacell	-	-	-	-	0.09
		Telcel	0.09	1.87	-	-	-
		Movistar	0.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.27
	2008	Iusacell	-	-	-	-	0.17
		Telcel	0.25	-	-	-	-
		Movistar	0.09	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.38
	2009	Iusacell	-	-	-	-	0.18
		Telcel	0.09	-	-	-	-
		Movistar	0.00	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	0.18
	2010	Iusacell	-	-	-	-	0.43
		Telcel	1.42	-	0.08	-	-
		Movistar	0.08	-	0.95	-	-

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
		Uefon	-	-	-	-	0.60
Nextel	-	-	-	0.00	-		

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Calidad de audio	2007	Iusacell	-	-	-	-	2.98
		Telcel	3.49	3.46	-	-	-
		Movistar	3.51	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	3.06
	2008	Iusacell	-	-	-	-	2.96
		Telcel	3.42	-	-	-	-
		Movistar	3.45	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	2.97
	2009	Iusacell	-	-	-	-	2.95
		Telcel	3.15	-	-	-	-
		Movistar	3.47	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	2.97
	2010	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	-	N/A	-	-
		Movistar	N/A	-	N/A	-	-
		Uefon	-	-	-	-	N/A
Nextel		-	-	-	N/A	-	

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Porcentaje de mensajes recibidos	2007	Iusacell	-	-	-	-	93.00
		Telcel	100.00	98.00	-	-	-
		Movistar	100.00	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	99.00
	2008	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	-	-	-	-
		Movistar	N/A	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	N/A
	2009	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	-	-	-	-
		Movistar	N/A	-	-	-	-
		Uefon	-	-	-	-	N/A
	2010	Iusacell	-	-	-	-	97.00
		Telcel	100.00	-	97.00	-	-
		Movistar	83.00	-	80.00	-	-

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
		Unefon	-	-	-	-	99.00

Indicador	Año	Operador	Tecnología				
			GSM	TDMA	UMTS	iDEN	CDMA
Tiempo de recepción de mensajes	2007	Iusacell	-	-	-	-	20.50
		Telcel	9.56	5.99	-	-	-
		Movistar	7.11	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	15.99
	2008	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	-	-	-	-
		Movistar	N/A	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	N/A
	2009	Iusacell	-	-	-	-	N/A
		Telcel	N/A	-	-	-	-
		Movistar	N/A	-	-	-	-
		Unefon	-	-	-	-	N/A
	2010	Iusacell	-	-	-	-	26.50
		Telcel	44.30	-	23.90	-	-
		Movistar	13.60	-	42.50	-	-
		Unefon	-	-	-	-	-

## **ANEXO 2**

### **Resultados de los ejercicios de medición realizados conforme al PTFCSLM**

Los resultados correspondientes a los ejercicios de medición realizados desde el año 2012 al 2015 se pueden consultar en la siguiente liga.

<http://www.ift.org.mx/usuarios/medicion-de-la-calidad-del-servicio-local-movil>