ift INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

Pronósticos de los Servicios de Telecomunicaciones

La Coordinación General de Planeación Estratégica (CGPE) elaboró este informe con base en la información estadística que proporcionan los operadores de telecomunicaciones en cumplimiento de sus obligaciones; las tendencias globales identificadas a través de estudios especializados; las expectativas del mercado de telecomunicaciones en México[1], y las herramientas de análisis económico y pronósticos realizados por consultorías especializadas.

Los pronósticos aquí presentados buscan coadyuvar al planteamiento estratégico del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT o Instituto) establecido en su Hoja de Ruta 2021-2025, en particular sobre el diseño e implementación de capacidades de inteligencia de datos a fin de mejorar los procesos de análisis del Instituto (Línea de Acción Regulatoria T.1.3).

Este documento es producto del análisis de pronósticos realizado por la CGPE y no prejuzga sobre la opinión del Pleno del Instituto, cualquier otra área del Instituto o autoridad en la materia. El documento pretende proporcionar indicios sobre el comportamiento futuro de los principales servicios de telecomunicaciones en México, con base en la información disponible y en apego a las metodologías más robustas y confiables disponibles.

Estudio elaborado por:

- **Maricarmen Cosío Trujillo**, Analista de Bases de Datos de Telecomunicaciones y Ecosistema Digital
- **Tomas Solache Ramos,** Jefe de Departamento de Modelos Econométricos
- **Raúl Esqueda Martínez,** Subdirector de Modelos Econométricos
- **Jorge Eduardo Ponce Leyva,** Director de Prospectiva
- **Jorge Luis Andere Reyes,** Director General Adjunto de Prospectiva y Análisis de Impacto Económico
- **Gabriela Gutiérrez Salas,** Coordinadora General de Planeación Estratégica

[1] Como parte de una estrategia integral para dar seguimiento al futuro de las telecomunicaciones en México, el Instituto publica el Reporte sobre las expectativas en el mercado de telecomunicaciones en México, basado en una encuesta dirigida a los operadores y expertos del sector de telecomunicaciones a efectos de contar con información que permita un mejor conocimiento del entorno en el que se desarrollará el sector en el corto y mediano plazo.

Índice

Índice ... 3
Infografía ... 4
Resumen ejecutivo ... 5
Introducción ... 8
Las telecomunicaciones y tendencias tecnológicas en el contexto macroeconómico actual ... 9
Pronósticos de los servicios móviles de telecomunicaciones ... 12
¿Qué es un servicio móvil? ... 12
Servicios móviles: tendencias globales ... 13
Redes de nueva generación ... 13
Internet de las cosas (IoT) ... 14
OpenRAN ... 15
Inteligencia artificial (IA) ... 16
Servicios de banca móvil ... 16
Uso de la tecnología e-SIM ... 18
Panorama actual ... 18
Pronóstico de líneas del servicio móvil de acceso a Internet ... 22
Expectativas del servicio móvil de acceso a Internet en México ... 24
Pronóstico de líneas del servicio móvil de telefonía ... 25
Expectativas del servicio móvil de telefonía en México ... 27
Comparativo de los pronósticos con los de consultorías especializadas ... 27
Comentarios finales ... 27
Anexos ... 28
Anexo I. Análisis estadístico de los pronósticos ... 28
Análisis de componentes principales (ACP) para las variables de los pronósticos de telecomunicaciones ... 29
Variables utilizadas ... 33
Anexo II. Análisis econométrico de los pronósticos ... 34
Pruebas y resultados de las estimaciones para los pronósticos de telecomunicaciones. ... 34
Líneas del servicio móvil de telefonía ... 36
Líneas del servicio móvil de acceso a Internet ... 39

Infografía

Servicio Móvil de Internet

En 2024
15.7
millones de líneas más

Tasa de crecimiento*
6.3%

Líneas por cada 100 personas
102

Factores que podrían aumentar el número de líneas

- Mayor acceso a redes de nueva generación
- Nuevas ofertas de conectividad
- Servicios relacionados con el uso masivo de datos

Servicio Móvil de Telefonía

En 2024
6.1
millones de líneas más

Tasa de crecimiento*
2.2%

Líneas por cada 100 personas
107

Factores que podrían aumentar el número de líneas

- Entrada de nuevos competidores
- Incremento en la adopción de *smartphones*
- Mayores ofertas de datos y servicios adicionales

Conceptos Claves

- FWA
- Inteligencia Artificial
- OpenRAN
- Empaquetamiento
- IoT
- 5G
- e-SIM

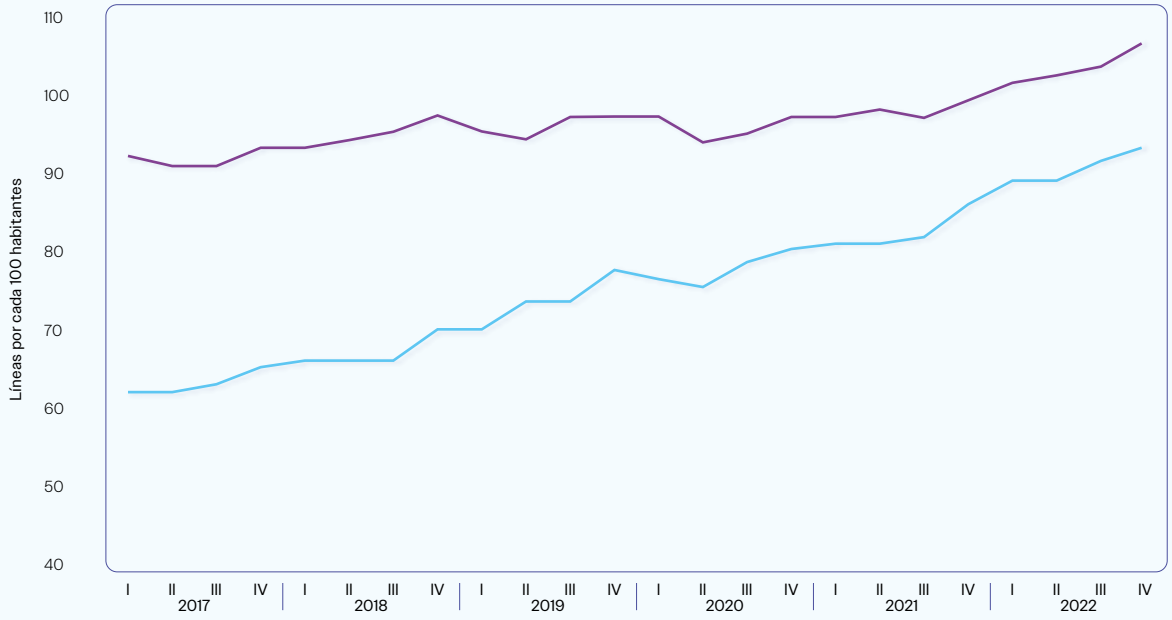
*Se refiere a la tasa de crecimiento anual compuesta del último dato disponible de 2022 y el pronóstico a diciembre de 2024

Resumen ejecutivo

El Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT o Instituto) presenta el documento ***Pronósticos de los servicios de telecomunicaciones (servicios móviles)*** para el periodo comprendido entre 2023 y 2024. Se trata de un ejercicio que analiza las relaciones económicas de las variables que inciden en la dinámica experimentada por las líneas de estos servicios en México, al identificar tendencias, catalizadores y retos que experimentan los servicios, a fin de explicar los movimientos en las series estadísticas publicadas por el Instituto en el Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT).

De acuerdo con los datos del BIT la cantidad de líneas del servicio móvil de Internet aumentó sostenidamente en comparación con el servicio móvil de telefonía. Del cuarto trimestre de 2017 al cuarto trimestre de 2022, el número de líneas de Internet aumentó de 66 a 93 líneas por cada 100 habitantes, mientras que el servicio móvil de telefonía pasó de 93 a 106 líneas por cada 100 habitantes.

Líneas de servicios de telecomunicaciones móviles por cada 100 habitantes, 2017-2022



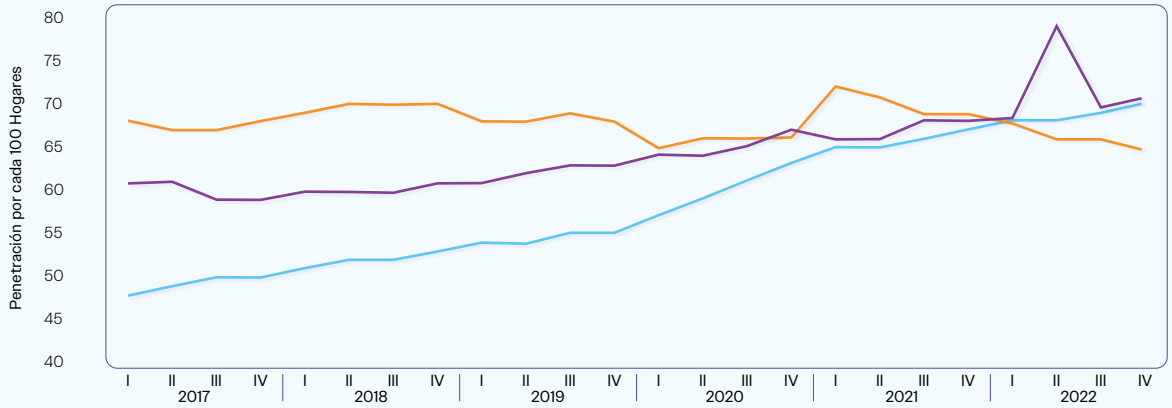
	I 2017	II 2017	III 2017	IV 2017	I 2018	II 2018	III 2018	IV 2018	I 2019	II 2019	III 2019	IV 2019	I 2020	II 2020	III 2020	IV 2020	I 2021	II 2021	III 2021	IV 2021	I 2022	II 2022	III 2022	IV 2022
Servicio Móvil de Telefonía	92	91	91	93	93	94	95	97	95	94	97	97	97	94	95	97	97	98	97	99	101	102	103	106
Servicio Móvil de Internet	63	63	64	66	67	67	67	71	71	74	74	78	77	76	79	80	81	81	82	86	89	89	91	93

Fuente: Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT) del IFT con datos proporcionados por los operadores al cuarto trimestre de 2022[2], y el Consejo Nacional de Población (Conapo).

[2] Puede consultarse la información actualizada en su versión interactiva. Disponible en: https://bit.ift.org.mx

Por su parte, los servicios de telecomunicaciones fijas de telefonía e Internet presentaron una tendencia positiva en cuanto al indicador de líneas de accesos por cada 100 hogares. El servicio fijo de Internet es el servicio que más ha aumentado en el periodo de seis años, pasando de 50 a 70 accesos por cada 100 hogares. En cambio, el servicio fijo de telefonía es el servicio fijo con la mayor penetración, con 71 líneas por cada 100 hogares al cuarto trimestre de 2022. El servicio de televisión restringida se ha mantenido constante pasando de 68 a 65 accesos por cada 100 hogares para el mismo período.

Accesos de los servicios de telecomunicaciones fijas por cada 100 hogares, 2017-2022



	I 2017	II 2017	III 2017	IV 2017	I 2018	II 2018	III 2018	IV 2018	I 2019	II 2019	III 2019	IV 2019	I 2020	II 2020	III 2020	IV 2020	I 2021	II 2021	III 2021	IV 2021	I 2022	II 2022	III 2022	IV 2022
Servicio Fijo de Telefonía	61	61	59	59	60	60	60	61	61	62	63	63	64	64	65	67	66	66	68	68	69	79	70	71
Servicio Fijo de Internet	48	49	50	50	51	52	52	53	54	54	55	55	57	59	61	63	65	65	66	67	68	68	69	70
TV Restringida	68	67	67	68	69	70	70	70	68	68	69	68	65	66	66	66	72	71	69	69	68	66	66	65

Fuente: BIT del IFT con datos proporcionados por los operadores al cuarto trimestre de 2022[3] y el Consejo Nacional de Población (Conapo).

Este reporte presenta el análisis y pronósticos del servicio móvil de acceso a Internet y del servicio móvil de telefonía[4]. Para ello, se realiza un análisis sistemático de la evolución del número de líneas de los servicios móviles para entender su dinámica a partir de tres elementos fundamentales:

i. La información histórica que proporcionan los datos públicos disponibles;

ii. La interrelación que tiene la evolución de las líneas con otras variables explicativas que por lo general se utilizan para pronosticar la disponibilidad de los servicios referidos, como los índices de precios de los servicios de telecomunicaciones, el producto interno bruto (PIB), la cantidad de líneas o accesos de otros servicios asociados, los impuestos aplicables, el grado de concentración del mercado, entre otros, y

iii. Las expectativas de crecimiento de los operadores y expertos del sector de telecomunicaciones que permiten contar con una visión especializada del posible entorno en el que se desarrollará el sector en el corto y mediano plazo.

Las herramientas utilizadas para realizar los pronósticos consisten en metodologías formales y rigurosas para hacer un análisis sistemático y una aproximación ordenada que, a pesar de estar limitada por la información pública disponible, incorpora las posibles variables que afectan la dinámica de los servicios de telecomunicaciones, para presentar conclusiones sobre el valor esperado de las líneas de los servicios y deducir tendencias para planear y realizar estudios más profundos y específicos para los siguientes años. En este sentido, las variables pronosticadas fueron sometidas a diversas metodologías, tanto tradicionales como de vanguardia, para estimar su valor al cierre de 2024: por un lado, la técnica de series de tiempo de Box-Jenkins (1970) para modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA, por sus siglas en inglés)[5], y, por el otro, de redes neuronales artificiales. De esta manera, es posible contrastar los resultados de cada modelo y evaluar la precisión del pronóstico a través de las pruebas de los errores y pruebas *out-of-sample*. Para mayor detalle, véanse los anexos de este informe y el documento de ***Metodología para la elaboración de los Pronósticos de los Servicios de Telecomunicaciones***.

[3] Puede consultarse la información actualizada en su versión interactiva. Disponible en: https://bit.ift.org.mx

[4] Para mayor detalle: IFT (2018), *Manual de Definiciones de los Indicadores Estadísticos de Telecomunicaciones*. Disponible en: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/manualdefinicionesmarzo2018.pdf.

[5] Box, G. y Jenkins, G. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day, San Francisco.

Además de la información relativa a la naturaleza de las series de tiempo y su comportamiento histórico, resulta fundamental realizar un análisis de las tendencias globales identificadas para cada servicio y su capacidad de influir en la evolución de los servicios de telecomunicaciones, ya que son elementos que no deben pasar desapercibidos cuando se hacen valoraciones sobre el futuro de alguna variable del mercado. Ante ello, los pronósticos se acompañan de una valoración conceptual que toma en cuenta la evolución tecnológica y los patrones globales en el sector de telecomunicaciones, al reconocer que estos aspectos son únicamente indicativos y que su exposición se aborda de manera general.

Derivado de lo anterior, los pronósticos se acompañan de una breve descripción para comprender el servicio que se analiza. Adicionalmente, cada servicio incluye el panorama actual y algunas tendencias globales a manera de prospectiva, y que se complementan con los resultados de la encuesta sobre las expectativas que tienen las empresas y expertos del sector de las telecomunicaciones y del ecosistema digital[6].

Entre los resultados encontrados en este reporte destacan los siguientes:

- Las líneas del servicio móvil de acceso a Internet aumentarán aumentarán a una tasa de crecimiento anual compuesta de 6.3 % del cierre de 2022 al cierre de 2024. Ello se traduciría en que las líneas de este servicio pasarían de 119.9 millones al cierre de 2022 a 135.5 millones al cierre del 2024 (15 670 276 líneas adicionales) y en una teledensidad de 102 líneas por cada 100 personas.

- Las líneas del servicio móvil de telefonía tendrán una tasa de crecimiento anual tasa de crecimiento anual compuesta de 2.2 % del cierre de 2022 al cierre de 2024. Es decir, las líneas de este servicio pasarían de 135.9 millones a 142.1 millones (6 181 080 líneas adicionales en el periodo) y la teledensidad alcanzaría 107 líneas por cada 100 personas.

Es importante señalar que estos pronósticos son indicativos y su alcance es permitir al Instituto y a los participantes del sector analizar el comportamiento de variables básicas del sector con base en modelos de series de tiempo y algoritmos de *machine learning*. En este sentido, los pronósticos son una proyección realizada sobre supuestos razonables y aceptables que representan un escenario en el cual las tendencias actuales, posibles impactos y resultados pueden ser analizados para tomar mejores decisiones. Se trata de un punto de referencia que, aunado con otros indicadores económicos y del sector, complementa el acervo de información disponible para los participantes en el sector de telecomunicaciones, por lo que este reporte no pretende presentar un análisis de competencia económica de la estructura, conducta o desempeño en los mercados de telecomunicaciones que, como indica la literatura especializada, debe realizarse caso por caso y bajo parámetros de análisis rigurosos[7].

De igual forma, la experiencia internacional constata que entre los beneficios de realizar este tipo de ejercicios se encuentran:

- Reducir la incertidumbre de los tomadores de decisión en la industria.
- Permitir contar con información para contrastar los modelos pronosticados sobre las variables básicas del sector con los realizados por oficinas especializadas de consultoría.
- Establecer un análisis de tendencias general sobre el futuro de los accesos o líneas para los diferentes servicios de telecomunicaciones.
- Proporcionar indicios sobre la relación estadística de diversas variables y los patrones económicos potenciales a efectos de realizar análisis más profundos.

Los pronósticos aquí presentados son consistentes con las tendencias globales identificadas, toda vez que se espera que el crecimiento de los servicios móviles sea mayor en el mediano plazo, en función del despliegue de redes de nueva generación en México. Este efecto podría verse reforzado por el aumento en el uso de otras tecnologías, como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la realidad aumentada (AR), así como por el uso de servicios que utilizan las redes de telecomunicaciones como la banca móvil.

[6] Los resultados de la encuesta están disponibles en http://www.ift.org.mx/estadisticas/expectativas-de-los-servicios-de-telecomunicaciones. Destacan algunos factores relevantes para el desarrollo del sector, por ejemplo, se observa una propensión a la adopción de nuevos servicios en las ofertas comerciales basadas en transmisión de datos por Internet, despliegue de infraestructura y empaquetamiento de servicios previstos por otras empresas (p. ej. servicios de *streaming* como Netflix y HBO Max en el servicio de internet fijo).

[7] Véase: Davis, P. y Garcés, E. (2010), *Quantitative Techniques for Competition and Antitrust Analysis*, Press Princeton.

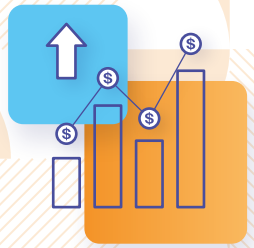
Introducción

Este reporte presenta los pronósticos de servicios de telecomunicaciones con el propósito de identificar las variables que podrían determinar sus fluctuaciones y tendencias en el mediano y largo plazo. Para ello, se realiza un análisis sistemático de la información pública disponible para explicarla a partir de su evolución histórica, la interrelación que hay entre las variables dependientes y explicativas y las expectativas de los operadores y expertos del sector de telecomunicaciones sobre el posible entorno en el que se desarrollará el sector en el corto y mediano plazos.

La importancia de realizar este tipo de ejercicios se encuentra respaldada por la experiencia internacional. En específico, entre sus beneficios se encuentran disponer de elementos para reducir la incertidumbre; contrastar los pronósticos del sector con los realizados por oficinas especializadas de consultoría; establecer un análisis de tendencias general sobre el futuro de los accesos o líneas para los diferentes servicios de telecomunicaciones, y disponer de indicios sobre la relación estadística de diversas variables y los patrones económicos potenciales a efectos de realizar análisis más profundos.

Este documento se divide en dos secciones en las que se explican los elementos tomados en cuenta para la identificación y estimación de los modelos utilizados en esta nueva edición. La primera sección incluye las tendencias internacionales y la segunda sección presenta las estimaciones obtenidas con los modelos de pronósticos para los servicios de telecomunicaciones móviles (líneas del servicio móvil de telefonía y del servicio móvil de acceso a Internet). Finalmente, los dos anexos de este trabajo incluyen el análisis estadístico y la especificación de las variables que se probaron en los modelos estimados, así como los resultados de las diversas pruebas estadísticas realizadas.

En caso de que los lectores quieran conocer a detalle cómo se construyeron los modelos de pronóstico presentes en este documento y qué técnicas se utilizaron, pueden consultar la metodología utilizada y la revisión de la literatura especializada en pronósticos para servicios de telecomunicaciones, contenida en el documento *Metodología para la elaboración de los Pronósticos de los Servicios de Telecomunicaciones*.



Las telecomunicaciones y tendencias tecnológicas en el contexto macroeconómico actual

El contexto macroeconómico actual se caracteriza, por un lado, por un aumento generalizado en el nivel de precios en México y otros países, y, por el otro, por un menor crecimiento económico. La OECD espera que en 2023 y 2024 el aumento generalizado de precios presente una trayectoria a la baja, pero que permanezca por encima de los objetivos de inflación de los bancos centrales en varias economías[8].

Durante 2023, los altos costos de los insumos, el aumento de las tasas de interés y los conflictos geopolíticos pueden tener repercusiones en los entornos económico y político. En este aspecto, la consultora PriceWaterhouseCoopers (PwC) menciona que las empresas deberán diversificar y adoptar nuevos modelos de negocio como el comercio electrónico (*e-commerce*) y el comercio rápido (*quick commerce* o *q-commerce*[9]) que están cambiando los enfoques tradicionales de comercialización[10].

Por su parte, en el sector tecnológico continúa la carrera tecnológica entre Estados Unidos y China en áreas como la IA, los chips y las tecnologías cuánticas. En cuanto a la IA, aunque esta tecnología podría ser objeto de inversiones cada vez mayores, su desarrollo deberá enfrentar desafíos geopolíticos y regulatorios. En cuanto a la regulación de la IA, la Unión Europea (UE) está preparando un proyecto que adopta un enfoque de la tecnología basado en el riesgo para la IA, una directiva de responsabilidad de la IA enfocado a las empresas y no a los usuarios[11], así como la reciente aprobación de la primera Ley de IA que, ante el rápido desarrollo tecnológico, tiene como objetivo garantizar la seguridad de los sistemas de IA utilizados en la UE.

En el mercado europeo, el gasto en tecnologías de la información y comunicación (TIC) es probable que crezca un 2.8 % de 2022 a 2023 en términos constantes, al alcanzar 1 184.5 miles de millones de dólares. A pesar del entorno macroeconómico, las inversiones en *software* y servicios seguirán creciendo y las migraciones a la nube, desarrollos de IA y aplicaciones de inteligencia de negocios (*business intelligence*) se acelerarán, ya que muchas empresas intentarán mitigar los efectos adversos de una recesión. Asimismo, las empresas europeas contemplan aumentar las inversiones en soluciones de seguridad, debido a la intensificación de los ciberataques y las regulaciones emergentes[12]. Sin embargo, un aspecto que puede afectar las inversiones es que durante 2024 continúen las dificultades con ciertos elementos, como los microchips, que son necesarios para fabricar dispositivos de comunicación[13].

[8] OECD (2023), *OECD Economic Outlook, Interim Report September 2023*. Página (5). Disponible en: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-outlook/volume-2023/issue-1_1f628002-en.

[9] Comercio rápido se refiere al término de aquellas empresas, generalmente de productos de conveniencia o de consumo inmediato, que realizan entregas a domicilio casi inmediatas, como la entrega de alimentos. Para más información visite: https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-q-commerce-e-commerce/.

[10] GlobalData (2023), *Macroeconomic Outlook Report: Global (Q3 2023 Update)*. Página (23). Disponible en: https://technology.globaldata.com/Analysis/details/macroeconomic-outlook-report-global-q3--2023-update,

[11] EIU (2023), *Technology and telecoms outlook 2024. The battle for digital supremacy*. Página (2-3). Disponible en: https://pages.eiu.com/rs/753-RIQ-438/images/Telecoms-report-V5.pdf?mkt_tok=NzUzLVJJUS00MzgAAAGPSpJaNMJ2NV1o7ttuyKqDTbmhEOliJof0Kaxv-Js42M_ck-k9jIg41othwppz7Fx7cI2b0yJFID_unBpIXHpiC7ggrL8cQVOHKqy9jxxxNyLKag.

[12] IDC (2023), *European ICT Spending Will Remain Resilient in 2023, with Channel Partners Taking Around One Third of the Total Market Through 2026*. Disponible en: https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prEUR250580423.

[13] Telefónica (2023), *Crisis de los microchips: causas y proyección*. Disponible en: https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/noticias/crisis-de-los-microchips-causas-y-proyeccion/

Otro tema relevante que puede impactar en el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones es la expansión del metaverso en cuanto a su valor económico y número de usuarios. Según datos del portal de estadística Statista, alcanzará un valor de mercado de 56 600 millones de dólares (más de 989 000 millones de pesos) en 2023, con una proyección de 507 800 millones de dólares (más de 8 billones de pesos) en 2030, lo que significa una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 36.80 % de 2023 a 2030. Esto podría representar un total de 2 633 millones de usuarios y un valor promedio por usuario (ARPU) de 71 dólares (más de 1000 pesos). Además, otros factores que se relacionan e impactan en el crecimiento del metaverso incluyen la realidad virtual y aumentada, la IA, el *blockchain*, el 5G y el *edge computing*, los juegos, la personalización y la orientación de experiencias a usuarios individuales, el uso de monedas virtuales y el comercio electrónico[14].

En cuanto a la industria de las telecomunicaciones, a medida que continúa la transición a 5G y a nuevos estándares tecnológicos, las empresas de telecomunicaciones podrían invertir 342 100 millones de dólares (más de 5 billones de pesos) en sus redes para 2027. Esto debido al crecimiento del gasto en telecomunicaciones impulsado por operadores en Estados Unidos, Europa y Japón, que están implementando 5G, expandiendo infraestructura de fibra óptica, migrando sistemas a la nube y explorando soluciones de red mediante código abierto[15].

En este contexto, podría haber un cambio en el costo de los servicios de telecomunicaciones al considerar los incrementos en los servicios de manera general en las economías en el mundo. La consultora GlobalData señala que en Estados Unidos la inflación alcanzó sus niveles más altos en cuatro décadas y el costo de los servicios de comunicaciones móviles también aumentó. Si bien, este es un mercado que se caracteriza por precios competitivos, los operadores tradicionales decidieron aumentar el precio de sus planes individuales y multilínea, mientras que los operadores móviles virtuales (OMV) optaron por una estrategia consistente en ofrecer a sus usuarios un mayor consumo de datos[16].

A pesar de lo anterior, el segmento móvil de las telecomunicaciones experimentó un crecimiento en los últimos años. En 2022, de acuerdo con datos de la asociación GSMA, las tecnologías y servicios móviles generaron el 5 % del PIB mundial, una contribución que ascendió a 5.2 miles de millones de dólares (más de 87 000 millones de pesos) de valor económico agregado y contribuyó a generar 28 millones de empleos en todo el ecosistema móvil. Para 2030, el 54 % de las conexiones móviles totales (equivalente a 5 300 millones) podrían estar conectadas a redes de 5G y aportar casi 1 000 millones de dólares (más de 17 000 millones de pesos) a la economía global[17].

En América Latina, de acuerdo con datos de GlobalData, el mercado de comunicaciones móviles generó ingresos por 56 800 millones de dólares (más de 992 000 millones de pesos) en 2021, los cuales podrían expandirse a una CAGR del 5.2 % hasta 2026. Este crecimiento sería impulsado por la demanda de datos móviles y por el crecimiento de suscripciones máquina a máquina (M2M) o IoT, que GlobalData estimó que al final de 2021 llegaron a los 60.5 millones y que representaron el 7.7 % del total de suscripciones móviles en la región[18].

[14] Statista (2023), *Metaverse – Worldwide*. Disponible en: https://www.statista.com/outlook/amo/metaverse/worldwide#market-size

[15] PwC (2023), *Perspectives from the Global Telecom Outlook 2023–2027. The future on the line*. Disponible en: https://www.pwc.com/gx/en/industries/tmt/telecom-outlook-perspectives.html.

[16] GlobalData (2022), *Inflationary Pressures Expose How Little Pricing Power US Mobile Operators Really Have*. Disponible en: https://technology.globaldata.com/Analysis/details/Inflationary-Pressures-Expose-How-Little-Pricing-Power-US-Mobile-Operators-Really-Have127263.

[17] GSMA (2023), *The Mobile Economy 2023*. Página (5). Disponible en: https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2023/03/270223-The-Mobile-Economy-2023.pdf.

[18] GlobalData (2022), *Forecast Trends Report: Mobile, Q1 2022*. Disponible en: https://technology.globaldata.com/Analysis/details/Forecast-Trends-Report-Mobile-Q1-2022127049.

En México, al cuarto trimestre de 2022, los operadores de telecomunicaciones en conjunto reportaron ingresos por 458 240 millones de pesos (más de 26 200 millones de dólares), lo que representó una reducción de 3.1 % en relación con 2021. Al segmentar la información de ingresos entre los principales operadores que ofrecen servicios móviles (Telcel, Telefónica y AT&T), estos tuvieron ingresos reales acumulados de 259 636 millones de pesos (más de 14 000 millones de dólares) en 2022, 1.4 % menos en comparación con 2021[19].

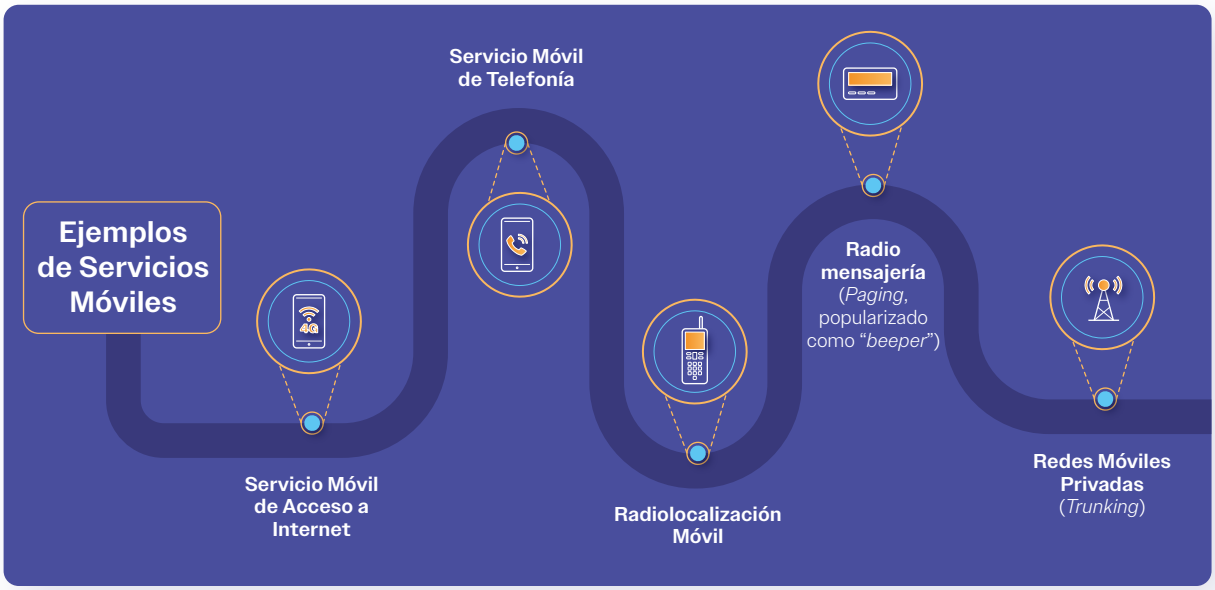
Los nuevos servicios digitales, que requieren de la conectividad que proveen las redes de telecomunicaciones, ofrecen nuevas oportunidades para los operadores a pesar del contexto macroeconómico de incremento de precios. Estos operadores, en un número cada vez mayor, están instrumentando nuevas acciones para incorporar nuevas fuentes potenciales de ingresos en los diferentes segmentos del mercado.

A continuación se presentan las tendencias globales que pueden influir en el sector de telecomunicaciones y la presentación de los pronósticos para los servicios móviles en México.

[19] IFT (2023), *Nota técnica: Indicadores de los sectores de Telecomunicaciones y Radiodifusión al 4T 2022*. Páginas (6-7). Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/notatecnica4t2022.pdf.

Pronósticos de los servicios móviles de telecomunicaciones

¿Qué es un servicio móvil?



De acuerdo con la Sección III, Artículo 1.19, del Reglamento de Radio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)[20], **el servicio de radiocomunicación es definido como un servicio que involucra la transmisión, emisión y recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación**. Los servicios se consideran móviles cuando se realizan entre estaciones móviles y estaciones terrenas o únicamente entre estaciones móviles; es decir, cuando el emisor, el receptor o alguno de los dos se encuentran en movimiento. En el caso de los sistemas de telecomunicaciones, la comunicación móvil se refiere al tipo de enlace entre la red del proveedor de servicios y el usuario, esto basado en técnicas de transmisión de radio que permiten la **movilidad del usuario**.

[20] ITU (2016), *Reglamento de Radiocomunicaciones*. Página (8). Disponible en: https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2020/es.

Servicios móviles: tendencias globales

La demanda de conectividad continúa creciendo y genera diferentes implicaciones para los actores que forman parte del sector de telecomunicaciones. Por un lado, los proveedores de servicios se ven obligados a establecer precios más altos para atender la necesidad de acelerar la implementación de infraestructura. Por el otro, aunque para los consumidores la conectividad es importante para sus actividades, suelen tener presupuestos definidos para los servicios de telecomunicaciones que pueden limitar sus opciones. En este sentido, los servicios podrían empaquetarse (por ejemplo, el acceso a Internet móvil y residencial a través de diferentes opciones de conectividad como fibra y acceso fijo inalámbrico 5G o 5G FWA) y asociarse con servicios de entretenimiento para así ofrecer opciones atractivas para los consumidores[21].

Sin embargo, entender cómo se alcanzaría el equilibrio entre las necesidades de los proveedores de servicio y los clientes requiere realizar un análisis de diversas tendencias de mercado que tenga en cuenta las condiciones en que se desarrollan los mercados, para así identificar las prioridades de inversión dentro del sector.

Redes de nueva generación

Los proveedores de servicios continúan implementando 5G en medio de la situación actual de la economía global y de incertidumbres geopolíticas. En el primer trimestre de 2023, el total de suscripciones 5G a nivel mundial alcanzó los 1 100 millones. Además, en todo el mundo, existen alrededor de 240 operadores que ya empezaron a ofertar servicios comerciales 5G, y alrededor de 35 implementaron redes 5G independiente (*standalone*, SA)[22].

Un estudio de la compañía Ericsson realizado por la consultora Analysys Mason analizó los costos y beneficios de 5G en 15 países emergentes, incluido México, con tres escenarios estimados para el despliegue de estas redes. El estudio tiene como objetivo cuantificar el costo y el alcance de la cobertura 5G que probablemente se proporcionaría mediante el despliegue comercial de 5G al utilizar las bandas 5G disponibles, es decir, banda baja, banda media y onda milimétrica (mmWave), durante el periodo de 2020 a 2035. También, busca cuantificar la inversión adicional necesaria para ampliar la huella de 5G de banda baja y lograr una cobertura geográfica más amplia y los beneficios económicos que trae la expansión de la cobertura 5G.

Los resultados de la estimación muestran que implementar 5G costará entre 3 000 y 8 000 millones de dólares (entre 52 000 millones y 139 000 millones de pesos, aproximadamente) por país, con una inversión adicional necesaria para ampliar la cobertura de entre el 20 % y el 35 %. La mayoría de los países generaría beneficios económicos generales de tres a siete veces más que el costo adicional de ampliar la cobertura. En términos de beneficios a los consumidores, se estima un excedente del consumidor por un total de entre 1 000 y 10 000 millones de dólares (entre 17 000 millones y 174 000 millones de pesos, aproximadamente) por país, y que la expansión de la cobertura generaría entre un 20 % y un 30 % de excedente del consumidor adicional. Para el caso de México, se calculan costos de 2.4 miles de millones de dólares (más de 34 000 millones de pesos) y beneficios de 15 000 millones de dólares (más de 262 000 millones de dólares)[23].

[21] Deloitte (2023), *2023 telecom industry outlook*. Página (3). Disponible en: https://www2.deloitte.com/us/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/telecommunications-industry-outlook.html.

[22] Ericsson (2023), *Mobility Report June 2023*. Página (4). Disponible en: https://www.ericsson.com/49dd9d/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2023/ericsson-mobility-report-june-2023.pdf.

[23] Analysis Mason (2022), *Future value of mobile in emerging markets*. Disponible en: https://www.ericsson.com/4ad706/assets/local/reports-papers/further-insights/doc/5g-rollout-study-report.pdf.

Para América Latina la adopción de 5G será lenta, aunada a las condiciones macroeconómicas de la región. A finales de 2022, Ericsson estimó que existían alrededor de 7 millones de suscripciones a 5G, y espera que para 2028 el 42 % de las suscripciones móviles en la región utilicen estas redes. En la actualidad, 4G es la tecnología dominante en la región y representa el 74 % de las suscripciones a finales de 2022. En contraste, las suscripciones a 3G disminuyen a medida que los usuarios migran a 4G y 5G , por otro lado, el apagar las redes 3G en los próximos dos años permitirá reutilizar el espectro para implementar 4G[24].

Aunque las redes 5G continúan desplegándose a nivel mundial, desde 2019 hay algunas investigaciones sobre las redes 6G, que son la siguiente generación de comunicaciones móviles. Esta nueva tecnología estaría disponible para su implementación comercial a partir de 2030 y generaría diversos beneficios para la sociedad como el aprendizaje automático y la IA en las ciudades inteligentes, mientras que en la industria 4.0 desempeñaría un papel clave[25].

Internet de las cosas (IoT)

En 2022 el mercado mundial de servicios de telecomunicaciones de IoT estaba valorado en 13 200 millones de dólares (más de 230 000 millones de pesos) y en 2031 podría alcanzar los 254 200 millones de dólares (más de 4 billones de pesos), con una CAGR del 31.1 % entre 2022 y 2031[26]. Por su parte, IoT Analytics menciona que las empresas de telecomunicaciones obtuvieron 11 000 millones de dólares (más de 192 000 millones de pesos) en ingresos por servicios de conectividad celular de IoT en 2022, lo que representó un crecimiento del 15 % respecto de 2021, debido a las implementaciones de 5G IoT y de las redes 4G LTE, LTE Cat1.bis y *low-power wide-area network* (LPWA). Lo anterior a pesar de las distintas afectaciones que ha tenido el mercado por la escasez de chips durante el primer trimestre de 2023.

De acuerdo con datos de PwC la adopción de dispositivos de IoT aumentará de 16 400 millones en 2022 a 25 100 millones en 2027, lo que se traduce en conectar tres dispositivos por cada ser humano en el planeta[27]. En cuanto a las tecnologías utilizadas para conectar los dispositivos IoT, las tecnologías de IoT masivo como NB-IoT y Cat-M han ganado relevancia, debido a que admiten casos de uso en áreas amplias que involucran una gran cantidad de dispositivos sencillos y con baterías de larga duración.

Ericsson estima que el número de dispositivos conectados de IoT por NB-IoT y Cat-M alcanzó casi 500 millones a finales de 2022 y que los dispositivos IoT conectados a través de 2G y 3G presentarán un descenso lento con una tasa de crecimiento anual negativa de alrededor del 20 % hasta 2028. En contraste, el IoT de banda ancha (4G y 5G) alcanzó 1 300 millones de conexiones en 2022 y estima que sea la tecnología que conecte la mayor parte de todos los dispositivos de IoT. Para finales de 2028, Ericsson pronostica que casi el 60 % de las conexiones celulares de IoT serán mediante IoT de banda ancha y la mayoría se conectará mediante 4G[28].

Otro aspecto relevante es la integración del IoT con el metaverso. Las encuestas globales sugieren que hay un interés mayor en las posibles aplicaciones de esta tecnología. A través del IoT la integración de objetos físicos en entornos virtuales tiene el potencial de producir experiencias de usuario novedosas e ingeniosas en el metaverso. Los datos recopilados de los dispositivos IoT son utilizados por estas plataformas para proporcionar información en tiempo real y permitir que los espacios virtuales interactúen con el mundo real, esta integración permite a los usuarios tener una experiencia realista e inmersiva en el metaverso, puesto que pueden interactuar, trabajar y jugar. Sin embargo, la fusión de estas tecnologías también presenta algunas dificultades pues a medida que las personas se sienten más cómodas compartiendo detalles sobre sus vidas en línea, la privacidad y la seguridad se están convirtiendo en problemas apremiantes[29].

[24] Ericsson (2023), *Mobility Report June 2023*. Página (7). Disponible en: https://www.ericsson.com/49dd9d/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2023/ericsson-mobility-report-june-2023.pdf.

[25] Kaur, J. y Khan, A. (2022), *Sixth Generation (6G) Wireless Technology: An Overview, Vision, Challenges and Use Cases*. 2022 IEEE Region 10 Symposium. Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/9864388.

[26] Allied Market Research (2023), *IoT Telecom Services Market Research, 2031*. Disponible en: https://www.alliedmarketresearch.com/iot-telecom-services-market-A31745.

[27] PwC (2023), *Perspectives from the Global Telecom Outlook 2023–2027*. Página (6). Disponible en: https://www.pwc.com/gx/en/industries/entertainment-media/outlook/downloads/PwC-GTO-2023-PDF_V06.0-Accessible.pdf

[28] Ericsson (2023), *Ericsson Mobility Report. June 2023*. Página (11). Disponible en: https://www.ericsson.com/49dd9d/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2023/ericsson-mobility-report-june-2023.pdf.

[29] Asif, R., y Syed, R. H. (2023), *Exploring the confluence of IoT and metaverse: Future opportunities and challenges*. Disponible en: https://doi.org/10.3390/iot4030018.

En términos generales, para incrementar la adopción de estas soluciones es necesario que el ecosistema de IoT (empresas de telecomunicaciones, proveedores de *software* y nube, e integradores de sistemas y negocios) desarrolle soluciones efectivas y escalables para sus clientes.

El informe *Metaverse Market: Global Forecast 2022* señala que la mayoría de las aplicaciones de usuario que involucre los dispositivos IoT y el metaverso se encuentra dentro de la industria de los videojuegos y podría alcanzar un valor de 243 000 millones de dólares para 2025, al crecer a una CAGR del 9.3 % de 2022 a 2025[30]. Existen otras aplicaciones potenciales para el metaverso más allá de los juegos y el entretenimiento, por ejemplo, una se encuentra en el campo de la educación y la formación, en el que mediante la creación de escenarios simulados del mundo real el metaverso puede proporcionar capacitación práctica y un aprendizaje más interactivo y atractivo.

OpenRAN

Las interfaces de red de acceso de radio abierto (*open radio access network*, OpenRAN) combinan *hardware* y *software* interoperables de varios proveedores, lo que mejora el rendimiento de la red, una comercialización acelerada de nuevos servicios y funciones, redes más flexibles y ágiles, y eficiencias en el gasto de capital (*capex*) y en los gastos operacionales (*opex*)[31].

Con la OpenRAN, los operadores móviles a nivel mundial podrán mejorar la economía de su red, lo que impulsará mayor competencia, innovación y diversidad de proveedores. En la medida que logren proporcionar mejoras tecnológicas que beneficien la gestión y la innovación de la red, mejoren la conectividad, aumenten la disponibilidad de información, servicios y capacidades digitales, los consumidores podrán beneficiarse con precios unitarios más bajos, así como una mayor adopción y uso de datos móviles y servicios[32].

El valor del mercado de OpenRAN para 2035 será de 6.63 miles de millones de dólares (más de 104 000 millones de pesos) y presentará una CAGR del 54 % en el periodo de 2023 a 2035. En el año 2022 esta industria alcanzó los 1.1 miles de millones de dólares (más de 17 000 millones de pesos), debido al aumento de la demanda por Internet de alta velocidad y las nuevas aplicaciones que requieren una gran cantidad de datos, como los vehículos autónomos, la realidad aumentada y la telemedicina,[33] y para 2027-2028, la OpenRAN podría superar al mercado de RAN heredado[34].

Cabe señalar que existe la preocupación sobre la eficiencia energética de las redes, sobre todo la sostenibilidad a largo plazo y el aumento reciente de los precios de la electricidad. No obstante, el apagado de las redes 2G y 3G, podrían tener un impacto positivo en el medioambiente. Otras iniciativas como el uso de energías renovables, el reciclaje y la compensación de emisiones de carbono también podrían contribuir a atender este tema[35].

[30] Asif, R., y Syed, R. H. (2023), *Exploring the Confluence of IoT and Metaverse: Future Opportunities and Challenges*. Página (4-5). Disponible en: https://doi.org/10.3390/iot4030018.

[31] Nokia (2021), *We are enabling a robust 5G ecosystem through our investment in Open RAN and Cloud RAN*. Disponible en: https://www.nokia.com/networks/radio-access-networks/open-ran/.

[32] Abecassis, David, et al. (2021), The *Economic Impact Of Open And Disaggregated Technologies And The Role Of Tip*. Pág. (37) Disponible en: https://www.analysysmason.com/contentassets/0ad915ac7078495fb1a5c81ce739d0aa/analysys-mason---the-economic-impact-of-open-and-disaggregated-technologies-and-the-role-of-tip-full-report---2021-05-19.pdf.

[33] Research Nester (2023), *Open Radio Access Network (O-RAN) Market Size & Share*. Disponible en: https://www.researchnester.com/reports/open-radio-access-network-market/2781.

[34] Wypiór, D., Klinkowski, M., & Michalski, I. (2022), *Open RAN—Radio access network evolution, benefits and market trends*. Página (15). Disponible en: https://doi.org/10.3390/app12010408.

[35] OMDIA (2022), *2023 Trends to Watch: Radio Access Networks (RAN)*. Página (7). Disponible en: https://omdia.tech.informa.com/OM026411/2023-Trends-to-Watch-Radio-Access-Networks-RAN

Inteligencia artificial (IA)

La IA se ha incorporado en los procesos de producción, en el transporte, incluso en los contenidos audiovisuales que se consumen. También puede contribuir con las redes de telecomunicaciones, que están sujetas a requerimientos cada vez mayores, desde mejorar el rendimiento y la capacidad, hasta reducir el consumo de energía, además de ofrecer una mejor experiencia de servicio para los usuarios[36].

Aunque la IA en el sector de telecomunicaciones está más orientada al uso de algoritmos para analizar *big data* (como el consumo de datos, el registro de llamadas y el uso de aplicaciones), también se utiliza para detectar fallas en la red, seguridad de la red, optimización de la red y ofrecer asistencia virtual a los usuarios. El tamaño del mercado mundial de IA en las telecomunicaciones se valoró en 1 200 millones de dólares (más de 20 000 millones de pesos) en 2021 y podría alcanzar los 38 800 millones de dólares (más de 664 000 millones de pesos) en 2031, lo que representaría una CAGR de 41.4 % de 2022 a 2031[37].

En la actualidad, la IA recibe críticas relacionadas con su capacidad de imitar o reemplazar por completo a un ser humano, sobre todo en resolver algún problema matemático mediante un algoritmo adecuado (aunque los sistemas artificiales deben ser programados de modo tal que puedan resolverlo)[38]. Por ejemplo, la *startup* o empresa emergente *DoNotPay* puso a disposición del público en general documentos que ayudan a las personas a apelar multas de estacionamiento o a solicitar reembolsos a las aerolíneas; incluso esta *startup* ya creó un *bot* que utiliza ChatGPT y la tecnología *generative pretrained transformer* de OpenAI y puso en el mercado el primer robot abogado del mundo para llevar dos casos de multas por exceso de velocidad ante los tribunales en Estados Unidos[39].

El operador de Tailandia AIS ha aplicado distintas herramientas de IA. Por un lado, entre 2018 y 2020 implementó más de 1000 reglas automatizadas en sus sistemas, lo que aumentó la eficiencia de su atención al cliente (*front office*) en un 25 %. Por el otro, entre 2021 y 2022 aplicó un algoritmo de análisis de impacto en el servicio, que redujo los costos operativos y aumentó la eficiencia de atención al cliente en un 10 % adicional[40].

Servicios de banca móvil

El acceso a los servicios financieros desde los teléfonos inteligentes (*smartphones*) es una práctica que aumentó a raíz de la pandemia de COVID-19. Este mayor uso estuvo acompañado con mejoras en los procesos de identificación y manejo de datos. En algunos años podría rastrearse la identidad digital y las transacciones de manera casi instantánea[41]. En este sentido, el uso de la IA en conjunto con el *machine learning* mejorarían la autenticación del cliente y facilitarían la capacidad de los bancos para hacer recomendaciones en tiempo real a sus clientes con base en su perfil de usuario dentro del banco[42].

En la medida en que hay más usuarios de *smartphones* y de suscriptores de banca móvil, más bancos se enfocan en las transacciones móviles de los clientes y están en posibilidades de fortalecer sus posiciones en el mercado. En específico, la banca móvil ayuda a los bancos a mapear, registrar y estudiar las transacciones financieras de los clientes, así como su comportamiento, a partir de lo cual pueden brindan servicios personalizados a fin de retener clientes o ampliar la base de sus clientes.

[36] Ericsson (2023), *How is intelligence transforming telecom? Five benefits that reveal the full value of AI*. Disponible en: https://www.ericsson.com/en/blog/2023/3/value-of-ai-for-telecom-networks.

[37] Allied Market Research (2023), *AI in Telecommunication Market 2023*. Disponible en: https://www.alliedmarketresearch.com/ai-in-telecommunication-market-A09352.

[38] Rebollo, L. (2023), *Inteligencia artificial y derechos fundamentales*. Página (25). Disponible en https://elibro.net/es/ereader/anahuac/232079?page=25.

[39] USA Today (2023), *DoNotPay says it's pivoting from plans to argue speeding tickets in court with AI*. Disponible en: https://www.usatoday.com/story/tech/2023/01/09/first-ai-robot-lawyer-donotpay/11018060002/.

[40] TMFORUM (2023), *AIS Thailand transforms from telco to "Cognitive Tech-Co"*. Página (3). Disponible: https://inform.tmforum.org/research-and-analysis/case-studies/ais-thailands-journey-from-telco-to-cognitive-tech-co

[41] Finanzzas (2020), *Tendencias en los servicios de banca móvil para 2021*. Disponible en: https://www.finanzzas.com/tendencias-en-los-servicios-de-banca-movil-para-2021.

[42] Intel (s/f), *Banking on the Future: Mobile Is Driving Innovation*. Disponible en: https://www.intel.com/content/www/us/en/financial-services-it/article/banking-on-the-future.html.

Por lo anterior, la banca móvil está creciendo en varias regiones que cuentan con una alta densidad de población insuficientemente bancarizada. Estas regiones carecen de infraestructura física para ofrecer servicios bancarios tradicionales, como sucursales o cajeros automáticos, pero pueden aprovechar el avance tecnológico y el auge del mercado de los teléfonos inteligentes. De esta manera, la banca móvil está ganando impulso en países y regiones en desarrollo como India, Bangladesh, China, partes de América Latina y África, en contraste con países con mayor nivel de desarrollo como el Reino Unido, Alemania, Australia y Francia[43].

El tamaño del mercado de banca móvil se valoró en 941 000 millones de dólares (más de 16 billones de pesos) en 2022. Se estima que la industria del mercado de banca móvil crecerá de $1.3 miles de millones de dólares en 2023 a $3.47 miles de millones de dólares en 2030, lo que se traduce en una CAGR del 15.06 %. Los sistemas de banca móvil permitirán a los usuarios aprovechar diversos servicios financieros y bancarios mediante dispositivos de telecomunicaciones. Estos servicios van desde simples operaciones bancarias por SMS hasta complejos procedimientos de acceso a la información, soporte, contenido y servicios de inversión, incluidos los sectores personal y empresarial, y transacciones monetarias[44].

Realidad aumentada (AR)

La AR es la integración de información digital con el entorno del usuario en tiempo real, lo que es diferente a la realidad virtual (VR) que consiste en crear un entorno totalmente artificial en el que los usuarios experimentan un entorno del mundo real con información perceptiva generada superpuesta. La AR cambia visualmente los entornos naturales de alguna manera para proporcionar información adicional a los usuarios como elementos visuales, de sonido y sensoriales, para lo que requiere un dispositivo como un teléfono inteligente y también componentes de *hardware* como un procesador, sensores, una pantalla y dispositivos de entrada[45].

Con el despliegue de las redes 5G, la cantidad de tráfico de datos que se podría desplazar en las redes móviles incrementarían sustancialmente, lo que, aunado a la velocidad y la baja latencia, crean las condiciones adecuadas para que tecnologías como la AR sean más accesibles para todos los usuarios.

La AR en combinación con otras tecnologías disponibles, como las redes 5G y la IA, también puede tener aplicaciones en el sector de las telecomunicaciones. Esta combinación puede ayudar a los encargados del despliegue a visualizar en 3D obras de construcción, a los técnicos de servicio de telecomunicaciones a conectarse en tiempo real con expertos en sitios remotos para obtener ayuda, y a los usuarios a visualizarse como un holograma 3D al momento de hacer una llamada o enviar un mensaje[46].

Se prevé que el tamaño del mercado de la realidad virtual alcance los 20 900 millones de dólares (más de 365 000 millones de pesos) para 2025, con una tasa compuesta anual del 27.9 % durante el período previsto. Asimismo, se espera que la AR/VR lidere el mercado de realidad virtual para 2025 debido a la alta demanda de dispositivos de realidad virtual en la región y al surgimiento de fabricantes locales en China que ofrecen dispositivos de realidad virtual a bajo costo, lo que generará un crecimiento a ritmo elevado en sectores como el de la salud, el comercial y el de consumo dentro de la región[47].

[43] Market Research Future (2023), *Mobile banking market growth: Share, trend, segmentation and forecast 2023*. Disponible en: https://www.marketresearchfuture.com/reports/mobile-banking-market-2906

[44] Market Research Future (2023), *Mobile banking market growth: Share, trend, segmentation and forecast 2023*. Disponible en: https://www.marketresearchfuture.com/reports/mobile-banking-market-2906.

[45] USA TODAY (2022), *DoNotPay says it's pivoting from plans to argue speeding tickets in court with AI*. Disponible en: https://www.usatoday.com/story/tech/2023/01/09/first-ai-robot-lawyer-donotpay/11018060002/

[46] Forbes (2023), *How Augmented Reality (AR) And 5G Could Impact Telecommunications*. Disponible en: https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/04/06/how-augmented-reality-ar-and-5g-could-impact-telecommunications/?sh=6c7ec9045c3b.

[47] Markets and Markets (2020), *Virtual Reality Market. Global Forecast 2025*. Disponible en: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/reality-applications-market-458.html#:~:text=The%20virtual%20reality%20market%20is,27.9%25%20from%202020%20to%202025

Uso de la tecnología e-SIM

SIM es la abreviatura de *subscriber identity module*, que es un identificador único dentro de cada dispositivo celular que permite a los proveedores de servicios inalámbricos conocer el número de teléfono asignado al usuario. La e-SIM es una tarjeta SIM electrónica que viene integrada directamente en los dispositivos, es reprogramable y admite múltiples perfiles, además de que se puede activar con el plan de datos celulares sin necesidad de usar una tarjeta SIM física[48], lo que, entre otras cosas, podrá acelerar el proceso de portabilidad, contar con la opción de tener multiSIM y aprovechar la posibilidad de contratar tarifas locales de *roaming* en el extranjero.

Esto puede realizarse en aplicaciones donde se obtienen datos mediante dispositivos M2M o IoT, que generalmente están conectados por medios inalámbricos y son propensos a situaciones inesperadas como condiciones climáticas desfavorables, falta de disponibilidad de la red, etcétera. La incorporación de e-SIM a estos aplicativos puede ayudar a eliminar los problemas mencionados, por ejemplo, se podría elegir algún perfil disponible para conectarse e incluso se eliminaría la intervención humana para esta selección[49].

Esta tecnología se considera como un importante facilitador de implementaciones de IoT en sectores verticales. Una investigación de GSMA muestra que el 83 % de las empresas consideran que la e-SIM es una tecnología importante para lograr el éxito en sus implementaciones de IoT, siendo la mejor seguridad y escalabilidad los principales beneficios de la e-SIM. Para 2023, esta tecnología se adoptaría en medidores inteligentes, redes inteligentes, seguimiento de activos, ciudades inteligentes y en redes privadas[50]. El mercado mundial de e-SIM, estimado en 664.7 millones de dólares (más de 11 000 millones de pesos) en el año 2022, alcanzaría un tamaño de 5 100 millones de dólares (más de 89 000 millones de pesos) en 2030, lo que implicaría que crezca a una tasa compuesta anual del 29.1 % de 2022 a 2030[51].

+ Panorama actual

En México, las líneas del servicio móvil de telefonía presentaron una tasa de crecimiento anual compuesta de 2.72 % entre 2013 y 2022, que fue acompañada por la reducción en los precios del servicio de 46 % y ofertas que incluyen llamadas ilimitadas y SMS, cuya base de suscriptores se concentra en el esquema de prepago (84.1 % del total de líneas móviles para el 2022)[52]. De diciembre de 2013 a diciembre de 2022, las líneas del servicio de telefonía móvil en México incrementaron en a 29.2 millones. Algunos factores que explican este crecimiento son la entrada de nuevos competidores (por ejemplo, OMV), la creciente adopción de teléfonos inteligentes y la oferta de servicios empaquetados con una mayor bolsa de minutos y megabytes (MB).

[48] FCC (2023), *eSIM Cards FAQ*. Disponible en: https://www.fcc.gov/consumers/guides/esim-cards-faq

[49] Krishna, S., Mondal, B. y Thatte, S. (2020), *eSIM on IoT: An Innovative Approach Towards Connectivity*. Página (2). Disponible en: https://www.ijert.org/research/esim-on-iot-an-innovative-approach-towards-connectivity-IJERTCONV8IS05053.pdf.

[50] GSMA (2023), *Global Mobile Trends 2023 Navigating an uncertain world*. Página (76). Disponible en: https://data.gsmaintelligence.com/research/research/research-2023/global-mobile-trends-2023.

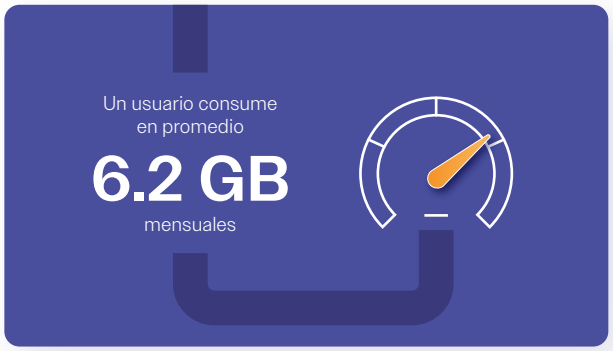
[51] Research and markets (2023), *eSIM market*. Disponible en: https://www.researchandmarkets.com/reports/4804744/esim-global-strategic-business-report?utm_source=BW&utm_medium=PressRelease&utm_code=rvp79z&utm_campaign=1285039+-+eSIM+-+Global+Market+Analysis%2c+Trends%2c+and+Forecasts+to+2025&utm_exec=joca220prd.

[52] IFT (2023), *Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT)*. Disponible en: https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/.

En México también aumentó el número de usuarios de teléfonos celulares y la adopción de teléfonos inteligentes. Los datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (Endutih)[53] indican que en 2015 había 76.4 millones de usuarios de teléfono celular móvil, de los cuales el 65.1 % tenía un teléfono inteligente; el 33.8% tenía un celular común, y el 1.2 % contaba con ambos. Para 2022, el número de usuarios de teléfono celular móvil aumentó a 93.8 millones; los usuarios que tenían un teléfono inteligente representaron el 94.6 %; los que tenían un celular común solo representaron el 0.5 %, y aquellos que tenían un teléfono inteligente y otro celular común representan el 0.2 %.

En cuanto a los esquemas de pago de telefonía móvil, en 2022 el 80 % de los planes de pospago ofertan minutos de voz y SMS ilimitados[54] y una canasta de MB dependiendo el monto de pago. Por su parte, para los planes de prepago, el 43 % incluye una canasta de servicios de minutos de voz, SMS o MB para uso de redes sociales a partir de un monto definido de recarga y el 57 % restante se considera de consumo bajo demanda[55].

Las líneas del servicio móvil de acceso a Internet pasaron de 34.6 millones en 2013 a 119.9 millones en el cuarto trimestre de 2022. El 84.2 % del tráfico total de datos cursados por este medio utiliza la tecnología 4G[56], debido a la cobertura de las redes 4G/LTE (89.4 % a nivel nacional[57]) y a las velocidades que demanda el uso intensivo de datos móviles para servicios innovadores y cada vez más utilizados, como los servicios *over-the-top* (OTT) de video (de transmisión libre) y audio streaming (de transmisión en directo).



El tráfico total gestionado por las redes móviles alcanzó 721.6 petabytes (PB) en 2022[58]; una línea consume en promedio 6.2 gigabytes (GB) mensuales[59] y la tendencia es que siga aumentando. Si se considera que un video de cinco minutos en YouTube con una resolución de 1080p (también conocida como *full HD*) equivale a 13.6 MB de consumo[60], entonces el consumo mensual promedio equivale a 456 videos con estas características; es decir, 15 videos diarios.

[53] INEGI (2023), *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2022* Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/#tabulados

[54] IFT (2023), *Reporte de Evolución de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Móviles, 2020-2022*. Página (11). Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/usuarios-y-audiencias/evolucionmovil20202022.pdf.

[55] IFT (2023), *Reporte de Evolución de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Móviles, 2020-2022*. Página (20). Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/usuarios-y-audiencias/evolucionmovil20202022.pdf.

[56] IFT (2023), *Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT)*. Disponible en: https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/.

[57] IFT (2022), *Comportamiento de los Indicadores de Mercado y la Economía Digital 2022*. Página (26,31). Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/indicadores_2021_v180523.pdf.

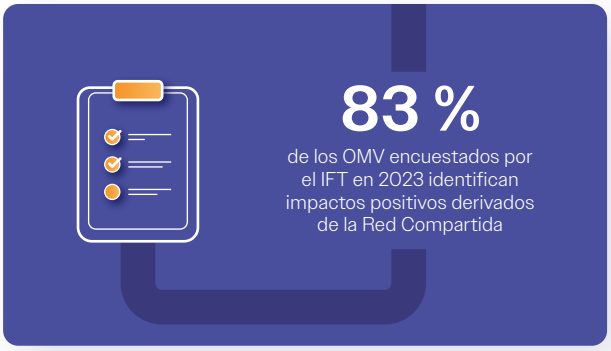
[58] IFT (2023), *Banco de Información de Telecomunicaciones*. Disponible en: https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/.

[59] IFT (2023), *Nota técnica de Indicadores de los sectores de Telecomunicaciones y Radiodifusión al 4T 2022*. Página (18). Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/notatecnica4t20221.pdf.

[60] IFT (2016), *¿Cuántos datos consumes en tu celular?* Disponible en: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/consumo-datos.pdf

El número de líneas del servicio móvil de acceso a Internet podría aumentar en el corto plazo debido al avance en el despliegue por parte de la Red Compartida Mayorista, que a octubre de 2022 cubría el 70.73 % de la población a nivel nacional[61].

En este sentido, de acuerdo con la *Cuarta Encuesta Dirigida a los Operadores Móviles Virtuales en México en 2023*[62], el 83 % de los entrevistados identifican impactos positivos derivados de la Red Compartida Mayorista a cargo de Altán Redes. Esto puede generar cambios positivos, derivados de una mayor competencia en el mercado de líneas móviles a Internet con nuevas ofertas de conectividad. Asimismo, el número de operadores que ofrece el servicio bajo la Red Compartida podría catalizar el incremento del número de líneas, ya que, de acuerdo con los datos de Altán, en la actualidad atiende a 119 operadores[63].



En cuanto al uso de Internet móvil, GSMA ha dado seguimiento al uso de este servicio durante los confinamientos por la pandemia de COVID-19 cuando se registró un aumento significativo en el uso de dispositivos móviles para acceder a servicios educativos, información sanitaria y servicios gubernamentales, así como para solicitar empleo. Sin embargo, en 2022 reportó una disminución en el uso del Internet móvil en estas actividades, lo que probablemente reflejó el fin de las restricciones y el regreso a la interacción cara a cara; por ejemplo, en Bangladesh la proporción de usuarios de Internet móvil que acceden semanalmente a apoyo educativo a través del móvil disminuyó del 41 % al 16 %[64].

México continúa instrumentando acciones para fomentar el despliegue de nuevas tecnologías inalámbricas para servicios de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT). Por ejemplo, la Licitación IFT-10 tiene por objeto concesionar el uso, aprovechamiento y explotación comercial de bloques de espectro radioeléctrico en las bandas de 800 MHz y de 2.5 GHz, las cuales incluyen obligaciones de cobertura social[65]. Asimismo, el Programa Anual de Uso y Aprovechamiento de Bandas de Frecuencias 2022 incluyó diversas porciones de espectro para uso social que se encuentran disponibles dentro del segmento conocido como banda celular 850 MHz[66]. El IFT prevé destinar una mayor cantidad de frecuencias de espectro para cubrir la demanda de las redes de nueva generación (NGA) con 11 190 MHz de espectro radioeléctrico disponible para sistemas de quinta generación en diversas bandas[67].

[61] Altán Redes (2022), *Altán Redes concluye con éxito el proceso de Concurso Mercantil*. Disponible en: https://www.altanredes.com/altan-redes-exito-concurso-mercantil/.

[62] IFT (2023), *Análisis sobre el Mercado de Operadores Móviles Virtuales (OMV)*. Disponible: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/omvs2023.pdf.

[63] Altán Redes (2023), *Súmate a la Red. Lista de Operadores Móviles Virtuales*. Disponible en: https://www.altanredes.com/sumatealared/.

[64] GSMA (2023), *The State of Mobile Internet Connectivity 2023*. Páginas (34, 41). Disponible en: https://www.gsma.com/r/wp-content/uploads/2023/10/The-State-of-Mobile-Internet-Connectivity-Report-2023.pdf.

[65] IFT (2021), *Licitación Pública para concesionar el uso, aprovechamiento y explotación comercial de segmentos de espectro radioeléctrico disponibles en las Bandas de Frecuencias 814-824 / 859-869 MHz, 1755-1760 / 2155-2160 MHz, 1910-1915 / 1990-1995 MHz y 2500-2530 / 2620-2650 MHz para la prestación de servicios de Acceso Inalámbrico (Licitación No. IFT-10)*. Páginas (10-17). Disponible en: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/espectro-radioelectrico/telecomunicaciones/2021/1/acuerdoconvocatoriaybasesfirmadopift2012191.pdf.

[66] IFT (2021), *Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones emite el Programa Anual de Uso y Aprovechamiento de Bandas de Frecuencias 2022*. Página (25). Disponible en: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/acuerdo_mediante_el_cual_el_pleno_emite_el_programa_2022.pdf.

[67] IFT (2019), *Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación*. Página (48). Disponible en: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadelespectroradioelectricoenmexicopara5g.pdf.

En octubre de 2021, el IFT conformó el Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México para generar contribuciones que impulsen el desarrollo y despliegue de 5G en el país[68], con la que busca una acción coordinada entre el Instituto, la industria, la academia, otros entes públicos y cualquier persona interesada, para exponer las necesidades, estrategias, prospectiva y estudios de 5G. En este sentido, el IFT realizó acciones para preparar estas redes de nueva generación como reordenar la banda de 800 MHz, asignar la banda de 2.5 GHz, la consulta pública sobre el uso de la banda de 6 GHz y la identificación de más de 11 000 MHz para 5G[69].

El inicio comercial de 5G en México fue a través de las autorizaciones del IFT a los concesionarios para implementar esta tecnología en las redes con las que ya contaban. Los datos de Ericsson, presentados en el Foro Forbes Imagine Live 2023, estiman que existen 6.6 millones de suscriptores 5G en México, mientras que la consultora GlobalData espera que 5G alcance una participación de mercado del 28.5 % para 2026, a medida que los operadores implementen esta tecnología[70].

[68] IFT (2021), *El IFT conforma el Comité Técnico en materia de despliegue de 5G en México*. Disponible en: http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-ift-conforma-el-comite-tecnico-en-materia-de-despliegue-de-5g-en-mexicocomunicado-842021-7-de.

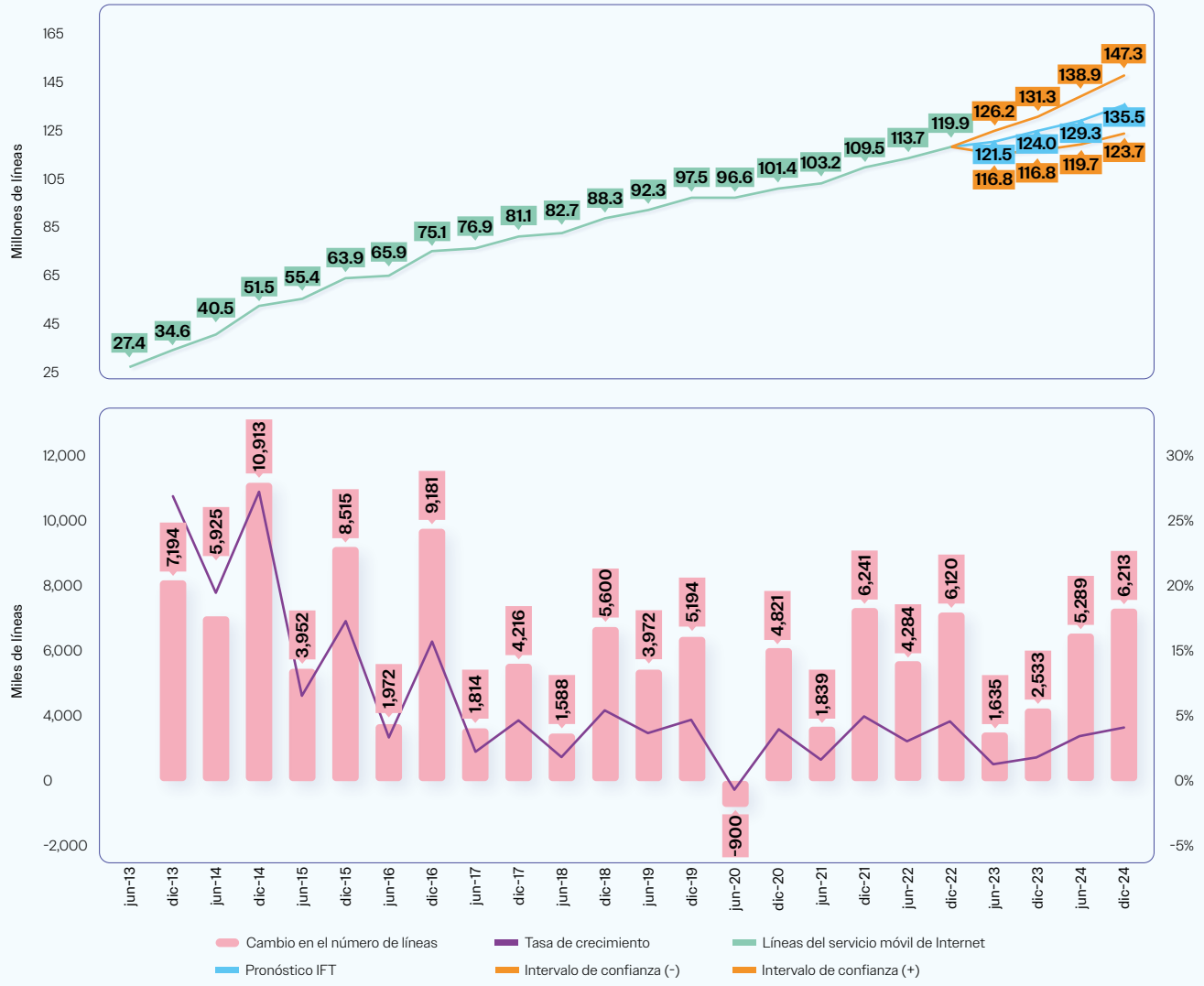
[69] Digital Policy Law (2021), *IFT crea comité 5G para colaborar con la industria*. Disponible en: https://dplnews.com/mx5g-ift-crea-comite-5g-para-colaborar-con-la-industria/.

[70] GlobalData (2022), *Mexico Telecom Operators Country Intelligence Report*. Página (13). Disponible en: https://technology.globaldata.com/Analysis/ExportFullReportToPdf/mexico-att-and-televisa-emerge-as-viable-challengers-to-telmexs-leadership-in-the-telecom-services-market.

Pronóstico de líneas del servicio móvil de acceso a Internet

Las líneas del servicio móvil de acceso a Internet han tenido un comportamiento ascendente desde que se tiene registro. El crecimiento continuo para este servicio se manifestó en una tasa de crecimiento promedio anual de 2.7 % de diciembre de 2013 a diciembre de 2022 (ver Figura 2.1).

Figura 2.1 Pronóstico de líneas del servicio móvil de acceso a Internet



Fuente: Pronóstico con datos del BIT del IFT.

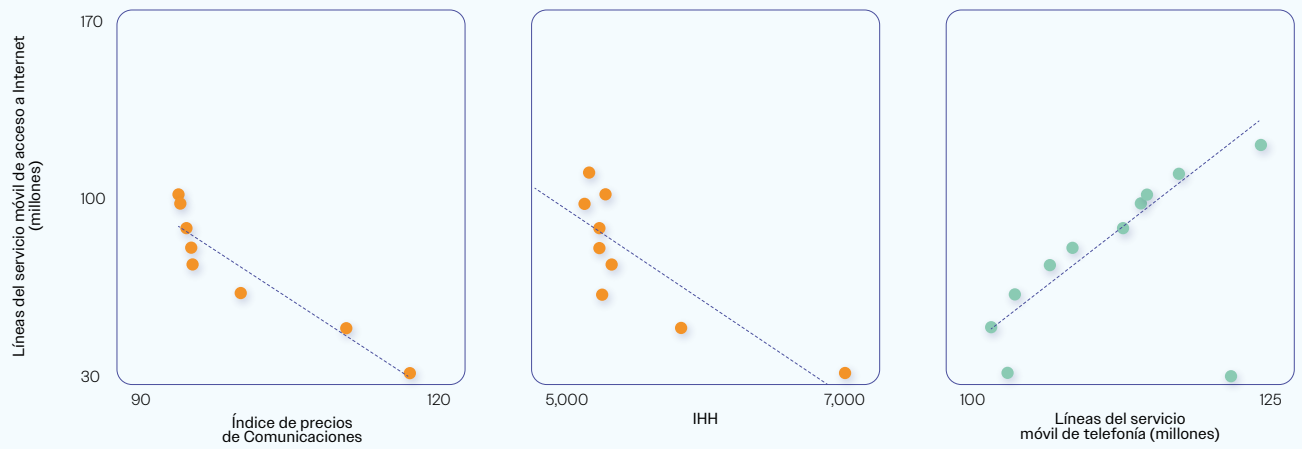
Como se reporta en el Anexo II, el modelo econométrico encontró evidencia de la relación de las líneas del servicio móvil de Internet y el proceso de competencia y libre concurrencia, el nivel de precios y el empaquetamiento. En específico, el índice de precio de comunicaciones (IPCOM) ha reducido sus precios en los últimos 10 años; de la primera quincena de junio de 2013 a la primera quincena de junio de 2023, el IPCOM disminuyó 31.5 %[71].

[71] IFT (2023), *Nota técnica: Indicadores de los sectores de Telecomunicaciones y Radiodifusión al 4T 2022*. Página (1). Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/notatecnica4t20221.pdf

Otra variable explicativa de alta relevancia, de acuerdo con la metodología de componentes principales, fue el grado de competencia que se registra en el mercado de este servicio con un efecto positivo, que se refleja en la relación negativa que existe entre la variable de interés y el índice Herfindahl-Hirschman (IHH)[72].

En cuanto al servicio móvil de telefonía, la metodología para identificar entre un conjunto de 24 variables potencialmente explicativas del comportamiento temporal de la serie de accesos móviles a Internet concluye que la telefonía móvil es una variable explicativa positiva y estadísticamente relevante. Lo anterior es evidente al considerar que los usuarios de este servicio generalmente tienen un plan de telefonía móvil que incluye el servicio de voz (ver Figura 2.2).

Figura 2.2 Relación estadística de las variables explicativas



Fuente: Pronóstico con datos del BIT del IFT.

El modelo de pronósticos utilizado para las líneas del servicio móvil de acceso a Internet es consistente con la relación lineal esperada para las variables fundamentales previamente descritas. El modelo estima un incremento de accesos móviles de 15 670 276 (es decir, una tasa de crecimiento anual compuesta de 6.3 % de 2022 a 2024) y 102 líneas por cada 100 personas al cierre de 2024.

En 2024

6.3%
Tasa de crecimiento anual

102
Líneas por cada 100 personas

[72] Véase: IFT (2024), *Criterio técnico para el cálculo y aplicación de un índice cuantitativo a fin de determinar el grado de concentración en los mercados y servicios correspondientes a los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión*. Páginas (4). Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/criterio_tecnico_2022.pdf.

Expectativas del servicio móvil de acceso a Internet en México

La elaboración de los pronósticos consideró las respuestas de la encuesta sobre las expectativas de los servicios de telecomunicaciones, con el objetivo de proveer información relevante para conocer las perspectivas de las empresas, así como de expertos del sector de telecomunicaciones[73].

Para 2023 se identificaron diferentes prioridades para el sector, tanto las empresas como los expertos colocaron al despliegue de redes de nueva generación y la cobertura de los servicios como las prioridades, lo que se relaciona con la necesidad de proveer servicios de Internet a toda la población y la propensión en el mercado sobre los servicios que se basan en esta tecnología.

Destacan también como temas relevantes para el desarrollo del ecosistema digital las redes inalámbricas móviles de quinta generación, IoT, y el cómputo en la nube y virtualización, aspectos que pueden permitir a las empresas ser más eficientes para ofrecer sus servicios y que, en algunos casos, permitirán extender su influencia en la cadena de valor del mercado.

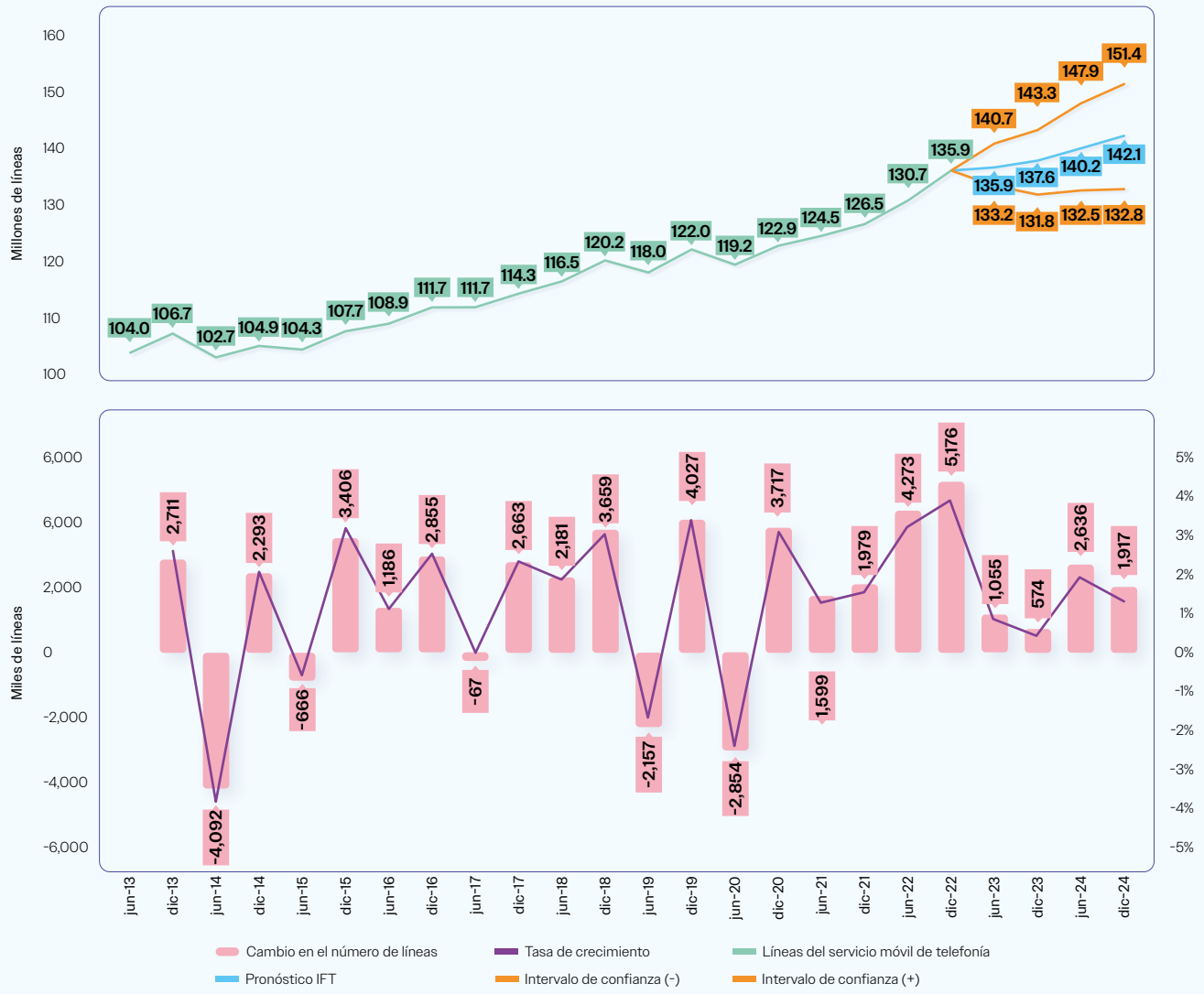
En cuanto a las expectativas del servicio móvil de acceso a Internet, los encuestados consideraron que la calidad se mantendrá para 2023. En relación al número de accesos de este servicio, los expertos y las empresas señalaron que estos crecerán hasta 4.99 % (un porcentaje menor al pronóstico que aquí se presenta). En cuanto a la evolución del tráfico de datos móviles, las empresas y los expertos coincidieron en esperar un crecimiento del tráfico entre 3 % y 9.99 % durante 2023.

[73] Para más información consulte IFT (2023), *Reporte sobre las expectativas en el mercado de los servicios de Telecomunicaciones en México 2023*. Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/expectativastelecomunicaciones2023.pdf.

Pronóstico de líneas del servicio móvil de telefonía

Las líneas del servicio móvil de telefonía mantienen un crecimiento constante. En el periodo de diciembre de 2013 a diciembre de 2022, el servicio registró una tasa de crecimiento promedio anual de 2.7 %. El pronóstico para este servicio muestra que las líneas crecerán a 137.5 millones y alcanzarán 105 líneas por cada cien personas para diciembre de 2023 y 142.1 millones de líneas y 107 líneas por cada cien personas para diciembre de 2024 (ver Figura 2.3).

Figura 2.3 Pronóstico de líneas del servicio móvil de telefonía



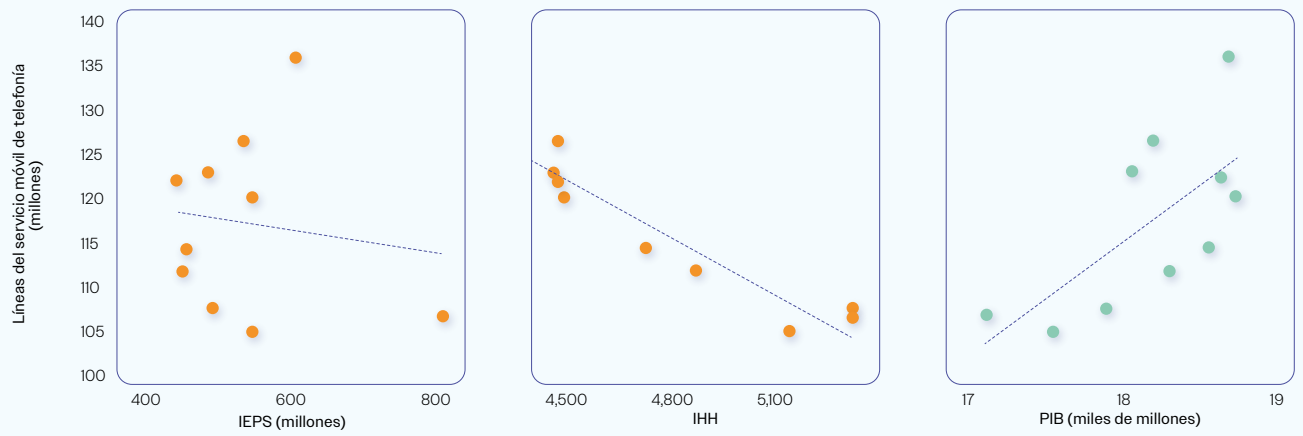
Fuente: Pronóstico con datos del BIT del IFT.

En cuanto a la relación entre variables, se puede indicar lo siguiente:

1. Si la asequibilidad del servicio aumenta mediante un incremento en el PIB, las líneas también deberían aumentar.
2. El aumento del IEPS debería encarecer el servicio y, por consiguiente, puede provocar una reducción en el número de líneas totales.
3. La entrada de los nuevos operadores bajo el esquema de OMV aumenta las ofertas para los consumidores, lo que a su vez incide en la concentración del mercado, medida a través del IHH, y que aquí presenta una relación inversa con las líneas totales de telefonía móvil.

El tercer punto supone que una disminución en la concentración del mercado implicaría mejores ofertas para el usuario final del servicio, estimulando el crecimiento de las líneas del servicio móvil de telefonía (Ver Figura 2.4).

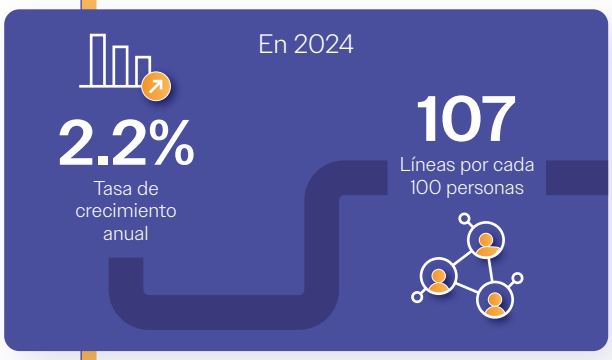
Figura 2.4 Relación estadística de las variables explicativas



Fuente: Pronóstico con datos del BIT del IFT.

Según los datos de la Endutih, los servicios móviles de telefonía aumentaron por la adopción de teléfonos inteligentes en México, puesto que en 2019 había 87.9 millones de usuarios que disponían de un teléfono inteligente con servicio de voz y con conexión a Internet, y para el 2022 ya había 94.6 millones[74].

De acuerdo con los datos del Instituto, en diciembre de 2022 las líneas del servicio móvil de telefonía llegaron a 135 925 720 y al cierre de 2024 alcanzarían 142 106 800 líneas. Esto representa una tasa de crecimiento anual compuesta de 2.2 % de 2022 a 2024 y una teledensidad de 107 líneas por cada 100 personas.



[74] INEGI (2023), *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2022*. Página (13). Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/ENDUTIH/ENDUTIH_22.pdf.

Expectativas del servicio móvil de telefonía en México

En cuanto a las expectativas del servicio móvil de telefonía, se espera que la experiencia y la calidad se mantengan durante 2023. En cuanto al número de líneas de este servicio, tanto los expertos como las empresas consideran que crecerán entre 1 % y 4.99 % durante 2023 (dentro del rango esperado). Relativo a los precios, los expertos consideran que estos se mantendrán durante 2023, en tanto, las empresas esperan un crecimiento de entre 1 % a 4.99 %[75].

Comparativo de los pronósticos con los de consultorías especializadas

Líneas del servicio móvil de acceso a Internet

Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2023	Variación en el número de líneas 2022 - 2023	Variación porcentual 2022 - 2023
OMDIA	137 793 406	17 932 082	14.96 %
Pronóstico IFT (Redes Neuronales)	128 893 923	9 032 599	7.54 %
Pronóstico IFT (ARIMA)	124 029 527	4 168 203	3.48 %

Líneas del servicio móvil de telefonía

Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2023	Variación en el número de líneas 2022 - 2023	Variación porcentual 2022 - 2023
GlobalData	144 030 171	8 104 451	5.96 %
Pronóstico IFT (Redes Neuronales)	141 147 530	5 221 810	3.84 %
OMDIA	139 979 542	4 053 822	2.98 %
Pronóstico IFT (ARIMA)	137 554 388	1 628 668	1.20 %

Fuentes: GlobalData (2023), *Telecom Market Visualizer*. Disponible en: https://technology.globaldata.com/Analytics/TelecomMarketVisualiser/TelecomMarketVisualizer, OMDIA (2023), *World Information Series – Service Provider (WIS-SP) Spotlight Service*. Disponible en: https://omdia.tech.informa.com/advance-your-business/service-providers-and-communications/world-information-series-service-provider-wissp-spotlight-service. Consultado en agosto de 2023.

Para mayor detalle sobre los pronósticos y su comparativo, por favor visite los anexos disponibles en este documento.

Comentarios finales

Los pronósticos presentados en este documento son consistentes con mayor crecimiento de los servicios móviles en el mediano plazo debido, entre otros factores, al despliegue de redes de nueva generación en México. En específico, esta tendencia podría ser reforzada, por un lado, por el mayor uso de otras tecnologías como el IoT, la IA y la AR; por el otro, por el uso de servicios que utilizan las redes de telecomunicaciones como la banca móvil.

Entre los resultados encontrados en este reporte destacan los siguientes:

- Las líneas del servicio móvil de acceso a Internet aumentarán 6.3 % del cierre de 2022 al cierre de 2024. Ello se traduciría en que las líneas de este servicio pasarían de 119.9 millones al cierre de 2022 a 135.5 millones al cierre del 2024 (15 670 276 de líneas adicionales) y en una teledensidad de 102 líneas por cada 100 personas.
- Las líneas del servicio móvil de telefonía tendrán una tasa de crecimiento anual de 2.2 % del cierre de 2022 al cierre de 2024. Es decir, las líneas de este servicio pasarían de 135.9 millones a 142.1 millones (6 181 080 líneas adicionales en el periodo) y la teledensidad alcanzaría 107 líneas por cada 100 personas.

Estos pronósticos son indicativos ya que simplemente pretenden, a partir de modelos de series de tiempo y algoritmos de *machine learning*, que el Instituto y los participantes del sector tengan elementos para analizar el comportamiento de variables básicas del sector. En este sentido, los pronósticos presentados constituyen un punto de referencia que, aunado con otros indicadores económicos y del sector, complementan el acervo de información disponible para los participantes en el sector de telecomunicaciones.

[75] IFT (2023), *Reporte sobre las expectativas en el mercado de los servicios de Telecomunicaciones en México 2023*. Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/expectativastelecomunicaciones2023.pdf.

Anexos

Anexo I. Análisis estadístico de los pronósticos

Con base en la revisión bibliográfica y la información pública definitiva disponible, se construyó una base de datos para realizar un proceso de análisis estadístico de las variables, así como de la especificación de los modelos de los servicios de telecomunicaciones. Para esta edición del documento, para enriquecer las estimaciones se eligieron variables como el valor agregado bruto del comercio electrónico y el PIB de telecomunicaciones del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), así como el tipo de cambio peso-dólar FIX de Banco de México (Banxico). El conjunto de datos construido consta de 24 variables explicativas.

Para realizar un análisis estadístico más robusto sobre la elección de variables y de los modelos econométricos, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) para reducir la dimensionalidad de la base de datos con el fin de disminuir la varianza de la información contenida en la misma base, así como disminuir el número de variables que posiblemente tenga una correlación muy fuerte.

Para realizar los pronósticos de telecomunicaciones se realizó un ACP para el cual se utilizaron las herramientas disponibles dentro del programa STATA 15 para determinar cuáles variables serían útiles para las estimaciones. Derivado de la aplicación de esta herramienta, se eligieron 24 variables en cuatro factores que sirvieron para la estimación de los modelos para pronosticar los principales servicios de telecomunicaciones hasta diciembre 2024.

A continuación, se describen los resultados obtenidos para los componentes y las variables que se utilizaron en la estimación de los pronósticos de los principales servicios de telecomunicaciones.

Análisis de componentes principales (ACP) para las variables de los pronósticos de telecomunicaciones

Uno de los primeros pasos para determinar una relación entre variables es utilizar una tabla de correlaciones que, para el caso del ACP, el análisis incluyó el nivel de significancia (*p-value*) para elegir las variables. Inicialmente se eligieron 24 variables relacionadas con los servicios de telecomunicaciones de diversas fuentes en la siguiente lista:

IFT[76]	Inegi[77]	Banco de México[78]
Líneas del servicio móvil de telefonía	Índice nacional de precios al consumidor (INPC)	Tipo de cambio peso-dólar FIX
Líneas del servicio móvil de Internet	Índice de precios telefonía móvil	Secretaría de Hacienda[79]
IHH Líneas del servicio móvil de telefonía	Índice de precios televisión de paga	Impuesto especial sobre producción y servicios (redes de telecomunicaciones)
IHH Líneas del servicio móvil de Internet	Índice de precios de Internet	OMDIA[80]
Inversión extranjera directa en telecomunicaciones	Índice de precios comunicaciones	Suscripciones OTT de video
Empleo en el Sector de Telecomunicaciones	Índice de precios Telefonía Fija[81]	
PIB del sector de telecomunicaciones	Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE)	
Tráfico de datos (TB)	Valor agregado bruto del comercio electrónico	
Tráfico de SMS	Indicador mensual de la formación bruta de capital fijo (IMFBCF)	
Tráfico de minutos de telefonía móvil	Producto interno bruto (PIB) y PIB per cápita[82]	

[76] IFT (2023), *Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT). Información Estadística Trimestral al Cuarto Trimestre de 2022*. Disponible en: https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/. Consultado en agosto de 2023.

[77] INEGI (2023), *Banco de Información Económica*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/. Consultado en agosto de 2023.

[78] Banco de México (2023), *Sistema de Información Económica*. Disponible en: https://www.banxico.org.mx/SieInternet/. Consultado en agosto de 2023.

[79] Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2023), *Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas. Ingresos Presupuestarios del Gobierno Federal, Petroleros y No Petroleros. IEPS otros. Redes Públicas de Telecomunicaciones*. Disponible en: http://presto.hacienda.gob.mx/EstoporLayout/estadisticas.jsp. Consultado en agosto de 2023.

[80] OMDIA (2023), *World Information Series - Service Provider - Converged (Mobile, TV, and Broadband).* Disponible en: https://omdia.tech.informa.com/OM011563/World-Information-Series--Service-Provider--Converged-Mobile-TV-and-Broadband-Data-Dashboard. Consultado en agosto de 2023.

[81] Para este índice de precios, se utilizaron dos índices, el Índice de Precios de Telefonía Fija de enero de 2013 a junio de 2018 y el Índice de Precios de Servicio de Telefonía Fija de julio de 2018 a diciembre de 2022.

[82] Para el PIB y el PIB per cápita se interpolaron los datos de trimestrales a mensuales para completar la serie, en el caso del PIB per cápita, este se dividió entre el número de habitantes de CONAPO (2017) *Proyecciones de Población Nacional y Entidad Federativas*. Disponible en: https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050.

Sin embargo, la matriz de correlación mostró que algunas variables no tenían significancia estadística, por lo que fueron descartadas. Así, resultaron 22 variables para volver a realizar el análisis de correlación, las cuales tienen significancia estadística y fueron utilizadas en el proceso del ACP:

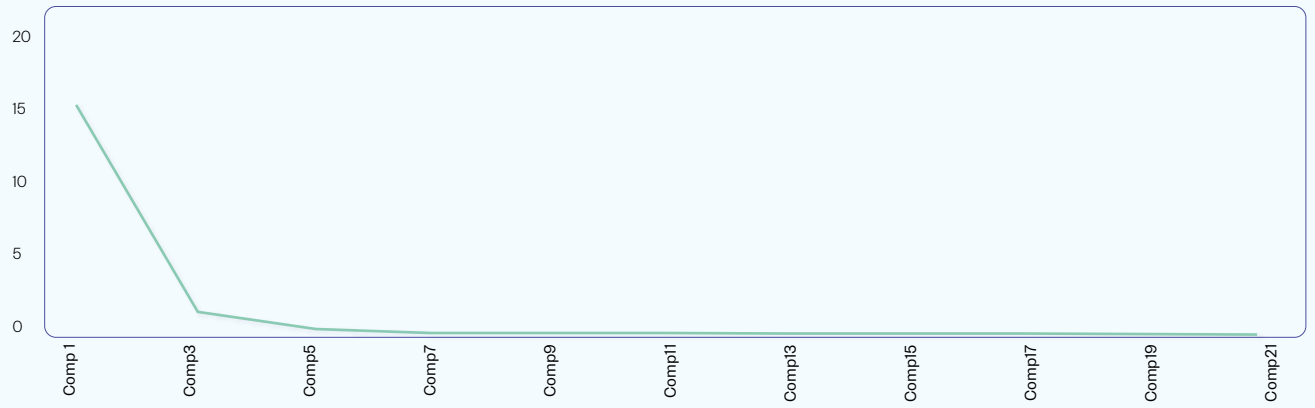
Líneas del servicio móvil de telefonía	Índice de precios telefonía fija
Líneas del servicio móvil de Internet	Suscripciones OTT de video
Indicador Global de la Actividad Económica	Empleo en el sector de telecomunicaciones
Impuesto especial sobre producción y servicios (redes de telecomunicaciones)	PIB del sector de telecomunicaciones
IHH Líneas del servicio móvil de telefonía	Tráfico de datos (TB)
IHH Líneas del servicio móvil de Internet	Tráfico de minutos de telefonía móvil
Índice nacional de precios al consumidor	Tráfico de SMS
Índice de precios telefonía móvil	Indicador mensual de la formación bruta de capital fijo (IMFBCF)
Índice de precios televisión de paga	Valor agregado bruto del comercio electrónico
Índice de precios de Internet	Tipo de cambio peso-dólar FIX
Índice de precios de comunicaciones	Producto interno bruto (PIB)

Para continuar con el análisis, el Instituto buscó que las variables estuvieran intercorrelacionadas, para ello se calculó una matriz de correlación con el contraste de esfericidad de Bartlett, esto proporciona la probabilidad estadística de que la matriz de correlación de las variables sea una matriz identidad y en caso contrario podría resultar una matriz singular, con la cual no podría realizar ningún cálculo adicional. Para esta prueba, el cálculo del determinante de la matriz de correlación resultó ser cero (0.00), donde la hipótesis nula de la prueba de esfericidad de Barlett es que las variables no están correlacionadas, por lo que fue rechazada.

Adicionalmente, se realizó la prueba adicional de Kaiser-Meyer-Olkin para medir la suficiencia de la muestra, la cual cuantifica el grado de interrelaciones entre variables y la conveniencia del análisis factorial. El resultado aplicado a las 22 variables consideradas fue de 0.891; dado que este valor es mayor a 0.05, es adecuado realizar el análisis factorial.

Con estos resultados se prosiguió con la estimación de factores y la valoración del ajuste general para calcular el número de factores a ser extraídos. Se utilizarán dos criterios: el criterio de raíz latente, en el que cualquier factor individual debe justificar la varianza de por lo menos una única variable, por lo que se consideraran auto valores (*eigenvalues*) mayores a uno; y el criterio de porcentaje de varianza, que es el porcentaje acumulado específico de la varianza total extraída (Figura 1).

Figura 1 Autovalores y valor acumulado para los componentes



Componente	Autovalores	Diferencia	Proporción de la varianza	Acumulado
Comp1	15.2841	11.6325	0.6947	0.6947
Comp2	3.65158	2.38036	0.166	0.8607
Comp3	1.27122	0.686667	0.0578	0.9185
Comp4	0.584555	0.173994	0.0266	0.9451
Comp5	0.410561	0.161542	0.0187	0.9637
...	...	...	...	...
Comp22	0.00055237	.	0	1

Fuente: IFT.

La figura anterior ayuda a visualizar cuántos componentes se van a utilizar para el ACP. En este caso se van a utilizar los componentes cuyos autovalores sean mayores a uno, por lo que se tienen cuatro componentes que en el acumulado explican el 94.51 % de la varianza acumulada.

Después, se realizó la matriz inicial de factores no rotados para tener una indicación preliminar del número de factores a extraer. Esta matriz de factores contenía las cargas factoriales de cada variable sobre cada factor; es decir, las correlaciones entre cada variable y el factor.

Con la matriz de factores se calculó una rotación de factores. Una forma de realizarse es por una rotación ortogonal, es decir, los factores matemáticamente son independientes o forman un ángulo de 90°. Otra forma es una rotación oblicua, donde se supone que los factores no son ortogonales, para simplificar las filas y columnas de la matriz de factores para facilitar la interpretación y asignar cada variable a un factor. En este paso se asignó a cada variable el autovalor más grande, lo que resultó en la siguiente matriz de variables:

Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
Líneas del servicio móvil de telefonía	Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (Redes de Telecomunicaciones)	IHH Líneas del servicio móvil de telefonía	IHH Líneas del servicio móvil de Internet
Líneas del servicio móvil de Internet	Índice de precios Telefonía Móvil	Indicador Mensual de la Formación Bruta de Capital Fijo (IMFBCF)	Tráfico de SMS
Indicador Global de la Actividad Económica	Índice de precios Comunicaciones		
Índice Nacional de Precios al Consumidor	Índice de precios Telefonía Fija		
Índice de precios Televisión de Paga			
Índice de precios de Internet			
Suscripciones OTT de Video			
Empleo en el Sector de Telecomunicaciones			
PIB del Sector de Telecomunicaciones			
Tráfico de datos (TB)			
Valor Agregado Bruto del Comercio Electrónico			
Tipo de Cambio Peso - Dólar FIX			
Producto Interno Bruto (PIB)			
Tráfico de minutos de telefonía móvil			

Cada una de las variables que se encontraban en el factor fueron consideradas para realizar los modelos econométricos de cada uno de los servicios de telecomunicaciones, mismos que fueron ajustándose conforme las variables resultaban estadísticamente significativas para las estimaciones.

Variables utilizadas

Para estimar los servicios de telecomunicaciones fue necesario identificar las variables que determinan la evolución de los servicios objeto de este reporte; como guía se propusieron inicialmente las variables que utilizaron los estudios previos resultado de la revisión de la literatura, tomando en cuenta los resultados del ACP.

En la elaboración de las estimaciones de cada servicio, se utilizaron todas las variables propuestas; sin embargo, se eligieron las que tuvieron sentido económico y presentaron mayor significancia estadística para cada uno de los modelos. Finalmente, las variables utilizadas se clasifican en cuatro grupos: macroeconómicas, de mercado, de empaquetamiento y socioeconómicas (ver Tabla A.I.1).

Tabla A.I.1. Variables utilizadas para los pronósticos de los servicios de telecomunicaciones.

	Servicio de telefonía móvil	Servicio móvil de acceso a Internet
Servicio (variable dependiente)	Líneas del servicio móvil de telefonía	Líneas del servicio móvil de acceso a Internet
Macroeconómicas	PIB de México Impuesto especial sobre producción y servicios (IEPS)	
Mercado	Índice de concentración de mercado (IHH) por servicio Índice de Precios al Consumidor por servicio	
Empaquetamiento	Líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Líneas del servicio móvil de telefonía

Fuente: IFT.

La información tiene un horizonte temporal de enero de 2013 a diciembre de 2022 con periodicidad mensual; es decir, 120 observaciones. De acuerdo con las tendencias y relaciones entre las variables y la demanda de los servicios de telecomunicaciones, el Instituto espera que tengan un impacto o una correlación en los servicios de telecomunicaciones de la siguiente manera:

1) **Macroeconómicas**: El PIB debería tener una relación **positiva**; es decir, si el producto del país aumenta, también lo harán los servicios de telecomunicaciones. En cambio, el IEPS debería tener una relación lineal **negativa**; si aumenta el IEPS, la base de líneas o accesos de los servicios de telecomunicaciones disminuyen, tal y como es de esperarse con la aplicación de un impuesto indirecto sobre el valor como el IEPS.

2) **De mercado**: El índice IHH y el índice de precios deberían tener una relación **negativa**. En algunos casos, los índices de precios podrían presentar una relación positiva con algún servicio, debido a que el servicio se sigue contratando independientemente del incremento del precio.

3) **Empaquetamiento**: Se espera una relación **positiva** con los servicios empaquetados originalmente, debido a que los servicios de telecomunicaciones se ofrecen agrupados por razones comerciales que promueven economías de escala y alcance, y con efectos sobre las condiciones de competencia, bienestar, entre otros.

Anexo II. Análisis econométrico de los pronósticos

Las estimaciones econométricas tienen un proceso de validación independientemente de la técnica y metodología seleccionada. Existen distintos análisis y pruebas para su validación, en esta sección se mostrarán los que se utilizaron para verificar la robustez de los modelos presentados para los pronósticos de los servicios de telecomunicaciones.

Se realizó un análisis de correlación cuyo objetivo principal es medir la fuerza o el grado de asociación lineal entre las variables[83]; es decir, mide la relación entre dos o más variables aleatorias sin implicar causalidad.[84]

Las variables utilizadas presentan una correlación (positiva o negativa) alta entre las variables de los servicios de telecomunicaciones a pronosticar (dependientes) y el resto (independientes) como se muestra en la Tabla A.II.1.

Tabla A.II.1. Correlación entre las variables.

	Variables	Servicio de telefonía móvil	Servicio móvil de Internet
Macroeconómicas	PIB de México	0.5898	0.6565
	Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS)	-0.2073	-0.4184
Mercado	Índice de concentración de mercado (IHH) por servicio	-0.9685	-0.6837
	Índice de Precios al Consumidor por servicio	-	-0.7989
Empaquetamiento	Líneas del servicio móvil de telefonía	-	0.9505
	Líneas del servicio móvil de Internet	0.9505	-

Fuente: IFT.

Pruebas y resultados de las estimaciones para los pronósticos de telecomunicaciones.

STATA 15 fue utilizado para estimar y hacer las pruebas estadísticas de los modelos y R-Studio para el pronóstico de las series de tiempo, las pruebas de *out-of-sample* y la estimación de las redes neuronales. Ambos *software* permitieron realizar algoritmos para estimar cada uno de los modelos, sus pronósticos, pruebas estadísticas y sus respectivas redes neuronales. El número de iteraciones para cada pronóstico fue de 10 000 iteraciones.

Se consideró la prueba Dickey-Fuller (aumentada) para identificar si la variable tiene un proceso de raíz unitaria, donde la hipótesis nula es que la variable tiene una raíz unitaria y la hipótesis alternativa es que la variable es generada por un proceso estacionario. Para esta prueba se puede incluir la constante, la tendencia, valores rezagados o en diferencias[85]. Una prueba adicional a la Dickey-Fuller es la Phillips-Perron, que ayuda a identificar si las variables tienen una raíz unitaria. La hipótesis nula de esta prueba es que la variable tiene una raíz unitaria y la alternativa es que la variable tiene un proceso estacionario, en esta prueba solo se puede incluir el valor de la constante y la tendencia[86].

Para la validación de los modelos presentados se utilizaron diversos criterios de selección. Se consideró el resultado del coeficiente de determinación (R^2) para probar la bondad de ajuste, el factor de inflación de la varianza (VIF) para suprimir la posibilidad de contar con multicolinealidad.

[83] Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (20).

[84] Wooldridge, J. (2010), *Introducción a la econometría*. Página (25).

[85] STATA (2013), *Augmented Dickey-Fuller unit-root test*. Disponible en: https://www.stata.com/manuals13/tsdfuller.pdf

[86] STATA (2013), *Phillips-Perron unit-root test*. Disponible en: https://www.stata.com/manuals13/tspperron.pdf#tspperron

La prueba de raíz unitaria sirve para confirmar que los procesos autorregresivos (AR) y de media móvil (MA) cumplen con los supuestos de los modelos. En esta prueba se busca un *eigenvalue* de las condiciones de estabilidad después de haber estimado los parámetros de un modelo ARIMA. Se infiere que un modelo ARIMA requiere que la variable dependiente tenga covarianza estacionaria. En los modelos ARMA, la estacionariedad depende de los parámetros AR, si la inversa de las raíces de la función polinomial de AR se encuentra dentro del círculo unitario, el proceso es estacionario, invertible y con MA de orden infinito. Los parámetros de MA en un modelo ARMA pueden ser reescritos como un proceso AR de orden infinito si se prueba que los parámetros MA son invertibles[87]. Cabe señalar, que en los modelos las variables que fueron rezagadas se les identifica con una "L" en los estadísticos de cada estimación.

Para verificar que la serie es ruido blanco se desarrollaron análisis de las funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial, las gráficas de autocorrelación y de autocorrelación parcial muestran los valores resultantes, positivos y negativos. Si un proceso es puramente de ruido blanco, las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales en distintos rezagos se ubican alrededor del cero y podemos decir que dicha serie de tiempo tiene una probabilidad alta de ser estacionaria[88].

También se aplicó la prueba de ruido blanco (Portmanteau) para los residuales de una regresión, para buscar que los regresores del modelo sean estrictamente exógenos y homocedásticos[89]. Asimismo, se agregó la prueba Durbin-Watson para detectar el tipo de autocorrelación serial que pueden presentar los modelos[90].

Con el fin de ver qué tan precisos son los pronósticos y determinar si las estadísticas de sus errores son similares a las que hizo el modelo utilizando todos los datos de la muestra se realizaron pruebas *out-of-sample*[91], se quitaron seis meses de información a cada estimación; es decir, los últimos seis periodos de la muestra, que corresponde del mes de julio de 2022 a diciembre de 2022 y utilizó los mismos modelos empleados para los pronósticos. Esta prueba muestra el poder de precisión de los modelos presentados, donde visualmente se observa que los datos reales están dentro de los rangos de confianza de los pronósticos realizados en esta prueba.

Finalmente, se incluyen los resultados de las estimaciones de los servicios de telecomunicaciones utilizando redes neuronales y un comparativo con información de diferentes consultoras hasta el 2024.

[87] STATA (2013), *Check the stability condition of ARIMA estimates*. Disponible en: https://www.stata.com/manuals13/tsestataroots.pdf

[88] Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (750).

[89] STATA (2013), *Portmanteau (Q) test for white noise*. Disponible en: https://www.stata.com/manuals13/tswntestq.pdf.

[90] Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (434).

[91] Nau, R. (2019), *Three types of forecast: estimation, validation, and the future*. Statistical forecasting: notes on regression and time series analysis. Fuqua School of Business. Duke University. Disponible en: https://people.duke.edu/~rnau/three.htm.

Líneas del servicio móvil de telefonía

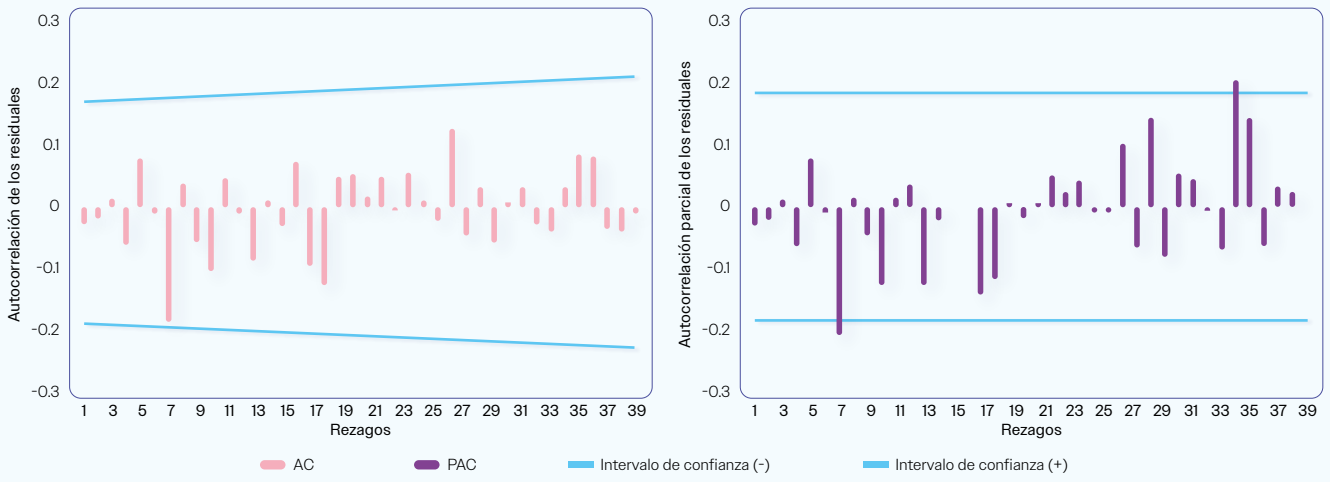
Tabla A.II.2. Estimación de las líneas del servicio móvil de telefonía

	Prueba Dickey-Fuller Z(t)			Prueba Phillips-Perron Z(t)		
	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias
Sin supuestos	1.864	-8.218 ***	-15.920 ***	1.547	-8.163 ***	-20.093 ***
Tendencia	-1.087	-8.468 ***	-15.858 ***	-1.487	-8.379 ***	-20.023 ***
Deriva	1.864	-8.218 ***	-15.920 ***	-	-	-
Un rezago	1.303	-6.395 ***	-11.062 ***	1.601	-8.218 ***	-16.193 ***
Sin constante	4.427	-7.360 ***	-15.987 ***	3.778	-7.423 ***	-20.184 ***
Modelo ARIMA (1,1,12)						
Variable	Coeficiente	Probabilidad	Interpretación	Estadístico	Coeficiente	Probabilidad
IHH	-11474.06	0.000	Sí disminuye la concentración de mercado, aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía	Wald chi2(7)	122.56	0.000
L.PIB	0.5408787	0.066	Sí aumenta el PIB aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía	Ruido blanco (Portmanteau test)	22.9500	0.9860
L3.IEPS	-0.0018725	0.023	Sí disminuye el IEPS de Telecomunicaciones, aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía	Log Máxima Verosimilitud	-1676.867	
AR(1)	0.4817061	0.000		R-cuadrada	0.5986	
MA(12)	0.2119509	0.054		R-cuadrada ajustada	0.5878	
sigma	457316.9	0.000		VIF	2.4913	
				Prueba Durbin-Watson	2.0067	
				Raíces Unitarias AR (Valor)	0.4817	
				Raíces Unitarias MA (Valor)	-0.8487 + 0.2274 i -0.8487 - 0.2274 i -0.2274 + 0.8487 i -0.2274 - 0.8487 i 0.2274 + 0.8487 i 0.2274 - 0.8487 i	-0.6213 + 0.6213 i -0.6213 - 0.6213 i 0.8487 + 0.2274 i 0.8487 - 0.2274 i 0.6213 + 0.6213 i 0.6213 - 0.6213 i

Nota: Nivel de significancia: *** 0.01, ** 0.05, * 0.1

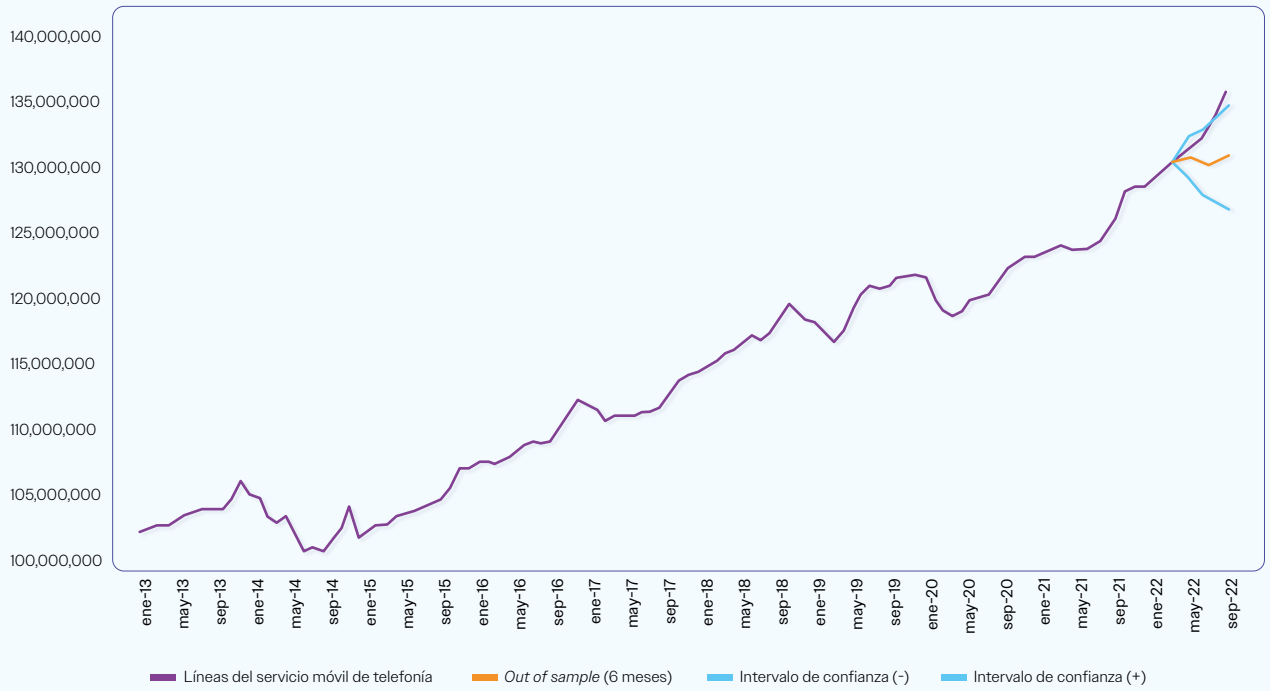
Fuente: IFT.

Gráfica A.II.1 Correlograma de los residuales: líneas del servicio móvil de telefonía.



Fuente: IFT.

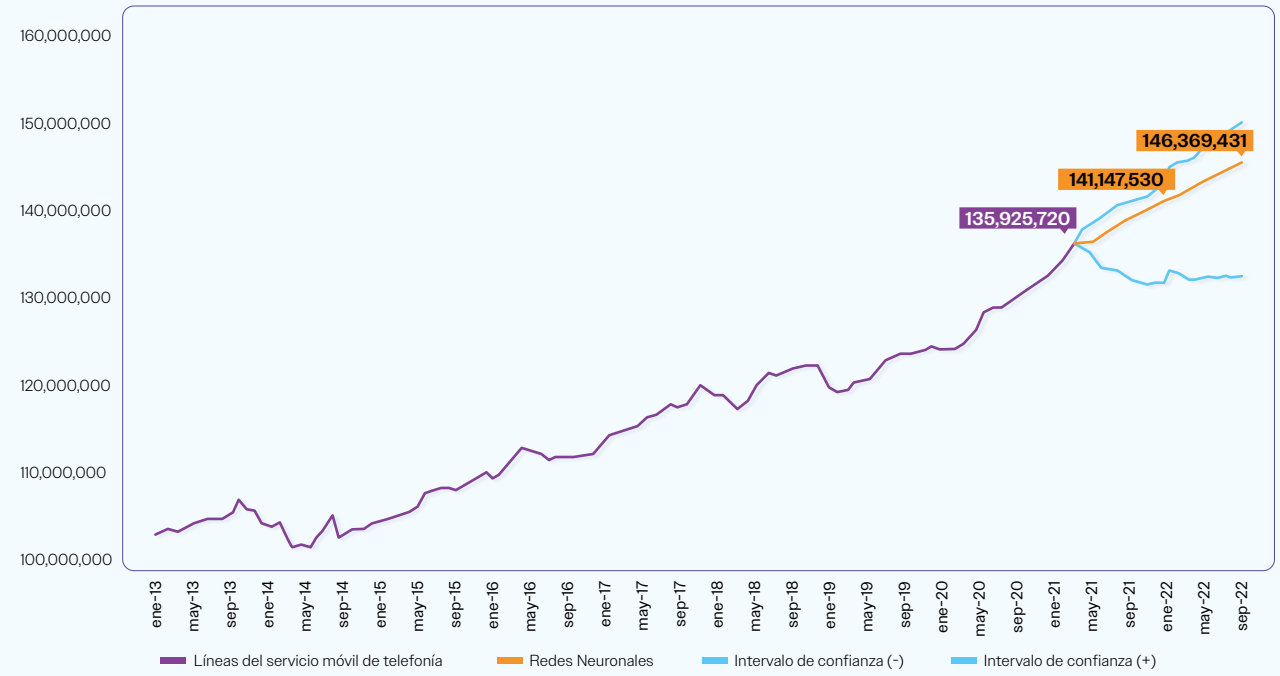
Gráfica A.II.2 Prueba *out of sample* (6 meses).



Fuente: IFT.
Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la prueba *out of sample*.

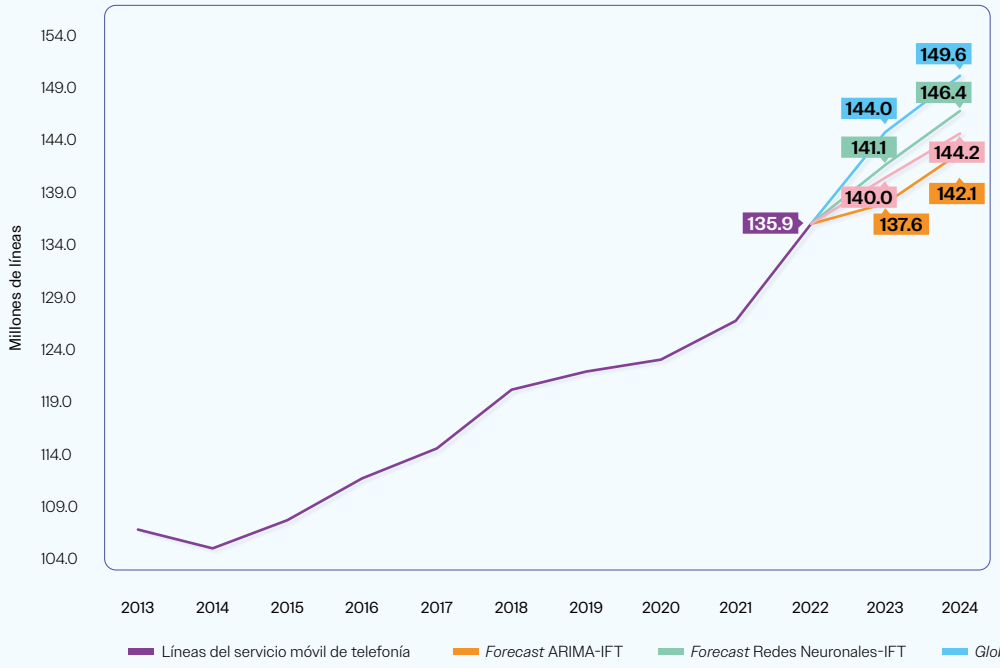
Para la estimación de las redes neuronales se utilizó una especificación con 20 nodos ocultos, 10,000 repeticiones, el resultado de esta estimación se muestra en la Gráfica A.II.3.

Gráfica A.II.3 Resultados de la estimación de redes neuronales del servicio móvil de telefonía.



Fuente: IFT.
Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la estimación del modelo de pronóstico (IFT Pronóstico).

Gráfica A.II.4 Comparativo de líneas del servicio móvil de telefonía.



Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2024
Global data	149.5
IFT Redes Neuronales	146.4
OMDIA	144.2
IFT Pronóstico	142.1

Fuente: IFT con datos de OMDIA y *GlobalData*, consultado en agosto de 2023.

Líneas del servicio móvil de acceso a Internet

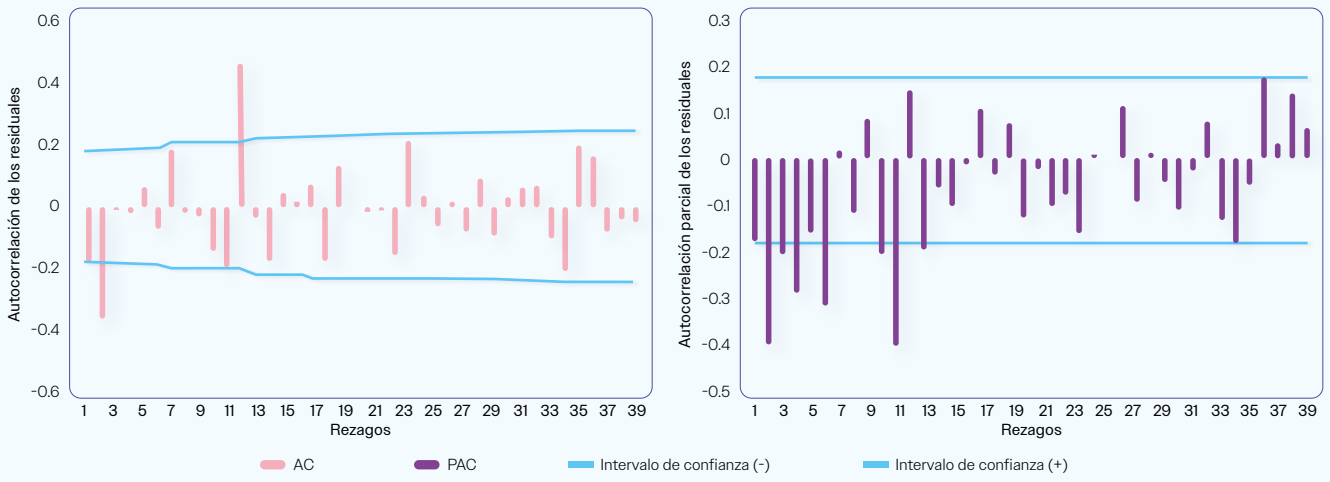
Tabla A.II.3. Estimación de líneas del servicio móvil de acceso a Internet

	Prueba Dickey-Fuller Z(t)			Prueba Phillips-Perron Z(t)		
	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias
Sin supuestos	-1.502	-11.240***	-17.818***	-1.728	-11.341***	-27.468***
Tendencia	-1.741	-11.367***	-17.741***	-1.614	-11.558***	-27.321***
Deriva	-1.502	-11.240***	-17.818***	-	-	-
Un rezago	-1.638	-8.615***	-13.492***	-1.536	-11.241***	-18.698***
Sin constante	6.903	-7.563***	-17.895***	6.269	-7.875***	-27.614***
Modelo ARIMA (7,1,7)						
Variable	Coeficiente	Probabilidad	Interpretación	Estadístico	Coeficiente	Probabilidad
Índice de precios de telecomunicaciones	-168007.3	0.076	Si disminuyen los precios de las telecomunicaciones, aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Wald chi2(7)	148.89	0.000
IHH	-3373.09	0.008	Si disminuye la concentración de mercado, aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Ruido blanco (Portmanteau test)	47.6942	0.1883
Líneas del servicio móvil de telefonía	0.7947452	0.000	Si aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía (empaquetamiento), aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Log Máxima Verosimilitud	-1792.331	
AR(7)	0.7971837	0.000		R-cuadrada	0.23559356	
MA(7)	-0.5725701	0.001		R-cuadrada ajustada	0.2154776	
sigma	950549.7	0.000		VIF	1.30820457	
				Prueba Durbin-Watson	2.05098163	
				Raíces Unitarias AR (Valor)	0.97 -0.21 + 0.94i -0.21 - 0.94i -0.87 + 0.42i	-0.87 - 0.42i 0.60 + 0.73i 0.61 - 0.73i
				Raíces Unitarias MA (Valor)	-0.20 + 0.90i -0.20 - 0.90i 0.92 -0.83 + 0.40i	-0.83 - 0.40i 0.57 + 0.72i 0.57 - 0.72i

Nota: Nivel de significancia: *** 0.01, ** 0.05, * 0.1

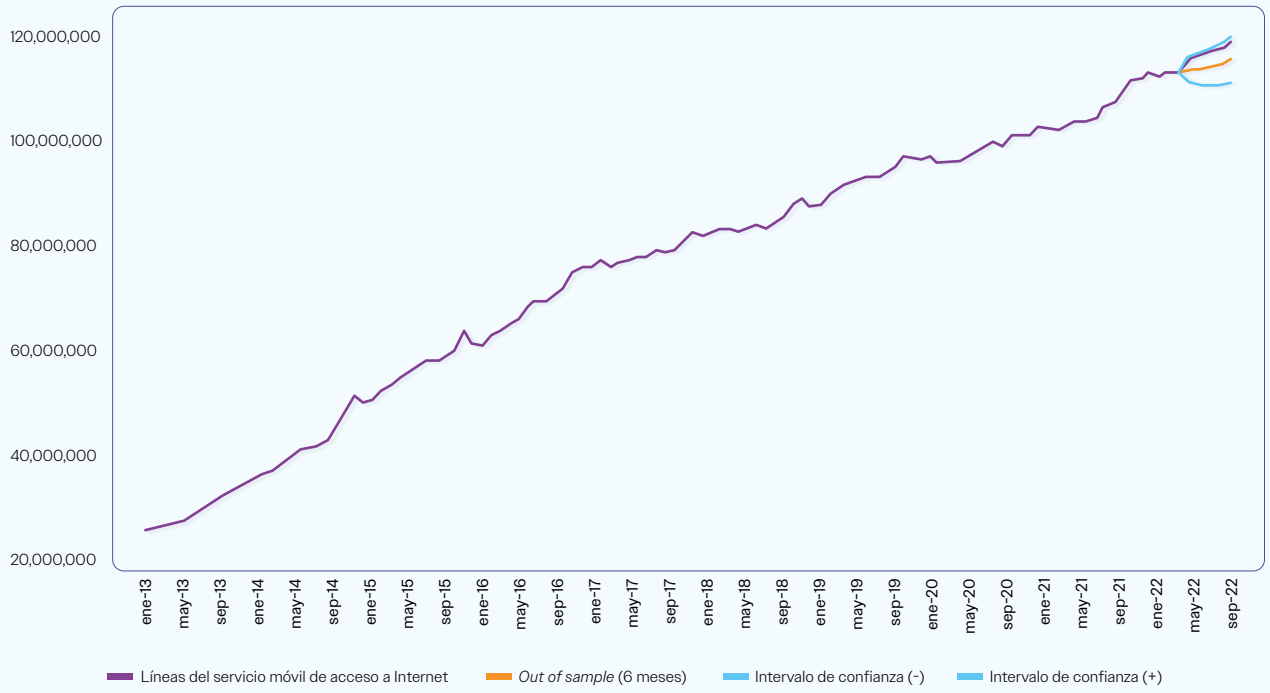
Fuente: IFT.

Gráfica A.II.5 Correlograma de los residuales: líneas del servicio móvil de acceso a Internet.



Fuente: IFT.

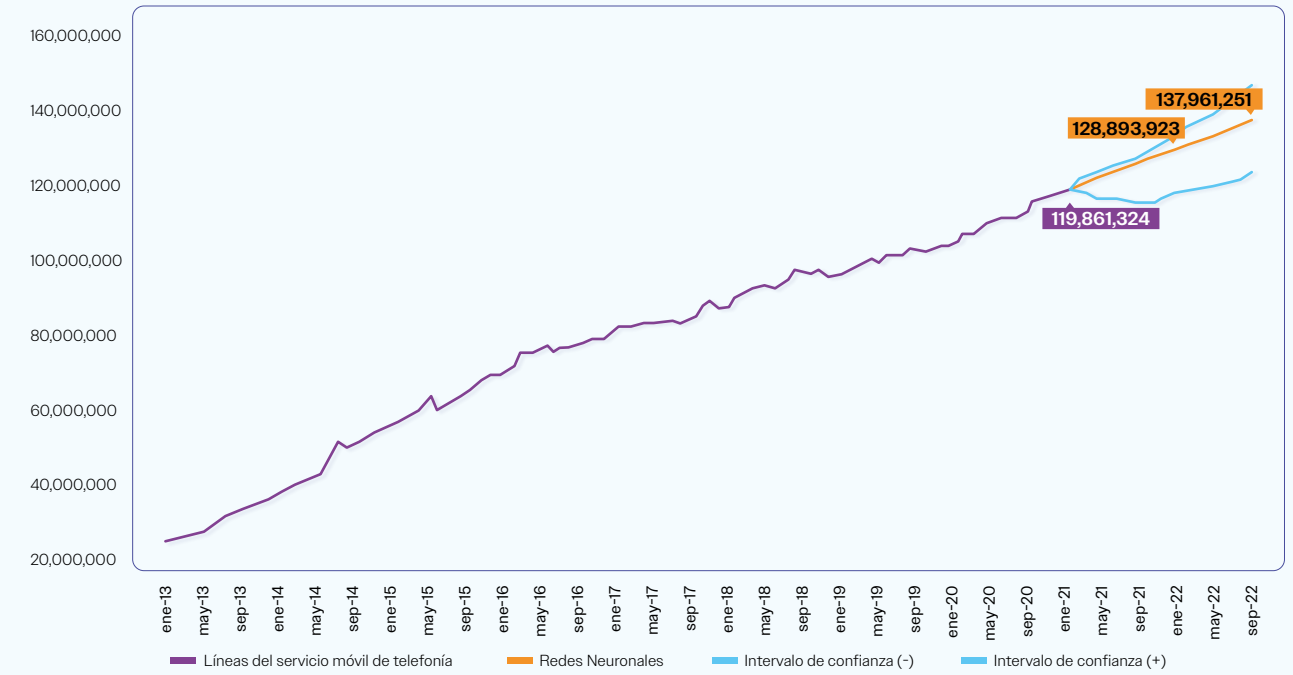
Gráfica A.II.6 Prueba *out of sample* (6 meses).



Fuente: IFT.
Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la prueba *out of sample*.

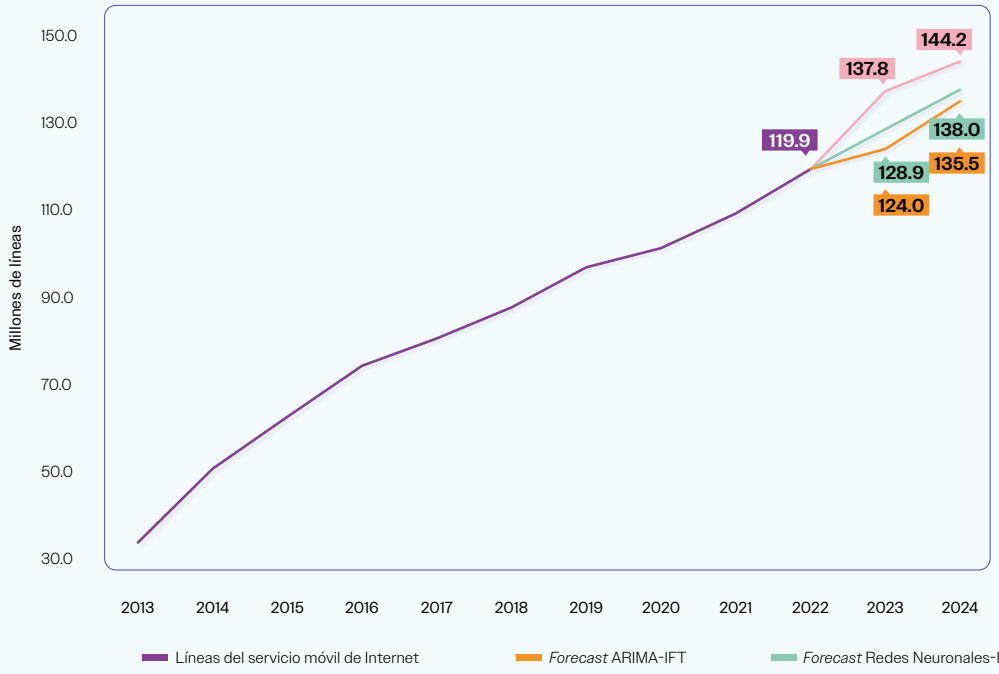
Para la estimación de las redes neuronales se utilizó una especificación con 20 nodos ocultos, 10,000 repeticiones. El resultado de esta estimación se muestra en la Gráfica A.II.7.

Gráfica A.II.7 Resultados de la estimación de redes neuronales del servicio móvil de acceso a Internet.



Fuente: IFT.
Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la estimación del modelo de pronóstico (IFT Pronóstico).

Gráfica A.II.8 Comparativo de líneas del servicio móvil de acceso a Internet.



Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2024
OMDIA	144.2
IFT Redes Neuronales	138.0
IFT Pronóstico	135.5

Fuente: IFT con datos de OMDIA, consultado en agosto de 2023.

Pronósticos de los Servicios de Telecomunicaciones

ift INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

Insurgentes Sur #1143, Col. Nochebuena,
Demarcación Territorial Benito Juárez,
C.P. 03720, CDMX.

Tel: 55 5015 4000 / 800 2000 120

www.ift.org.mx