



INSTITUTO FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

2

0

2

2

INFORME DE RESULTADOS
SOBRE LA MEDICIÓN DE LOS ÍNDICES
Y PARÁMETROS DE CALIDAD
A QUE DEBERÁN SUJETARSE
LOS PRESTADORES DEL SERVICIO MÓVIL

ESTADO DE MÉXICO



UNIDAD DE CUMPLIMIENTO

DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE VIGILANCIA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO



Contenido

I.	ABREVIATURAS	3
II.	DEFINICIONES	3
1.	COMPETENCIA	6
2.	FUNDAMENTO LEGAL	7
3.	PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL EJERCICIO DE MEDICIÓN	7
3.1.	Objetivo	7
3.2.	Sitios y Periodos de medición	8
3.2.1.	Sitios de medición	8
3.2.2.	Fechas de medición	9
3.2.3.	Posproceso y análisis de la información.....	9
3.3.	Prestadores del Servicio Móvil	9
3.4.	Equipo de medición	11
3.5.	Desarrollo.....	13
3.5.1.	Parámetros de calidad medidos por Servicio Móvil.....	14
3.5.2.	Mapas de cobertura, rutas y consideraciones para la medición.....	16
3.5.2.1.	Consideraciones para los Servicios de Voz y SMS.....	26
3.5.2.2.	Consideraciones para el Servicio de Transferencia de Datos	27
3.6.	Determinación del tamaño de la muestra.....	29
3.6.1.	Primera etapa de muestreo.....	29
3.6.2.	Segunda etapa de muestreo	29
4.	Resultados del ejercicio de medición	30
4.1.	Servicio de Voz	31
4.2.	Servicio de Mensajes Cortos	33
4.3.	Servicio de Transferencia de Datos	34
5.	Notas	36



I. ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
h	Hora(s)
s	Segundo(s)
km/h	Kilómetros por hora
kbps	Kilobits por segundo
Mbps	Megabits por segundo
MB	Megabytes (1 MB = 1024 kilobytes)
GB	Gigabytes (1 GB = 1024 Megabytes)
FTP	Protocolo de Transferencia de Archivos (del inglés, <i>File Transfer Protocol</i>)
ICMP	Protocolo de Mensaje de Control de Internet (del inglés, <i>Internet Control Message Protocol</i>)
IMSI	Identidad Internacional de Suscriptor Móvil (del inglés, <i>International Mobile Subscriber Identity</i>)
IP	Protocolo de Internet (del inglés, <i>Internet Protocol</i>)
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
MOS	Nota Media de Opinión (del inglés, <i>Mean Opinion Score</i>)
SIM	Módulo de Identificación del Suscriptor (del inglés, <i>Subscriber Identity Module</i>)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones

II. DEFINICIONES

Para efecto del presente informe, además de las definiciones previstas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y demás disposiciones legales y administrativas aplicables, se entenderá por:

- I. **BITÁCORA DE PRUEBAS.** Conjunto de dispositivos y funcionalidades capaces de registrar por día, hora y posición georreferenciada, aquellos eventos y situaciones durante el ejercicio de medición definidos por el Instituto Federal de Telecomunicaciones.
- II. **COBERTURA GARANTIZADA.** Área que refleja la zona geográfica en que los prestadores del servicio móvil ofrecen los servicios materia de los Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los Prestadores del Servicio Móvil, publicados el 17 de enero de 2018 en el Diario Oficial de la Federación, correspondientes a cierta tecnología de acceso, quedando obligados a cumplir con todos los índices de calidad establecidos en los Lineamientos, la cual podrán publicitar al público en general.
- III. **CONCESIONARIO.** Persona física o moral que presta servicios públicos de telecomunicaciones y es titular de una concesión para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para la prestación del servicio móvil.
- IV. **CONCESIONARIO MAYORISTA MÓVIL.** Titular de una concesión de las previstas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y que ofrece servicios mayoristas de telecomunicaciones móviles.



ESTADO DE MÉXICO

- V. **EJERCICIO DE MEDICIÓN.** Programa determinado por el Instituto Federal de Telecomunicaciones para efectuar las mediciones, el posproceso y análisis de la información con el fin de verificar el cumplimiento de los índices y parámetros de calidad.
- VI. **EQUIPO DE MEDICIÓN.** Instrumento automatizado capaz de llevar a cabo pruebas en campo para la medición de los índices y parámetros de calidad previstos en los Lineamientos que debe cumplir con la normatividad aplicable y contar con una Bitácora de Pruebas.
- VII. **EQUIPO TERMINAL MÓVIL.** Equipo que utiliza el usuario final para conectarse más allá del punto de conexión terminal de una red pública con el propósito de tener acceso y/o recibir uno o más servicios de telecomunicaciones.
- VIII. **EVENTO.** Cada uno de los intentos de Medición programados.
- IX. **ÍNDICE DE CALIDAD.** Valor de cumplimiento obligatorio con respecto a los parámetros de calidad establecidos en los Lineamientos.
- X. **IP:** Protocolo de Internet (del inglés, *Internet Protocol*).
- XI. **LINEAMIENTOS.** Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los Prestadores del Servicio Móvil, publicados el 17 de enero de 2018 en el Diario Oficial de la Federación.
- XII. **INSTITUTO.** Instituto Federal de Telecomunicaciones.
- XIII. **LLAMADA.** Conexión de voz establecida entre dos Equipos Terminales Móviles de usuarios finales, que permite llevar a cabo una comunicación bidireccional.
- XIV. **MAPAS DE COBERTURA GARANTIZADA.** Representación geográfica del área en la que los prestadores del servicio móvil ofrecen los servicios materia de los Lineamientos, correspondientes a cierta tecnología de acceso, en donde señalan que cumplen con todos los Índices de Calidad establecidos en los Lineamientos.
- XV. **MEDICIÓN.** Función que comprende el registro, recolección, almacenamiento y procesamiento de información con respecto a los parámetros de calidad establecidos en los Lineamientos.
- XVI. **MENSAJE CORTO.** Bloque de texto alfanumérico con información transferido de manera integral mediante el servicio de mensajes cortos.
- XVII. **OPERADORES MÓVILES VIRTUALES.** Concesionario o autorizado que preste, comercialice o revenda servicios móviles o capacidades que previamente haya contratado con algún Concesionario Mayorista Móvil.
- XVIII. **PAQUETE DE DATOS.** Bloque de información con estructura básica e identificada por encabezados que permiten su transferencia a través de una red de telecomunicaciones.
- XIX. **PARÁMETRO DE CALIDAD.** Medida objetiva y comparable de la calidad de servicio entregada a los usuarios finales, la cual está relacionada principalmente con los servicios y sus características independientemente de la tecnología de acceso.
- XX. **PING.** Herramienta que emplea un eco para detectar la presencia de otro dispositivo o red y cualquier retraso en la comunicación que pudiese ocurrir en la conexión. Esta herramienta permite evaluar el estado, velocidad y calidad de una red.
- XXI. **PRESTADORES DEL SERVICIO MÓVIL.** Todos los Concesionarios y Operadores Móviles Virtuales que prestan el servicio móvil, así como los Concesionarios Mayoristas Móviles.
- XXII. **PROMTEL.** Organismo Promotor de Inversiones en Telecomunicaciones. Es un organismo descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, agrupado en el sector coordinado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, cuyo objeto es realizar las acciones tendientes a garantizar la instalación de la red pública compartida de telecomunicaciones y otras para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones por sí, a través de terceros o en asociación público privada, a fin de impulsar el acceso



ESTADO DE MÉXICO

- efectivo de la población a la comunicación de banda ancha y a los servicios de telecomunicaciones.
- XXIII. **PRUEBA.** Conjunto de eventos que evalúan un Parámetro de Calidad en el Ejercicio de Medición.
- XXIV. **RECOMENDACIÓN UIT-T P.863.** Recomendación UIT-T P.863 (03/18): "Evaluación de la calidad de escucha objetiva".
- XXV. **RED COMPARTIDA.** Red pública de telecomunicaciones destinada exclusivamente a comercializar capacidad, infraestructura o servicios de telecomunicaciones al mayoreo a otros concesionarios o comercializadoras.
- XXVI. **SERVICIO MAYORISTA DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES.** Servicio de telecomunicaciones que consiste en el suministro de acceso a elementos individuales, a capacidades técnicas, económicas, operativas y comerciales de una red o servicios, incluyendo los de interconexión, que son utilizados por Operadores Móviles Virtuales para proveer el servicio móvil.
- XXVII. **SERVICIO DE MENSAJES CORTOS (SMS).** Servicio de telecomunicaciones que involucra el transporte de un Mensaje Corto de 160 caracteres alfanuméricos a través de una red pública de telecomunicaciones mediante la cual dos usuarios finales pueden intercambiar mensajes (del inglés, *Short Message Service*).
- XXVIII. **SERVICIO DE TRANSFERENCIA DE DATOS.** Servicio de telecomunicaciones que permite el intercambio de información dentro de una red pública de telecomunicaciones a través del protocolo IP.
- XXIX. **SERVICIO DE VOZ.** Servicio de telecomunicaciones que permite realizar una comunicación bidireccional de voz a través de una red pública de telecomunicaciones para que al menos dos usuarios finales conectados a puntos de acceso de la red puedan realizar una comunicación en tiempo real.
- XXX. **SERVICIO MÓVIL.** Servicio de telecomunicaciones prestado a usuarios finales, que se brinda a través de Equipos Terminales Móviles que no tienen una ubicación geográfica determinada.
- XXXI. **TASA DE TRANSMISIÓN DE DATOS.** Parámetro que describe el número de bits efectivamente transmitidos en una dirección entre puntos específicos de una red pública de telecomunicaciones por unidad de tiempo, también llamada velocidad de transferencia (del inglés, *Throughput*).
- XXXII. **TECNOLOGÍA DE ACCESO.** Tipo de tecnología que se utiliza en las redes del servicio móvil para que el usuario final acceda a los servicios que brindan los prestadores del servicio móvil.
- XXXIII. **TIEMPO DE GUARDA.** Intervalo de tiempo requerido para sincronizar Eventos consecutivos que evita traslapes con otras Pruebas.
- XXXIV. **VÍAS PRIMARIAS.** Aquella que, por su anchura, longitud, señalización y equipamiento, posibilita un amplio volumen de tránsito vehicular.
- XXXV. **VÍAS SECUNDARIAS.** Aquella que permite la circulación vehicular al interior de las colonias, barrios y pueblos.

Todas las definiciones son utilizadas indistintamente en singular o plural.



1. COMPETENCIA

De conformidad con lo previsto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en lo sucesivo, la "Constitución") artículo 28, párrafo décimo quinto, el Instituto es el órgano autónomo con personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones, conforme a lo dispuesto en la propia Constitución y en los términos que fijen las leyes.

Para tal efecto tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, los recursos orbitales, los servicios satelitales, las redes públicas de telecomunicaciones y la prestación de los servicios públicos de interés general de radiodifusión y de telecomunicaciones, así como del acceso a la infraestructura activa y pasiva y otros insumos esenciales, en términos del precepto constitucional invocado.

En este sentido la LFTR, en su artículo 7, establece que el Instituto es el encargado, entre otros aspectos, de supervisar el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, así como la prestación de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones.

El Instituto, de acuerdo a lo previsto en el artículo 15, fracción XXVII de la LFTR, entre sus atribuciones cuenta con la de vigilar el cumplimiento a lo dispuesto en los títulos de concesión otorgados en materia de telecomunicaciones y radiodifusión y ejercer facultades de supervisión y verificación, a fin de garantizar que la prestación de los servicios se realice con apego a la LFTR y a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables, a los títulos de concesión y a las resoluciones expedidas por el propio Instituto.

Asimismo, en términos del mencionado artículo 15, fracción XLIV de la LFTR, el Instituto es el encargado de realizar el monitoreo del espectro radioeléctrico con fines de verificar su uso autorizado y llevar a cabo tareas de detección e identificación de interferencias perjudiciales.

Además, la LFTR en su artículo 15, fracción XLVII prevé que el Instituto tiene a su cargo fijar los índices de calidad por servicio a que deberán sujetarse los prestadores de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, así como publicar trimestralmente los resultados de las verificaciones relativas a dichos índices.

El artículo 63 de la LFTR, señala que el Instituto es la autoridad responsable de la supervisión y control técnico de las emisiones radioeléctricas, de establecer los mecanismos necesarios para llevar a cabo la comprobación de las emisiones radioeléctricas y de resolver las interferencias perjudiciales y demás irregularidades y perturbaciones que se presenten entre los sistemas empleados para la prestación de servicios de telecomunicaciones y de radiodifusión para su corrección. Todo lo anterior con el objeto de asegurar el cumplimiento de las normas del espectro radioeléctrico, su utilización eficiente y el funcionamiento correcto de los servicios.

Aunado a lo anterior, el artículo 191, antepenúltimo párrafo, de la LFTR estatuye que corresponde al Instituto regular, monitorear y vigilar la calidad de los servicios públicos de telecomunicaciones con los indicadores, parámetros y procedimientos que al efecto establezca.



Para lo anterior, el Instituto cuenta con la Unidad de Cumplimiento, la cual a través de la Dirección General Adjunta de Vigilancia del Espectro Radioeléctrico (DGA-VESRE), es la encargada de llevar a cabo mediante el radiomonitorio, las mediciones de la calidad de los servicios públicos de telecomunicaciones y radiodifusión que utilizan el espectro radioeléctrico, de conformidad con los indicadores, parámetros y procedimientos que al efecto el Instituto establezca y de publicar trimestralmente los resultados de las verificaciones a los índices de calidad por servicio, de acuerdo con los planes y las metodologías emitidos previamente por el Instituto, con fundamento en los artículos 4, fracciones V, inciso v) y X, inciso iii), 18, 41 y 45, fracciones VII y IX del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

El 17 de enero de 2018 fue publicado en Diario Oficial de la Federación el 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 y se abroga el Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil publicado el 30 de agosto de 2011, así como la metodología de mediciones del Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil publicada el 27 de junio de 2012.

De acuerdo con el considerando Cuarto de los Lineamientos, se establecen parámetros de calidad para **servicios móviles de voz, mensajes de texto y transferencia de datos**; asimismo, se establecen índices de calidad o valores de cumplimiento obligatorio tomando en consideración las mejores prácticas a nivel internacional y el actual estado de las redes móviles en México.

A efecto de verificar el cumplimiento de los índices y parámetros de calidad establecidos en los Lineamientos, la DGA-VESRE, lleva a cabo las mediciones de calidad del servicio móvil, en estricto apego a lo establecido en el ANEXO I Metodología de mediciones de calidad del Servicio Móvil, de los Lineamientos (en adelante, "Metodología").

2. FUNDAMENTO LEGAL

Es por ello que, con fundamento en los artículos 28, párrafo décimo quinto de la Constitución,¹ 2, 3, 7, 15 fracciones XLIV y XLVII, 63, 118 fracción VII, 191 fracción VII y antepenúltimo párrafo, y 295 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión; artículos 1, 4, fracciones V, inciso v) y X, inciso iii), 18, 19, 20, fracciones VI, VIII, X, 41 y 45 fracciones I, III, V, VII y IX del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones; Capítulo IX, lineamiento DÉCIMO PRIMERO, Transitorios TERCERO, CUARTO, QUINTO y ANEXO 1 de los Lineamientos que fijan los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los Prestadores del Servicio Móvil; y con base en lo establecido en el Programa Anual de Trabajo de Vigilancia del Espectro Radioeléctrico 2021, se emite el **INFORME DE RESULTADOS SOBRE LA MEDICIÓN DE LOS ÍNDICES Y PARÁMETROS DE CALIDAD A QUE DEBERÁN SUJETARSE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO MÓVIL**.

3. PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL EJERCICIO DE MEDICIÓN

3.1. Objetivo

El Ejercicio de Medición tiene como objetivos principales:

ESTADO DE MÉXICO

- Llevar a cabo, a través del radiomonitorio, las mediciones de los parámetros de calidad del servicio móvil en el Estado de México, de conformidad con los Lineamientos, para los diferentes prestadores del servicio móvil.
- Publicar, en términos de lo establecido en los Lineamientos, los resultados del ejercicio de medición, a fin de informar la calidad con la que los concesionarios y autorizados prestan el servicio móvil en las zonas de cobertura garantizadas en el territorio nacional, en beneficio de los usuarios finales, de conformidad con lo dispuesto en la LFTR.

3.2. Sitios y Periodos de medición

El Instituto, en ejercicio de sus funciones, llevó a cabo el ejercicio de medición en los siguientes sitios y periodos:

3.2.1. Sitios de medición

Estado de México:

- Sitios donde se evaluó el servicio de voz y SMS
 - Acolman
 - Amecameca
 - Atenco
 - Atizapán de Zaragoza
 - Chalco de Díaz Covarrubias
 - Chimalhuacán
 - Cuautitlán
 - Cuautitlán Izcalli
 - Ecatepec de Morelos
 - Huixquilucan
 - Ixtapaluca
 - Ixtapan de la Sal
 - Naucalpan de Juárez
 - Nezahualcóyotl
 - Nicolás Romero
 - Texcoco
 - Tlalmanalco
 - Tlalnepantla de Baz
 - Valle de Bravo
 - Valle de Chalco Solidaridad
 - Zona Metropolitana de Toluca
- Sitios donde se evaluó el servicio de transferencia de datos con Tecnología de acceso 3G:
 - Amecameca
 - Atenco
 - Atizapán de Zaragoza
 - Chalco de Díaz Covarrubias
 - Chicoloapan
 - Chimalhuacán

ESTADO DE MÉXICO

- Ecatepec de Morelos
- Huixquilucan
- Ixtapaluca
- Ixtapan de la Sal
- Naucalpan de Juárez
- Nezahualcóyotl
- Texcoco
- Tlalmanalco
- Tlalnepantla de Baz
- Valle de Bravo
- Valle de Chalco Solidaridad
- Zona Metropolitana de Toluca

Tecnología de acceso LTE:

- Amecameca
- Atenco
- Chalco de Díaz Covarrubias
- Chimalhuacán
- Ecatepec de Morelos
- Ixtapaluca
- Ixtapan de la Sal
- Naucalpan de Juárez
- Nezahualcóyotl
- Texcoco
- Tlalnepantla de Baz
- Valle de Bravo
- Valle de Chalco Solidaridad
- Zona Metropolitana de Toluca

3.2.2. Fechas de medición

Del 1 al 20 de febrero 2022

3.2.3. Posproceso y análisis de la información

Del 21 de febrero al 14 de marzo de 2022

3.3. Prestadores del Servicio Móvil

De acuerdo con el Registro Público de Concesiones a cargo del Instituto y de conformidad con lo dispuesto en el lineamiento Segundo y en el último párrafo del TRANSITORIO CUARTO de los Lineamientos, en el ejercicio de medición del Estado de México se evaluó la calidad de los servicios móviles prestados por los siguientes sujetos regulados:

- a) Prestadores del Servicio Móvil con carácter de **Concesionarios**
 - RADIOMÓVIL DIPSA, S.A. DE C.V. (**Telcel**),
 - PEGASO PCS, S.A. DE C.V. (**Telefónica Movistar**), y

ESTADO DE MÉXICO

- AT&T, COMUNICACIONES DIGITALES, S. DE R.L DE C.V., AT&T NORTE, S. DE R.L DE C.V., AT&T DESARROLLO EN COMUNICACIONES DE MÉXICO, S. DE R.L DE C.V., GRUPO AT&T CELULAR, S. DE R.L DE C.V. y AT&T COMERCIALIZACIÓN MÓVIL, S. DE R.L. DE C.V. (**AT&T**).
- b) Prestadores del Servicio Móvil con carácter de **Concesionarios Mayoristas Móviles**
 - ALTÁN REDES, S.A.P.I. DE C.V. (**Altán Redes**)¹,
 - **Telcel**, y
 - **Telefónica Movistar**.

Los Concesionarios Telcel, Telefónica Movistar y Altán Redes ofrecen servicios mayoristas de telecomunicaciones móviles a diferentes Operadores Móviles Virtuales (OMV). En este sentido, de acuerdo con el numeral 4, fracción III, de la Metodología de mediciones de calidad del servicio móvil (en adelante, Metodología) descrita en los Lineamientos, la evaluación de la calidad de los servicios móviles se realizó también para dos OMV por cada Concesionario Mayorista Móvil, elegidos de manera aleatoria mediante un generador computacional de números aleatorios, como se muestra en la imagen 1.

El resultado de la selección aleatoria fue el siguiente:

- c) Prestadores del Servicio Móvil con carácter de **OMV**
 - Concesionario mayorista móvil Telcel:
 - ALTCEL, S.A.P.I. DE C.V (**Altcel**), y
 - TELECOMUNICACIONES 360, S.A. de C.V (**Oui**)
 - Concesionario Mayorista Móvil Telefónica Movistar:
 - HER MOBILE, S.A. DE C.V (**Her Mobile**), y
 - KUBO CEL, S.A.P.I. DE C.V. (**QBOcel**)
 - Concesionario Mayorista Móvil Altán Redes:
 - ESMERO SOLUTIONS MÉXICO, S.A. DE C.V. (**Almatel**), y
 - ADS MOBILE SERVICES, S. DE R.L. DE C.V. (**MEXFON**)

ESPACIO SIN TEXTO

¹ En el último párrafo del TRANSITORIO CUARTO de los Lineamientos se estable que "Respecto a dichas Mediciones, la Red Compartida Mayorista se evaluará de manera independiente hasta en tanto no alcance una cobertura poblacional mayor o igual al cincuenta por ciento de la población agregada a nivel nacional conforme a su calendario de despliegue". Al respecto, en un comunicado oficial de fecha 6 de enero de 2020, PROMTEL indicó que la Red Compartida alcanzó el segundo hito de su cobertura poblacional. Comunicado disponible en <https://www.gob.mx/promtel/prensa/la-red-compartida-alcanza-el-segundo-hito-de-cobertura-poblacional>

Imagen 1. Generador computacional de números aleatorios

3.4. Equipo de medición

Características del equipo de medición:

- Cuenta con la capacidad de realizar eventos de manera simultánea a todos los Concesionarios y OMV en condiciones equivalentes, en las diferentes tecnologías de acceso con las que los mismos prestan servicios de voz, SMS y de transferencia de datos dentro de la República Mexicana.
- Es capaz de evaluar de manera simultánea los servicios de voz y de SMS.
- Se encuentra instalado en vehículos y/o estructuras fijas para realizar los eventos en movimiento, en puntos fijos o combinando ambas modalidades.
- Almacena automáticamente la información obtenida de los eventos y cuenta con respaldo en dispositivos externos de mayor capacidad.
- Tiene un sistema de posicionamiento global (del inglés, *Global Positioning System* o GPS) que permite conocer y registrar la ubicación y la velocidad del vehículo para cada uno de los eventos.
- Se conserva en óptimas condiciones de operación por medio de programas de mantenimiento y cumpliendo con la normatividad aplicable.
- Una vez iniciada la medición correspondiente, las características técnicas del software y hardware del equipo de medición se mantienen sin cambios hasta la conclusión de la misma.
- Cuenta con cajas de aislamiento para cada equipo terminal móvil de modo que se mitiga la interferencia entre los equipos terminales móviles, a fin de compensar y, en su caso, eliminar las pérdidas por atenuación dentro del vehículo, midiéndose en las mismas condiciones que en exteriores.

ESTADO DE MÉXICO

- Realiza mediciones de las tecnologías de acceso ofrecidas por los prestadores del servicio móvil a través del uso de equipos terminales móviles. Asimismo, el equipo de medición satisface las necesidades de la evolución tecnológica.
- Permite la creación flexible de los eventos y el uso de plantillas para la reutilización de los mismos.
- los equipos terminales móviles utilizados para la realización de las mediciones son similares a los comercializados por los Concesionarios y OMV, y cuentan con el certificado de homologación correspondiente.
- Cumple, en lo aplicable, con las últimas versiones de las especificaciones técnicas y de las recomendaciones internacionales correspondientes.
- Soporta todos los códecs de voz para todas las tecnologías de acceso.
- En caso de falla del equipo de medición o de los equipos terminales móviles utilizados en la medición, éste reproduce una alarma visual y/o auditiva, con el objeto de que las pruebas realizadas dentro del periodo de falla del equipo de medición sean descartadas.

El equipamiento empleado para llevar a cabo las mediciones de los parámetros de calidad del servicio móvil se encuentra instalado en dos vehículos. Cada vehículo cuenta con los siguientes componentes:

- Equipo Diversity Benchmark II de la marca Rohde & Schwarz
- Vehicle Roof Box (VRB), de la marca Rohde & Schwarz
- 11 Test Device Containment Module (TCM o cajas de aislamiento)
- 11 equipos terminales móviles modelo s9 de la marca Samsung. Cada equipo terminal móvil cuenta con software interno Qualipoc y sistema Watchdog (QualiPoc Smartphone Probe)
- GPS Navilock
- Laptop de control de la marca Dell (Rugged) con software SmartBenchmarker
- Discos externos para respaldo de la información
- SIM de los prestadores del Servicio Móvil respectivos.

El equipo de medición tiene capacidad de ejecutar pruebas simultáneas a todos los prestadores del servicio móvil, permitiendo la sincronización al inicio de cada prueba.

ESPACIO SIN TEXTO

3.5. Desarrollo

La evaluación de los eventos de los parámetros de calidad del servicio móvil se realizó de conformidad con lo dispuesto en los Lineamientos, para los servicios de voz, de SMS, y transferencia de datos, bajo los siguientes criterios generales:

- Se llevaron a cabo pruebas en el equipo de medición para verificar que se encontrara en condiciones óptimas de funcionamiento, previamente al inicio del ejercicio de medición.
- Los eventos se llevaron a cabo exclusivamente en exteriores y a una altura mayor de 1.5 metros del nivel de superficie.
- Los eventos fueron ejecutados de manera aleatoria, sin previo aviso, en las tecnologías de acceso correspondientes, y simultáneamente a los concesionarios y OMV objeto del ejercicio de medición, utilizando una o varias SIM correspondientes a dichos prestadores del servicio a las que previamente se le contrató el servicio.
- Los eventos se llevaron a cabo procurando, en la medida de lo posible, abarcar la mayor extensión de las áreas geográficas definidas en el numeral 2 de la Metodología, para los servicios de voz, SMS y de transferencia de datos, evitando repetir rutas. En este sentido, en los sitios de medición del Estado de México se definieron rutas preferentemente en vías primarias y secundarias.
- En los servicios de voz y SMS se evaluó la calidad individual de la red, es decir, los equipos terminales móviles origen y destino se conectaron a puntos de acceso de la misma red, de esta manera, el tránsito y las terminaciones ocurrieron en la misma red.
- Para los Parámetros de calidad de los servicios de voz y de SMS, los Eventos fueron efectuados en movimiento, a velocidades de hasta 80 km/h, considerando que el equipo terminal móvil destino se ubicó en un punto fijo y el equipo terminal móvil origen estuvo en movimiento, a velocidades de hasta 80 km/h. En ambos servicios, se utilizó la marcación a diez dígitos. El equipo de medición cuenta con la funcionalidad de descartar aquellos eventos que se encontraron fuera del rango de velocidades establecido.
- Para el servicio de transferencia de datos, el equipo terminal móvil permaneció en movimiento a velocidades de hasta 80 km/h. El equipo de medición cuenta con la funcionalidad de descartar aquellos eventos que se encontraron fuera del rango de velocidades establecido.
- Los eventos para los servicios de voz, SMS y de transferencia de datos se llevaron a cabo utilizando equipos terminales móviles similares a los comercializados por los Concesionarios y, en su caso, OMV.
- El acceso al servicio de redes extranjeras (*roaming* internacional) fue bloqueado en los equipos terminales móviles.
- Los eventos se realizaron en un horario de 09:00 a 21:00 h (hora aplicable a la zona geográfica de realización del evento), contemplando los 7 días de la semana.
- Adicionalmente, en la bitácora de pruebas se registraron la hora de inicio y fin para cada día, así como todas las pausas resultantes durante la medición (ej. ingesta de alimentos, concentraciones atípicas de usuarios finales, etc.). Los eventos que fueron generados durante los periodos de pausa registrados en la bitácora de pruebas fueron descartados. Asimismo, cuando el personal a cargo de la realización de las Mediciones detectó fallas atribuibles al equipo de medición, estas se registraron para que los eventos correspondientes fueran descartados en la etapa de posproceso. También, se realizó registro de cualquier

situación extraordinaria que se presentó antes de iniciar, durante o al finalizar la medición, mismo que fue cotejado con el resultado de la etapa de posproceso.

- Los eventos para los servicios de voz y SMS se evaluaron de manera simultánea.
- Todos los concesionarios y OMV fueron evaluados de manera simultánea.
- Durante la Medición se ejecutaron eventos para verificar el perfil que tenía asignado la SIM y su respectivo IMSI con relación a la calidad de servicio a nivel capa 3 del modelo OSI en, al menos, tres ocasiones. Los cambios de perfil deben ser reportados expresamente en la bitácora de pruebas con el objeto de que la SIM se cambie para continuar con la medición; sin embargo, durante este ejercicio de medición no se detectaron cambios con respecto a la calidad de servicio a nivel capa 3 del modelo OSI.
- Los códigos generados con el algoritmo de reducción criptográfico MD5 (del inglés, Message-Digest Algorithm 5), asociados a cada archivo de registro, fueron almacenados por el personal del Instituto. Dichos códigos se encuentran disponibles durante la etapa de posproceso.

3.5.1. Parámetros de calidad medidos por Servicio Móvil

En la siguiente tabla, se describen los parámetros que fueron evaluados, el valor del índice de calidad que se debe cumplir por parte de los prestadores del servicio móvil y el carácter que ostentan, es decir, si dicho parámetro es sancionable o informativo.

Tabla 1. Parámetros de calidad para el Servicio Móvil

Tipo de Servicio Móvil	Parámetros de calidad	Índice de calidad	Carácter
Servicio de Voz	Proporción de intentos de llamada fallidos Estimación del grado de falta de accesibilidad al servicio, con base en la determinación del porcentaje de los intentos de llamada fallidos entre dos equipos terminales móviles específicos. Se considerarán fallidos los intentos de llamada que superen un tiempo máximo de establecimiento de llamada de 8 segundos ² .	El valor de cumplimiento para la proporción de intentos de llamada fallidos deberá ser menor o igual al 3%.	Sancionable
	Proporción de llamadas interrumpidas Estimación del grado de retención de las llamadas, con base en la determinación del porcentaje de llamadas que son interrumpidas por causas distintas a la terminación intencional del usuario final.	El valor de cumplimiento para la proporción de llamadas interrumpidas deberá ser menor o igual al 2%.	Sancionable
	Calidad de voz Calificación de la calidad en la transmisión de voz extremo-a-extremo en una llamada exitosa, que se establece de acuerdo a la siguiente escala definida por el MOS y establecida en la Recomendación UIT-T P.863.	El parámetro de calidad es de carácter informativo.	Informativo

² De acuerdo con el TRANSITORIO TERCERO de los Lineamientos: El tiempo máximo de establecimiento de llamada utilizado para el cálculo del índice de calidad correspondiente a la proporción de intentos de llamada fallidos a que se refiere el lineamiento Octavo, fracción II, en relación con el lineamiento Quinto, fracción I, deberá ser menor o igual a 14 segundos para 2018 con decrementos de 2 segundos para cada año calendario hasta alcanzar 8 segundos al año 2021. Esto es, a partir del 2022, el tiempo máximo de establecimiento de llamada será de 8 segundos.



ESTADO DE MÉXICO

Tipo de Servicio Móvil	Parámetros de calidad	Índice de calidad	Carácter
	Tiempo promedio de establecimiento de llamada Cantidad de tiempo promedio necesaria para establecer la conexión. Dicho intervalo de tiempo se mide a partir de la diferencia entre el tiempo en que se ejecuta el comando de intento de llamada (del inglés, <i>call attempt</i>) en el equipo terminal móvil origen y el tiempo en que se establece la llamada (del inglés, <i>call connect</i>).	El parámetro de calidad es de carácter informativo.	Informativo
Servicio de Mensajes Cortos	Proporción de mensajes cortos fallidos Estimación del grado de falta de accesibilidad del servicio, con base en la determinación del porcentaje de intentos de envío de mensajes cortos fallidos. Se considerarán fallidos los mensajes cortos que superen un tiempo máximo de entrega del mensaje corto de 20 segundos o aquellos que no sean íntegros.	El valor de cumplimiento para la proporción de mensajes cortos fallidos deberá ser menor o igual al 2%.	Sancionable
	Tiempo de entrega promedio de mensajes cortos exitosos Estimación del retardo en la entrega de un mensaje corto, con base en la determinación de la cantidad de tiempo promedio para la entrega de un mensaje corto. Dicho intervalo de tiempo se mide a partir de la diferencia entre el tiempo en que se envía el mensaje corto por parte del equipo terminal móvil origen y el tiempo en que se recibe en el equipo terminal móvil destino. Se considera un intento exitoso cuando el mensaje corto sea entregado en el equipo terminal móvil destino en un tiempo menor o igual a 20 segundos que corresponde al tiempo máximo de entrega del mensaje corto.	El parámetro de calidad es de carácter informativo.	Informativo
	Integridad del mensaje corto Proporción de mensajes cortos recibidos correctamente con respecto al total de mensajes cortos recibidos. Se considerará un mensaje corto recibido correctamente cuando éste contenga 160 caracteres correctos y sea recibido en un tiempo menor o igual al tiempo máximo de entrega del mensaje corto establecido. Un carácter es correcto cuando el carácter enviado es igual al recibido.	El parámetro de calidad es de carácter informativo.	Informativo
Servicio de Transferencia de Datos	Proporción de intentos de sesión fallidos FTP Estimación del grado de falta de accesibilidad del servicio, con base en la determinación del porcentaje de intentos de establecimiento de sesión fallidos bajo el protocolo FTP. Se consideran intentos de establecimiento de sesiones fallidos aquéllos que no lograron abrir una sesión de datos en el equipo terminal móvil al protocolo FTP.	El parámetro de calidad es de carácter informativo. Los valores se publicarán por tecnología de acceso.	Informativo



ESTADO DE MÉXICO

Tipo de Servicio Móvil	Parámetros de calidad	Índice de calidad	Carácter
	Tasa de transmisión de datos promedio de descarga (throughput) Cantidad promedio de datos descargada por segundo desde el servidor de pruebas hacia el equipo terminal móvil con respecto a la duración de la sesión FTP establecida.	El parámetro de calidad es de carácter informativo. Los valores se publicarán por tecnología de acceso.	Informativo
	Tasa de transmisión de datos promedio de carga (throughput) Cantidad promedio de datos cargada por segundo desde el equipo terminal móvil hacia el servidor de pruebas con respecto a la duración de la sesión FTP establecida.	El parámetro de calidad es de carácter informativo. Los valores se publicarán por tecnología de acceso.	Informativo
	Latencia Promedio Estimación del tiempo promedio de respuesta de un servicio entre dos puntos específicos (origen y destino) de una red evaluado mediante la diferencia del tiempo de envío hacia el punto destino y el tiempo de recepción en el punto origen de un paquete de datos a través del ICMP.	El parámetro de calidad es de carácter informativo. Los valores se publicarán por tecnología de acceso.	Informativo
	Proporción de paquetes perdidos Estimación del grado de fiabilidad del Servicio de Transferencia de Datos, con base en la determinación de la proporción de paquetes de datos perdidos con respecto al total de paquetes de datos enviados durante la descarga. Se considera un paquete de datos perdido cuando éste no llega a su destino en el tiempo determinado para dicha prueba en el Anexo I de los Lineamientos.	El parámetro de calidad es de carácter informativo. Los valores se publicarán por tecnología de acceso.	Informativo

Considerando lo anterior, el equipo de medición se configuró para ejecutar campañas de medición que permitieron la obtención de datos para, posteriormente, realizar el posproceso, cálculo y determinación de los valores de los parámetros de calidad del servicio móvil que se reportan en el presente informe.

3.5.2. Mapas de cobertura, rutas y consideraciones para la medición

De acuerdo con la Metodología:

- Para la evaluación de los **servicios de voz y SMS**, las mediciones se realizaron dentro del área resultante de la unión de los mapas de cobertura garantizada del servicio de las tecnologías de acceso 2G y 3G que corresponde, de manera enunciativa mas no limitativa a las siguientes: GSM/GPRS/EDGE/EGPRS/UMTS/WCDMA/HSDPA/HSUPA/HSPA+, resultando en una sola área para cada Concesionario y OMV.
Posteriormente, se realizó la intersección de las áreas obtenidas integrando en un solo mapa de cobertura garantizada todas las tecnologías de acceso de todos los concesionarios y OMV.
- Para el **servicio de transferencia de datos**, se realizó la intersección de los mapas de cobertura garantizada por tecnología de acceso de todos los prestadores del servicio, resultando un solo mapa de cobertura garantizada para cada tecnología de acceso. La evaluación de los

ESTADO DE MÉXICO

- parámetros de calidad se realizó para cada tecnología de acceso dentro del área geográfica de la intersección, es decir, para las tecnologías 3G y LTE.
- Los eventos realizados para este ejercicio de medición se determinaron considerando un tamaño de muestra representativa, como se detalla en el numeral 3.6 del presente informe.
 - Cabe mencionar que, para la selección de los estados a medir, las entidades federativas se clasificaron en cuatro estratos de acuerdo a su porcentaje de población. Cada estrato se define por un rango de porcentaje de población (respecto a la población total del país), de tal forma que todas las entidades federativas resulten asociadas a un estrato. La clasificación por estrato de las entidades federativas se encuentra publicada en el portal de Internet del Instituto.
 - Se calculó un factor de ponderación por estrato, con base en la población de la entidad federativa y el total de la población.
 - No se llevaron a cabo mediciones en localidades donde 30 días naturales antes de la Medición, se haya reportado alguna interferencia perjudicial o falla del servicio que pudiera afectar los resultados y, ésta no haya sido resuelta.

De conformidad con la Metodología, numeral 3 fracciones I y II, el mapa resultante de la intersección de los mapas de cobertura garantizada utilizado para llevar a cabo el ejercicio de medición del estado de Yucatán para los servicios de voz y SMS y la ruta de medición se muestra en la Imagen 2. La ruta fue determinada de acuerdo con las posibilidades de acceso y sentido de las vialidades de los sitios en el Estado de México. Si bien se observan trayectos mínimos fuera de cobertura debido al cumplimiento de las disposiciones de vialidad aplicables, los eventos realizados en dichos trayectos fueron descartados en el posproceso de la información.

ESPACIO SIN TEXTO

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

ESTADO DE MÉXICO

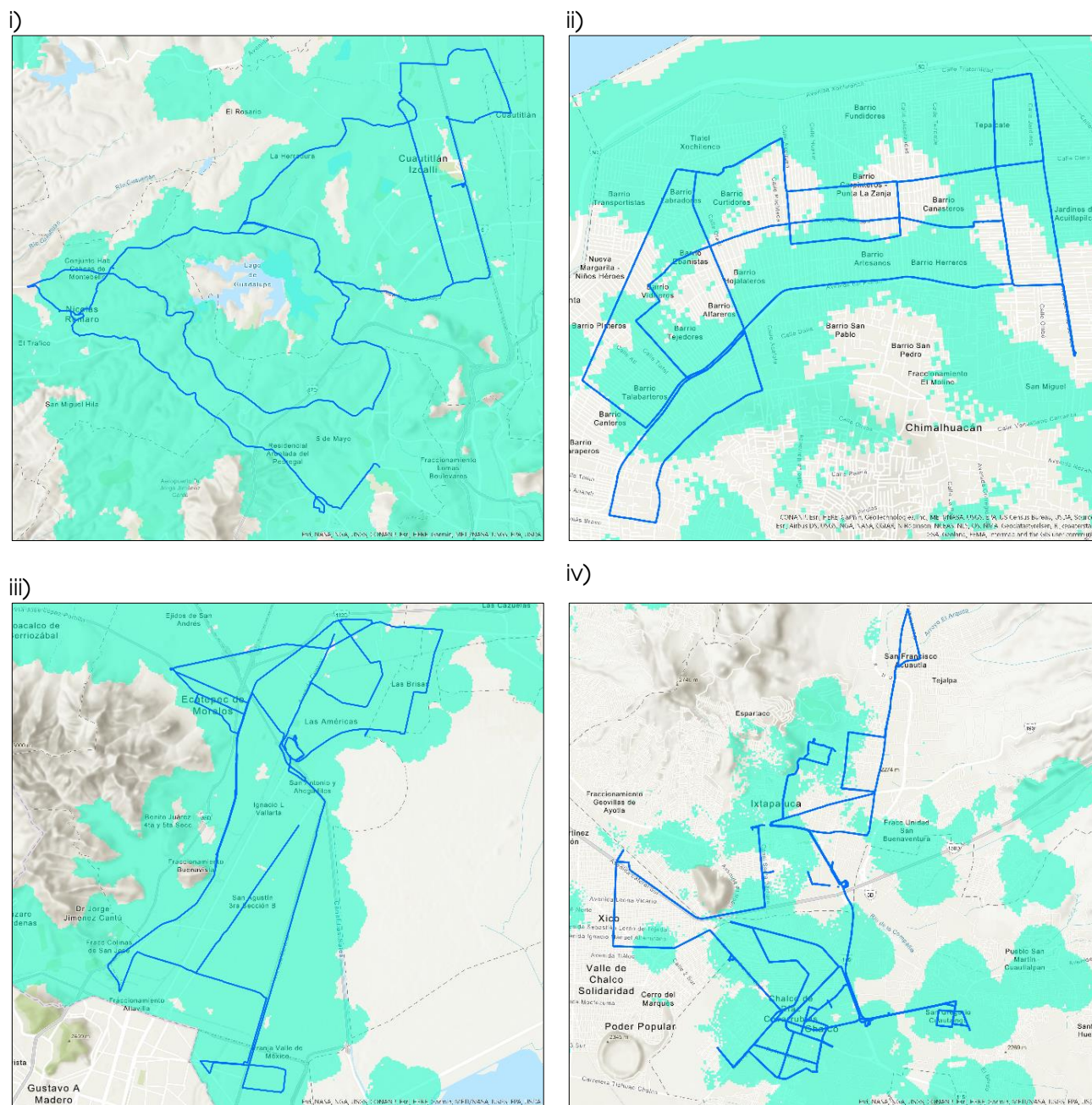


Imagen 2 a). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada, de todos los Concesionarios y OMV, y recorrido de medición para los servicios de voz y SMS, en i) Atizapán de Zaragoza, Nicolás Romero, Cuautitlán Izcalli y Cuautitlán, ii) Chimalhuacán, iii) Ecatepec de Morelos y Acolman, y iv) Ixtapalapa, Valle de Chalco Solidaridad y Chalco de Díaz Covarrubias.

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

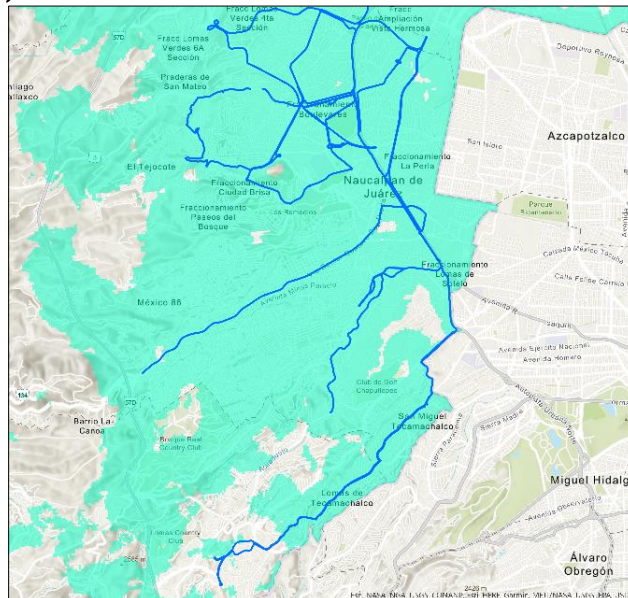
ESTADO DE MÉXICO



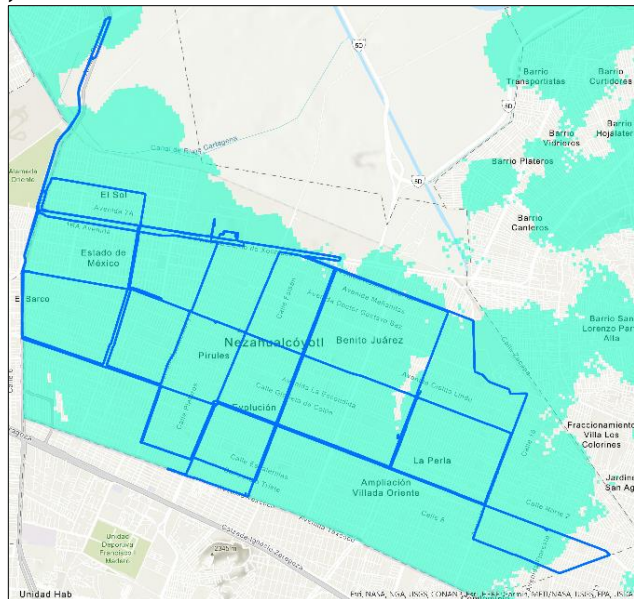
v)



vi)



vii)



viii)

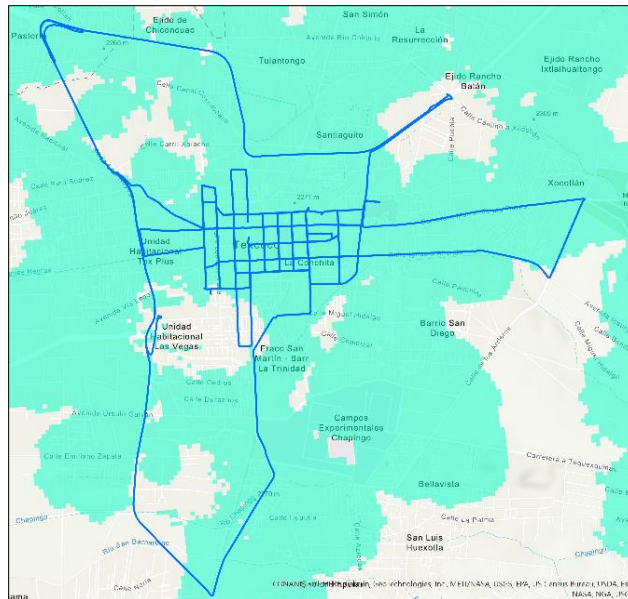


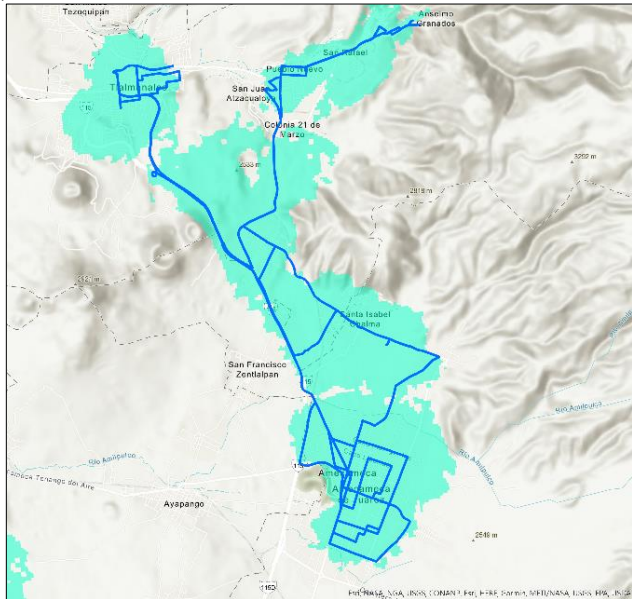
Imagen 2 b). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada, de todos los Concesionarios y OMV, y recorrido de medición para los servicios de voz y SMS, en v) Ixtapán de la Sal, vi) Naucalpan de Juárez y Huixquilucan, vii) Nezahualcóyotl, y viii) Texcoco y Atenco

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

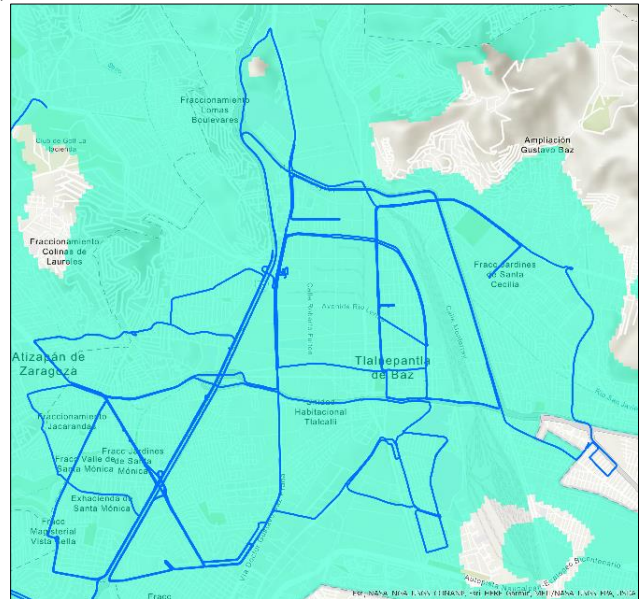
ESTADO DE MÉXICO



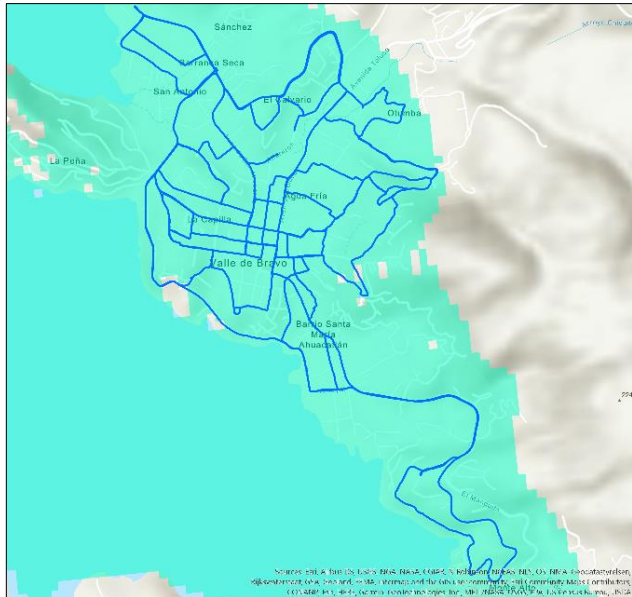
ix)



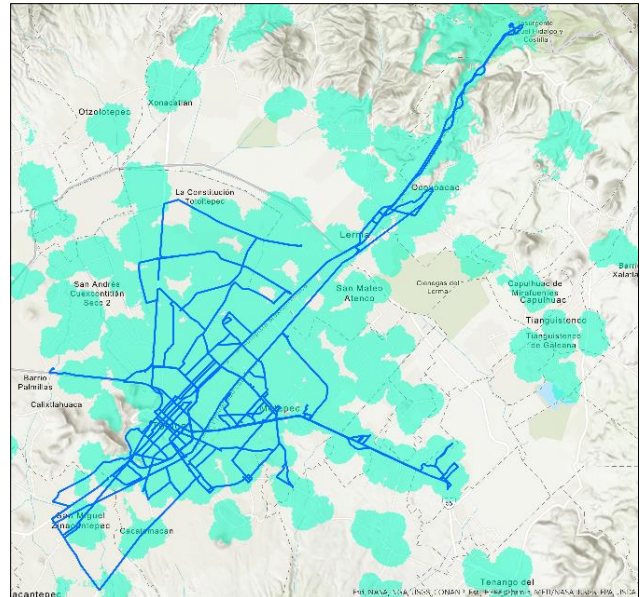
x)



xi)



xii)



20

Imagen 2 c). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada, de todos los Concesionarios y OMV, y recorrido de medición para los servicios de voz y SMS, en ix) Tlalmanalco y Amecameca, x) Tlalneapantla de Baz, xi) Valle de Bravo, y xii) Zona Metropolitana de Toluca

En la imagen 3 e imagen 4, se muestran los mapas de resultantes de la intersección de los mapas de cobertura garantizada por tecnología de acceso para el servicio de transferencia de datos, así como las rutas de medición. Los eventos de evaluación para este servicio se efectuaron en movimiento, de

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

ESTADO DE MÉXICO

acuerdo con las condiciones de tránsito, a lo largo de las rutas previamente definidas dentro de los mapas de cobertura. Si bien se observan trayectos mínimos fuera de cobertura debido al cumplimiento de las disposiciones de vialidad aplicables, los eventos realizados en dichos trayectos fueron descartados en el posproceso de la información.

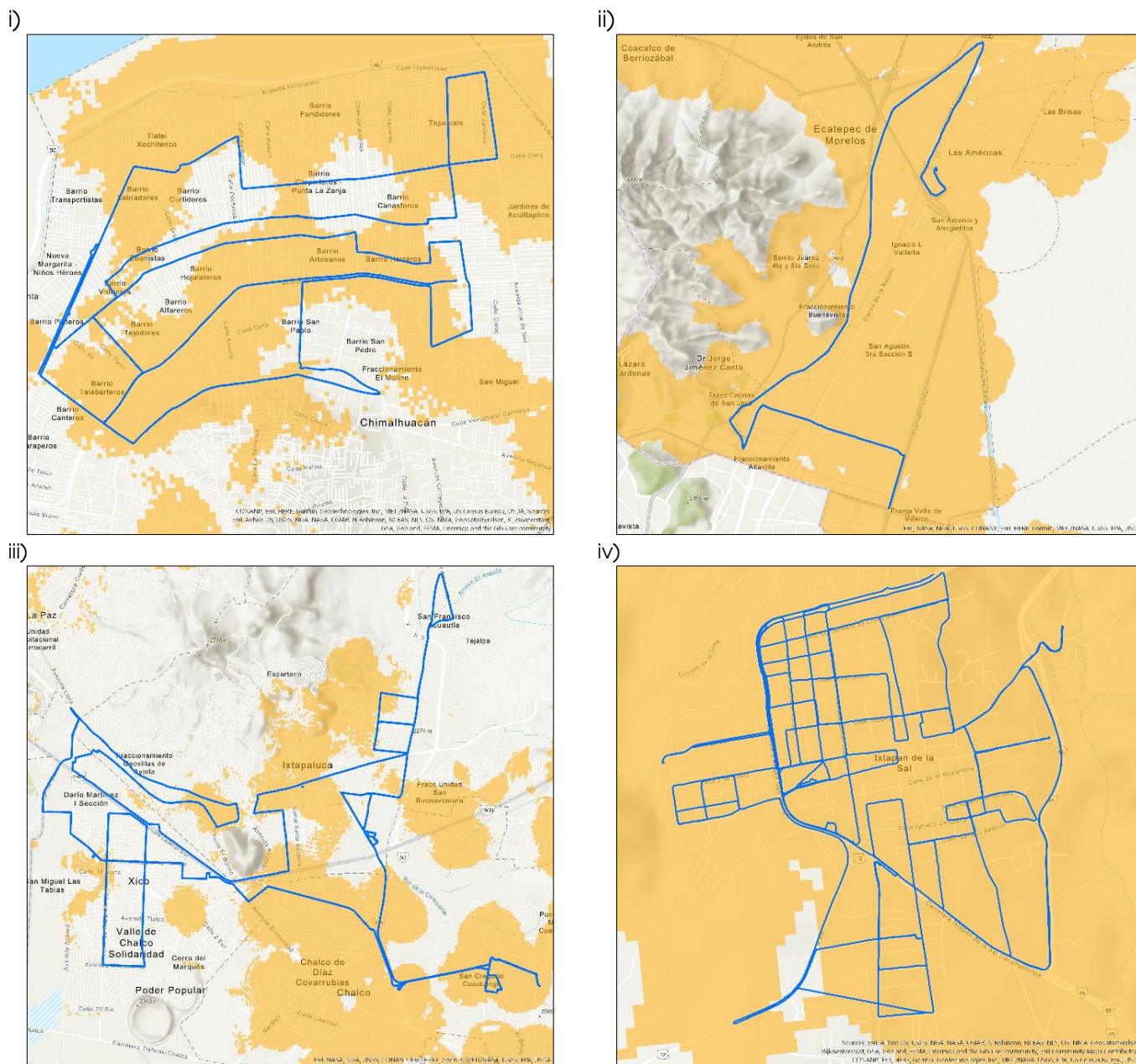


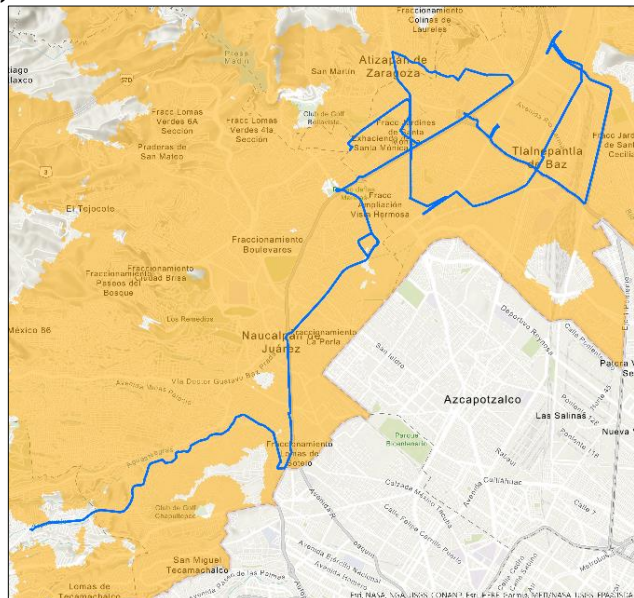
Imagen 3 a). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada y recorrido de medición para la tecnología de acceso 3G, de todos los Concesionarios y OMV, en i) Chimalhuacán, ii) Ecatepec de Morelos, iii) Ixtapalaca, Valle de Chalco Solidaridad y Chalco de Díaz Covarrubias, y iv) Ixtapapan de la Sal

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

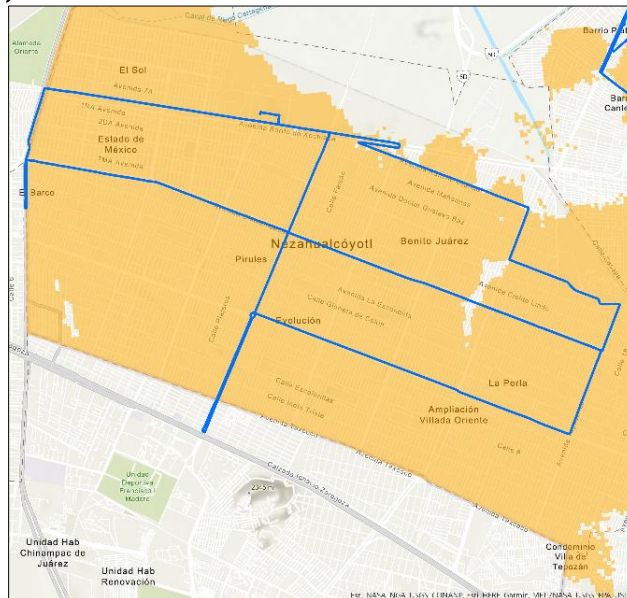
ESTADO DE MÉXICO



v)

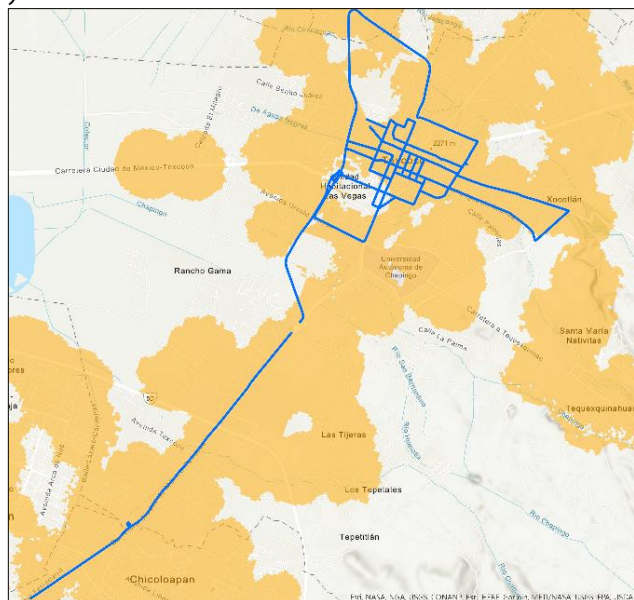


vi)



22

vii)



viii)

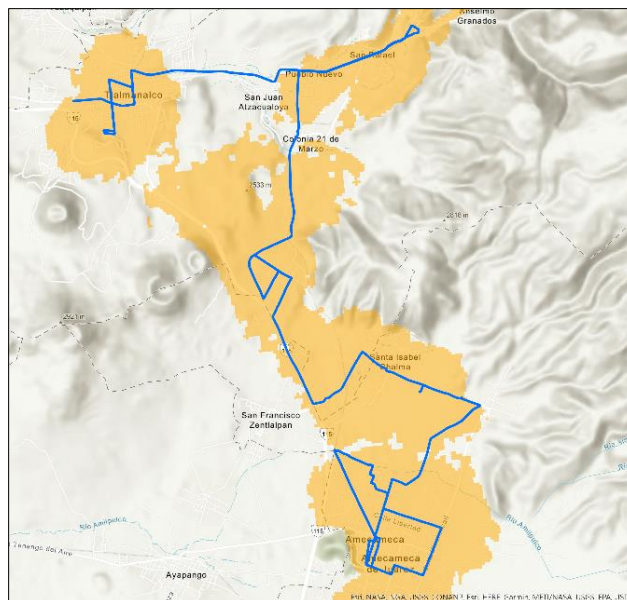


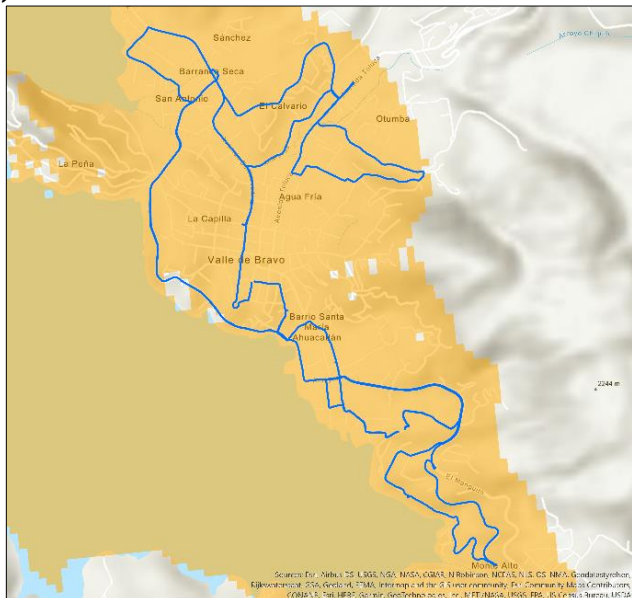
Imagen 3 b). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada y recorrido de medición para la tecnología de acceso 3G, de todos los Concesionarios y OMV, en v) Naucalpan de Juárez, Huixquilucan, Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla de Baz, vi) Nezahualcóyotl, vii) Texcoco, Atenco y Chicoloapan, y viii) Tlalnepantla de Baz y Amecameca

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

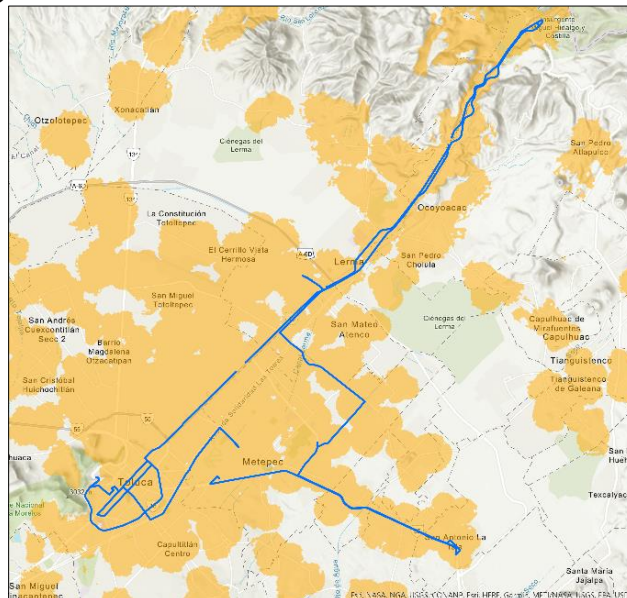
ESTADO DE MÉXICO



ix)



x)



23

Imagen 3 c). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada y recorrido de medición para la tecnología de acceso 3G, de todos los Concesionarios y OMV, en ix) Valle de Bravo y x) Zona Metropolitana de Toluca

i)



ii)

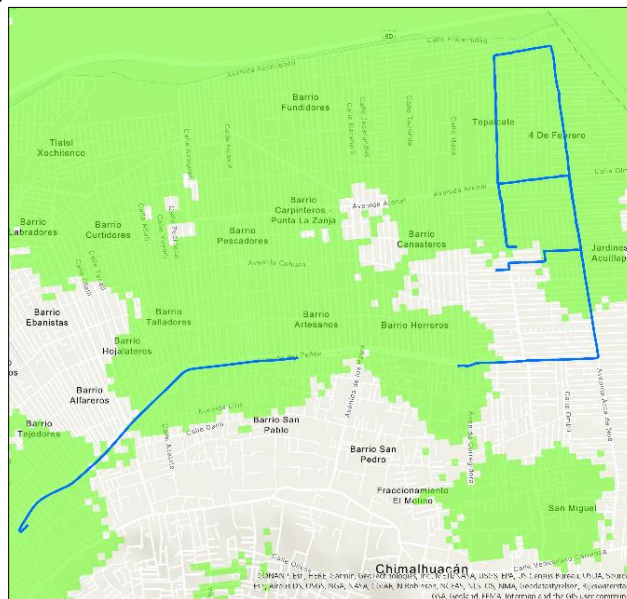


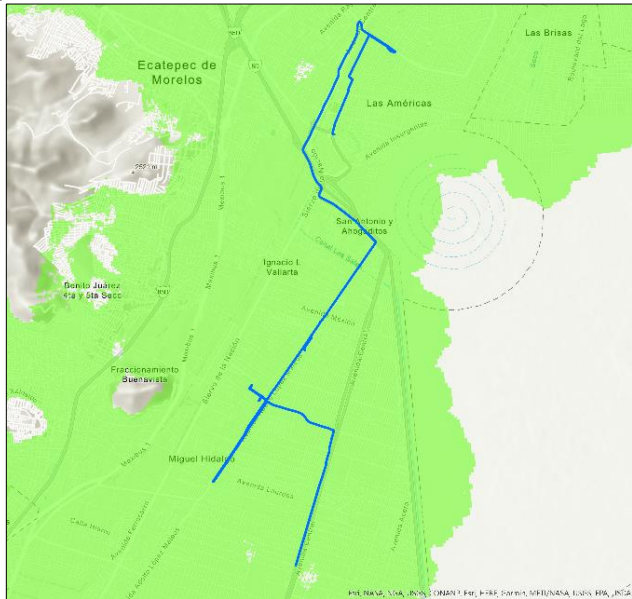
Imagen 4 a). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada y recorrido de medición para la tecnología de acceso LTE, de todos los Concesionarios y OMV, en i) Amecameca y ii) Chimalhuacán

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

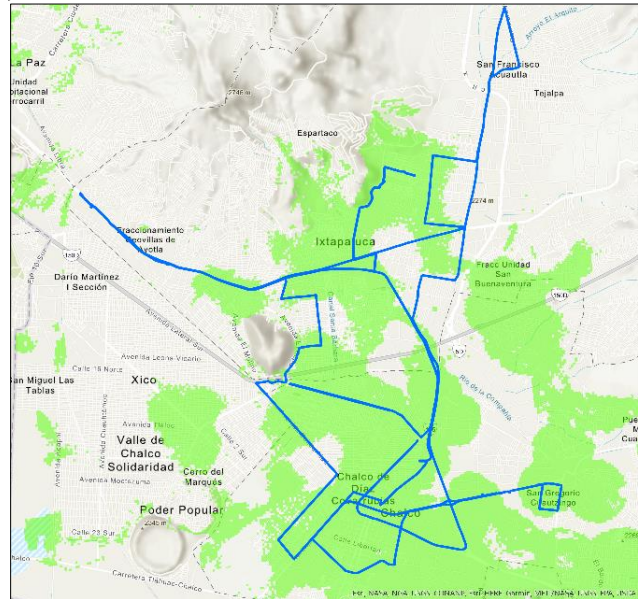
ESTADO DE MÉXICO



iii)



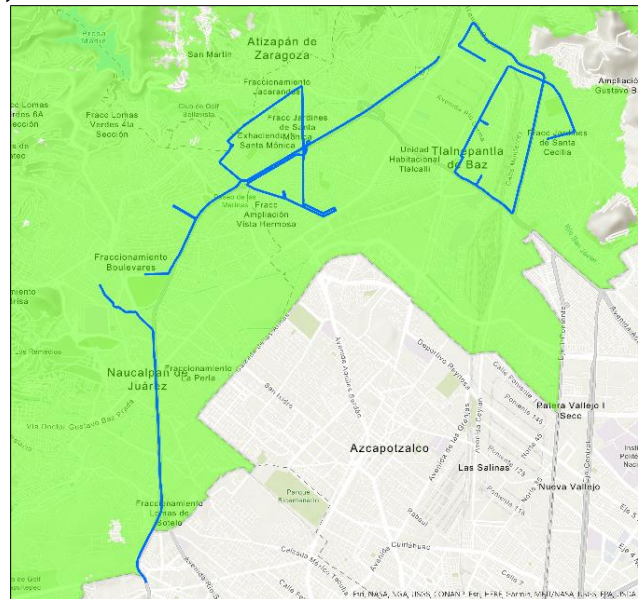
iv)



v)



vi)



24

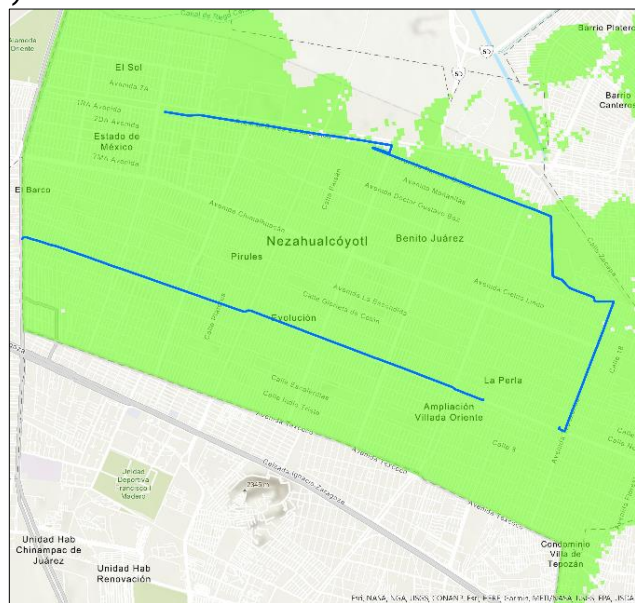
Imagen 4 b). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada y recorrido de medición para la tecnología de acceso LTE, de todos los Concesionarios y OMV, en iii) Ecatepec de Morelos, iv) Ixtapalapa, Valle de Chalco Solidaridad y Chalco de Díaz Covarrubias, v) Ixtapán de la Sal, y vi) Naucalpan de Juárez y Tlalneapantla de Baz

Informe de resultados sobre la medición de los índices y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio móvil

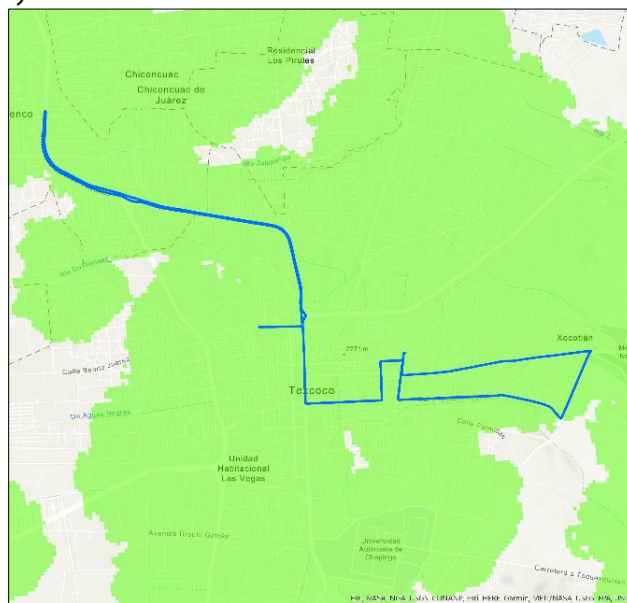
ESTADO DE MÉXICO



vii)

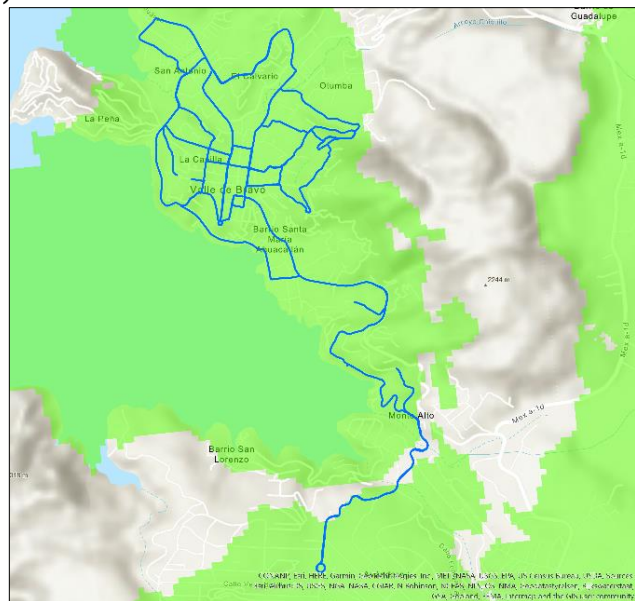


viii)



25

ix)



x)

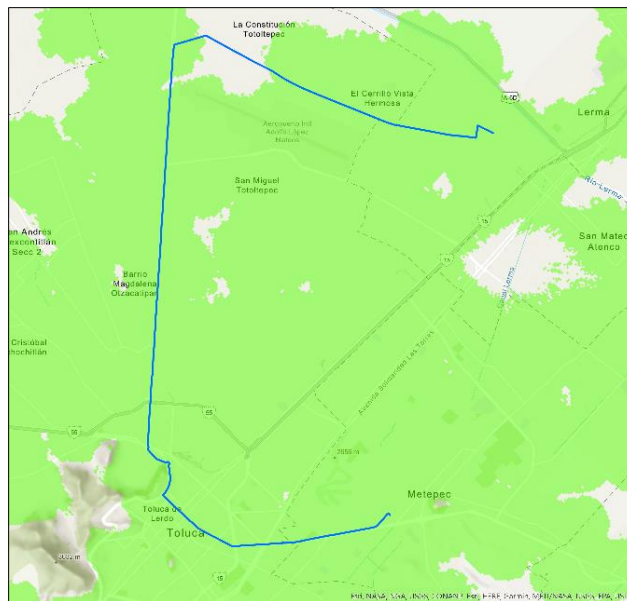


Imagen 4 c). Intersección de los mapas resultante de la intersección de la cobertura garantizada y recorrido de medición para la tecnología de acceso LTE, de todos los Concesionarios y OMV, en vii) Nezahualcóyotl, viii) Texcoco y Atenco, ix) Valle de Bravo, y x) Zona Metropolitana de Toluca



3.5.2.1. Consideraciones para los Servicios de Voz y SMS

Para obtener los parámetros de calidad de estos servicios, se emplearon las tecnologías de acceso 2G y/o 3G para establecer una llamada y enviar simultáneamente un SMS entre el equipo terminal móvil origen y el equipo terminal móvil destino, ambos equipos conectados a la red del mismo prestador del servicio móvil.

Las características para la evaluación del servicio de voz se establecen de conformidad con lo siguiente:

- Los eventos de los parámetros de calidad del servicio de voz se realizarán de manera simultánea a todos los concesionarios y OMV en condiciones equivalentes para cada tecnología de acceso.
- El tiempo máximo de establecimiento de llamada fue de 8 segundos medido a partir de que se ejecuta el comando de intento de llamada en el equipo terminal móvil origen hasta que se establece la conexión.
- La duración de cada llamada fue de al menos 120 y como máximo 130 segundos medidos a partir de que se establezca la conexión de la misma.
- El tiempo de duración de los eventos consecutivos fue de un máximo de 153 segundos, lo que implica que el tiempo de guarda fue al menos de 15 segundos.
- Los eventos para la evaluación de la calidad de voz se basan en la escala definida por el MOS y se llevaron a cabo mediante la aplicación de un algoritmo de comparación objetiva entre las señales transmitidas y recibidas, que no implica una apreciación humana. Para tal efecto, el equipo de medición utiliza el algoritmo definido en la recomendación UIT-T P.863 "Evaluación de la calidad de escucha objetiva". Los resultados de los eventos correspondientes se reportan utilizando cifras de hasta un decimal. Para tales efectos, el resultado de cada evento fue redondeado al entero superior de tal forma que se realice la correspondencia con la escala de la columna percepción de la voz definida en el lineamiento Quinto, fracción IV, de los Lineamientos.

La Imagen 4 muestra la secuencia para la evaluación de los parámetros del Servicio de Voz, donde "s" se refiere a segundos:

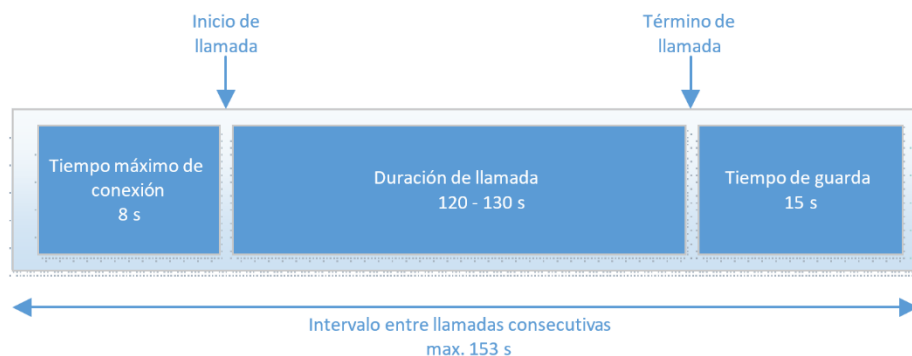


Imagen 4. Diagrama de la secuencia para evaluar los parámetros de calidad del servicio de Voz.

Las características para la evaluación del servicio de SMS se establecen de conformidad con lo siguiente:

ESTADO DE MÉXICO

- Los eventos para la evaluación del SMS se llevaron a cabo de manera simultánea y en condiciones equivalentes a todos los concesionarios y OMV, para cada tecnología de acceso de las establecidas en el numeral 2 de la Metodología.
- Se consideró fallido aquel SMS que, después de 20 segundos contados a partir de que se ejecuta el comando de envío en el equipo terminal móvil origen, no sea recibido en el equipo terminal móvil destino o no sea íntegro.
- El número de caracteres de los SMS fue de 160, incluyendo el identificador de cada uno de ellos. Dichos caracteres fueron codificados con base en el estándar ANSI INCITS 4-1986 (R2007), para ASCII de 7 bits.
- Los Eventos que evalúan la integridad de los SMS se realizaron por medio del conteo de 160 caracteres gráficos correctos, únicamente de los SMS con un tiempo de entrega menor o igual a 20 segundos.

El siguiente diagrama muestra la secuencia para la Evaluación de los Parámetros del Servicio de Mensajes Cortos, donde "s" se refiere a segundos.

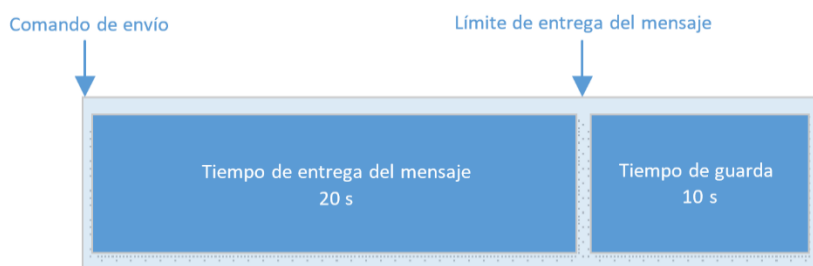


Imagen 5. Diagrama de la secuencia para evaluar los parámetros de calidad del servicio de SMS.

3.5.2.2. Consideraciones para el Servicio de Transferencia de Datos

Las características de evaluación del servicio de transferencia de datos se establecen de conformidad con lo siguiente:

- Los eventos de los parámetros de calidad del servicio de transferencia de datos se llevaron a cabo de manera simultánea a todos los concesionarios y OMV en condiciones equivalentes para cada tecnología de acceso de las establecidas en el numeral 2 de la Metodología.
- Para el caso de la evaluación de la tasa de transmisión de datos promedio de descarga, el archivo transferido por sesión de FTP no fue comprimible y contó con un tamaño de 2 Gigabytes, alojado en un servidor de pruebas gestionado por el Instituto con amplia capacidad para soportar el tráfico de grandes volúmenes de información. De igual manera, dicho servidor genera archivos de registro (del inglés, *logs*) asociados al desempeño de dicho servidor.
- Para el caso de la evaluación de la tasa de transmisión de datos promedio de carga, el archivo fue transferido por sesión de FTP a un servidor de pruebas con amplia capacidad para soportar el tráfico de grandes volúmenes de información, gestionado por el Instituto; el archivo no fue

ESTADO DE MÉXICO

comprimible y contó con un tamaño de 500 Megabytes, el cual fue almacenado en los equipos terminales móviles antes de cada Medición.

- El tiempo máximo para el establecimiento del servicio IP fue de 15 segundos contados a partir de que se inicia el Evento correspondiente. En caso de que se supere dicho tiempo, se considera como sesión fallida.
- El tiempo máximo para el inicio exitoso de una sesión de FTP es de 10 segundos contados a partir de que se haya establecido el servicio IP.
- Para la evaluación de la tasa de transmisión de datos promedio de descarga y la tasa de transmisión de datos promedio de carga se estableció dos sesiones de FTP independientes.
- El tiempo para evaluar la Tasa de Transmisión de Datos promedio de descarga fue de 10 segundos, medidos a partir del inicio exitoso de cada sesión de FTP correspondiente. En caso de que la sesión de FTP haya sido interrumpida, se tomó en cuenta la cantidad de datos que haya logrado ser descargada en dicha sesión. La cantidad de datos descargada, medida en Megabytes, fue promediada en el tiempo que dura la prueba para determinar la tasa de transmisión de datos promedio de descarga. La proporción de paquetes perdidos se evaluó durante el tiempo que haya durado cada sesión.
- El tiempo para evaluar la tasa de transmisión de datos promedio de carga fue de 10 segundos, medidos a partir del inicio exitoso de cada sesión de FTP correspondiente. En caso de que la sesión de FTP haya sido interrumpida, se tomó en cuenta la cantidad de datos que haya logrado ser cargada en dicha sesión. La cantidad de datos cargada, medida en Megabytes, fue promediada en el tiempo que dura la prueba para determinar la tasa de transmisión de datos promedio de carga.
- El tiempo de guarda entre la evaluación de la tasa de transmisión de datos promedio de descarga y la evaluación de la tasa de transmisión de datos promedio de carga fue de 10 segundos.
- El tiempo de guarda entre la evaluación de la tasa de transmisión de datos promedio de carga y la evaluación de la latencia fue de 15 segundos. Durante dicho tiempo, se realizó la verificación automática del perfil a que se refiere el numeral 4, fracción XIV de los Lineamientos.
- El tiempo máximo para la medición de la latencia fue de 10 segundos. La evaluación de la latencia se efectúa mediante el protocolo ICMP, a través de un *Ping* a un servidor de pruebas definido por el Instituto que garantiza la equidad en las mediciones.
- Los eventos para el servicio de transferencia de datos, se realizaron forzando los equipos terminales móviles a cada tecnología de acceso evaluada.
- La duración total del evento de transferencia de datos, fue de 105 segundos.

La Imagen 6, muestra la secuencia para la evaluación de los parámetros del Servicio de Transferencia de Datos.



ESTADO DE MÉXICO

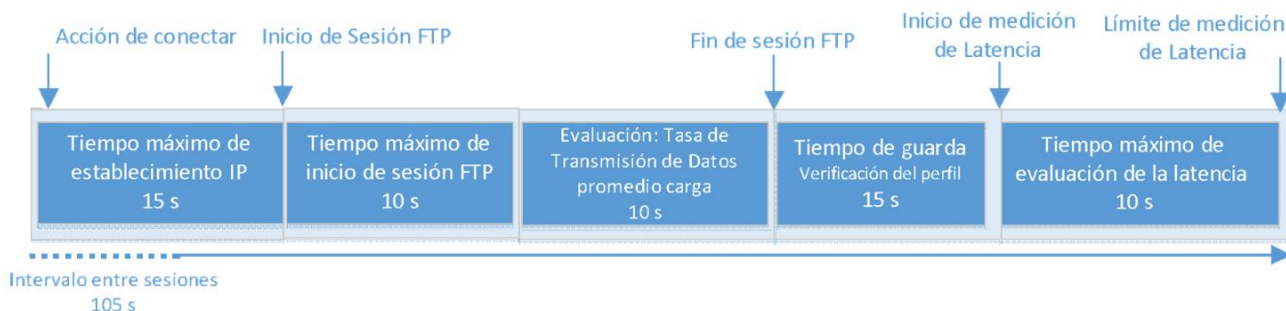


Imagen 6. Diagrama de la secuencia para evaluar los parámetros de calidad del Servicio de Transferencia de Datos

3.6. Determinación del tamaño de la muestra

De acuerdo con lo establecido en los numerales 9 y 10 de la Metodología, para determinar el tamaño de la muestra se considera un muestreo en dos etapas. La primera etapa considera un muestreo aleatorio estratificado compuesto de cuatro estratos que corresponden al porcentaje de población establecidos en el numeral 3, fracción V de los Lineamientos. La segunda etapa considera un muestreo aleatorio simple para obtener el número de eventos a realizar en cada estrato con un nivel de confianza y un error de estimación determinados.

3.6.1. Primera etapa de muestreo

El Estado de México fue elegido aleatoriamente durante la primera etapa del muestreo. De acuerdo con la clasificación por estratos de las entidades federativas que se encuentra publicada en el portal de Internet del Instituto, el Estado de México pertenece al estrato 4.

Toda vez que el Estado de México forma parte de la primera etapa de muestreo mediante la cual se determina el número de entidades federativas donde se realizarán los ejercicios de medición en cada año calendario, los resultados del ejercicio de medición en dicho estado serán materia del análisis anual de cumplimiento de los índices de calidad sancionables, considerando los resultados de los diversos ejercicios de medición que se lleven a cabo en los estados determinados en la primera etapa de muestreo.

3.6.2. Segunda etapa de muestreo

Durante la segunda etapa de muestreo, el tamaño de muestra para el estrato 4 se calcula a partir de un muestreo aleatorio simple, de conformidad con lo establecido en la Metodología, partiendo de las siguientes expresiones:

$$P_r(|p - P| \leq d) \geq 1 - \alpha$$

Donde:

Pr = probabilidad de que se cumpla la condición especificada;

P = valor del porcentaje o proporción real de interés;

p = valor del porcentaje o proporción que se estima;

d = máxima diferencia aceptable (error de estimación) entre el valor real P y su estimación p, y

$1 - \alpha$ = nivel de confianza requerido.

$$n \geq \frac{k^2 * P * (1 - P)}{d^2}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra;

k= límite de confianza (límite de la región de rechazo de la hipótesis nula);

P= valor del porcentaje o proporción real de interés (Parámetros de Calidad establecidos en estos Lineamientos), y

d= máxima diferencia aceptable (error de estimación) entre el valor real P y su estimación p.

Para el cálculo de lo anterior, se considera un nivel de confianza del 95% así como un error de estimación igual a 1%.

El valor de P se determina tomando en cuenta que el parámetro de calidad con un índice mayor es la *Proporción de intentos de Llamada fallidos* ($\leq 3\%$), ya que, de acuerdo con las expresiones anteriores, el valor de P es proporcional al tamaño de la muestra.

Con las consideraciones anteriores, se tiene que:

$$n \geq \frac{(1.95996)^2 * (0.03) * (1 - 0.03)}{(0.01)^2} = 1117.86 \cong 1118$$

Es decir, el tamaño de muestra necesario para evaluar los parámetros de calidad en el estado de Yucatán es de, al menos, 1118 eventos.

Cabe señalar que, para determinar el cumplimiento o incumplimiento de cada índice de calidad, se realizará una prueba de hipótesis para cada estrato con base en los resultados del ejercicio de medición de cada año calendario. A partir de cada una de estas pruebas, se determinará si existe suficiente evidencia en la muestra seleccionada para inferir que se está cumpliendo con los índices de calidad establecidos.

4. Resultados del ejercicio de medición

De acuerdo con lo previsto en los Lineamientos y la Metodología, un Ejercicio de Medición se conforma de Mediciones, las cuales a su vez, se constituyen con los Eventos que se llevan a cabo con el Equipo de Medición, con el que se realizan las pruebas en campo para la evaluación de los índices y parámetros de calidad previstos en los Lineamientos.

En ese sentido, todos y cada uno de los Eventos que fueron programados durante el periodo de Medición, generaron datos de los Eventos, en términos de los Lineamientos y de la Metodología, los que fueron registrados, recolectados, almacenados y procesados con el Equipo de Medición. Dichos Datos, una vez que concluyo el periodo de mediciones, fueron posprocesados, con relación a lo cual posteriormente se realizó un análisis con el objetivo de determinar los resultados del Ejercicio de Medición, a fin de darlos a conocer a los Prestadores del Servicio Móvil en términos de lo previsto en el lineamiento Décimo Tercero, segundo párrafo de los Lineamientos. Lo anterior tomando en

consideración que existe además una etapa de análisis del Ejercicio de Medición con relación a las manifestaciones que en su caso formulen los Operadores del Servicio Móvil respecto a los resultados obtenidos por este Instituto previo a su publicación en el portal de internet del Instituto.

El posproceso para obtener los resultados del ejercicio de medición se configuró como un proceso automático, gestionando los archivos de los registros del equipo de medición y considerando para la evaluación y emisión de resultados lo registrado a través de la bitácora de pruebas. Durante el posproceso y emisión de resultados se limitó la intervención humana a la mínima necesaria.

Por medio de los códigos generados con el algoritmo de reducción criptográfico MD5, se verificó la integridad de los archivos de registro, así como la marca de tiempo de inicio y fin de la medición provenientes de los equipos de medición, la cual corresponde a la hora de inicio y fin que se estableció para cada día dentro de la medición y registradas en la bitácora de pruebas.

De igual forma, durante la etapa del posproceso y análisis de la información se verificó que el perfil asignado a la SIM y su respectiva IMSI, almacenado en los archivos de registro durante cada día de la Medición, coincidiera con el perfil extraído de la prueba a la que se refiere la fracción XIV del numeral 4 de la Metodología. La información de dicho perfil fue reportada por tecnología de acceso, para cada prestador del servicio, para cada una de las tarjetas SIM utilizadas en cada medición.

La herramienta de posproceso cuenta con una configuración que, basada en los códigos generados para cada evento por el equipo de medición, permite la exclusión automática de aquellos eventos afectados por casos fortuitos o fuerza mayor, ajenos a la red de los prestadores del servicio móvil.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los concesionarios y OMV mencionados en el epígrafe 3.3 del presente documento.

4.1. Servicio de Voz

En la siguiente tabla se muestra el valor de los parámetros de calidad evaluados para el Servicio de Voz.

ESPACIO SIN TEXTO

ESTADO DE MÉXICO

Tabla 2. Resultados de los parámetros de calidad para el Servicio de Voz

CONCESIONARIO/ OMV	PARÁMETROS SANCIONABLES		PARÁMETROS INFORMATIVOS	
	Proporción de intentos de llamada fallidos Índice: $\leq 3\%$	Proporción de llamadas interrumpidas Índice: $\leq 2\%$	Calidad de voz (MOS)	Tiempo promedio de establecimiento de llamada (s)
Altcel	7.511	0	4.2	5.573
AT&T	11.209	0	4.3	6.801
Her Mobile	1.202	0.057	4.7	4.563
Oui	8.503	0	4.2	5.528
QBOcel	1.683	0	4.7	4.350
Telcel	5.073	0	4.2	5.702
Telefónica Movistar	1.047	0	4.7	4.621

El tamaño de la muestra por prestador del servicio móvil se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3. Tamaño de muestra para el Servicio de Voz

CONCESIONARIO/OMV	Número de eventos
Altcel	1571
AT&T	1686
Her Mobile	1746
Oui	1517
QBOcel	1723
Telcel	1387
Telefónica Movistar	1719

ESPACIO SIN TEXTO

4.2. Servicio de Mensajes Cortos

Los valores obtenidos de los parámetros de calidad evaluados para el Servicio de Mensajes Cortos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 4. Resultados de los parámetros de calidad para el Servicio de Mensajes Cortos

CONCESIONARIO/ OMV	PARÁMETRO SANCIONABLE	PARÁMETROS INFORMATIVOS	
	Proporción de mensajes cortos fallidos Índice: $\leq 2\%$	Tiempo de entrega promedio del mensaje corto (s)	Integridad del mensaje corto (%)
Altcel	0.365	2.337	100
AT&T	7.309	2.793	100
Her Mobile	0.069	2.073	100
Oui	0.370	2.353	100
QBOcel	0.139	2.251	100
Telcel	0.834	2.474	100
Telefónica Movistar	0	2.194	100

El tamaño de la muestra por prestador del servicio móvil se indica a continuación:

Tabla 5. Tamaño de muestra para el Servicio de Mensajes Cortos

CONCESIONARIO/OMV	Número de eventos
Altcel	5753
AT&T	5801
Her Mobile	5754
Oui	5402
QBOcel	2874
Telcel	5381
Telefónica Movistar	4989

ESPACIO SIN TEXTO



ESTADO DE MÉXICO

4.3. Servicio de Transferencia de Datos

Para el Servicio de Transferencia de Datos, las Tablas 6 y 8 muestran los valores de los parámetros de calidad evaluados en las tecnologías de acceso 3G y LTE, respectivamente.

Tabla 6. Resultados de los parámetros de calidad para el Servicio de Transferencia de Datos en 3G

CONCESIONARIO/OMV	PARÁMETROS INFORMATIVOS				
	Proporción de intentos de sesión fallidas FTP (%)	Tasa de transmisión de datos promedio de descarga (Mbps)	Tasa de transmisión de datos promedio de carga (Mbps)	Latencia promedio (ms)	Proporción de paquetes perdidos (%)
Altcel	1.390	2.6102	2.0955	484.567	0.102
AT&T	0.099	2.0843	1.1488	397.606	1.339
Her Mobile	0	1.8766	1.0524	487.675	0.004
Oui	0.984	2.4845	2.0711	515.139	0.118
QBOcel	0.113	1.9181	0.9777	418.473	7.112
Telcel	0.907	3.0035	2.1535	556.945	0.02
Telefónica Movistar	1.135	1.9908	0.9862	511.235	0.008

El tamaño de la muestra por prestador del servicio móvil fue la siguiente:

Tabla 7. Tamaño de muestra para el Servicio de Transferencia de Datos en 3G

CONCESIONARIO/OMV	Número de eventos de descarga	Número de eventos de carga
Altcel	935	1002
AT&T	1010	764
Her Mobile	1000	1090
Oui	914	1012
QBOcel	880	992
Telcel	846	934
Telefónica Movistar	881	970

ESPACIO SIN TEXTO



Tabla 8. Resultados de los parámetros de calidad para el Servicio de Transferencia de Datos en LTE

El tamaño de la muestra por prestador del servicio móvil se indica en la siguiente tabla:

CONCESIONARIO/OMV	PARÁMETROS INFORMATIVOS				
	Proporción de intentos de sesión fallidas FTP (%)	Tasa de transmisión de datos promedio de descarga (Mbps)	Tasa de transmisión de datos promedio de carga (Mbps)	Latencia promedio (ms)	Proporción de paquetes perdidos (%)
Altcel	0.155	13.8728	15.1291	116.267	0.051
AT&T	0.344	8.3569	14.9432	115.377	0.845
Her Mobile	0.448	9.4908	16.1843	125.134	0.741
Oui	0.466	10.5644	12.9656	105.808	0.070
QBOcel	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Telcel	0.547	15.3752	15.3638	101.049	0.075
Telefónica Movistar	1.100	10.0386	15.0901	114.389	1.000
Almatel	0	2.3951	3.2286	137.704	1.451
MEXFON	6.175	14.277	20.0869	87.855	0.019

Tabla 9. Tamaño de muestra para el Servicio de Transferencia de Datos en LTE

CONCESIONARIO/OMV	Número de eventos de descarga	Número de eventos de carga
Altcel	644	724
AT&T	871	741
Her Mobile	892	876
Oui	643	705
QBOcel	No aplica	No aplica
Telcel	677	407
Telefónica Movistar	818	798
Almatel	862	858
MEXFON	842	833

ESPACIO SIN TEXTO



5. Notas

1. No es óbice señalar que el ejercicio de medición realizado es circunstancial, es decir, con posterioridad pueden realizarse mediciones durante un periodo de tiempo determinado y obtener resultados que difieran con los reportados.
2. El OMV QBOfcel, no ofrece el servicio de transferencia de datos en la tecnología de acceso LTE³.
3. Los resultados consideran un error de estimación y un nivel de confianza conforme a lo indicado en los Lineamientos, lo que hace que los índices aquí reportados sean representativos de la calidad del Servicio Móvil.

³ <http://qbocel.com/cobertura>