



[ericsson.com/
mobility-report](https://ericsson.com/mobility-report)

Ericsson Mobility Report

Junio de 2021

Carta del editor

5G rumbo al mercado masivo

Desde hace más de 18 meses, el mundo se enfrenta a una crisis de una envergadura increíble. A medida que los países de todo el mundo hacen frente a las diferentes fases de la pandemia de COVID-19, está claro que la tecnología, y en concreto la conectividad, apoya cada vez más diversos aspectos de nuestra vida cotidiana.

La resiliencia y diligencia de nuestro sector siguen evidenciándose a través de las sorprendentes cifras de esta edición del Ericsson Mobility Report. La velocidad de asimilación de la tecnología 5G es mucho más alta que la de la 4G, sin mencionar la de la 3G, y es una muestra más de un sector que continúa incansablemente impulsando la innovación y aportando nuevas tecnologías al mercado.

Hasta ahora, más de 160 proveedores de servicios de comunicaciones han lanzado servicios 5G y más de 300 modelos de teléfonos inteligentes 5G se han anunciado o lanzado comercialmente. Antes de que termine este año, habremos superado los 500 millones de usuarios de 5G en el mundo.

Sin embargo, el panorama se vuelve un poco diferente cuando observamos el desarrollo a nivel regional, donde está claro que en algunas regiones tomarán más tiempo para desplegar la 5G y prepararla para su adopción masiva. No obstante, ya sea 4G o 5G, la necesidad de una buena conectividad de alta velocidad es prácticamente ilimitada. El hecho de que más del 70 % de los proveedores de servicios ofrezcan ahora servicios de acceso inalámbrico fijo (FWA) habla de esta necesidad.

A medida que las sociedades planifican el regreso a una situación más normal después de la pandemia, la necesidad de asegurar e invertir en infraestructuras digitales de alta calidad debería estar en la agenda de todos como un componente clave de la recuperación económica. Es bueno que la industria capaz de satisfacer esa necesidad esté ya en camino de hacerlo.

¡Esperamos que el informe le resulte interesante y útil!

Fredrik Jejdling

Vicepresidente ejecutivo y jefe de redes del área de negocios

Contribuyentes clave

Editor ejecutivo:	Patrik Cerwall
Gerente de proyecto:	Anette Lundvall
Editores:	Peter Jonsson, Stephen Carson
Pronósticos:	Richard Möller
Artículos:	Peter Jonsson, Stephen Carson, Steven Davis, Peter Linder, Per Lindberg, Juan Ramiro, José Outes, Amit Bhardwaj, Claudia Muñoz García, Harald Baur, Jake Alger, Todd Krautkremer, Rohit Chandra, Tomas Lundborg, Brahim Belaoucha, Fredrik Burstedt, Courtney Latta, Robert McCrorey
Coautor:	Karri Kuoppamaki (T-Mobile)

Contenido

Pronósticos

04	Las suscripciones móviles se desplazan hacia 5G
06	5G está previsto que penetre en todas las regiones para el 2026
08	Los lanzamientos comerciales 5G impulsan las ofertas de FWA
10	Los consumidores siguen adoptando dispositivos 5G
11	La banda ancha IoT superará a la 2G y la 3G
12	El crecimiento del tráfico de las redes móviles se mantiene estable
13	Los teléfonos inteligentes y el video aumentan el tráfico de datos móviles
15	La cobertura de la red 5G aumenta más rápido que la de 4G
16	Países del Consejo de Cooperación del Golfo: una mirada más cercana

Artículos

18	T-Mobile persigue una estrategia de espectro 5G multibanda
22	Las empresas construyen 5G sobre la base de la WAN inalámbrica
26	IA: mejorar la experiencia del cliente en un mundo 5G complejo
29	Planificación de la cobertura en edificios para 5G: de las reglas generales a las estadísticas y la IA

32	Metodología
33	Glosario
34	Cifras clave mundiales y regionales

El contenido de este documento se basa en una serie de dependencias y supuestos teóricos. Ericsson no estará obligado ni será responsable de ninguna declaración, representación, compromiso u omisión hecha en este documento. Además, Ericsson puede, en cualquier momento, modificar el contenido de este documento a su entera discreción y no será responsable de las consecuencias de tales cambios.

580m

Página 04

A finales de 2021, habrá unos 580 millones de suscripciones 5G.

70%

Página 08

Más del 70 % de los proveedores de servicios ya ofrecen servicios FWA.

46%

Página 11

Las tecnologías del IoT masivo están en auge y se prevé que representarán el 46 % de todas las conexiones de IoT móvil.



Página 18

El despliegue de 5G en 3 bandas está permitiendo a T-Mobile construir una red de gran alcance que cubre todas las bases.



Página 22

Desde el comercio minorista hasta los servicios de emergencia, la WWAN es un área de creciente interés para las empresas que buscan innovación y agilidad en el límite.



Página 26

El aprendizaje por refuerzo permite que las redes aprendan continuamente, optimizando la experiencia del cliente: los resultados se han demostrado en dos redes en vivo.



Página 29

La estadística y el aprendizaje no supervisado (una rama de la IA/ machine learning) ofrecen métodos para estimar la relación entre el tráfico móvil interior/externo con mayor precisión.

Las suscripciones móviles se desplazan hacia 5G

Para finales de 2021, se espera que las suscripciones 5G alcancen los 580 millones.

A pesar de la incertidumbre provocada por COVID-19, los proveedores de servicios siguen apostando por la tecnología 5G y más de 160 han lanzado servicios comerciales 5G.¹

Las suscripciones 5G con un dispositivo habilitado para 5G crecieron en 70 millones durante el primer trimestre, hasta alcanzar unos 290 millones. Estimamos que habrá cerca de 580 millones de suscripciones 5G² a finales de 2021. En la actualidad, el noreste de Asia tiene la mayor penetración de suscripciones 5G, seguido de América del Norte, los países del Consejo de Cooperación del Golfo y Europa Occidental. En 2026, se proyecta que Norteamérica tenga la mayor cuota de suscripciones 5G de todas las regiones, con un 84 %.

Se espera que la adopción de la suscripción 5G sea más rápida que la de 4G tras su lanzamiento en 2009.

Se calcula que las suscripciones 5G alcanzarán los 1,000 millones dos años antes que la 4G. Los factores clave son el

compromiso más anticipado de China con la 5G en comparación con la 4G, así como la disponibilidad oportuna de dispositivos de varios proveedores. Para finales de 2026, prevemos 3,500 millones de suscripciones 5G en todo el mundo, lo que supondrá alrededor del 40 % de todas las suscripciones móviles en ese momento.

4G seguirá siendo la tecnología de acceso móvil dominante por suscripción durante el periodo de previsión. Durante el primer trimestre de 2021, las suscripciones 4G aumentaron en aproximadamente 100 millones, superando los 4,600 millones, lo que equivale al 58 % de todas las suscripciones móviles. Se prevé que alcance un máximo durante el año de 4,800 millones de suscripciones antes de disminuir a unos 3,900 millones a finales de 2026, a medida que más suscriptores migren a 5G.

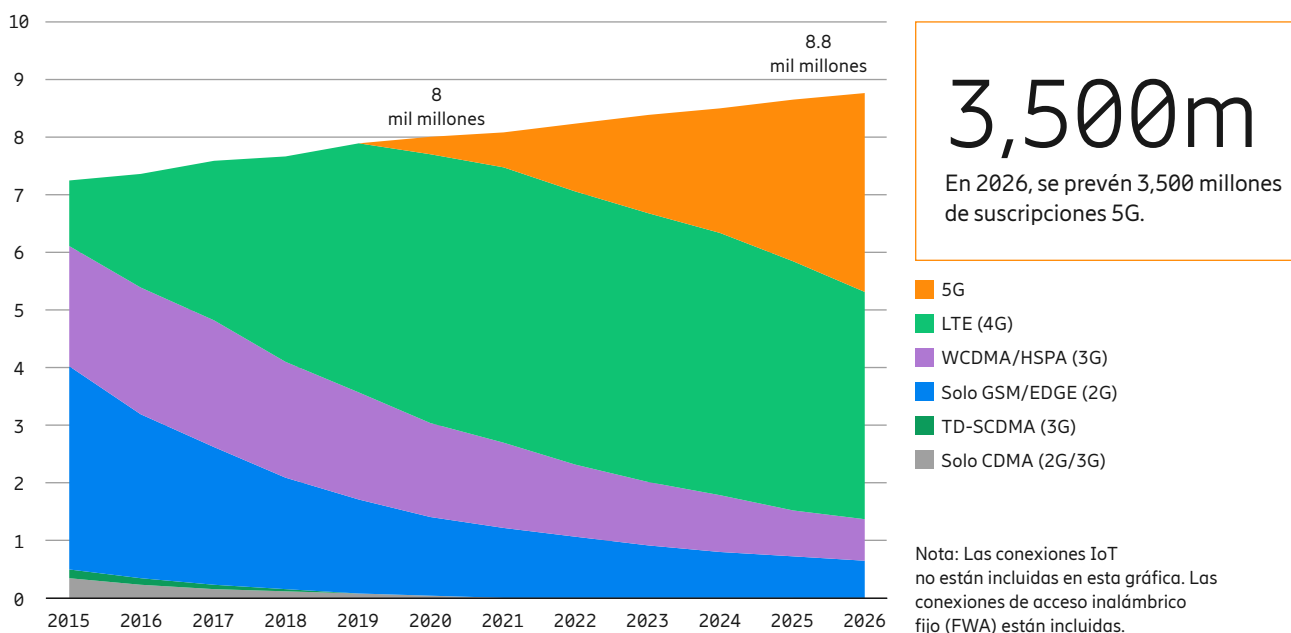
La suma total de suscripciones a móviles fue bastante baja durante el primer trimestre de 2021, con 59 millones. Esto se

debe probablemente a la pandemia y a sus restricciones del confinamiento. La India fue el país con más suscripciones netas (+26 millones), seguido por China (+6 millones) y Nigeria (+3 millones).

Tendencias de los paquetes de servicios

Los proveedores de servicios adaptan continuamente su oferta de servicios a los consumidores. Además de ofrecer velocidades significativamente mayores, las suscripciones 5G suelen contener paquetes más grandes o incluso datos ilimitados. Debido a que esto impulsa el uso, los proveedores de servicios también están incluyendo limitaciones, aunque leves, como medio para mejorar la monetización. También están apareciendo asignaciones diarias para paquetes ilimitados, con una opción para aumentar poco a poco la asignación de algunos GB sin costo, utilizando un simple mensaje de texto cada vez.

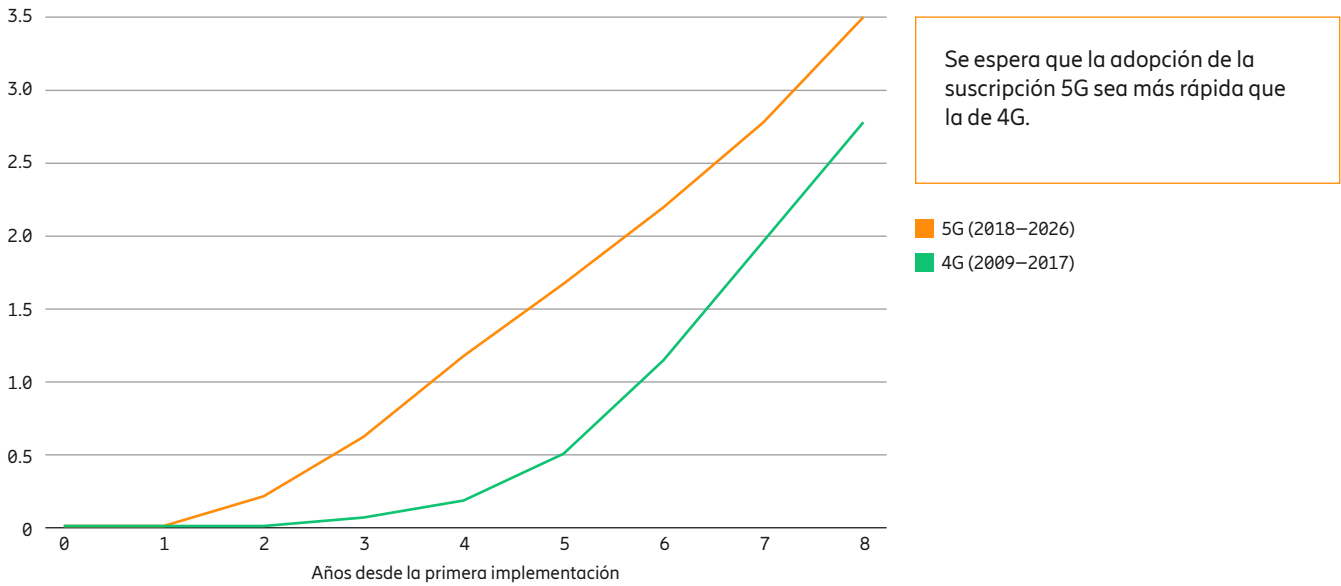
Figura 1: Suscripciones móviles por tecnología (miles de millones)



¹ GSA (abril de 2021).

² Una suscripción 5G se contabiliza como tal cuando se asocia a un dispositivo que admite Nueva Radio (NR), como se especifica en la Versión 15 de 3GPP, y que se conecta a una red habilitada para 5G.

Figura 2: Comparación de la captación de suscripciones 5G y 4G en los primeros años de despliegue (miles de millones)

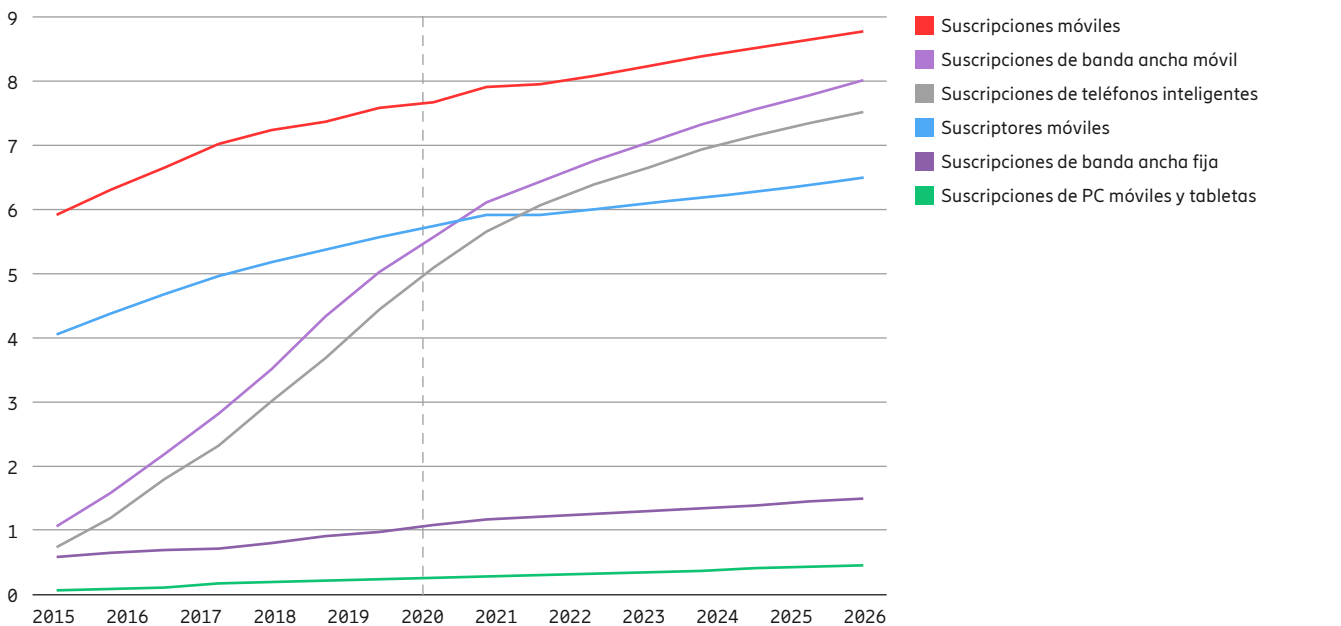


Muchos proveedores de servicios también están introduciendo términos y condiciones contra el uso de varios dispositivos IoT junto con estos paquetes, así como también están limitando el uso dentro de los planes familiares y compartidos. Los paquetes basados en servicios, como las suscripciones a música y video, han crecido constantemente en número en los últimos años. Una novedad en este segmento es la llegada de las suscripciones a videojuegos. Estos paquetes, que se venden como complementos de los paquetes normales, atraen a los jugadores promoviendo experiencias 5G y de baja latencia. O bien el tráfico es nulo, o bien se reserva un

determinado número de horas de uso o cantidad de GB para los paquetes. **Aumentan los suscriptores de banda ancha móvil**
 Hoy en día, hay alrededor de 8,000 millones de suscripciones móviles. Estimamos que esta cifra aumentará a 8,800 millones a finales de 2026, 91 % de los cuales corresponderá a banda ancha móvil. Se prevé que el número de suscriptores únicos a telefonía móvil pase de 5,900 millones en el primer trimestre de 2021 a 6,500 millones al final del periodo de previsión. La penetración de los teléfonos inteligentes sigue aumentando, y las suscripciones asociadas a ellos

representan alrededor del 76 % de todas las suscripciones de telefonía móvil. A finales de 2020, había 6,000 millones de suscripciones a teléfonos inteligentes. Se prevé que esta cifra alcance los 7,700 millones en 2026, lo que supondrá alrededor del 88 % de todas las suscripciones móviles para entonces. Se espera que las suscripciones a banda ancha fija crezcan alrededor del 4 % anual hasta 2026.³ Se prevé que las conexiones FWA muestren un fuerte crecimiento de alrededor del 20 % anual hasta 2026. Se espera que las suscripciones a PC móviles y tabletas muestren un crecimiento moderado, alcanzando unos 450 millones en 2026.

Figura 3: Suscripciones y suscriptores (miles de millones)

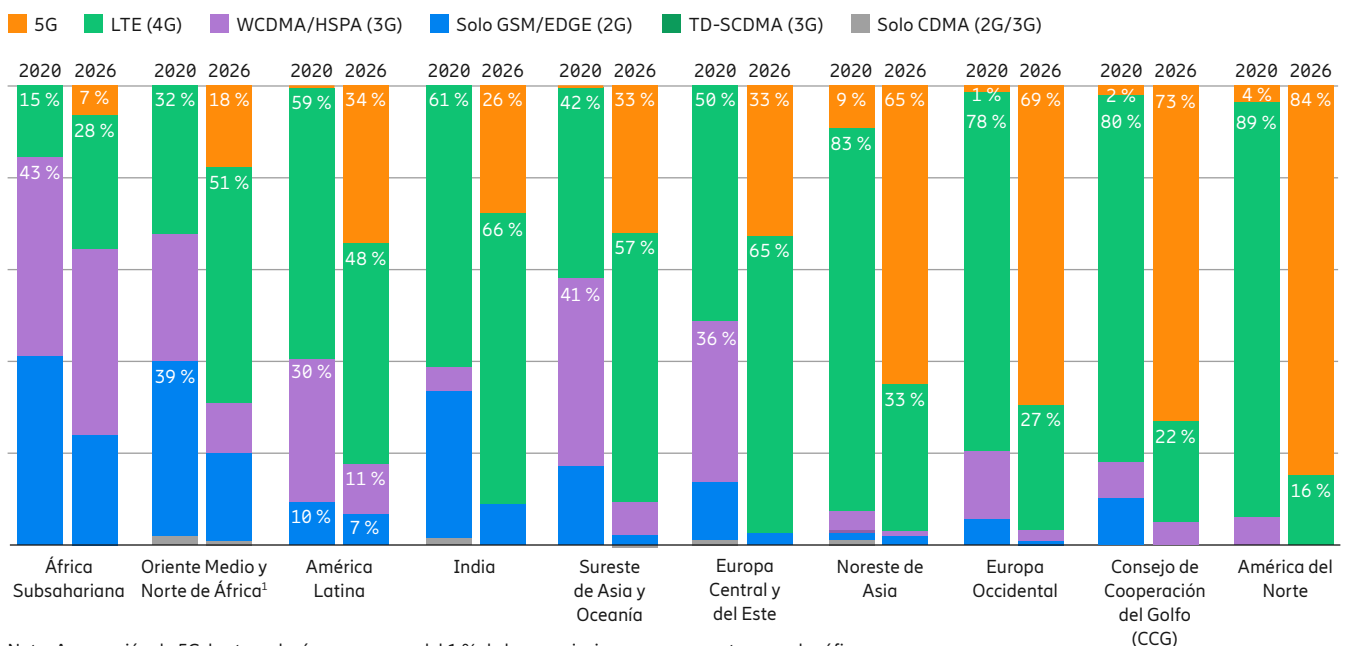


³El número de usuarios de banda ancha fija es por lo menos tres veces mayor que el número de conexiones de banda ancha fija debido a las suscripciones compartidas en los hogares, las empresas y los puntos de acceso público. Lo contrario sucede en el caso de los teléfonos móviles, donde el número de suscripciones supera al de usuarios.

5G está previsto que penetre en todas las regiones para el 2026

Las suscripciones de banda ancha móvil actualmente constituyen el 83% de todas las suscripciones móviles.

Figura 4: Suscripciones móviles por región y tecnología (porcentaje)



Nota: A excepción de 5G, las tecnologías con menos del 1 % de las suscripciones no se muestran en el gráfico.

África Subsahariana

En África Subsahariana, las suscripciones móviles seguirán creciendo durante el período previsto, ya que la penetración móvil es inferior al promedio mundial. En el primer trimestre de 2021, más del 20 % de las suscripciones netas mundiales se registraron en África, siendo Nigeria el tercer país con mayor número de adiciones netas. 4G representaba alrededor del 15 por ciento de las suscripciones a finales de 2020. Se estima que durante el período de previsión aumenten las suscripciones de banda ancha móvil², alcanzando el 76 % de las suscripciones móviles. Aunque las suscripciones a 5G y 4G seguirán creciendo en los próximos 6 años, HSPA seguirá siendo la tecnología dominante con una cuota superior al 40 % en 2026. Entre los factores que impulsan el crecimiento de las suscripciones de banda ancha móvil se encuentra una población joven y en crecimiento con cada vez mayores

conocimientos digitales y teléfonos inteligentes más económicos. Durante el período de previsión, se espera un volumen discernible de suscripciones 5G a partir de 2022, alcanzando el 7 por ciento en 2026.

Oriente Medio y Norte de África

En la región de Oriente Medio y Norte de África, alrededor del 32 % de las suscripciones móviles eran 4G a finales de 2020. Se prevé que la región evolucione durante el período de previsión, y que en 2026 alrededor del 80 % de las suscripciones sean de banda ancha móvil, siendo 4G la tecnología dominante con más del 50 % de las suscripciones. Se han realizado despliegues comerciales 5G con los principales proveedores de servicios y las suscripciones 5G superaron el millón a finales de 2020. Se esperan volúmenes significativos de 5G en 2021 y es probable que la región alcance unos 150 millones de suscripciones 5G en 2026, lo que

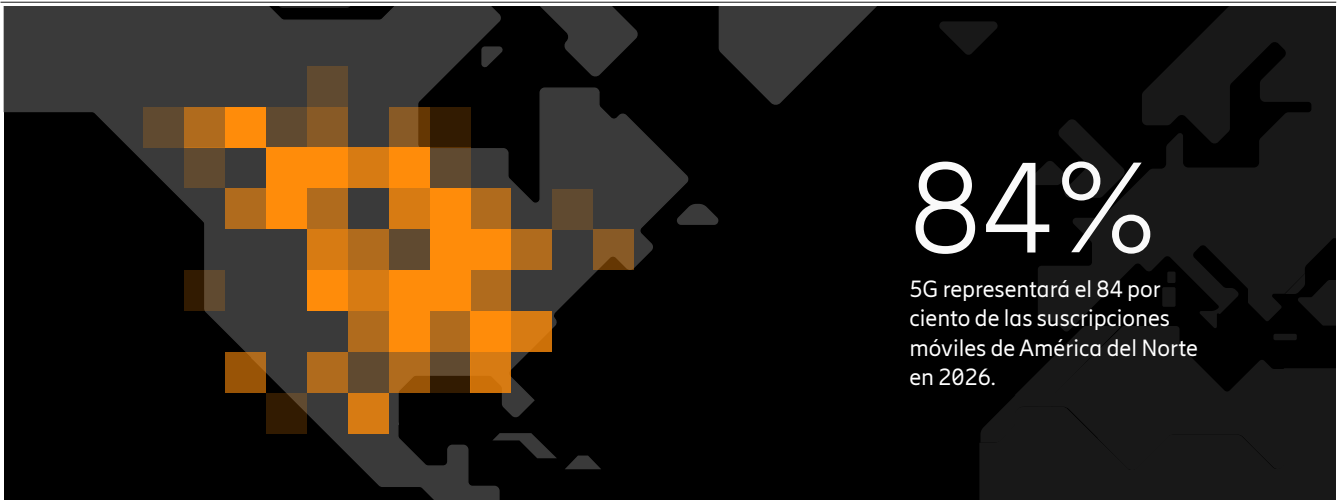
representa el 18 % del total de suscripciones móviles.

Consejo de Cooperación del Golfo (CCG)

Los países del CCG, que forman parte de la región de Oriente Medio y el Norte de África, se encuentran entre los mercados de TIC más avanzados del mundo: más del 90 % de las suscripciones móviles eran de banda ancha móvil a finales de 2020 y se calcula que esta cifra alcanzará el 95 % en 2026. 4G es la tecnología dominante, con cerca del 80 % de las suscripciones a finales de 2020. Sin embargo, con la aceleración de la adopción 5G en el período de previsión, se prevé que la mayoría de las suscripciones móviles sean para 5G, con más de 62 millones en 2026, lo que representa alrededor del 73 % del total de las suscripciones móviles. Esto convertirá a los CCG en la región con la segunda mayor penetración 5G en ese momento.

¹ Incluye los países del CCG.

² La banda ancha móvil incluye tecnologías de acceso por radio HSPA (3G), LTE (4G), 5G, CDMA2000 EV-DO, TD-SCDMA y Mobile WiMAX.



América Latina

En América Latina, 4G sigue siendo la tecnología de acceso por radio dominante durante el período de previsión, representando el 59 por ciento de las suscripciones a finales de 2020 y con una previsión del 48 % en 2026. Se prevé un descenso constante de WCDMA/HSPA a medida que los usuarios migran a 4G y 5G, pasando del 30 al 11 por ciento. Hasta la fecha, Brasil y Colombia han lanzado servicios comerciales 5G, y otros países como Argentina, Chile y México están invirtiendo y desplegando 5G. A finales de 2026, 5G representará el 34 % de las suscripciones móviles.

India

En la región de la India, se prevé que las suscripciones a la tecnología 4G pasen de 680 millones en 2020 a 830 millones en 2026, con un crecimiento compuesto anual del 3 por ciento. La 4G siguió siendo la tecnología dominante en 2020, con el 61% de las suscripciones móviles. La tecnología seguirá siendo dominante, representando el 66% de las suscripciones móviles en 2026, mientras que 3G se irá eliminando para entonces. La 5G representará cerca del 26% de las suscripciones móviles en India a finales de 2026, estimadas en cerca de 330 millones de suscripciones. El número de suscripciones a teléfonos inteligentes fue de 810 millones en 2020 y se espera que crezca a una tasa anual compuesta del 7%, llegando a más de 1,200 millones en 2026. Las suscripciones a teléfonos inteligentes representaron el 72% del total de las suscripciones móviles en 2020 y se prevé que constituyan más del 98% en 2026, impulsadas por la rápida adopción de los teléfonos inteligentes en el país.

Sureste de Asia y Oceanía

El número de suscriptores a la telefonía móvil en la región ha superado ya los 1,100 millones, encontrándose Indonesia entre los 5 primeros países del mundo en cuanto a adiciones netas. Las suscripciones a 5G se sitúan ahora por debajo de los 2 millones en la región, pero crecerán con fuerza en los

próximos años, con una previsión total de unos 400 millones para 2026. Los principales logros en materia de 5G siguen observándose en los mercados más desarrollados de la región. Las pruebas de agregación de portadoras han cobrado impulso con la primera combinación mundial de espectro 5G FDD de 2.1 GHz y 5G TDD de 3.5 GHz en Australia. A principios de año, Australia vio el lanzamiento de una red de doble banda TDD de 2.3 y 3.5 GHz con capacidad mejorada, que también utiliza técnicas de agregación de portadoras. En Singapur, se están desplegando varios emplazamientos 5G autónomos (SA) para preparar un lanzamiento que complementaría las actuales ofertas comerciales 5G no autónomas (NSA) en el país.

Europa Central y del Este

En Europa Central y del Este, 4G es la tecnología dominante y representa ya el 50 % de todas las suscripciones. En 2026, la 4G seguirá siendo la tecnología dominante y se espera que represente el 65 por ciento de las suscripciones móviles, mientras que se prevé que las suscripciones 5G representen el 33 por ciento. Durante el período de previsión, seguirá habiendo un importante descenso en WCDMA/HSPA, del 36% a prácticamente cero, a medida que los usuarios migren a 4G y 5G.

Hasta la fecha, se han lanzado comercialmente unas 20 redes 5G en toda la región. Para finales de 2020 y principios de 2021 estaban previstas otras subastas de espectro en bandas de frecuencias clave como 700MHz y 3.4-3.8GHz, algunas de las cuales se han retrasado. Esto tendrá un impacto a corto plazo en la implementación 5G en los países afectados.

Noreste de Asia

En el noreste de Asia, los proveedores de servicios siguen invirtiendo en despliegues 5G para seguir impulsando el crecimiento de las suscripciones. Un área de interés actual para los proveedores de servicios es mejorar la cobertura nacional. Mientras tanto, el rápido crecimiento de las suscripciones 5G, apoyado por un mayor número de modelos

de dispositivos 5G disponibles, ha tenido un impacto positivo en los resultados financieros de los proveedores de servicios. Los principales proveedores de servicios en los principales mercados 5G, como China y Corea del Sur, han informado de un impacto positivo de los suscriptores 5G en los ingresos de los servicios móviles y el ARPU (Ingreso promedio por unidad) en 2020.

Al final del período de previsión, se prevé que la región cuente con más de 1,400 millones de suscripciones 5G, lo que equivale a una penetración de las suscripciones 5G del 65%.

Europa Occidental

En Europa Occidental, 4G es la tecnología de acceso dominante, con el 78% de las suscripciones. Se prevé que 4G se reduzca al 27% y el WCDMA/HSPA a solo el 3% de las suscripciones en 2026 a medida que los suscriptores migren a 5G. Más de 60 proveedores de servicios han lanzado servicios 5G en toda la región. Durante 2020 estaban previstas nuevas subastas de espectro en las bandas de 700MHz y 3.4-3.8GHz, pero algunas se retrasaron, lo que tendrá un impacto a corto plazo en el despliegue y la cobertura 5G en la región. Se prevé que la penetración de la suscripción 5G alcance el 69% a finales de 2026.

América del Norte

En América del Norte, la comercialización 5G avanza a un ritmo rápido. Los proveedores de servicios han lanzado servicios comerciales de 5G, centrándose en la banda ancha móvil y el acceso inalámbrico fijo (FWA). La introducción de teléfonos inteligentes 5G compatibles con las tres bandas del espectro ya ha hecho de 2021 un año lleno de acontecimientos para los primeros en adoptar 5G. La FWA desempeñará un papel fundamental para cerrar la brecha digital, donde la pandemia ha dejado al descubierto grandes lagunas para la educación, el trabajo a distancia y las pequeñas empresas. Para 2026, se prevén más de 360 millones de suscripciones 5G en la región, lo que representará el 84% de las suscripciones móviles.

Los lanzamientos comerciales 5G impulsan las ofertas de FWA

Más del 70 % de los proveedores de servicios ofrecen ya servicios de acceso inalámbrico fijo (FWA). Se prevé que las conexiones superen los 180 millones a finales de 2026, lo que representará más del 20 % del tráfico total de datos de la red móvil en todo el mundo.

Más del 70 % de los proveedores de servicios ofrecen ya FWA

La pandemia de COVID-19 está acelerando la digitalización, así como aumentando la importancia y la necesidad de una conectividad de banda ancha doméstica rápida y confiable. FWA es, en muchos casos, la alternativa más rápida para satisfacer esta demanda.

En abril de 2021, Ericsson actualizó por quinta vez su estudio sobre los paquetes

minoristas ofrecidos por los proveedores de servicios en todo el mundo. De los 311 proveedores de servicios estudiados, 224 tenían una oferta de FWA, lo que representa una media del 72 % a nivel mundial. La adopción de ofertas FWA por parte de los proveedores de servicios ha aumentado en 12 puntos porcentuales durante los últimos seis meses, y se ha duplicado con creces desde las primeras mediciones de diciembre de 2018.

~90%

Casi el 90 % de los proveedores de servicios que han lanzado 5G también tienen una oferta de FWA (4G y/o 5G).

Figura 5: Número de proveedores de servicios que ofrecen FWA a nivel mundial

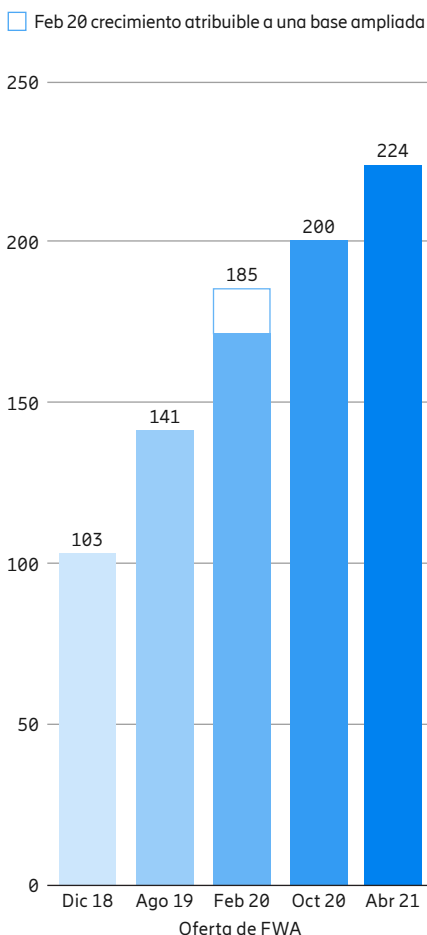


Figura 6: Porcentaje de proveedores de servicios que ofrecen FWA a nivel regional

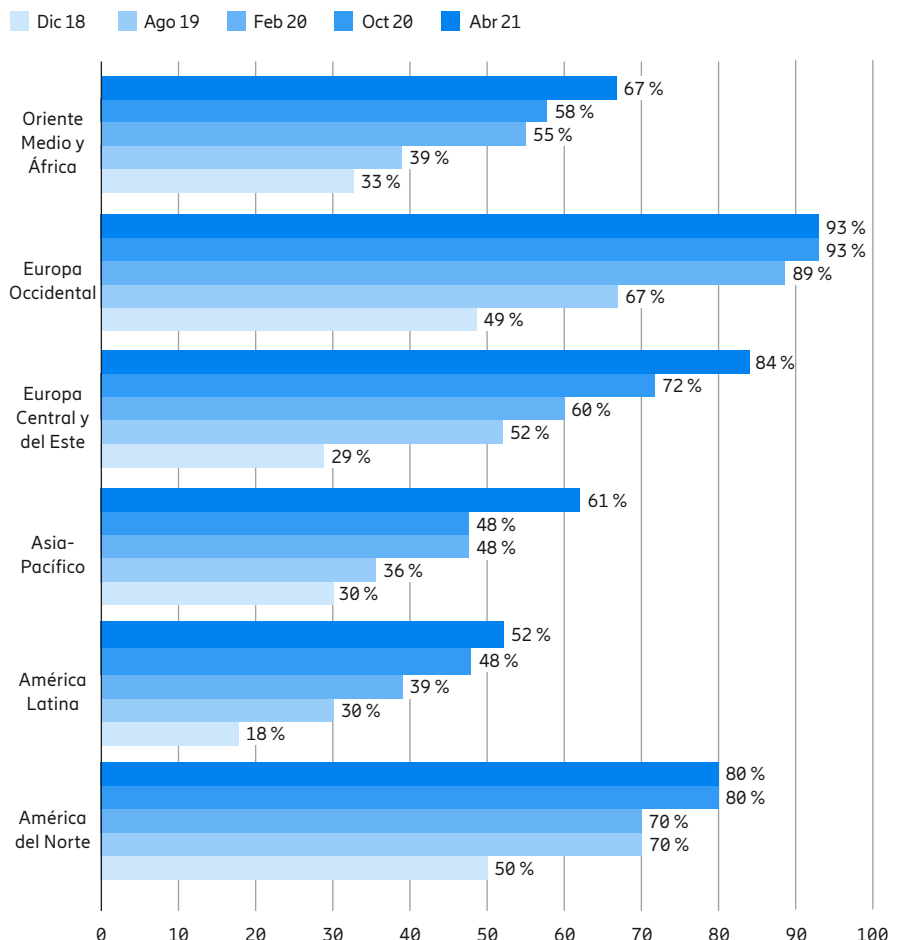
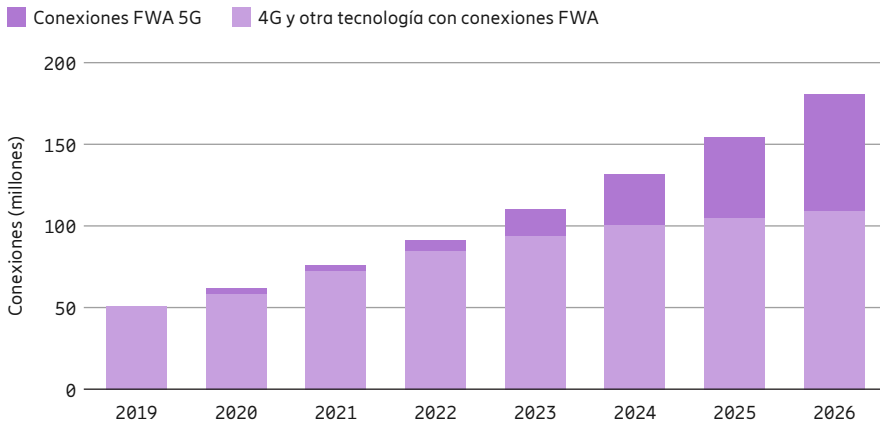
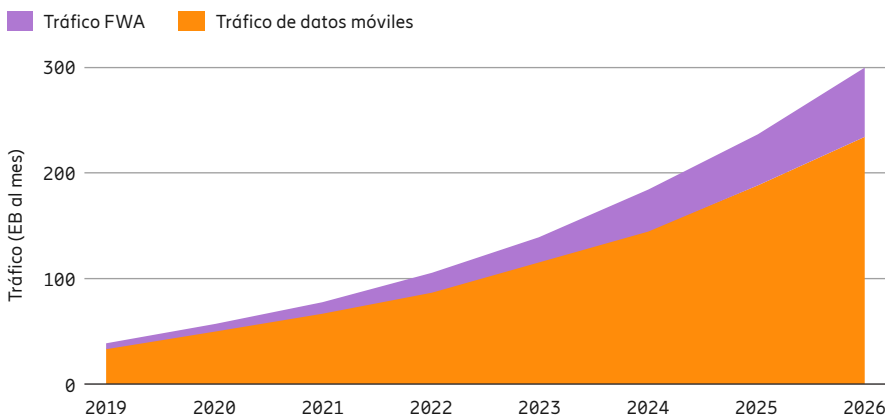


Figura 7: Conexiones FWA



Definición de FWA
Una conexión que ofrece acceso primario de banda ancha a través de equipos en las instalaciones del cliente (CPE) a una red móvil de área amplia inalámbrica. Esto incluye varios factores de forma de los CPE, tanto como para interiores (en escritorios y ventanas) y exteriores (en techos y paredes). No incluye routers o dongles basados en baterías portátiles y Wi-Fi.

Figura 8: Datos móviles y tráfico FWA



Más de la mitad de los proveedores de servicios de todas las regiones ofrecen ya FWA

Según los desgloses regionales, más del 50 % de los proveedores de servicios de cada región ofrecen FWA. El mayor crecimiento durante los últimos seis meses se ha producido en las regiones con menor penetración de la banda ancha fija, es decir, Oriente Medio y África, Europa Central y Oriental, Asia-Pacífico y América Central y Latina. Estas regiones crecieron entre 4 y 13 puntos porcentuales. Europa Central y del Este ha tenido un crecimiento de casi 25 puntos porcentuales desde el inicio de la pandemia en febrero de 2020. A nivel mundial, son las regiones con segunda mayor adopción, con un 84 %, mientras que Europa Occidental tiene la mayor adopción de FWA, con un 93 %.

Los proveedores de servicios 5G a la cabeza de la adopción de FWA

Casi el 90 % (87 %) de los proveedores de servicios que han lanzado 5G también tienen una oferta FWA (4G y/o 5G). Se trata de una adopción sustancialmente mayor de FWA en comparación con los proveedores de servicios que aún no han lanzado 5G (62 %). La alta tasa de adopción de FWA también se da en países con una alta penetración de fibra.

Adopción de conexiones globales de FWA

Además de la necesidad impulsada por la pandemia, hay tres factores principales que

impulsan el crecimiento de FWA. En primer lugar, la demanda de los consumidores y las empresas por la conectividad de banda ancha continúa. En segundo lugar, FWA es una alternativa cada vez más rentable en comparación con los servicios fijos como DSL, el cable y la fibra. El aumento de la capacidad, permitido por las mayores asignaciones de espectro y los avances tecnológicos, está impulsando una mayor eficiencia de la red en términos de costo por gigabyte entregado. Además, las innovaciones dentro de 5G mmWave han ampliado el alcance del espectro mmWave de unos cientos de metros a más de 7 km de radio de cobertura. Esto ofrece nuevas oportunidades para utilizar la actual red de infraestructuras de red, lo que convierte a 5G en una tecnología preparada para el futuro para los despliegues de FWA a gran escala. En tercer lugar, los gobiernos están impulsando la conectividad de banda ancha mediante programas y subsidios, ya que ésta se considera vital para los esfuerzos de digitalización y crecimiento económico.

La limitada notificación de las conexiones FWA, combinada con las distintas definiciones de FWA, da lugar a diferencias en el número de conexiones notificadas a nivel mundial. Sin embargo, estimamos que había más de 60 millones de conexiones FWA a finales de 2020. Se prevé que esta cifra se triplique hasta 2026, superando los 180 millones. De estas, se espera que las

conexiones FWA 5G crezcan hasta más de 70 millones en 2026, lo que representa alrededor del 40 % del total de conexiones FWA.

El tráfico de datos FWA representaba alrededor del 15 % del tráfico de datos de la red móvil mundial a finales de 2020. Se prevé que esta cifra se multiplique por 7 hasta alcanzar los 64EB en 2026, lo que supondrá más del 20 % del tráfico total de datos de la red móvil en todo el mundo.

FWA en el contexto de la banda ancha

Hay aproximadamente 2,000 millones de hogares en el mundo. A finales de 2020, aproximadamente 1,200 millones (el 60 %) tenían una conexión de banda ancha fija, y a finales de 2026 esta cifra alcanzará aproximadamente 1,500 millones (alrededor del 70 %). FWA representará entonces el 12 % de todas las conexiones de banda ancha fija. Sin embargo, cabe mencionar que FWA también se considera una opción de sustitución para 250 millones de conexiones DSL existentes.

El impacto de FWA en la sociedad es mayor que el número de conexiones FWA, ya que aporta conectividad a entre tres y cinco personas en un hogar, dependiendo de la demografía regional. La previsión de más de 180 millones de conexiones FWA para finales de 2026 representa aproximadamente 650 millones de individuos con acceso a una conexión de banda ancha inalámbrica.

Los consumidores siguen adoptando los dispositivos 5G

La introducción de la funcionalidad de Nueva Radio (NR) se está acelerando.

El ecosistema de dispositivos 5G sigue evolucionando rápidamente y superando los desarrollos históricos de las anteriores generaciones de tecnología móvil.

La adopción 5G está cobrando impulso tanto en el ámbito de las redes como en el de los dispositivos:

- Más de 300 modelos de teléfonos inteligentes 5G anunciados o lanzados comercialmente.
- Se espera que los envíos mundiales de teléfonos inteligentes crezcan un 7 por ciento interanual en 2021, a pesar de la escasez temporal de semiconductores.
- El precio de los dispositivos 5G sigue bajando, con precios de venta al público compatibles con bandas de frecuencia baja y media por debajo de 250 dólares fuera de China y 400 dólares para los dispositivos compatibles con mmWave en Estados Unidos.
- La tecnología 5G autónoma (SA) sigue evolucionando a medida que más mercados la habilitan con:
 - Servicios nativos de 5G de voz sobre NR (VoNR).
 - Apoyo al slicing.
 - Conectividad dual mediante una portadora de anclaje NR (NR-DC), lo que permite el uso del espectro mmWave en las redes SA.
- Los primeros conjuntos de chips y dispositivos con capacidad de agregación de portadoras (CA) NR disponibles a partir del segundo trimestre.
- Los nuevos conjuntos de chips para las bandas del espectro de ondas milimétricas reducirán los precios de estos dispositivos durante 2021.

La crisis de los semiconductores

La industria de los dispositivos ha sorteado bastante bien hasta ahora los efectos del COVID-19 sobre la disponibilidad de semiconductores, a pesar de las preocupaciones por el importante impacto que tuvo la escasez en la industria automotriz en 2020. La mayoría de los proveedores han podido asegurarse su cuota de componentes de banda base y radiofrecuencia (RF), lo que

indica que cualquier impacto en la industria de los dispositivos será limitado y la proyección de aproximadamente 500 millones de dispositivos con capacidad 5G podría alcanzarse en 2021. Esto equivale a que entre el 35 y el 45 por ciento de todos los dispositivos enviados a nivel mundial sean aptos para 5G, aunque con fuertes diferencias regionales.

Las redes SA dan nuevos pasos

Una vez establecidas las capacidades básicas 5G, la atención se ha desplazado a los despliegues de SA. China y Norteamérica han estado a la cabeza, y ya hay señales del impulso a SA en otros mercados como el europeo.

Los chips tienen capacidades SA desde hace algún tiempo, sin embargo, habilitar esas capacidades en dispositivos fuera de China y Norteamérica ha dependido de los planes de lanzamiento de los operadores. En la segunda mitad de 2021, prevemos la introducción de servicios comerciales de VoNR nativos de 5G en redes y dispositivos, y la inclusión de la compatibilidad con mmWave a nivel de chips para el modo SA.

Despliegue de la agregación de portadoras

El despliegue a gran escala de NR CA en redes en vivo ha sido algo más lento de lo esperado, y solo unos pocos mercados lo han puesto en marcha en 2020. Dado que se están preparando más dispositivos y redes para los servicios comerciales, esperamos ver muchos más dispositivos compatibles con NR CA en la segunda mitad de 2021. Esto servirá para ampliar la cobertura del espectro TDD y aumentar las velocidades máximas de datos. En primer lugar, se agregarán dos portadoras NR y, posteriormente, durante 2022, el ecosistema admitirá opciones de tres portadoras.

Llegada de mmWave

A medida que aumenta la competencia, esperamos que más marcas de chips entren en el espacio de mmWave y que el precio de los dispositivos con capacidad mmWave siga disminuyendo. Al menos 12 proveedores de teléfonos inteligentes ofrecen ya teléfonos con capacidad para mmWave. Además, el acceso inalámbrico fijo (FWA) sigue evolucionando con nuevas mejoras de cobertura en mmWave, habilitadas por las nuevas características tanto de los dispositivos como de las redes.

Figura 9: Preparación del mercado para la tecnología 5G



Nota: El gráfico ilustra la disponibilidad de la funcionalidad de la red, así como el apoyo en los dispositivos.

La banda ancha IoT superará a 2G y 3G

Durante 2021, el IoT de banda ancha (4G/5G) superará a 2G y a 3G como el segmento que permite la mayor parte de las aplicaciones del IoT.

Las tecnologías de IoT masivo NB-IoT y Cat-M¹ siguen desplegándose en todo el mundo, y se espera que el número de conexiones aumente en casi un 80 % durante 2021 para alcanzar cerca de 330 millones. En 2026, se prevé que estas tecnologías representen el 46 % de todas las conexiones móviles IoT.

El IoT masivo consiste principalmente en tipos de uso de área amplia, que conectan un gran número de dispositivos de baja complejidad y bajo costo con una larga duración de la batería y un rendimiento relativamente bajo. Unos 120 proveedores de servicios han lanzado comercialmente NB-IoT y 55 han lanzado Cat-M. Las tecnologías NB-IoT y Cat-M se complementan, y aproximadamente 40 proveedores de servicios han lanzado ambas tecnologías.

Cat-M y NB-IoT siguen un camino de evolución fluida hacia las redes 5G y pueden seguir desplegándose en las mismas bandas que hoy, incluso cuando se introduzca la 5G. Los dispositivos de IoT masivo más comúnmente desplegados hoy en día incluyen varios tipos de medidores, sensores y dispositivos de seguimiento, ya que estos y las aplicaciones correspondientes (medición inteligente y seguimiento de activos) son fáciles de integrar y desplegar de extremo a extremo. El IoT de banda ancha incluye

principalmente tipos de uso de área amplia que requieren mayor rendimiento, menor latencia y mayores volúmenes de datos que los que pueden soportar las tecnologías de IoT masivo. La 4G ya está soportando muchos tipos de uso en este segmento. A finales de 2026, el 44 por ciento de las conexiones IoT móviles serán de IoT de banda ancha, la mayoría conectando a 4G. Con la introducción de la Nueva Radio (NR) 5G en los espectros antiguo y nuevo, las velocidades de transmisión de datos aumentarán sustancialmente en este segmento.

El IoT crítico está pensado para comunicaciones de tiempo crítico en tipos de uso de área amplia y local que requieren una entrega de datos garantizada con objetivos de latencia especificados. El IoT crítico se introducirá en las redes 5G con las avanzadas capacidades de comunicación de tiempo crítico de la 5G NR. Permitirá una amplia gama de servicios en los que el tiempo es fundamental para los consumidores, las empresas y las instituciones públicas de diversos sectores. Los tipos de uso típicos incluyen la RA/RV basada en la nube, el control remoto de máquinas y vehículos, la robótica en la nube, los juegos avanzados en la nube y la coordinación y el control en tiempo real de máquinas y procesos.

El despliegue de los primeros

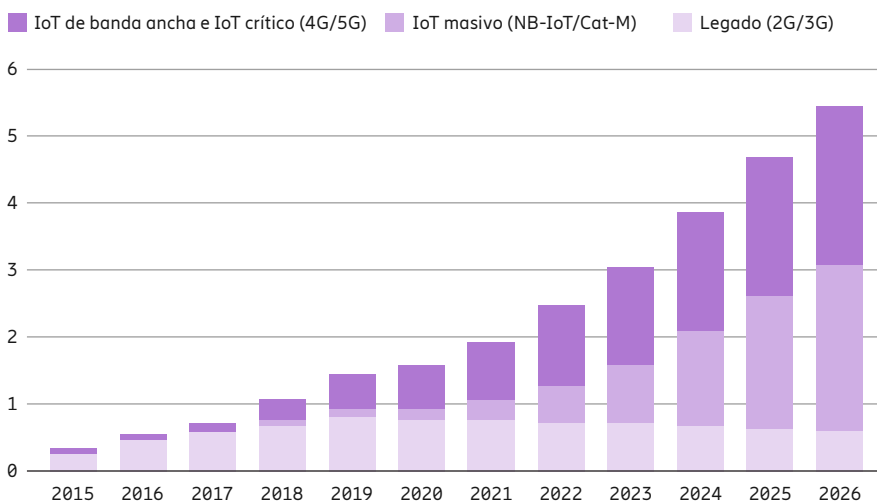
dispositivos comerciales que soporten las comunicaciones de tiempo crítico está previsto para 2022.

La eliminación de las conexiones móviles de IoT inactivas en China indica una proporción sustancial de conexiones inactivas, lo que nos lleva a revisar nuestra estimación para 2020 de 1,700 millones a 1,600 millones de conexiones móviles de IoT y a ajustar la previsión global en consecuencia.

Dispositivos IoT

Los primeros dispositivos de IoT en aprovechar las capacidades 5G han sido los routers industriales y los vehículos. Los dispositivos IoT lanzados en 2020 se limitaron a soportar la arquitectura 5G no autónoma (NSA). En la primera mitad de 2021, hemos visto los primeros dispositivos IoT con capacidad 5G autónoma (SA). Ya están disponibles los módulos con capacidad 5G SA de algunos proveedores, y se espera que otros proveedores de módulos alimenten el ecosistema del IoT. Esperamos que el 5G extienda su alcance a más tipos de dispositivos IoT durante la segunda mitad de 2021, como cámaras, auriculares de RV y vehículos aéreos no tripulados (UAV). Se espera que algunos de estos tipos de uso evolucionen con capacidades de comunicación de tiempo crítico durante 2022.

Figura 10: Conexiones IoT Móvil por segmento y tecnología (miles de millones)



¹ Cat-M incluye tanto Cat-M1 como Cat-M2. Hoy solo se soporta Cat-M1.

² Estas cifras también se incluyen en las cifras de IoT de área amplia.

Figura 11: Conexiones IoT (miles de millones)

IoT	2020	2026	CAGR
IoT de área amplia	1.7	5.8	23 %
IoT móvil ²	1.6	5.4	23 %
IoT de corto alcance	10.7	20.6	12 %
Total	12.4	26.4	13 %

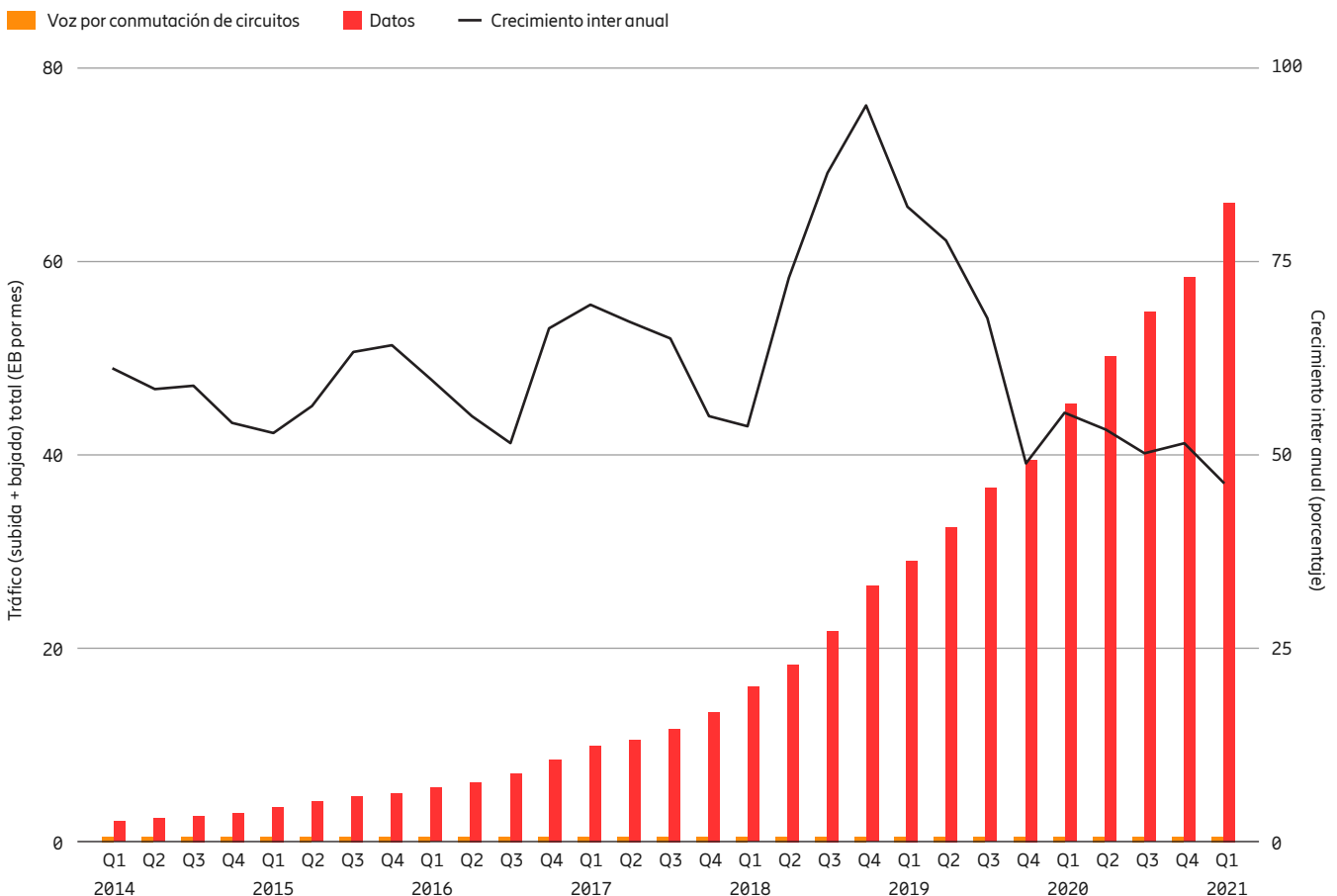
El crecimiento del tráfico de las redes móviles se mantiene estable

El tráfico de datos en redes móviles creció un 46 % entre el primer trimestre de 2020 y el primer trimestre de 2021.

Al igual que en los trimestres anteriores durante 2020, la tasa de crecimiento interanual del tráfico se mantuvo en un nivel más normal, alrededor del 46 %, en comparación con el pico extraordinario de 2018 y la primera parte de 2019. El crecimiento inter trimestral fue del 13 %, y el tráfico total mensual de datos de redes móviles en el primer trimestre de 2021 superó los 66EB.

A largo plazo, el crecimiento del tráfico¹ está impulsado tanto por el aumento del número de suscripciones de teléfonos inteligentes como por el creciente volumen promedio de datos por suscripción, debido principalmente al aumento en la visualización de contenido de video. La Figura 12 muestra el tráfico mensual total de datos y voz de la red mundial desde el primer trimestre de 2014 hasta el primer trimestre de 2021, junto con la variación porcentual interanual del tráfico de datos de la red móvil.

Figura 12: Tráfico de datos de la red móvil mundial y crecimiento interanual (EB por mes)



Nota: El tráfico de datos de la red móvil también incluye el tráfico generado por los servicios de acceso inalámbrico fijo (FWA).

¹ El tráfico no incluye DVB-H, Wi-Fi o WiMAX móvil. Se incluye VoIP.

Los teléfonos inteligentes y el video aumentan el tráfico de datos móviles

En 2026, las redes 5G transportarán más de la mitad del tráfico mundial de los teléfonos inteligentes.

El tráfico total de datos móviles a nivel mundial, excluyendo el tráfico generado por el acceso inalámbrico fijo (FWA), alcanzó los 49EB mensuales a finales de 2020 y se prevé que se multiplique por cerca de 5 hasta alcanzar los 237EB mensuales en 2026. Incluyendo el tráfico FWA, el tráfico total de la red móvil ascendió a 58EB mensuales a finales del año pasado. Se prevé que el tráfico total de la red móvil supere los 300EB mensuales en 2026.

El promedio mensual de uso por teléfono inteligente supera ya los 10GB, y se prevé que alcance los 35GB a finales de 2026.

Los teléfonos inteligentes siguen estando en el epicentro de este desarrollo, ya que generan la mayor parte del tráfico de los datos móviles, alrededor del 95 %, en la actualidad, una cuota que se prevé aumente durante el periodo de previsión.

Es probable que los mercados con mayor población que lancen 5G de forma temprana lideren el crecimiento del tráfico durante el periodo previsto. Para 2026, esperamos que las redes 5G transporten el 53 % del tráfico total de datos móviles.

El tráfico de video representa actualmente el 66 % de todo el tráfico de datos móviles, porcentaje que se prevé que aumente al 77 % en 2026.

Grandes variaciones en el crecimiento del tráfico en distintas regiones

El crecimiento del tráfico puede ser muy volátil entre años y también puede variar significativamente entre países, dependiendo de la dinámica del mercado local. Hemos aumentado nuestras previsiones para el sudeste asiático y Oceanía, así como para la India, que sigue siendo una región con una de las mayores tasas de uso mensual por teléfono inteligente, con unos 15GB a finales de 2020.

En todo el mundo, el crecimiento del tráfico de datos móviles por teléfono inteligente puede atribuirse a tres factores principales: la mejora de las capacidades de los dispositivos, el aumento de los contenidos con gran cantidad de datos y un consumo de datos cada vez mayor debido a las continuas mejoras en el rendimiento de las redes desplegadas.

Más de 1,200 millones de suscripciones a teléfonos inteligentes en la región de la India en 2026

El COVID-19 ha acelerado la transformación digital de la India ya que cada vez más consumidores confían en los servicios digitales – ya sean

10 GB

A nivel mundial, el uso promedio por teléfono inteligente supera ya los 10 GB.

pagos digitales, consultas médicas a distancia, venta minorista en línea o videoconferencias – para satisfacer sus necesidades empresariales o personales. En consecuencia, el uso promedio mensual de datos móviles por teléfono inteligente sigue mostrando un fuerte crecimiento, impulsado por el aumento del uso de los teléfonos inteligentes mientras se está en casa. La dependencia de las personas de sus redes móviles para estar conectadas así como para trabajar desde casa, ha contribuido a que el tráfico promedio por usuario de teléfono inteligente aumente de 13 GB al mes en 2019 a 14.6 GB al mes en 2020. El tráfico promedio por teléfono inteligente en la región de la India es el segundo más alto del mundo y se prevé que crezca hasta unos 40GB al mes en 2026. Los precios competitivos de los proveedores de servicios para los paquetes de suscripción, los teléfonos inteligentes económicos y el aumento del tiempo que se pasa en línea contribuyen al crecimiento del uso mensual en la región.

El tráfico total de datos móviles en la India ha pasado de 6.9EB al mes en 2019 a 9.5EB al mes en 2020 y se prevé que se multiplique por más de 4 para alcanzar los 41EB al mes en 2026. Esto se debe a dos factores: el elevado crecimiento del número de usuarios de teléfonos inteligentes, incluido el crecimiento en las zonas rurales, y el aumento del uso promedio por teléfono inteligente. Durante el periodo de previsión se esperan 430 millones adicionales de suscripciones a teléfonos inteligentes en la India, con lo que el total superará los 1,200 millones en 2026.

Figura 13: Tráfico mundial de datos de redes móviles (EB al mes)

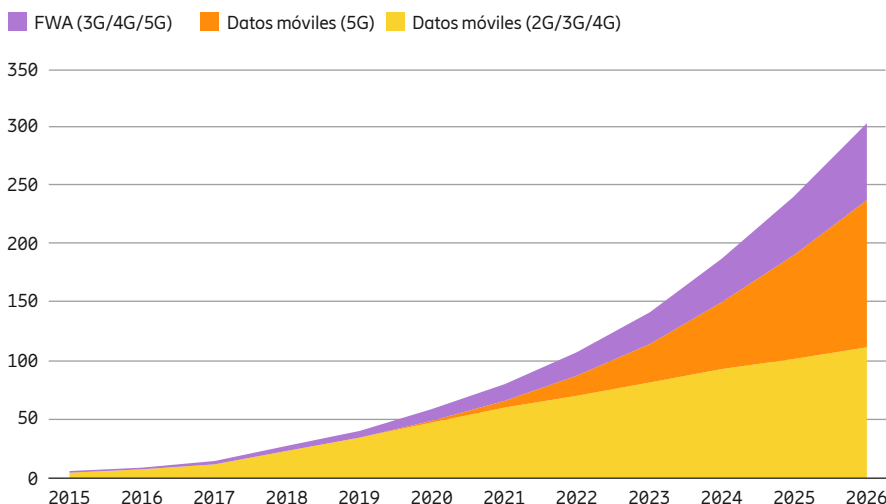
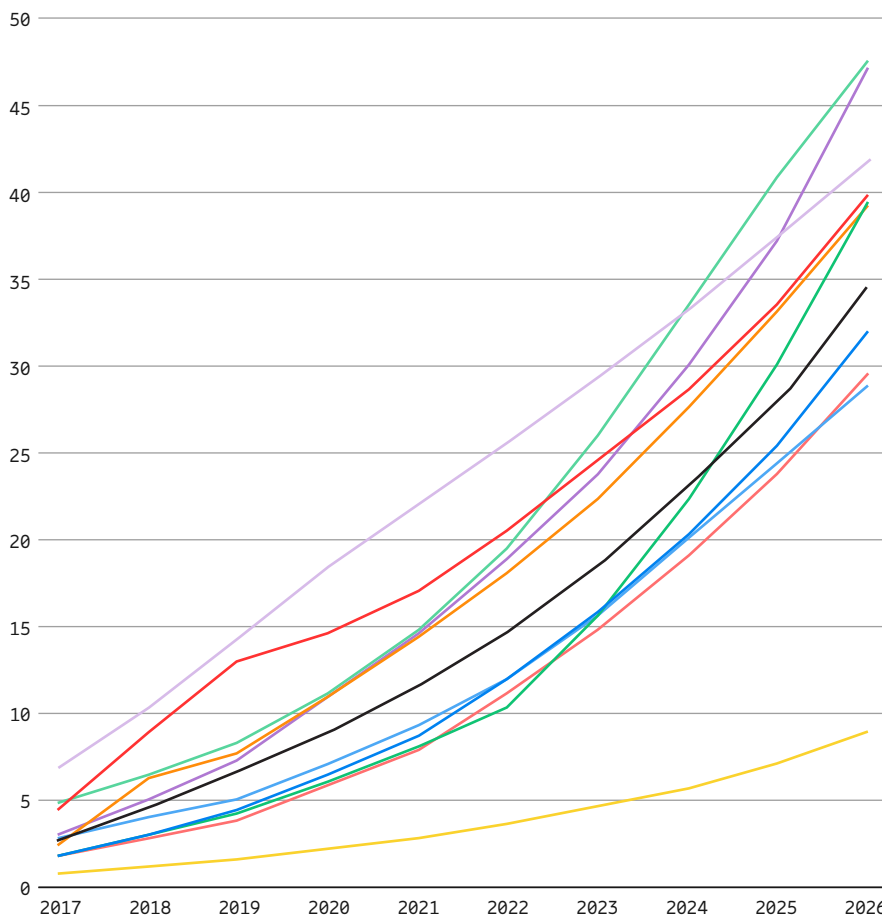


Figura 14: Tráfico de datos móviles por teléfono inteligente (GB por mes)



Regiones	CAGR		
	2020	2026	'20-'26
América del Norte	11.1	48	27 %
Europa Occidental	11	47	28 %
GCC	18.4	42	15 %
India	14.6	40	18 %
Sureste de Asia y Oceanía	6.2	39	36 %
Noreste de Asia	10.9	39	24 %
Promedio mundial	9	35	25 %
Oriente Medio y Norte de África	6.5	32	30 %
América Latina	5.9	30	31 %
Europa Central y del Este	7.2	29	26 %
África Subsahariana	2.2	9	26 %

En Norteamérica, el futuro crecimiento mensual de GB depende de la adopción del servicio 5G

Se espera que el uso promedio mensual de datos móviles en Norteamérica alcance los 48GB por teléfono inteligente, al mes, en 2026. Una base de consumidores conocedores de los teléfonos inteligentes y aplicaciones con alta carga de video combinada con planes grandes de datos impulsarán el crecimiento del tráfico. Si bien es posible que haya un fuerte crecimiento del tráfico por teléfono inteligente a corto plazo, se espera que la adopción de servicios de consumo inmersivos mediante RA/RV conduzca a un crecimiento aún mayor a largo plazo. En 2026, la penetración de las suscripciones 5G en Norteamérica será la más alta de todas las regiones, con un 84 %.

El crecimiento del tráfico en Europa Occidental sigue una pauta similar a la prevista en Norteamérica. Se prevé que la situación del mercado, más fragmentada, conduzca a una adopción más tardía de 5G por parte del mercado masivo, pero en 2026 se espera que el uso del tráfico por teléfono inteligente sea de 47GB al mes, lo que estará muy cerca del uso en Norteamérica en ese momento.

Continúa el crecimiento del uso mensual de datos móviles 5G en el noreste de Asia El consumo de video, el trabajo a distancia, los juegos móviles y los nuevos tipos de

transmisión, como la RA/RV, impulsan el uso de datos móviles en la región. Se estima que el uso mensual por teléfono inteligente alcanzará los 14.5 GB a finales de 2021, lo que supone un aumento respecto a los 10.9GB de finales de 2020. Como mercado líder en 5G, se espera que la región continúe con su alto crecimiento y se prevé que el tráfico de datos por teléfono inteligente alcance los 39GB al mes en 2026.

Se espera que la región de **Oriente Medio y Norte de África** tenga la segunda tasa de crecimiento más alta durante el periodo de previsión, multiplicando el tráfico total de datos móviles por casi 7 entre 2020 y 2026. Se espera que el promedio de datos por teléfono inteligente alcance los 32GB al mes en 2026.

Si nos fijamos más en los países del **Consejo de Cooperación del Golfo (CCG)**, el tráfico de datos por teléfono inteligente fue el más alto a nivel mundial a finales de 2020, superando los 18GB mensuales. Al final del periodo de previsión, se espera que alcance un promedio de 42GB al mes.

África subsahariana también tiene una tasa de crecimiento muy alta, pero desde una base relativamente pequeña, con un tráfico total de datos móviles que pasará de 0.87EB al mes en 2020, a 5.9EB, en 2026. Se espera que el tráfico promedio por teléfono inteligente alcance los 9GB mensuales durante el periodo de pronóstico.

En **Sudeste Asiático y Oceanía** el tráfico de datos por teléfono inteligente será el que más

crezca a nivel mundial, alcanzando los 39 GB mensuales en 2026, lo que representa una CAGR del 36 %. El tráfico total de datos móviles crecerá en consecuencia, con una CAGR del 42 %, alcanzando los 39GB al mes, impulsado por el crecimiento continuo de las suscripciones 4G y la adopción 5G en aquellos mercados en los que ésta ya se ha lanzado.

Se espera que América Latina siga una tendencia similar a la del Sudeste Asiático durante el periodo de previsión a nivel regional, mientras que cada uno de los países pueden mostrar tasas de crecimiento muy diferentes para el tráfico por teléfono inteligente. El crecimiento del tráfico está impulsado por la ampliación de la cobertura y la continua adopción de 4G (y, eventualmente, 5G), vinculada a un aumento de las suscripciones a teléfonos inteligentes y al incremento del uso promedio de datos por teléfono inteligente. Se espera que el tráfico de datos por teléfono inteligente alcance los 30GB al mes en 2026.

En **Europa Central y del Este**, el crecimiento también se ve impulsado por la adopción de 4G y 5G. Durante el periodo de previsión, se espera que el tráfico mensual por teléfono inteligente aumente de 7.2GB a 29GB al mes.

Debemos considerar que hay importantes variaciones en el consumo mensual de datos dentro de las regiones, ya que los países y los proveedores de servicios tienen un consumo mensual considerablemente más alto que el registrado por cualquier promedio regional.

La cobertura de la red 5G aumenta más rápido que la de 4G

Se espera que la 5G sea la tecnología de comunicación móvil de más rápido despliegue de la historia, y se prevé que cubra alrededor del 60 % de la población mundial en 2026.

La cobertura mundial de la población 4G superaba el 80 % a finales de 2020 y se prevé que alcance alrededor del 95 % en 2026. Las redes 4G están evolucionando para ofrecer una mayor capacidad de red y velocidades de datos más rápidas. Actualmente hay 809 redes comerciales 4G desplegadas. De ellas, 328 se han actualizado a LTE-Advanced y se han lanzado comercialmente 42 redes LTE Gigabit.

5G cubriría a más de mil millones de personas a finales de 2020

La cobertura de la población estimada a finales de 2020 era de aproximadamente el 15 %, lo que equivale a más de mil millones de personas. La construcción de redes 5G sigue acelerándose y, a la fecha, se han producido más de 160 lanzamientos comerciales en todo el mundo.

La ampliación de la cobertura 5G se puede dividir en tres implementaciones:

1. Nuevas bandas en el rango de sub 6GHz
2. Bandas de frecuencia mmWave
3. Bandas 4G existentes

Existen grandes diferencias entre los países en cuanto a la forma en que los proveedores de servicios han comenzado a desplegar 5G. En E.U.A. se han utilizado las tres categorías, lo que ha resultado en una cobertura 5G para una gran parte de la población. En Europa, países como Alemania y España han desplegado en las bandas existentes para crear una cobertura importante. Las nuevas bandas en el rango inferior a 6 GHz, a menudo denominadas bandas medias, están disponibles en muchos mercados y ofrecen una buena combinación de cobertura de red, capacidad y velocidad. China es un ejemplo donde los proveedores de servicios han desplegado un número considerable de estaciones base en bandas medias.

El apagado de una red no tendrá un impacto negativo en la cobertura global de la red

Los proveedores de servicios buscan continuamente alternativas para aumentar la cobertura y la capacidad utilizando tecnologías de nueva generación. Una de las opciones es "retirar", o apagar, una tecnología heredada – es decir, 2G o 3G – que suelen estar desplegadas en bandas bajas o medias que son ideales para crear una gran cobertura de red con 4G y 5G.

Otro factor que impulsa el cierre de la red es la reducción de su complejidad y de los gastos operativos. Sin embargo, hay que tener en cuenta varias consideraciones, como la capacidad de la flotilla de dispositivos y la base instalada de IoT. También hay requisitos normativos; por ejemplo, a partir del 30 de marzo de 2018, la normativa de la UE exige que los vehículos de motor estén equipados con la capacidad de realizar llamadas de emergencia basadas en el 112. Muchos de ellos se limitan a las tecnologías 2G y 3G. Los planes y las tendencias para retirar una red son muy diferentes según las regiones y los países, y en los países desarrollados ya se están produciendo cierres. Esto se debe a la combinación de dispositivos; por ejemplo, en América del Norte, la cuota de abonos 2G/3G es sólo del 7 %, en comparación con el África subsahariana, donde la cuota es actualmente del 70-80 %.

Las ganancias de cobertura y capacidad en las bandas bajas y medias pueden lograrse sin que se produzca o no la extinción gradual, por ejemplo con el uso del espectro compartido. Además, si se retira una tecnología heredada, la banda espectral correspondiente se utilizará para una tecnología 3GPP más reciente sin tener un impacto negativo en la cobertura de la red.

Figura 15: Cobertura de la población mundial por tecnología¹

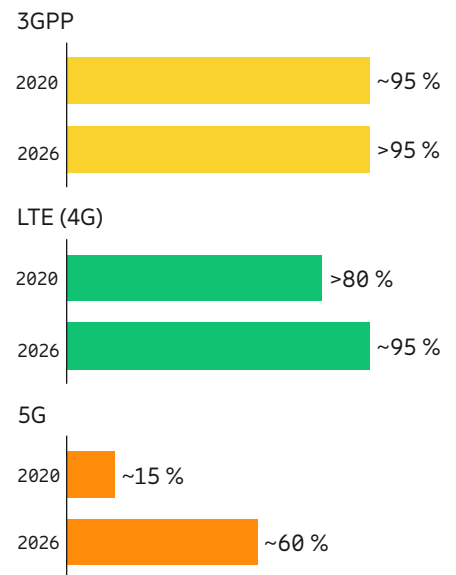
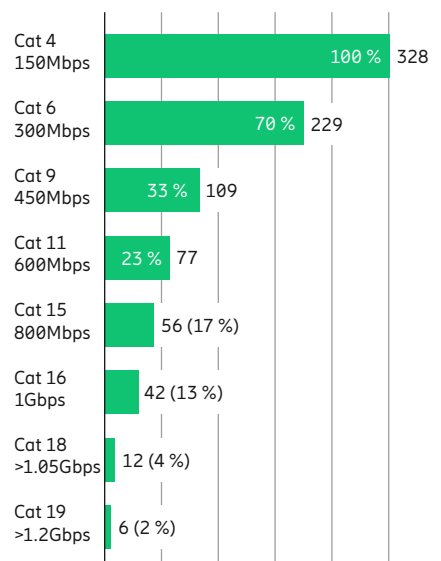


Figura 16: Porcentaje y número de redes LTE-Advanced que admiten varias categorías de dispositivos



Fuente: Ericsson y GSA (Mayo 2021).

¹ Las cifras se refieren a la cobertura de cada tecnología. La capacidad de utilizar la tecnología está sujeta a factores como el acceso a dispositivos y suscripciones.

Países del Consejo de Cooperación del Golfo: una mirada más cercana

Las iniciativas para diversificar las economías de los países del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG) en nuevas industrias han acelerado tanto la innovación tecnológica como la previsión de adopción de 5G.

Este es el primer número del Mobility Report que desglosa las estadísticas de los países del CCG a partir de las cifras clave regionales de Oriente Medio y el Norte de África. Las estadísticas y previsiones incluyen varias cifras de suscripciones y tráfico de móviles.

Los proveedores de servicios del CCG fueron de los primeros del mundo en lanzar 5G, con servicios comerciales disponibles en la mayoría de los estados miembros durante 2019. En los resultados de Speedtest® de Ookla®, las redes 5G de toda la región tienen un promedio de rendimiento del enlace descendente entre 6 y 10 veces mayor que 4G.¹ La penetración de los teléfonos inteligentes era del 82 % a finales de 2020, el segundo lugar después del noreste de Asia y comparable a América del Norte. El tráfico de datos mensual por teléfono inteligente fue el más alto a nivel mundial a finales de 2020, superando los 18GB.²

En total, se prevé que el CCG cuente con 62 millones de suscripciones a la telefonía móvil 5G para finales de 2026, lo que supondrá casi tres cuartas partes de todas las suscripciones móviles en la región del Golfo en ese momento.

Los proveedores de servicios están utilizando el rendimiento de la red 5G como clave de diferenciación en un mercado altamente competitivo. Esto posiciona a los países del CCG como los segundos, después de Norteamérica, en cuanto a penetración de suscripciones 5G para finales de 2026. Pero la importancia de 5G en esta región va más allá del número de suscripciones para los consumidores. 5G también aportará nuevas capacidades que permitirán a los operadores desarrollar aplicaciones, servicios, y flujos de ingresos innovadores para el mercado empresarial. Se espera que las nuevas aplicaciones y servicios 5G tengan un profundo impacto en una serie de sectores verticales de la industria.

Las economías de los países del CCG han dependido en gran medida del petróleo y

los servicios conexos. Sin embargo, debido a la volatilidad de los precios y en pronóstico del pico del petróleo, en los últimos años los gobiernos se han centrado cada vez más en la diversificación de las economías para reducir su dependencia al petróleo.

Una consecuencia de ello es el predominio de las iniciativas digitales patrocinadas por los gobiernos destinadas a promover la innovación tecnológica.

- **El Reino de Arabia Saudita (KSA)** – una de las economías regionales más fuertes – tiene una serie de iniciativas digitales de alto perfil que gestiona en el marco de su iniciativa Visión 2030. Los temas clave son la creación de una sociedad vibrante, la construcción de una economía próspera y el impulso de una nación ambiciosa.
- Un plan similar fue anunciado por los **Emiratos Árabes Unidos (EAU)**, donde el objetivo de la Visión Inteligente de Dubái es hacer que la ciudad sea completamente libre de papel, asegurando que todas las transacciones gubernamentales sean 100 % digitales.
- **Catar** aspira a transformarse en una nación avanzada, capaz de mantener su desarrollo y proporcionar un alto nivel de vida a su población. Para ello, su Visión 2030 tiene cuatro pilares centrados en el desarrollo humano, social, medioambiental y económico.
- **Omán** cuenta con una estrategia, Omán Digital 2030, cuyo objetivo es preparar a su mano de obra – tanto privada como gubernamental – para los efectos de la tecnología y la transformación digital, con especial atención en la IA.
- En **Bahréin**, las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, la biotecnología, las ciencias de los materiales y la robótica se han identificado como áreas especialmente prometedoras para impulsar el crecimiento económico, y se ha hecho hincapié en la creación de un ecosistema eficaz para fomentar la innovación a través de esas tecnologías.

73 %

5G representará casi tres cuartas partes de todas las suscripciones móviles en los países del CCG para finales de 2026.

18 GB

A finales de 2020, la región tenía el mayor tráfico de datos mensual promedio por teléfono inteligente del mundo, superando los 18GB.

- El Plan Nacional de Desarrollo de **Kuwait** (Visión 2035) se centra en la construcción de una economía diversificada y sostenible basada en una infraestructura digital. Su objetivo es transformar a Kuwait en un centro regional y mundial tanto financiero como comercial.

En un entorno empresarial impregnado de este tipo de iniciativas, los proveedores de servicios se ven incentivados a mantenerse al día con las últimas tecnologías y a satisfacer la demanda prevista de los consumidores conocedores de la tecnología. Esto está trayendo oportunidades de monetización para los proveedores de servicios en lo que respecta a entretenimiento, estilo de vida, turismo, educación y el lugar de trabajo.

Los ambiciosos planes de transformación digital se manifiestan en el número de eventos deportivos y culturales de gran visibilidad que acogerán los países del CCG en los próximos tres años. Entre ellas, la Expo 2020 (que se celebrará en los EAU desde octubre de 2021 hasta marzo de 2022) y un torneo internacional de fútbol en 2022, en Catar.

¹ Análisis de Ericsson sobre datos de Speedtest Intelligence® de Ookla® de enero a abril de 2021.

² Hay variaciones en el consumo promedio mensual de datos dentro de la región, dependiendo del país y del proveedor de servicios.

Figura 17: Países del CCG

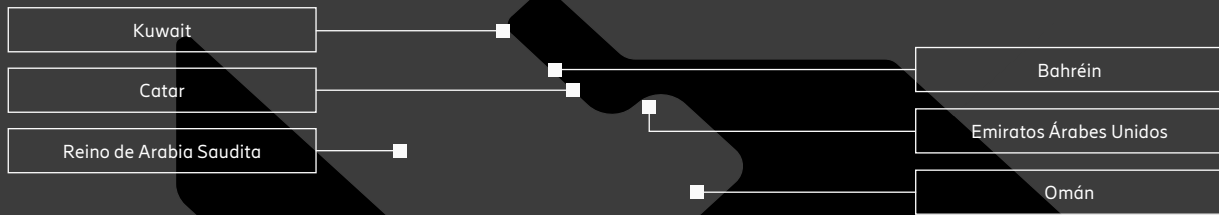


Figura 18: Suscripciones móviles por tecnología en los CCG (millones)

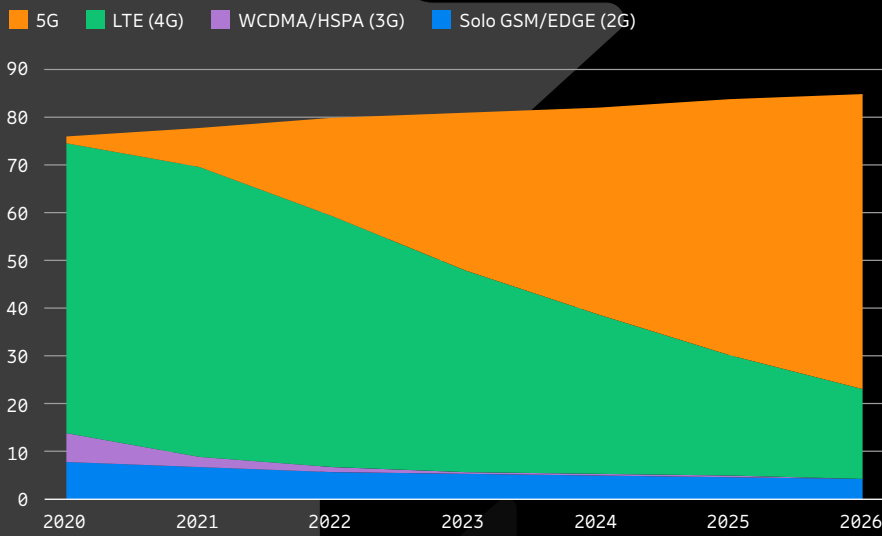
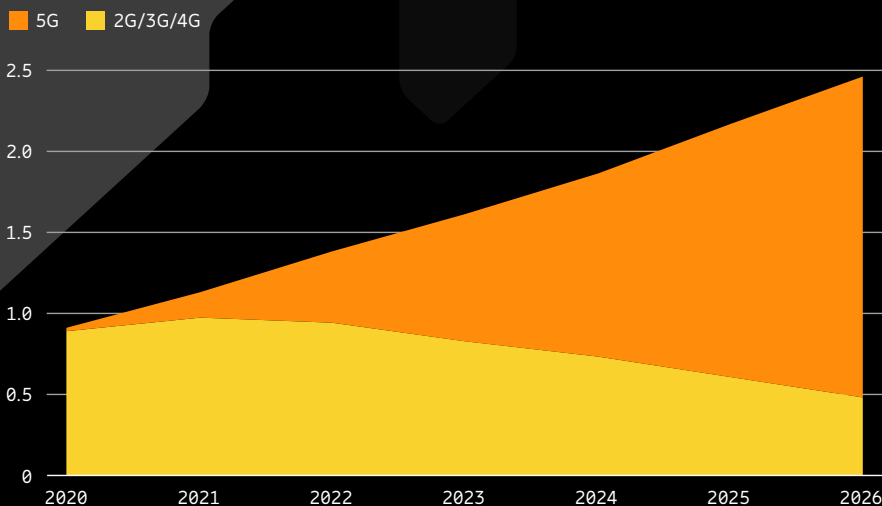


Figura 19: Tráfico de datos móviles del CCG (EB al mes)



80 %

En 2026, se prevé que el 80 % del tráfico total de datos móviles en los países del CCG se transporte por redes 5G.

T-Mobile persigue una estrategia de espectro 5G multibanda

Al desplegar una red 5G en los tres tipos de bandas del espectro, baja, media y alta, los proveedores de servicios pueden habilitar una gama más amplia de posibilidades de tipo de uso.

La arquitectura y las opciones tecnológicas de una red 5G consisten en ofrecer la conectividad adecuada allí donde los usuarios la necesitan, aprovechando al máximo los activos de espectro disponibles. La mayoría de los proveedores de servicios de todo el mundo lanzaron inicialmente redes 5G utilizando el espectro de banda media, ya que proporciona un equilibrio entre la cobertura y la capacidad para los tipos de uso y escenarios de despliegue iniciales de 5G. Algunos proveedores de servicios ya han desplegado sus redes 5G en más de una banda del espectro.

Entender las características de las diferentes bandas del espectro y su papel en la prestación de servicios 5G puede ser un reto para los consumidores y las empresas. Esto se debe, en parte, a que la mayoría de los servicios 4G existentes funcionan bien tanto en exteriores como en interiores en menos bandas del espectro. Las tecnologías 5G utilizan más bandas de espectro, en comparación con 4G, para ofrecer una gama más amplia de servicios con diferentes requisitos de rendimiento de la red.

Con el tiempo, las tres principales bandas del espectro alimentarán las redes 5G del mundo, pero algunos proveedores de servicios ya están liderando el camino. Este artículo examina la estrategia de despliegue de 5G de T-Mobile en Estados Unidos, que actualmente despliega una red en los tres tipos de banda. Para más información sobre el espectro 5G, consulte la página 21.

La estrategia de T-Mobile para el despliegue 5G

T-Mobile está desplegando 5G en un espectro dedicado de banda baja (600MHz) como capa base para la cobertura, lo que le permitió lanzar la primera red 5G a nivel nacional del país a finales de 2019. El objetivo es cubrir a 300 millones de personas (el 90 % de los

habitantes de Estados Unidos) a finales de 2021 y al 97 % de la población en 2022.

T-Mobile dispone de un espectro dedicado de banda media (2.5 GHz), procedente de su fusión con Sprint, cuyo despliegue comenzó a mediados de 2020 y está aún en curso. El espectro de banda media puede ofrecer más capacidad y velocidad que el de banda baja, con mejor alcance y capacidad de penetración en edificios que el espectro de banda alta. La ampliación de la cobertura de la población en esta banda alcanzó los 140 millones (más del 40 % de los habitantes de E.U.A.) a principios de 2021, y está previsto que crezca hasta alcanzar los 200 millones este año. Se trata del mayor despliegue de banda media realizado hasta la fecha en Estados Unidos, con el objetivo de llegar a 300 millones de personas (el 90 %) a finales de 2023. Además, el espectro de banda C adquirido se utilizará para el despliegue, cuando sea útil, en zonas urbanas, complementando la capa de 2.5 GHz.

El uso del espectro de banda media 5G, en proximidad al espectro de banda media para los servicios 4G existentes, permite una implementación de la red caracterizada por:

- cobertura y capacidad urbana y suburbana en las grandes áreas metropolitanas
- redes que aprovechan los macro emplazamientos radioeléctricos 4G existentes
- Radios MIMO masivas en cada emplazamiento, configurables por software para soportar todo el espectro disponible
- aumento de la cobertura y la capacidad de los servicios de banda media, cuando los enlaces descendentes de banda media se combinan con enlaces ascendentes en el espectro de banda baja (agregación de portadoras entre bandas)



Este artículo se ha redactado en colaboración con T-Mobile, proveedor de servicios líder en el mercado estadounidense, que está desplegando una red 5G a escala nacional en múltiples bandas de espectro para habilitar una amplia gama de tipos de uso.

- aumento significativo del rendimiento de los servicios de banda media frente a los de banda baja
- actualización de la capacidad de backhaul para soportar el salto en la capacidad que permiten las radios potentes

La tercera parte de la estrategia de despliegue de 5G de T-Mobile US es el espectro de banda alta (mmWave), donde los despliegues comenzaron en partes de grandes áreas metropolitanas a mediados de 2019.

La combinación de espectro de banda baja y media ofrece mejoras significativas respecto a las velocidades medias de los enlaces descendentes 4G/5G, según las mediciones realizadas por Umlaut (véase la Figura 20).

Calidad de la red y servicios diferenciados

Se espera que la construcción de la red 5G de T-Mobile en todas las bandas del espectro aumente la capacidad de la red disponible en un factor de 14 en los próximos años, en comparación con la capacidad en 2019. La red 5G multicapa de T-Mobile será apta para una serie de servicios y aplicaciones que exigen una cobertura de red de área amplia y movilidad, lo que permitirá aumentar los ingresos por servicios gracias a la adopción de múltiples servicios por parte de los clientes.

La banda ancha móvil mejorada (eMBB) ofrece las mayores velocidades de pico y las bajas latencias necesarias para las experiencias multimedia enriquecidas. El gran cambio en el sector del entretenimiento hacia la transmisión de video, música y juegos es interesante para que los proveedores de servicios móviles lo aprovechen. El aumento previsto de la capacidad de la red hasta 2024 es la base para satisfacer una demanda creciente de servicios de video de mayor calidad,

AR/RV, juegos en la nube y accesorios de consumo conectados.

El acceso inalámbrico fijo (FWA) es una propuesta atractiva cuando el argumento comercial de la fibra es débil en comparación con las limitadas inversiones incrementales necesarias para desplegar el FWA. T-Mobile se dirige al mercado de la banda ancha doméstica con FWA sobre 5G como alternativa a las antiguas generaciones de tecnologías de cobre, coaxial y de redes inalámbricas no móviles. Una oferta de banda ancha dual, FWA y banda ancha móvil, es atractiva para los usuarios residenciales, para satisfacer las necesidades de trabajo tanto privadas como remotas. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el 16.5 % de las conexiones residenciales de banda ancha de E.U.A. estaban basadas en fibra a mediados de 2020. Proporcionar banda ancha doméstica basada en 4G y 5G es una forma rápida de garantizar la inclusión digital para la educación y el trabajo. T-Mobile pretende dar servicio a entre 7 y 8

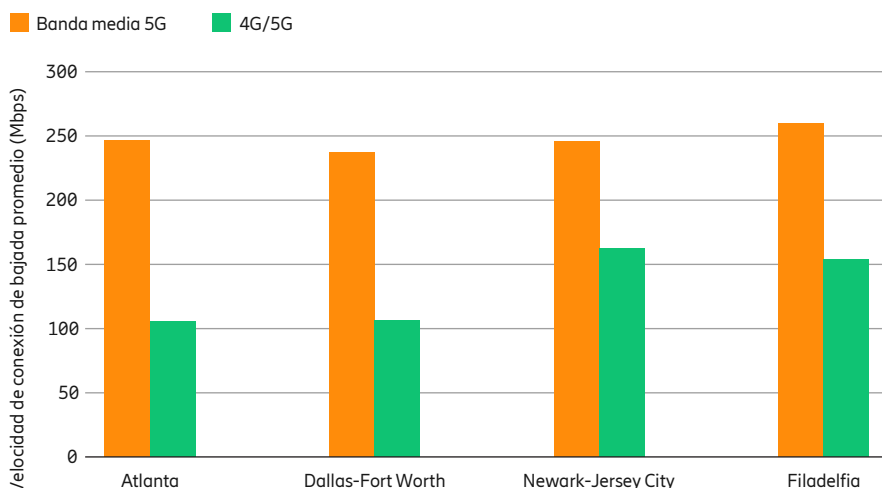
millones de clientes en 2025.

La pandemia también ha demostrado el potencial de 5G para dar servicio a las pequeñas y medianas empresas (PYMES), conectando las ubicaciones empresariales con FWA para el acceso primario o secundario. Las conexiones de fibra a los grandes edificios comerciales están muy avanzadas en Estados Unidos, pero solo el 12.8 % de los pequeños edificios comerciales estaban conectados por fibra a finales de 2020.

5G tiene un importante papel que desempeñar en la conexión de las PYME en las zonas urbanas, suburbanas y rurales.

Los mercados más pequeños y las zonas rurales de Estados Unidos están formados por 50 millones de hogares en los que viven 130 millones de personas, lo que los convierte en el mayor segmento geográfico del mercado de consumo. T-Mobile quiere ampliar su mercado dirigiéndose a este segmento con ofertas de banda ancha fija e inalámbrica.

Figura 20: Experiencia del cliente, comparación promedio de conexión de bajada 5G de banda media contra 4G/5G



Fuente: Umlaut (febrero de 2021).
Nota: Drivetest, red T-Mobile.



Con el tiempo, las tres principales bandas del espectro alimentarán las redes 5G del mundo.

Consideraciones sobre la arquitectura de la red para garantizar el rendimiento de la banda media

La arquitectura y las opciones tecnológicas de una red 5G consisten en ofrecer la conectividad adecuada allí donde los usuarios la necesitan, aprovechando al máximo los activos de espectro disponibles.

- La estrategia de T-Mobile se basa en el uso de espectro dedicado para los servicios 5G, en los tres tipos de banda, mientras mantiene sus servicios 4G en las bandas existentes.
- T-Mobile decidió adoptar la arquitectura 5G autónoma (SA) al introducir 5G en el espectro de banda baja para ampliar la cobertura 5G a zonas con una señal solo de banda baja. Esta decisión se tomó para asegurar la integración de los servicios de banda baja y media en la arquitectura de destino desde el principio. 5G SA aporta importantes ventajas, con una arquitectura simplificada, que ofrece oportunidades para una mejor experiencia del usuario final y permite nuevos tipos de uso

con requisitos de baja latencia en comparación con la arquitectura no autónoma (NSA). También es la única forma de desplegar 5G sin depender de la cobertura 4G.

- El MIMO masivo 64x64 desplegado en el espectro de banda media (2.5GHz) aumenta aún más la capacidad y amplía el borde de la célula, proporcionando una experiencia de usuario mejorada, ya que se puede maximizar el rendimiento en cada sector.
- La introducción de la agregación de portadoras entre bandas permite a T-Mobile combinar enlaces de bajada de alta capacidad en el espectro de la banda media con un enlace de subida en la banda baja para ampliar la cobertura de la banda media hasta un 30 % en las zonas suburbanas y rurales. Esta combinación es uno de los muchos ejemplos de cómo se desbloquean los valores de rendimiento adicionales de 5G cuando se utilizan conjuntamente varias bandas del espectro. Esto también es aplicable a la agregación de la banda alta 5G con la banda baja FDD, lo que puede multiplicar por más de tres

el área de cobertura de la célula de banda alta. La agregación de portadoras también puede mejorar el rendimiento dentro de los edificios en las zonas urbanas.

- Los servicios de voz seguirán siendo fundamentales en las redes móviles. Con la introducción de la voz sobre NR (VoNR), T-Mobile puede garantizar que los usuarios permanezcan en el dominio 5G mientras haya cobertura, y que solo recurran al 4G cuando estén fuera de la cobertura 5G.

La estrategia de T-Mobile para desarrollar 5G en las tres bandas es un ejemplo de cómo construir una arquitectura de destino que desbloquee una amplia gama de posibilidades de uso de 5G, así como de cómo las diferentes tecnologías de 5G pueden interactuar para mejorar el rendimiento de la red.

Con el tiempo, la mayoría de las redes 5G del mundo utilizarán espectro de banda baja, media y alta para ofrecer el rendimiento de red necesario en diferentes zonas geográficas y para atender las necesidades cambiantes de los consumidores, la sociedad y las empresas.

Figura 21: Principales opciones de arquitectura y tecnología



Sumergiéndose en el espectro 5G

Las distintas bandas del espectro 5G ofrecen diferentes capacidades:

- El espectro de banda baja de 5G procede de una mezcla de espectro reaprovechado de las primeras generaciones de móviles (1G, 2G) y de bandas no utilizadas anteriormente. Este tipo de espectro es adecuado para sentar las bases de la cobertura 5G.
- El espectro de banda media abarca las bandas de 1 a 6 GHz e incluye las bandas 3G/4G existentes, así como el nuevo espectro con licencia para servicios móviles. El aumento de la capacidad se debe al uso de bandas más amplias, y la mayor cobertura y capacidad de 5G por banda se debe a las nuevas tecnologías de radio.
- El espectro de banda alta es completamente nuevo para 5G y permite el lanzamiento de servicios con alto desempeño en zonas específicas. La cobertura de los servicios 5G en esta banda de espectro es menor que la que ofrece el espectro de banda baja y media, pero da servicio a zonas más amplias que los puntos de acceso Wi-Fi.

Los servicios en bandas bajas y medias pueden prestarse desde las macro torres

existentes y también pueden dar servicio a entornos interiores desde radios exteriores. La prestación de servicios en bandas altas se basa en una combinación de radios en torres y postes de células pequeñas para cubrir zonas exteriores, mientras que la cobertura en interiores se consigue desplegando soluciones de células pequeñas en interiores. Los servicios 5G se prestarán sin problemas en las tres bandas a medida que estén cada vez más disponibles.

Variedades del espectro de banda media en E.U.A.

La asignación del espectro difiere en Estados Unidos del resto del mundo. Las primeras subastas de espectro para 5G se centraron en proporcionar espectro de banda alta y baja a los proveedores de servicios. Tres variedades del espectro de banda media han pasado ya por la fase de subasta y una cuarta llegará en la segunda mitad de 2021.

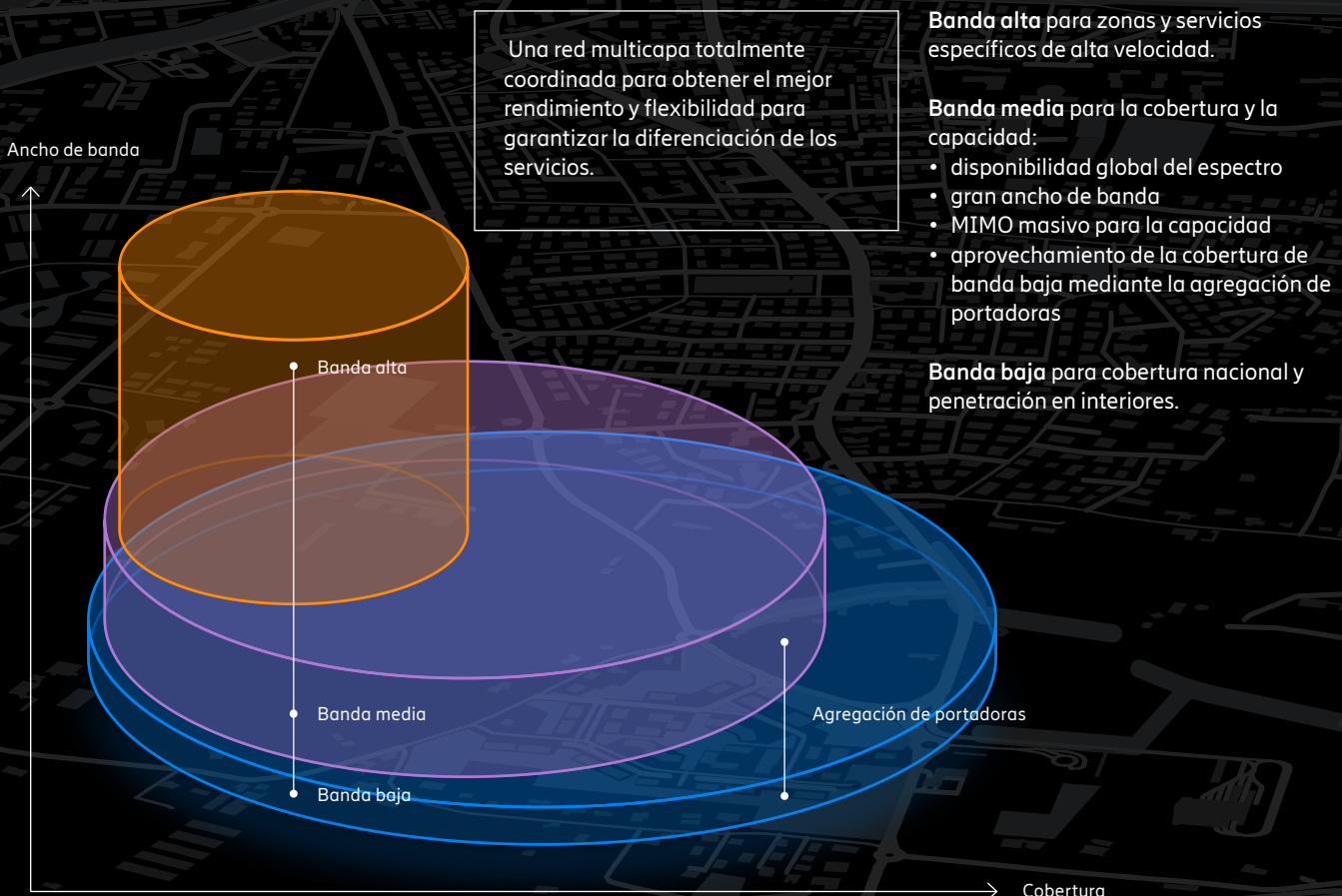
- **2.496–2.690GHz:** El Servicio de Radiocomunicación de Banda Ancha/ Servicio Educativo de Banda Ancha (BRS/ EBS) es una banda de espectro con única licencia de 194MHz asignados para dar servicio tanto a 4G (banda 41) como a 5G NR (banda n41). La proximidad

a las bandas 4G de uso frecuente la hace atractiva para la ampliación de la capacidad de la banda ancha inalámbrica, tanto móvil como fija.

- **3.55–3.70GHz:** El Servicio de Radiocomunicación de Banda Ancha para Ciudadanos (CBRS) consiste en una mezcla de 80MHz y 70MHz de espectro compartido con licencia. El alcance de CBRS es más corto, ya que la potencia permitida es menor que la de las bandas de espectro con licencia. El espectro CBRS puede servir tanto para servicios 4G como 5G.
- **3.70–3.98GHz:** La banda C es el espectro más recientemente añadido en la mayor subasta de la historia de Estados Unidos. La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) subastó 280MHz de espectro, cuya aprobación tendrá lugar en dos etapas, la primera a finales de 2021 y la segunda a finales de 2023.
- **3.45–3.55GHz:** La próxima banda de espectro medio que se subastará en Estados Unidos en 2021.

Además, el espectro de banda media con licencia anterior que hoy sirve a los servicios 3G y 4G, puede volver a utilizarse más adelante para los servicios 5G.

Figura 22: Una red 5G completa para todos los tipos de uso – tres capas de espectro



Las empresas construyen 5G sobre la base de la WAN inalámbrica

El papel bien establecido de las redes móviles en el borde de la arquitectura empresarial está preparado para expandirse, con las mejoras de latencia, ancho de banda y densidad ofrecidas por la 5G.

Dentro de las muchas conversaciones que tienen lugar sobre la 5G y su ritmo de despliegue, se encuentra una silenciosa, aunque creciente, ola de innovación en el borde del espacio de la red de área amplia (WAN) de la empresa – en el borde de las redes corporativas. Es el lugar donde las necesidades de las empresas, que evolucionan rápidamente, se cruzan con las redes de próxima generación y la tecnología móvil.

Por ejemplo, la atención médica. En todo el mundo, la prestación de atención médica está cambiando rápidamente. Esto se ha acelerado con el COVID-19, pero las semillas se plantaron mucho antes. Los edificios vacíos, los estadios y los estacionamientos deben poder convertirse inmediatamente en centros de pruebas o de distribución y en pabellones. Además, las organizaciones de atención médica tienen que averiguar cómo aprovechar las tecnologías del IoT, para enviar a los pacientes a casa más rápidamente, al tiempo que se les proporciona un seguimiento y una atención continua. Estos cambios han dado lugar a una respuesta de atención médica más ágil a las crisis, así como a mejores resultados para los pacientes y menores costos asistenciales.

Desde los centros de distribución, fabricación y construcción, hasta el "alcance del cliente", donde prevalecen los puntos de venta, la atención médica, los organismos de primera respuesta y los servicios de emergencia, las funciones actuales y previstas de la telefonía móvil 4G y 5G en el borde de la WAN se están ampliando.

Esta nueva ola de transformación de la WAN, que refleja la transformación del negocio, se llama WAN inalámbrica (WWAN). Ya está en marcha, utilizando las rápidas y confiables redes móviles 4G de hoy en día para ampliar la conectividad y permitir nuevas formas de hacer negocios, operaciones empresariales más ágiles y una mejor experiencia del cliente. La 5G ya se está convirtiendo en un catalizador, ampliando los tipos de uso

y desbloqueando aún más inteligencia y capacidades en el borde.

WWAN es una infraestructura esencial para las empresas

Las WAN de las empresas han recorrido un largo camino desde sus orígenes de conectividad. El rápido auge de las tecnologías de la nube, el móvil y el IoT han permitido nuevas automatizaciones y aplicaciones empresariales, lo que ha obligado a la WAN empresarial a ir más allá de los sitios fijos, y más allá de los cables. Este cambio ejerce una enorme presión sobre la conectividad en el borde de la WAN. Aunque las empresas siguen necesitando conectar sitios fijos, como plantas, oficinas y almacenes, ahora también tienen muchas otras conexiones WAN críticas para el negocio, como sitios temporales y emergentes, sensores, cámaras de vigilancia, quioscos, señalización digital, vehículos e incluso robots. De hecho, según los resultados de una reciente encuesta en línea realizada a 499 responsables de la toma de decisiones de TI en los Estados Unidos, Canadá y Reino Unido, el 40 % de las organizaciones ya tienen sucursales, vehículos y dispositivos IoT conectados a través de su WAN.¹

Con las WAN sometidas a la presión de una variedad y una velocidad cada vez mayores de dispositivos conectados, es necesaria una conectividad de red en el borde que sea ágil, flexible, confiable, segura y de alto rendimiento. Ésta debe ser también rentable y fácil de gestionar a gran escala.

Llegada de WWAN. Ya sea que se utilice como enlace principal o secundario para conectar ubicaciones fijas o como única conexión para dispositivos IoT o un vehículo de flotilla, la banda ancha móvil 4G y 5G en el borde de la WAN se ha convertido en una infraestructura esencial para las operaciones empresariales modernas.



Este artículo ha sido redactado en colaboración con Cradlepoint, líder mundial en soluciones de borde de red inalámbrica 4G y 5G suministradas en la nube. Cradlepoint trabaja con proveedores de servicios de todo el mundo para liberar el poder de la tecnología móvil para las empresas y los clientes del sector público.

Cradlepoint se convirtió en una parte independiente de Ericsson en el cuarto trimestre de 2020.

WWAN mejora la flexibilidad de la conexión y agiliza el despliegue

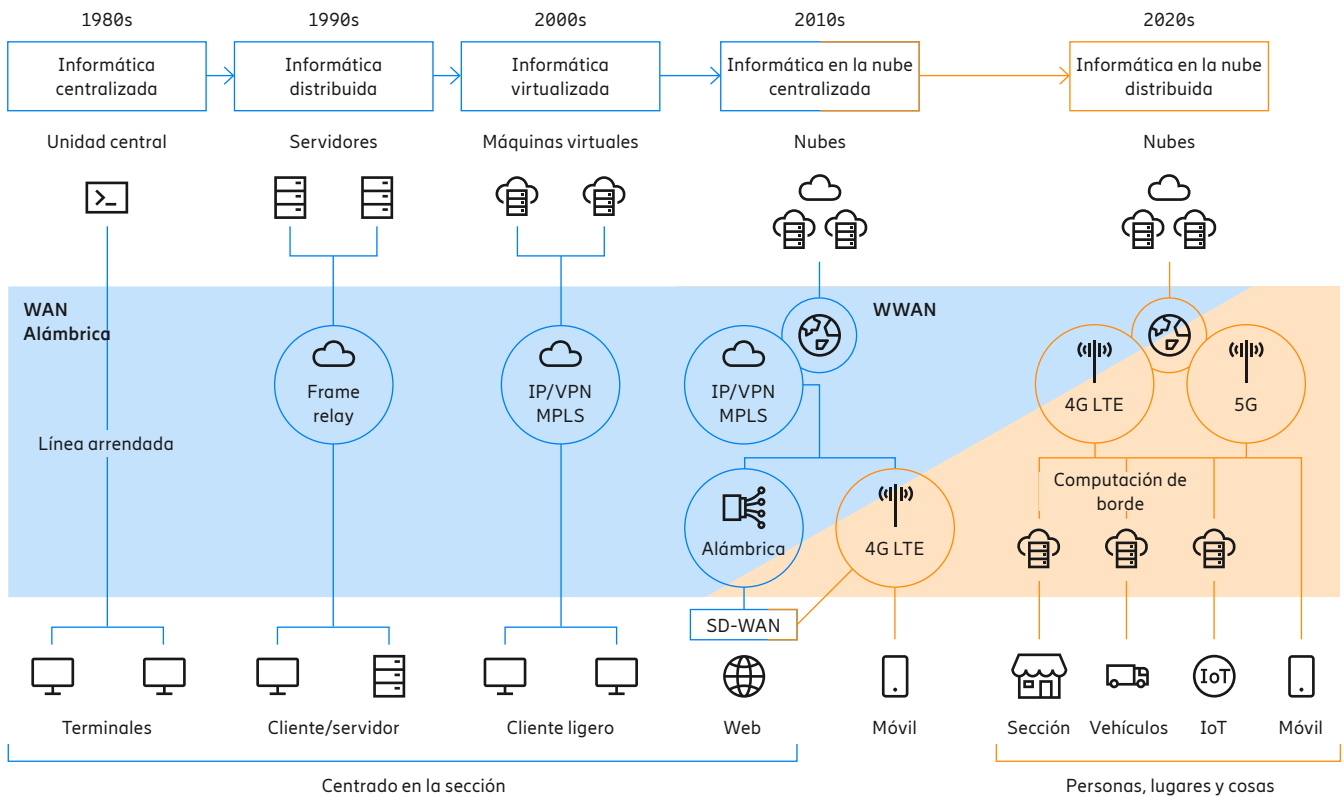
La WWAN debe gran parte de su popularidad a la necesidad de flexibilidad, ya que la movilidad en el borde es cada vez más importante. Los clientes exigen que los minoristas lleven sus productos y servicios al lugar donde viven, trabajan y juegan, y no al revés. Los ciudadanos solicitan recibir un servicio similar de parte de sus organismos gubernamentales. Los proveedores de servicios de atención médica están utilizando las nuevas tecnologías para cerrar las brechas de acceso y las ineficiencias en la atención al paciente. Los equipos de respuesta inmediata están aprovechando la tecnología conectada para ayudar a mantener a su gente más segura y productiva, al tiempo que atienden las necesidades de información en tiempo real de sus comunidades. Todos estos cambios en la actividad empresarial y en las preferencias de los clientes requieren nuevas formas de conectividad.

Por lo tanto, es lógico que el principal motor para que los responsables de la toma de decisiones de TI (51 %) aumenten el uso de la telefonía móvil como enlace WAN sea la introducción de nuevos servicios.² La transformación del negocio y las innovaciones tecnológicas están impulsando la necesidad de conectar nuevas personas, lugares y cosas a la WAN de la empresa de la forma más rápida y sencilla posible.

¹ Cradlepoint e IDG, "The State of Wireless WAN 2020" (2020).

² Cradlepoint e IDG.

Figura 23: Evolución de la informática centralizada a la WWAN



Pocas empresas pueden permitirse el lujo de retrasar la apertura de nuevas ubicaciones o el despliegue de aplicaciones de IoT Crítico mientras esperan las imprevisibles instalaciones de fibra, que pueden tardar semanas o incluso meses. En un estudio reciente,³ basado en entrevistas con líderes tecnológicos de 12 empresas de diversos sectores⁴ de E.U.A. y Australia que utilizan servicios 4G para sus soluciones WWAN, se descubrió que tenían un promedio de 35 días de espera para que los enlaces por cable entraran en funcionamiento, frente a un promedio de 26 minutos para configurar una solución 4G o 5G que proporcionara una conectividad de red inicial "el primer día" en una nueva ubicación. Además, el estudio demostró que la WWAN era una solución más confiable y rentable que la conectividad por cable.

La WWAN minimiza el tiempo de inactividad de la red

Los enlaces aéreos, como 4G o 5G, son respaldos naturales o sustitutos de las líneas cableadas en tierra. Estos son susceptibles de sufrir costosos cortes de Internet. Las empresas entrevistadas en el citado estudio afirmaron que al menos el 90 % de sus centros que utilizaban WWAN como enlace principal redujeron su tiempo promedio de inactividad en un 88 %. Las empresas con al menos un 90 % de ubicaciones que utilizan WWAN para

la conmutación por error experimentaron una reducción del 62 %.

La WWAN reduce los costos totales

Aunque la banda ancha móvil puede no ser la más adecuada en todos los casos, a menudo es la opción más rentable a largo plazo.

Las empresas que han pasado de los enlaces heredados a la WWAN informan de que sus costos mensuales por sitio de banda ancha se redujeron a la mitad y sus costos por Mbps se redujeron en un 90 %.⁵ También informan que dedican menos tiempo y recursos a la resolución de problemas de la WAN y a la gestión de los contratos con los proveedores de servicios de Internet (ISP), lo que puede resultar difícil de manejar cuando se trata de cientos de proveedores de cableado de ámbito regional. La WWAN suele implicar solo uno o dos contratos de operadores de red a nivel nacional.

Cómo se ve el cambio de 4G a 5G

La 4G se ha considerado desde hace tiempo una opción de conectividad ideal para la continuidad y movilidad de las empresas. Las mejoras en el rendimiento de la red (velocidad, confiabilidad y capacidad) proporcionadas por las últimas generaciones de tecnología móvil, Gigabit LTE y 5G, están haciendo que la tecnología inalámbrica se convierta en una opción de conectividad primaria cada vez más

popular para las tiendas, las clínicas y otros sitios fijos, que hasta ahora han estado dominados principalmente por las redes cableadas.

Con la tecnología 5G, que mejora la velocidad, la latencia y la densidad de conexión, los administradores de redes y los responsables de TI están identificando tipos de uso límite que pueden ampliarse drásticamente a medida que desaparecen las antiguas barreras de la WWAN.

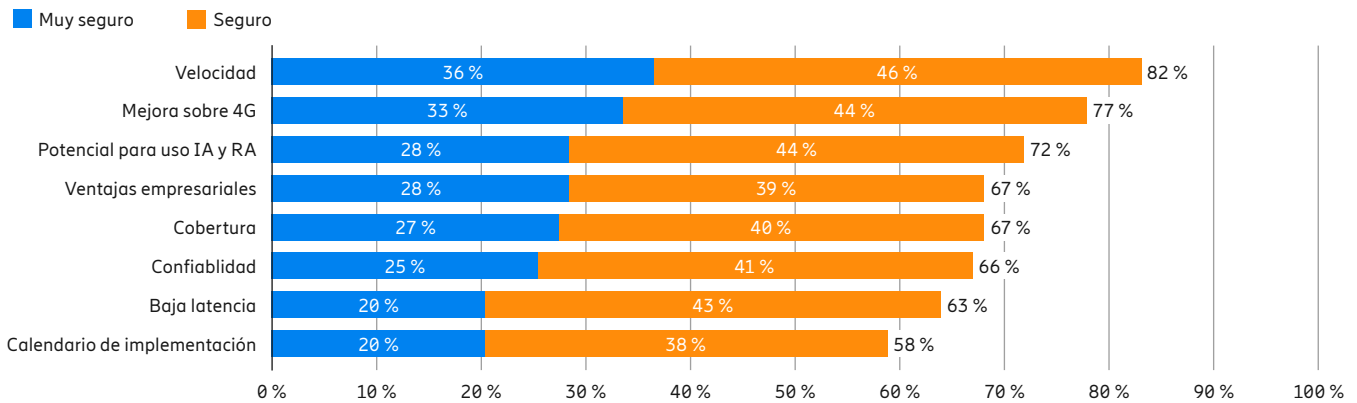
En sectores como el comercio minorista, la atención médica y los cuerpos policiales, abundan las oportunidades para que las organizaciones lleven la WWAN a nuevos límites, con la 5G como fuerza motriz. La encuesta en línea visualizada en la Figura 24 revela una gran confianza entre los responsables de la toma de decisiones de TI en que 5G proporcionará capacidades mejoradas, como una mayor velocidad, una mejor cobertura y una mayor confiabilidad en comparación con 4G. La mejora del ancho de banda se citó como el principal impulsor de la adopción de 5G (60 %) y muchos prevén que 5G sea un factor que facilite la introducción de nuevos servicios (51 %). Por ejemplo, el 72 % de los encuestados confía o está muy seguro de que 5G es un factor que facilita los servicios útiles de IA y RA. El 67 % de los encuestados confía o está muy seguro de que la 5G aportará los beneficios empresariales prometidos en el próximo año.

³ Nemertes, "The viability of Wireless WAN for Business" (Diciembre de 2020).

⁴ Esto incluye grandes empresas dedicadas a la salud, servicios profesionales, logística así como una agencia gubernamental. Tres cuartas partes tienen ingresos de más de 1,000 millones de dólares, dos tercios tienen más de 2,500 empleados y el 58 % tiene más de 500 sitios en su red de área amplia.

⁵ Nemertes.

Figura 24: Gran confianza en las capacidades de 5G, hoy y mañana



Fuente: Cradlepoint e IDG, "The State of Wireless WAN 2020" (2020).

Minoristas: 5G para ampliar las huellas y mejorar la experiencia del cliente

La popularidad generalizada de las compras en línea ha cambiado el modo y el lugar en que los consumidores esperan ser atendidos. Además, los clientes que aún deciden visitar las tiendas quieren una experiencia mucho más rica e inmersiva que antes. Los sistemas basados en balizas⁶ para el marketing personalizado en tienda son una de esas herramientas. La mitad de los encuestados para el informe de RIS News sobre las tiendas inteligentes del futuro⁷ afirman que ya disponen de tecnología de balizas actualizada o que tienen previsto integrarla en un plazo de dos años.

El aumento de las expectativas también implica una menor tolerancia a las interrupciones de la experiencia de compra. 4G es desde hace tiempo la mejor opción, la más flexible, para garantizar el tiempo de actividad de la WAN. Las soluciones habilitadas para WWAN ayudan a mantener conectado y fluido el tráfico esencial en los establecimientos minoristas, como el procesamiento de tarjetas de crédito. Sin embargo, la cantidad de sistemas y datos de tiendas minoristas críticos para el negocio que requieren una disponibilidad ininterrumpida está creciendo rápidamente.

Las soluciones 5G proporcionan el ancho de banda flexible y resiliente necesario para garantizar un tiempo de actividad ininterrumpido para todo el tráfico en la tienda. Además, 5G garantiza que los servicios centrados en el cliente, como el Wi-Fi para huéspedes, las cámaras de vigilancia para la seguridad y los wayfinders, estén siempre operativos.

La capacidad de ampliar su huella en las comunidades y otros lugares donde se reúnen sus clientes es otra ventaja de la banda ancha móvil para los minoristas.

4G, y ahora 5G, son las redes elegidas por muchas empresas a medida que amplían su alcance con quioscos, carteles digitales, tecnologías sin contacto, escaparates de temporada y locales pop-up.

5G aporta nuevas capacidades y atributos de la red móvil, como la baja latencia y el mayor ancho de banda, que permiten tecnologías inmersivas como la IA y la RV. Por primera vez, un minorista puede utilizar la WWAN para implantar un probador virtual o una teleconferencia en directo entre un comprador y un asesor de moda a distancia, desde cualquier lugar.

Las redes privadas 5G tienen también el potencial de transformar el papel de la banda ancha móvil en el comercio minorista. Un gran almacén en una red móvil privada podría proporcionar una conectividad "LAN de área amplia" de baja latencia, segura y escalable para todo, desde robots para recibir pedidos hasta vehículos autónomos y cámaras de vigilancia.

Atención médica: 5G para mejorar la atención a distancia

Al igual que los compradores, los pacientes esperan ahora más comodidad, una prestación de servicios flexible y mejores resultados de atención médica. Las tecnologías conectadas, como la tele salud, la atención domiciliar basada en IoT, el acceso proactivo por video a los médicos y al personal de cuidados intensivos para los pacientes en las ambulancias de los hospitales, los vehículos de pruebas móviles y los centros de atención temporal emergentes, hacen que los servicios médicos sean muy accesibles.

La tele salud puede ser la mayor tendencia tecnológica en la atención médica actual. Ha captado la atención del mundo durante la pandemia de COVID-19. Las video consultas en directo y otros servicios llevan una atención de calidad

directamente a quienes la necesitan, independientemente de su ubicación. Por ello, las organizaciones de atención médica han empezado a equipar a sus médicos y cuidadores con soluciones de banda ancha móvil para garantizar que se puedan prestar servicios de tele salud seguros y confiables desde cualquier lugar.

Muchos proveedores de atención médica ya utilizan dispositivos y aplicaciones IoT con tecnología 4G en sus clínicas. Los médicos y los pacientes ya no tienen que estar en el mismo lugar para acceder a los datos en tiempo real de los dispositivos médicos y de diagnóstico conectados, como estetoscopios, otoscopios, monitores de signos vitales, dispositivos de ultrasonido, monitores de glucosa en sangre y máquinas de ECG.

5G podría mejorar aún más la atención médica a distancia. Por ejemplo, un médico puede utilizar guantes hápticos especialmente diseñados y equipos de RV para realizar procedimientos a distancia a través de maquinaria robótica.

El uso de los vehículos de emergencia también está evolucionando. La mayoría de las ambulancias de E.U.A. ya están equipadas con redes móviles en los vehículos para dar soporte a los despachos asistidos por computadora, a las terminales de datos móviles (MDT), los desfibriladores externos automáticos (DEA), la transmisión de video en directo y los dispositivos médicos conectados. Estas tecnologías permiten la comunicación de información crítica del paciente entre la calle y el hospital y ayudan a salvar vidas.

Muchas de estas capacidades ambulatorias se están desplegando hoy en día a través de 4G. Sin embargo, la baja latencia, el gran ancho de banda y los aspectos de seguridad de 5G son esenciales para su adopción generalizada.

⁶ Las balizas son pequeños transmisores inalámbricos que utilizan Bluetooth para transmitir información a otros dispositivos inteligentes cercanos.

⁷ risnews.com/preparing-smart-store-future

Fuerzas del orden: 5G para video HD en directo durante las emergencias

Una conectividad confiable y en cualquier lugar es lo mínimo que necesitan las fuerzas del seguridad de hoy en día. En Estados Unidos, la banda ancha móvil, junto con las conexiones Wi-Fi, ethernet, serie y otras, han convertido a los patrulleros en centros de comunicación itinerantes. Cada red en el vehículo conecta una plétera de dispositivos y sensores IoT, desde cámaras montadas en el vehículo y en el cuerpo, ordenadores portátiles y tabletas, hasta sistemas backend críticos en la sede central y en la nube. Las aplicaciones críticas, como el despacho asistido por computadora y la gestión de flotillas, están siempre conectadas y aprovechan los datos de localización en tiempo real para mantener a los

agentes seguros y productivos, y para garantizar el mantenimiento de los activos.

A medida que se extiende la adopción de 5G, los beneficios de las tecnologías conectadas para las fuerzas del orden, y las comunidades a las que sirven, aumentan significativamente. Con 5G, los agentes pueden transmitir video en alta definición desde el lugar de los hechos a los oficiales al mando en tiempo real. También permite el uso de tecnologías avanzadas de reconocimiento, la mejora del conocimiento de la situación a través del acceso a las cámaras de vigilancia de toda la ciudad y una mayor utilización de drones y robots. Todo esto hace que los agentes estén más seguros y mejor preparados, y que la información esté más disponible para la comunidad.

Implicaciones para los proveedores de servicios

Aunque WWAN tiene el poder de permitir la transformación de empresas e industrias enteras, su impacto en los proveedores de servicios es igualmente convincente.

Mientras que las redes 4G impulsaron la revolución de las aplicaciones de movilidad de los consumidores, 5G es ideal para habilitar a las empresas hiperconectadas. Dado que las adiciones netas de los consumidores y el ARPU se mantienen estables o disminuyen en los mercados maduros, 5G permite a los proveedores de servicios ofrecer soluciones de red atractivas y diferenciadas a los clientes B2B. Estos servicios no solo son más sólidos y proporcionan un ARPU más alto, sino que proporcionan la base para servicios adicionales.

Taylor Construction construye el futuro con 5G como columna vertebral

Antes de que Telstra presentara el primer plan de servicios 5G para empresas de Australia, Taylor Construction ya utilizaba soluciones WWAN en sus remolques administrativos de obra desde hacía años. La banda ancha por cable tarda demasiado en desplegarse, es complicada de dismantelar y es difícil de trasladar, mientras que la banda ancha móvil ofrecía la flexibilidad de empezar a funcionar inmediatamente.

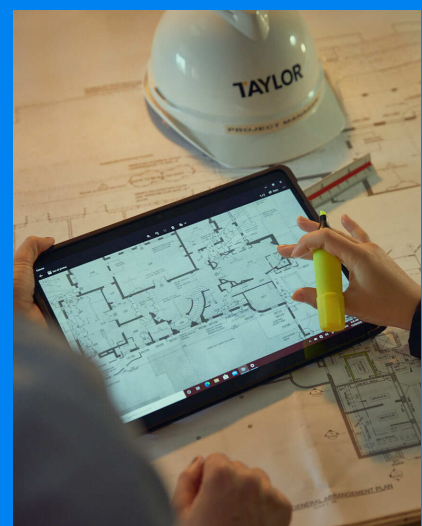
La empresa tenía un modelo que funcionaba: utilizar routers de borde todo en uno para conectar computadoras portátiles, tabletas, impresoras e impresoras arquitectónicas a través de Wi-Fi para LAN y 4G como enlace WAN. Pero Taylor Construction reconoció que 4G pronto no sería suficiente para sus remolques administrativos en sitio, no con la variedad de aplicaciones de próxima generación que estaba planeando. Entre estas tecnologías se encuentran:

- **Visualización holográfica de edificios** en la que los empleados y clientes utilizan las HoloLens de Microsoft para la visualización de realidad mixta de modelos y esquemas virtuales de edificios.
- **Escaneo de seguridad de área amplia** que utiliza la transmisión de 360 grados en 8K y el escaneo de códigos QR desde cámaras de video inalámbricas para hacer un seguimiento de quién ha completado el entrenamiento de seguridad.
- **La detección estructural de IoT** se produce cuando los sensores inteligentes que agregan y envían datos a la nube se fijan a las barras de refuerzo y se incrustan en el concreto.
- **La visualización del diseño en tiempo real** permite ver en tiempo real los ajustes de los planos digitales.
- **La conmutación por error de las grandes instalaciones** implica la sustitución de la costosa línea de

fibra de reserva por 5G, con lo que se obtienen velocidades similares a las de la fibra con la diversidad de una conexión inalámbrica.

Taylor Construction decidió probar el plan de servicios 5G de Telstra a través de una solución que incluía routers optimizados para 5G y gestión de la red basada en la nube.

Con una solución flexible de 5G para empresas, la empresa empezó a ver rápidamente las velocidades y la cobertura de la WAN necesarias para admitir dispositivos y aplicaciones conectadas con un gran ancho de banda. Estas mejoras impulsarán una mayor eficiencia en los costos y la satisfacción de los clientes en las obras durante los próximos años.



5G permite a Taylor Construction adoptar tipos de uso innovadores en sitio.

IA: mejorar la experiencia del cliente en un mundo 5G complejo

El aprendizaje por refuerzo (RL), una rama del machine learning, permite a una red aprender continuamente de las observaciones y experiencias manteniendo una experiencia optimizada del cliente en un entorno dinámico, como se ha validado en dos redes actualmente funcionando.

Los niños aprenden rápido que ciertos comportamientos les permiten ganar recompensas, y estas recompensas informan de su comportamiento futuro. Esta es la base de RL. En lugar de seguir comportamientos programados manualmente, los agentes de IA se centran en los estados de los objetivos, lo que les permite aprender e incluso optimizar procesos complejos de forma totalmente autónoma. Probar y aprender comportamientos con gemelos digitales elimina el riesgo de este enfoque.

IA aplicada a las telecomunicaciones

El alcance cada vez mayor de las aplicaciones 5G plantea numerosas exigencias a las redes, como alta disponibilidad, ultra confiabilidad, baja latencia y alta seguridad. Esta creciente complejidad está impulsando la necesidad de una mayor automatización. Se necesitan agentes inteligentes capaces de manejar procesos complejos para optimizar las compensaciones entre los beneficios a largo plazo del comportamiento del agente y los beneficios a corto plazo de los pasos inmediatos a tomar; por ejemplo, cómo optimizar una red en múltiples pasos. Estos procesos deben aprenderse de

forma autónoma, sin la intervención de un experto humano en la materia. La RL es el área especializada del machine learning que se adapta bien a este reto.

RL ofrece recompensas a largo plazo en entornos dinámicos

Las técnicas de RL reflejan la psicología del comportamiento. El agente acumula conocimientos sobre la dinámica del entorno, la red móvil, a través de diferentes interacciones que pueden dar resultados positivos o negativos según su nivel técnico.

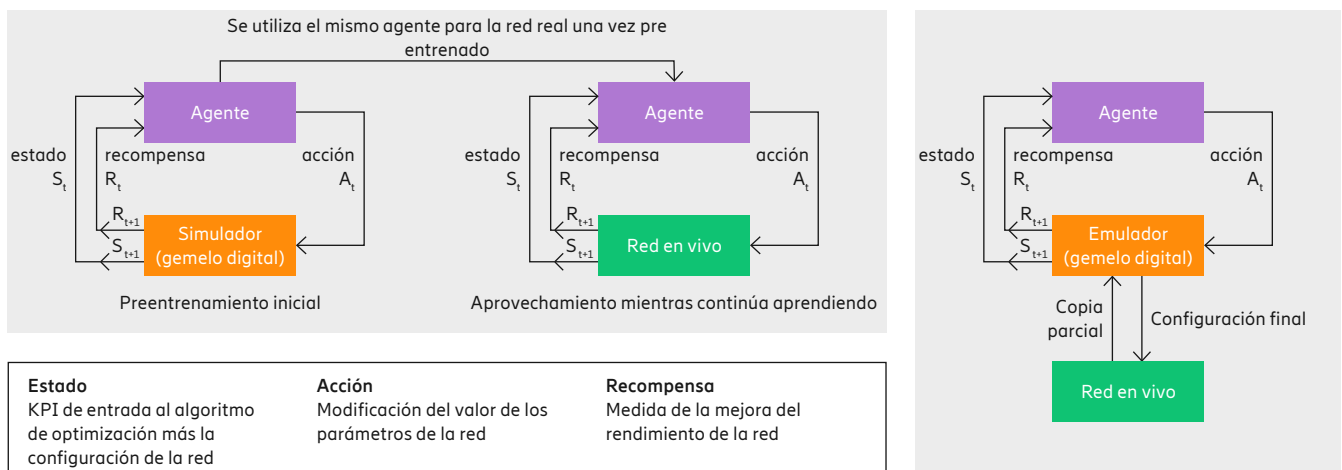
Para entrenar el sistema, un agente informático interactúa con el entorno observando repetidamente su estado y, a continuación, basándose en los conocimientos con los que dispone el agente en cada etapa, realizando acciones destinadas a maximizar una recompensa a largo plazo, es decir, la mejora de la situación según los criterios definidos. En cada iteración, el agente aprenderá del resultado de las acciones sugeridas y será cada vez más "sabio". Al principio del proceso, la exploración del entorno será, naturalmente muy errática, y luego se volverá gradualmente más centrada y precisa a medida que avancen las iteraciones y se mejore el conocimiento de

la dinámica del entorno.

Al final del de la fase de entrenamiento, el agente deberá tener suficientes conocimientos para facilitar la decisión para cada posible estado del entorno. Posteriormente, al aplicar el agente a una red concreta, el sistema RL seguirá aprendiendo y se podrá realizar un grado de exploración configurable al mismo tiempo. Esta técnica se ha aplicado en muchos campos diferentes, desde los videojuegos hasta el ajedrez y los coches autónomos.

En la optimización de redes móviles, la mayoría de las soluciones existentes se basan en reglas definidas por expertos en la materia altamente calificados que necesitan traducir ese conocimiento en los marcos de automatización adecuados. Estas reglas suelen ser estáticas y universales para todas las redes. La complejidad de 5G hace que sea muy difícil idear manualmente modificaciones de las reglas que beneficien a un caso específico de la red. Por otro lado, un agente RL puede ser pre entrenado con conocimientos generales y luego seguir aprendiendo en producción, permitiendo una política óptima para cada escenario específico.

Figura 25: Redes en vivo con simuladores y emuladores como gemelos digitales



Los gemelos digitales permiten obtener recompensas desde la primera aplicación

Los gemelos digitales son una solución adecuada para evitar los efectos de las exploraciones iniciales erráticas en las redes móviles en vivo. La exploración se realiza en una entidad externa que imita el comportamiento de la red en vivo. Una vez que el agente ha adquirido todos los conocimientos necesarios del gemelo digital, la política obtenida puede aplicarse con seguridad a la red real. A partir de ese momento, el agente decidirá las acciones óptimas en la red en vivo, mientras sigue aprendiendo de su retroalimentación y permitiendo también un grado configurable de exploración controlada.

Normalmente, se pueden considerar dos tipos de gemelos digitales para el aprendizaje inicial fuera de línea: los emuladores y los simuladores, como se muestra en la Figura 25. Un emulador contiene una réplica parcial de la red en vivo, proporcionando resultados precisos pero requiriendo técnicas de big data para operaciones eficientes. Un simulador es un programa informático que modela el comportamiento de una red a partir de un conjunto de escenarios hipotéticos. En muchos casos, los simuladores son adecuados para captar las compensaciones y tendencias generales.

Enfoque coordinado de toda la red para la optimización individual basada en las células

Algunos parámetros de la red se configuran a nivel de cada célula, pero pueden tener un fuerte impacto en el rendimiento de las células circundantes, por ejemplo la inclinación eléctrica de la antena y la potencia de transmisión del enlace descendente. Un cambio en cualquiera de estos parámetros también afecta a los usuarios atendidos por las células circundantes. Encontrar

la configuración óptima para este tipo de parámetros es un ejercicio complejo. Este problema puede sortearse mediante una definición de recompensa local por célula que, al evaluar las consecuencias de llevar a cabo un cambio en una célula, considere también el impacto de ese cambio en sus células vecinas más cercanas. Esto garantiza una coordinación implícita y una estrategia de operaciones en la que los agentes tendrán como objetivo mejorar no sólo cada célula individualmente, sino también la red en su conjunto.

Estos conceptos se han validado con éxito en dos redes en vivo diferentes: la optimización de la inclinación eléctrica remota (RET) en MásMóvil y la optimización de la potencia de transmisión del enlace de bajada en Swisscom.

MásMóvil: mejora de la experiencia del cliente en horas pico

MásMóvil quería mejorar la congestión y el rendimiento de la conexión de bajada durante las horas de mayor tráfico en Málaga, España. Es en esta área donde tienen una de las tasas más altas de apoyo a la RET por célula. Las antenas equipadas con RET permiten ajustar la inclinación mediante comandos de software remotos en lugar de visitas al lugar, lo que resulta ideal para innovar hacia la visión de optimización de la red sin intervención.

El enfoque de optimización de RET consistió en dos fases

- Una fase inicial de preentrenamiento durante la cual el agente adquirió todos los conocimientos pertinentes de un gemelo digital, que era un simulador de red.
- Una fase de optimización en línea, que fue un proceso iterativo, en el que el agente preentrenado fue alimentado con mediciones de rendimiento de la red y aplicó cambios

incrementales a las células de la red en vivo, mientras seguía aprendiendo de las recompensas resultantes.

La zona de pruebas constaba de varios operadores en diferentes bandas de frecuencia, con dispositivos RET independientes, lo que permitía ajustar la inclinación de la antena en una célula manteniendo inalteradas las inclinaciones de todas las demás células coubicadas. En total, se seleccionaron 127 de las 267 celdas 4G para la optimización de RET en una portadora de la banda de 1,800MHz. El resto de las celdas también fueron controladas para la evaluación comparativa y para construir las recompensas de sus vecinas optimizables circundantes.

Durante cinco semanas de decisiones automatizadas, el algoritmo realizó ocho iteraciones de cambio de parámetros en total. La Figura 26 ilustra cómo se realizaron las mejoras para dos de los KPI, que contribuyen a la recompensa, durante las cinco semanas en la red real, con las líneas que representan los cambios de los parámetros de la red. El resultado global logró una tasa de congestión cercana a cero y el rendimiento de los usuarios del enlace de bajada se incrementó en un 12 % durante las horas de mayor actividad, manteniendo un volumen de tráfico similar. Todo ello se ha conseguido sin ninguna intervención humana experta en las decisiones ni filtrado manual antes de aplicar los cambios.

12 %

MásMóvil aumentó el rendimiento de la conexión de bajada de los usuarios en un 12 por ciento utilizando RL para optimizar RET.

Figura 26: Evolución de los principales componentes de recompensas (porcentaje)

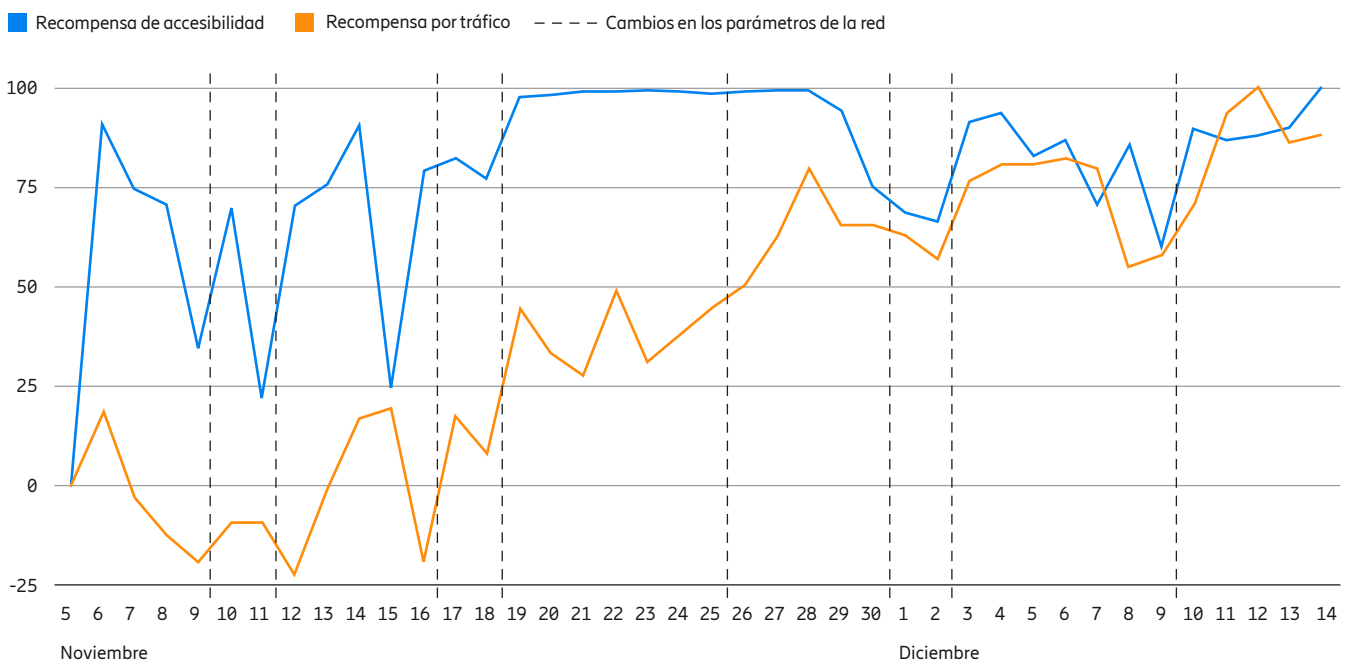
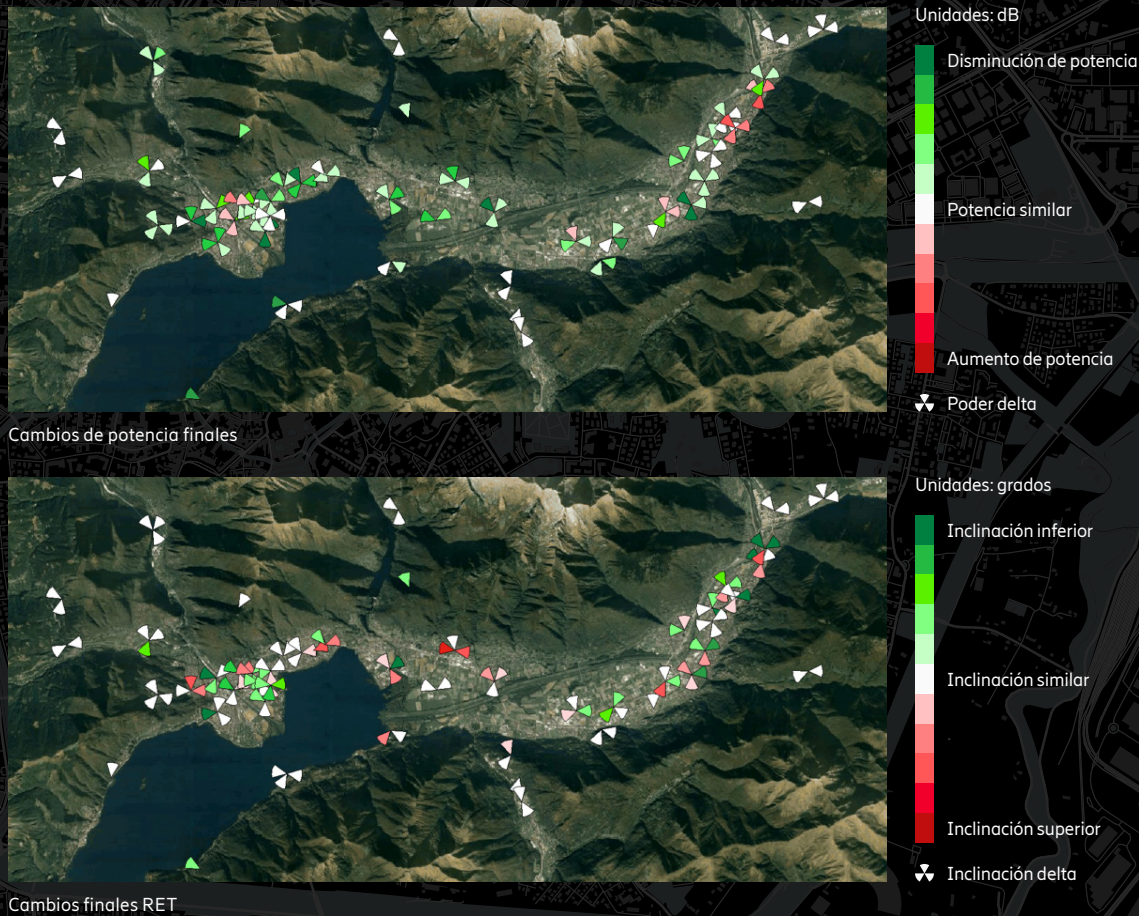


Figura 27: Cambios de potencia y RET en la zona del Tesino en Suiza



Swisscom: cumplir la estricta normativa sin comprometer la experiencia del cliente

Suiza cuenta con una estricta normativa sobre la potencia radiada efectiva (ERP) de las redes móviles. Para Swisscom, uno de los retos era reducir las emisiones de potencia dentro de la capa de banda baja existente para crear un margen de maniobra que permitiera el despliegue de una nueva capa de banda baja que utilizarán tanto la 4G como la 5G Nueva Radio (NR). Para empezar, la nueva capa de banda baja no pudo igualar la cobertura de la existente por falta de potencia disponible. Se utilizó un método basado en Aprendizaje por Refuerzo (RL) utilizando un emulador de red como gemelo digital para reducir al máximo el ERP en la red 4G manteniendo los niveles de cobertura y calidad, seguido de la optimización del RET (inclinación eléctrica remota de las antenas) utilizando el enfoque basado en el simulador.

En la zona del Tesino, en Suiza, se realizó una prueba para optimizar la potencia de transmisión del enlace de bajada y la RET. El clúster estudiado constaba de 163 células 4G en la banda de 800MHz, de las cuales se seleccionaron 100 para la optimización de la potencia de

transmisión del enlace descendente, seguida de la optimización de la RET. La emulación del comportamiento de la red tras un cambio de potencia es tan precisa que no se requiere una interacción iterativa con la red en vivo. En cambio, los valores finales optimizados se obtuvieron en su totalidad interactuando únicamente con el gemelo digital, y luego estos valores se implementaron directamente en la red. Después de esta fase, se aplicó la optimización RET a la red. Los cambios finales se ilustran en la Figura 27.

La potencia de transmisión se redujo en un 10 por ciento y, al mismo tiempo, se logró un aumento del 12 por ciento en el rendimiento del enlace de bajada. Se ejecutó una ronda adicional de pasos de optimización de potencia y RET para explorar los posibles límites de la solución, lo que dio como resultado una reducción final de la potencia de transmisión acumulada del 20 por ciento, al tiempo que se lograba una ganancia de rendimiento del 5.5 por ciento. Esta reducción de ERP implica una disminución del 3.4 % en el consumo de energía de la estación base.

RL en la red cognitiva

La gestión y las operaciones de red sin intervención es una visión en la que

20 %

Swisscom consiguió, en promedio, una disminución de la potencia de transmisión del enlace de bajada de la célula del 20 % utilizando RL.

las redes se despliegan y operan con una mínima intervención humana, utilizando tecnologías de IA confiables. La red cognitiva se basará en el diseño de controles, utilizando ambas técnicas de razonamiento y machine learning que superan las metodologías anteriores.

La RL permite a la red aprender continuamente de sus observaciones ambientales, interacciones y experiencias anteriores. Los procesos cognitivos comprenden la situación actual de la red, planifican el resultado deseado, deciden qué hacer y actúan en consecuencia. Los resultados deseados sirven para aprender de sus acciones. La red cognitiva será capaz de optimizar sus conocimientos existentes, aprovechar la experiencia y razonar para resolver nuevos problemas.

Planificación de la cobertura en edificios para 5G: de las reglas generales a las estadísticas y la IA

La mejora de la capacidad de los planificadores de redes para estimar la demanda de tráfico en interiores contribuirá a un despliegue más eficiente de las redes 5G. Las estimaciones precisas de la proporción de tráfico en interiores son especialmente útiles para los operadores que despliegan la cobertura de ondas milimétricas.

Tradicionalmente, se ha asumido que el 70-80 por ciento del tráfico de datos móviles se genera en el interior (incluyendo el tráfico servido por los sistemas dentro de los edificios). Ahora se están desarrollando métodos para estimar con precisión la proporción de tráfico en las estaciones base exteriores que se debe al uso en interiores. Los resultados de la aplicación de enfoques estadísticos a tres entornos diferentes de un área metropolitana se registran en la Figura 28.

En los despliegues urbanos, la mayor parte del tráfico móvil suele estar en interiores, lo que es difícil de atender desde estaciones base exteriores debido a la atenuación de la señal de radio a través de paredes y ventanas. Con los sistemas 5G, esto puede ser un reto aún mayor debido al uso de bandas de frecuencia ultra altas.

La atenuación de la intensidad de la potencia de la señal de radio, a medida que la señal viaja a través del espacio entre el emisor y el receptor, se denomina pérdida de trayectoria y es el resultado combinado de una serie de factores que incluyen la pérdida en el espacio libre, las pérdidas de penetración, la reflexión, la refracción y

otras formas de desvanecimiento.

Los sistemas 5G pueden operar en una amplia gama de frecuencias portadoras, desde menos de 1GHz en la banda baja, hasta 39GHz en el espectro mmWave. Las frecuencias más bajas tienen buenas características de cobertura, mientras que las de banda alta son útiles para la capacidad, ya que el ancho de banda disponible para ser asignado es mayor. Sin embargo, la atenuación de la señal aumenta con la frecuencia.

El efecto de la frecuencia en la pérdida del trayecto puede ejemplificarse midiendo la intensidad de la señal entre dos antenas separadas por 500m en línea de visión. En los extremos, en comparación con una señal en 800MHz, una señal de 39GHz tiene aproximadamente 34dB (alrededor del 99.96 %) más de pérdida de trayectoria en el espacio libre.

Otro reto de las bandas de frecuencia más altas es la atenuación de las señales que penetran en los edificios. Desde el punto de vista de la propagación de la señal, los edificios pueden clasificarse, a grandes rasgos, en dos tipos: los modernos, térmicamente eficientes, con ventanas

de vidrio metalizado, paneles de lámina para las paredes, paredes huecas aisladas y concreto reforzado grueso; y los tradicionales, sin ningún material de este tipo.

La pérdida media de un edificio térmicamente eficiente es 50 veces mayor que la de un edificio hecho con materiales tradicionales a 800MHz y unas 240 veces más a 39GHz.¹

Para compensar la pérdida asociada a las frecuencias de ondas milimétricas, los proveedores de servicios pueden utilizar una serie de soluciones, como sistemas avanzados de antenas, formación de haces y sistemas para interiores. Teniendo en cuenta las elevadas pérdidas de penetración en los edificios, la alta demanda de tráfico interior puede hacer que las soluciones en los edificios sean más económicas. Por otro lado, para atender adecuadamente el tráfico exterior, puede ser necesaria una macro densificación del emplazamiento. Disponer de una estimación realista de la relación de tráfico en interiores proporciona una base sólida para las decisiones de inversión en la red.

Figura 28: Porcentaje de tráfico en las estaciones base exteriores que es generado por usuarios interiores en un área metropolitana específica

	Urbana densa 191 células	Urbana 112 células	Residencial 13 células
Macro	37 %	65 %	42 %
Celdas pequeñas de exteriores	40 %	46 %	
Operadores agregados	38 %	64 %	42 %

¹ [itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.2109-0-201706-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.2109-0-201706-I!!PDF-E.pdf)

Nuevas metodologías

Los científicos de datos están estudiando actualmente dos enfoques distintos pero interrelacionados del desafío del tráfico en interiores: uno estadístico y otro basado en IA.

Ambos pueden aplicarse a los datos de red ya disponibles, por ejemplo de una red 4G, y utilizarse para estimar la proporción de tráfico en interiores a nivel de célula o en un grupo de células. Los datos proceden de los nodos de la red, así como de los datos de los equipos de los usuarios (UE), como los teléfonos inteligentes.

Se pueden utilizar los datos del enlace ascendente de los contadores de gestión del rendimiento (PM). Un contador clave de PM es la distribución de las pérdidas del trayecto de subida (incluyendo el espacio libre, la penetración de edificios y otras pérdidas). Los datos obtenidos por crowdsourcing se recopilan por terceros con el permiso de los usuarios a través de aplicaciones que registran una serie de tipos de datos. Entre ellos se encuentran la intensidad de la señal de radio como potencia de señal recibida de referencia (RSRP), la información de localización y el estado de carga de la batería.

El enfoque estadístico

Para la distribución de las pérdidas del trayecto del enlace de subida, se recoge una muestra en cada intervalo de tiempo de transmisión (TTI), lo que da lugar a muestras suficientes para permitir el uso del modelado de mezclas gaussianas (GMM). La pérdida de trayectoria es mayor para un teléfono inteligente situado en el interior de un edificio conectado a una estación base de radio exterior que para uno en el exterior, debido a la pérdida de penetración en el edificio. El modelo funciona tomando todas las muestras de datos en un área geográfica definida o en una celda y, a continuación, creando una distribución de pérdidas de trayectoria para el conjunto de datos. Posteriormente, el modelo separa los datos en grupos de usuarios determinando el mejor ajuste a una serie de distribuciones gaussianas, cada una con su propio perfil estadístico.

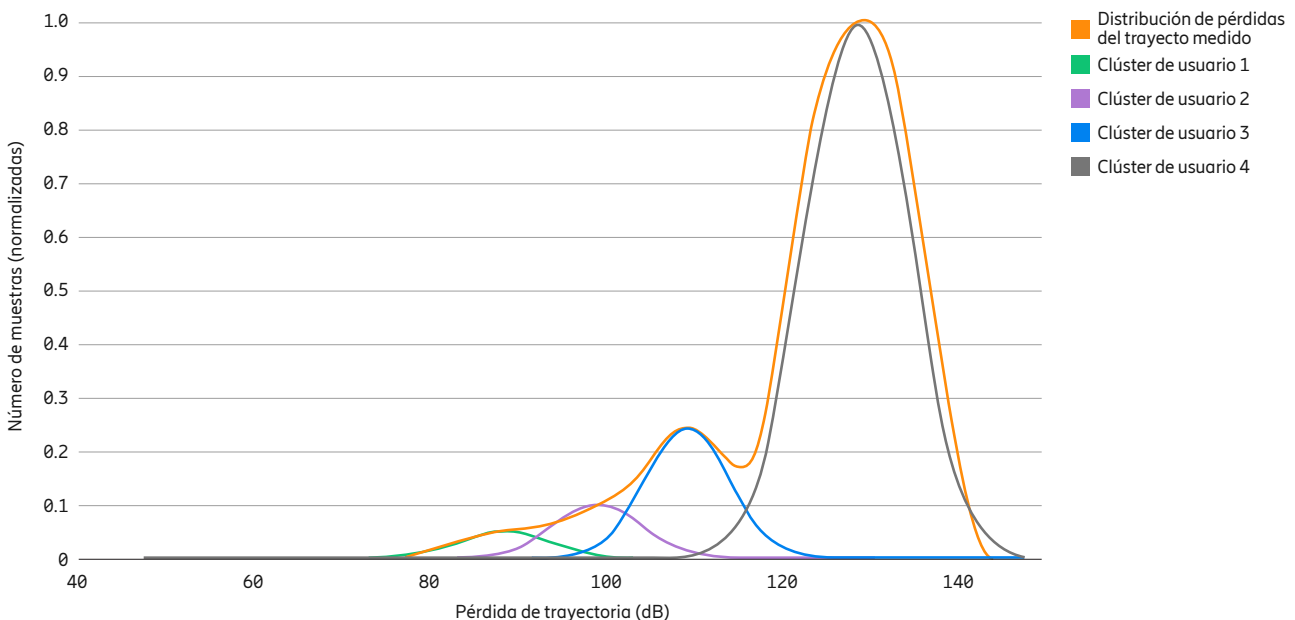
Finalmente, analizando los datos de cada distribución, se puede determinar qué grupos de usuarios están en el interior y en el exterior, como se puede ver en la Figura 29. El enfoque estadístico tiene las ventajas de la simplicidad y la transparencia.

Enfoque de IA: el aprendizaje no supervisado

En comparación con el enfoque estadístico, las técnicas de machine learning que permiten utilizar los datos sin especificar directamente su contribución al resultado. Gracias a una técnica denominada aprendizaje no supervisado, se pueden añadir más fuentes de datos con poco esfuerzo, y se puede explotar la información más sutil de los datos sin necesidad de interacción humana directa.

Para etiquetar un teléfono móvil como de interior o de exterior, se utiliza el aprendizaje no supervisado sobre datos como el RSRP (potencia de señal recibida de referencia), el estado de carga de la batería y el rendimiento. El modelo de machine learning divide el espacio de características (es decir, un conjunto de medidas que describen los datos) en una serie de grupos y predice si un grupo pertenece a la actividad en interiores o en exteriores. Todas las muestras de los teléfonos móviles que caen dentro de un clúster de interiores serán etiquetadas como interiores.

Figura 29: Análisis del modelo de mezcla gaussiana de la distribución de pérdidas de trayectoria de una célula



37 %

En una densa zona urbana de rascacielos, el 37 por ciento del macro tráfico, provisto por celdas que dan la cobertura exterior, se proporcionó a usuarios de interiores durante las horas de mayor actividad, lo que indica que el despliegue de células en los edificios podría incrementarse para satisfacer la demanda de tráfico en interiores.

Análisis y resultados

Los métodos se aplicaron a la distribución de pérdidas de trayecto de los contadores de gestión del rendimiento durante las horas de trabajo de 21 días laborales en el área metropolitana para las células 4G. Se analizaron los datos de un proveedor de servicios móviles después de segregar la distribución de pérdidas de trayecto para las estaciones base de macro y pequeñas células. El análisis estadístico incluyó tres entornos diferentes: urbano, urbano denso (de gran altura) y residencial.

En el distrito urbano, la media de tráfico interior de las células exteriores era de aproximadamente el 64 %, y las estaciones base de células pequeñas 4G atendían el 54 % o más del tráfico exterior. Estos resultados sugieren que el proveedor de servicios podría considerar el despliegue de soluciones dentro de los edificios cuando sea posible y luego aumentar el número de células pequeñas exteriores.

En el caso de la zona urbana densa de gran altura, alrededor del 37 por ciento del tráfico macro, y el 40 por ciento del tráfico de células pequeñas en exteriores se entrega a los usuarios de interiores. Esto indica que el despliegue de células en los edificios podría aumentar para satisfacer esta demanda, que se da sobre todo en los edificios modernos de alta eficiencia térmica. Las bajas cifras de la

proporción de tráfico en la zona urbana densa de los rascacielos son comprensibles en el contexto de los edificios que cuentan con sistemas de cobertura dentro del edificio.

Al cuantificar la demanda de tráfico y la cobertura desde el interior y el exterior, se pueden determinar los recursos adicionales que se necesitarían para sacrificar la menor cantidad de potencia radioeléctrica por las pérdidas de penetración.

El enfoque de aprendizaje no supervisado se aplicó a un área mayor que incluía los tres distritos metropolitanos mencionados en el enfoque anterior. Tiene la capacidad de manejar más datos de manera eficiente y puede manejar múltiples entradas en lugar de depender de una medida como el enfoque estadístico. Se pueden obtener resultados más granulares, ya que el etiquetado se realiza a nivel de dispositivo/muestra en lugar de una medida agregada.

Esto permite no solo el cálculo de una relación de tráfico interior, sino también de cualquier relación interior-exterior utilizando el mismo modelo. A continuación, se calcula el porcentaje de dispositivos que se encuentran en interiores y la relación de porcentaje de tráfico que se genera a partir de los

dispositivos de interior; se detectó que el 61 % de los dispositivos eran de interior en el conjunto de datos, con un 59 % de tráfico en las estaciones base de exterior que dan servicio a esos dispositivos. Estos resultados se ajustan y complementan los resultados de la metodología estadística.

Despliegue de las redes 5G

El diseño de las redes de acceso radioeléctrico (RAN) ha crecido en complejidad con cada generación de comunicaciones móviles. Ahora, con el despliegue de 5G, encontrar un diseño óptimo para el proveedor de servicios, que equilibre la calidad del servicio con la eficiencia, se hace más difícil por el uso de frecuencias de banda alta que combinan una gran capacidad con mayores pérdidas de absorción por obstrucciones.

La capacidad de aumentar la precisión de la predicción para encontrar una distribución óptima entre las soluciones de radio exteriores e interiores ayuda a hacer frente a la creciente complejidad. En última instancia, estos enfoques se automatizarán, lo que permitirá una supervisión continua de la eficiencia de la RAN 5G.

Metodología



Suscripciones móviles



Redondeo de cifras



Suscriptores



Tráfico de datos móviles



Cobertura de la población

Metodología
de previsión

Metodología de previsión

Ericsson hace pronósticos regularmente para apoyar las decisiones y la planificación internas, así como las comunicaciones de mercado. El horizonte temporal previsto en el Mobility Report es de seis años y se adelanta un año en el Informe de noviembre de cada año. La línea de base de las previsiones de suscripción y tráfico en este informe se establece utilizando datos históricos de varias fuentes, validados con datos internos de Ericsson, incluyendo mediciones en las redes de los clientes. La evolución futura se estima sobre la base de las tendencias macroeconómicas, las tendencias de los usuarios, la madurez del mercado y los avances tecnológicos. Otras fuentes son los informes de los analistas de la industria, junto con las suposiciones y análisis internos.

Los datos históricos se pueden revisar si los datos subyacentes cambian – por ejemplo, si los proveedores de servicios reportan cifras de suscripción actualizadas.

Suscripciones móviles

Las suscripciones móviles incluyen todas las tecnologías móviles. Las suscripciones se definen por la tecnología más avanzada de la que son capaces el teléfono móvil y la red. Nuestras conclusiones sobre las suscripciones a móviles por tecnología dividen las suscripciones según la tecnología más alta para la que se pueden utilizar. Las suscripciones LTE, en la mayoría de los casos, también incluyen la posibilidad de suscripción para acceder a las redes 3G (WCDMA/HSPA) y 2G (GSM o CDMA en algunos mercados). Una suscripción 5G se cuenta como tal cuando se asocia a un dispositivo que soporta Nueva Radio según lo especificado en la versión 15 de 3GPP, y se conecta a una red habilitada para 5G. La banda ancha móvil incluye las tecnologías

de acceso por radio HSPA (3G), LTE (4G), 5G, CDMA2000 EV-DO, TD-SCDMA y Mobile WiMAX. WCDMA sin HSPA y GPRS/EDGE no están incluidos.

FWA se define como una conexión que proporciona acceso de banda ancha a través de una red móvil habilitada para el equipo en las instalaciones del cliente (CPE). Esto incluye tanto al CPE de interiores (en escritorio y ventana) como el de exteriores (en techos y paredes). No incluye ruteadores o dongles basados en baterías portátiles y Wi-Fi.

Redondeo de cifras

Al redondear las cifras, la suma de los datos puede arrojar ligeras diferencias contra los totales reales. En los cuadros con cifras clave, las suscripciones se han redondeado a la décima de millón más cercana. Sin embargo, cuando se utilizan resaltados en los artículos, las suscripciones suelen expresarse en miles de millones completos o con un solo decimal. La tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) se calcula sobre las cifras subyacentes, no redondeadas, y luego se redondea a la cifra porcentual completa más cercana. Los volúmenes de tráfico se expresan en dos o tres cifras significativas.

Suscriptores

Hay una gran diferencia entre el número de suscripciones y el de suscriptores. Esto se debe a que muchos suscriptores tienen varias suscripciones. Las razones para ello podrían ser que los usuarios reduzcan los costos de tráfico utilizando suscripciones optimizadas para diferentes tipos de llamadas, maximizando la cobertura y teniendo diferentes suscripciones para PC/tabletas móviles y teléfonos móviles. Además, se necesita tiempo para que las

suscripciones inactivas se eliminen de las bases de datos de los proveedores de servicios. Por lo tanto, la penetración de las suscripciones puede ser superior al 100 por ciento, lo cuál es el caso en muchos países hoy en día. Sin embargo, en algunas regiones en desarrollo es común que varias personas compartan una suscripción, por ejemplo, a través de un teléfono compartido por la familia o la comunidad.

Tráfico de la red móvil

Ericsson realiza regularmente mediciones de tráfico en más de 100 redes en vivo que cubren las principales regiones del mundo. Estas mediciones forman una base representativa para calcular el tráfico móvil total a nivel mundial. Se realizan mediciones más detalladas en un número seleccionado de redes comerciales con el fin de comprender cómo evoluciona el tráfico de datos móviles. En estas mediciones no se incluyen los datos de los suscriptores.

Cobertura de la población

La cobertura de la población se estima utilizando una base de datos de distribución regional de la población y el territorio, basada en la densidad de población. Esto se combina después con datos de propiedad de la base instalada en estaciones de radio base (RBS), junto con la cobertura estimada por RBS para cada una de las seis categorías de densidad de población (desde zonas urbanas hasta zonas silvestres). Sobre esta base, se puede estimar la porción de cada área cubierta por una determinada tecnología, así como el porcentaje de la población que representa. Agregando estas áreas, se puede calcular la cobertura de la población mundial por tecnología.

Visualizador de movilidad de Ericsson

Explora los datos actuales y previstos del Mobility Report en nuestra nueva aplicación web interactiva. Contiene una serie de tipos de datos, como las suscripciones móviles, las suscripciones de banda ancha móvil, el tráfico de datos móviles, el tráfico por tipo de aplicación, las estadísticas VoLTE, el uso mensual de datos por dispositivo y un pronóstico de dispositivos conectados al IoT. Se pueden exportar los datos y los gráficos se pueden generar para su publicación siempre que se incluya crédito a Ericsson como fuente.

Más información

Escanee el código QR, o visite
www.ericsson.com/en/mobility-report/mobility-visualizer



Glosario

2G: Redes móviles de 2a generación (GSM, CDMA 1x)

3CC: Portadora de tres componentes

3G: Redes móviles de tercera generación (WCDMA/HSPA, TD-SCDMA, CDMA EV-DO, Mobile WiMAX)

3GPP: Proyecto de asociación de 3a generación

4G: Redes móviles de 4a generación (LTE, LTE-A)

4K: En video, una resolución de pantalla horizontal de aproximadamente 4,000 píxeles. Se utiliza una resolución de 3840 × 2160 (4K UHD) en la televisión y en medios de comunicación para consumidores. En la industria de la proyección de películas, 4096 × 2160 (DCI 4K) es la opción dominante

5G: Redes móviles de 5a generación (IMT-2020)

5G TF: Una especificación abierta del foro técnico pre-3GPP NR

IA: Inteligencia artificial

App: Una aplicación de software que se puede descargar y ejecutar en un teléfono inteligente o una tableta

AR: Realidad aumentada. Una experiencia interactiva de un entorno del mundo real en el que los objetos que residen en el mundo real son "aumentados" por información generada por computadora

ARPU: Ingresos promedios por usuario

CAGR: Tasa de crecimiento anual compuesta

Cat-M1: Tecnología móvil de área amplia de baja potencia estandarizada 3GPP (LPWA) para conectividad IoT

CDMA: Acceso múltiple por división de códigos

dB: En la transmisión de radio, un decibel es una unidad logarítmica que se puede utilizar para sumar las ganancias o pérdidas totales de señal de un transmisor a un receptor

EB: Exabyte, 10¹⁸ bytes

EDGE: Aumento de las tasas de datos para la evolución mundial

EN-DC: EUTRA-NR Doble conectividad

FDD: División de frecuencia dúplex

GB: Gigabyte, 10⁹ bytes

Gbps: Gigabits por segundo

GHz: Gigahertz, 10⁹ hercio (unidad de frecuencia)

GSA: Asociación Mundial de Proveedores de Servicios Móviles

GSM: Sistema Global de Comunicaciones Móviles

GSMA: Asociación del GSM

HSPA: Acceso a paquetes de alta velocidad

Kbps: Kilobits por segundo

LTE: Long-Term Evolution

MB: Megabyte, 10⁶ bytes

Mbps: Megabits por segundo

MHz: Megahertz, 10⁶ hercio (unidad de frecuencia)

MIMO: Múltiples Entradas Múltiples Salidas es el uso de transmisores y receptores múltiples (antenas múltiples) en dispositivos inalámbricos para mejorar el rendimiento

mmWave: Las ondas milimétricas son ondas de radiofrecuencia en el rango de frecuencias extremadamente altas (30–300GHz) con longitudes de onda entre 10mm y 1mm. En un contexto 5G, las ondas milimétricas se refieren a frecuencias entre 24 y 71GHz (los dos rangos de frecuencia 26GHz y 28GHz se incluyen en el rango milimétrico por convención)

Banda ancha móvil: Servicio de datos móviles con tecnologías de acceso radioeléctrico, como 5G, LTE, HSPA, CDMA2000 EV-DO, Mobile WiMAX y TD-SCDMA

PC móvil: Definida como una computadora portátil o dispositivo PC de escritorio con un módem móvil incorporado o un dongle USB externo

Router móvil: Un dispositivo con una conexión de red móvil a internet y una conexión Wi-Fi o Ethernet a uno o varios clientes (como PC o tabletas)

NB-IoT: Tecnología móvil de área amplia de baja potencia estandarizada 3GPP (LPWA) para conectividad IoT

NR: Nueva radio definida por la versión 15 del 3GPP

NR-DC: NR-NR Doble conectividad

PB: Petabyte, 10¹⁵ bytes

IoT de corto alcance: Segmento que consiste en gran parte en dispositivos conectados por tecnologías de radio sin licencia, con un alcance típico de hasta 100 metros, como Wi-Fi, Bluetooth y Zigbee

Teléfono inteligente: Teléfono móvil con un sistema operativo capaz de descargar y ejecutar "aplicaciones", por ejemplo, iPhones, teléfonos con sistema operativo Android, teléfonos con Windows y también con sistemas operativos Symbian y BlackBerry OS

TD-SCDMA: Acceso múltiple por división de código con división en el tiempo

TDD: Dúplex por división de tiempo

VoIP: Voz sobre IP (Protocolo de Internet)

VoLTE: Voz sobre LTE como se define en la especificación GSMA IR.92

RV: Realidad virtual

WCDMA: Acceso múltiple a la división de código de banda ancha

WWAN: Red de Área Amplia Inalámbrica

IoT de área amplia: Segmento formado por dispositivos que utilizan conexiones móviles o tecnologías de baja potencia sin licencia como Sigfox y LoRa

Cifras clave a nivel mundial y regional

Cifras clave mundiales

	2019	2020	Previsión 2026	CAGR* 2020–2026	Unidad
Suscripciones móviles					
Suscripciones móviles en todo el mundo	7,930	7,950	8,770	2 %	millones
Suscripciones a teléfonos inteligentes	5,650	6,060	7,690	4 %	millones
- Suscripciones de PC móviles, tabletas y routers móviles	270	290	450	8 %	millones
- Suscripciones de banda ancha móvil	6,120	6,430	8,010	4 %	millones
- Suscripciones móviles, solo GSM/EDGE	1,670	1,390	630	-12 %	millones
- Suscripciones móviles, WCDMA/HSPA	1,870	1,660	720	-13 %	millones
- Suscripciones móviles, LTE	4,290	4,630	3,900	-3 %	millones
- Suscripciones móviles, 5G	13	220	3,520	59 %	millones
- Conexiones FWA	51	62	180	20 %	millones
Conexiones de banda ancha fija	1,170	1,220	1,520	4 %	millones
Tráfico de datos móviles					
- Tráfico de datos por teléfono inteligente	6.6	9	35	25 %	GB/mes
- Tráfico de datos por PC móvil	15	17	29	9 %	GB/mes
- Tráfico de datos por tableta	6.9	8.1	18	15 %	GB/mes
Tráfico total de datos**					
Tráfico de datos móviles	34	49	237	30 %	EB/mes
- Teléfonos inteligentes	32	47	232	31 %	EB/mes
- PC móviles y routers	0.8	0.9	1.3	6 %	EB/mes
- Tabletas	0.9	1.1	3.9	23 %	EB/mes
Acceso inalámbrico fijo	6.1	9.1	64	39 %	EB/mes
Tráfico total de la red móvil	40	58	301	32 %	EB/mes
Tráfico total de datos fijos	140	170	490	19 %	EB/mes

Cifras clave regionales

	2019	2020	Previsión 2025	CAGR* 2019–2025	Unidad
Suscripciones móviles					
América del Norte	380	390	430	2 %	millones
América Latina	660	650	710	1 %	millones
Europa Occidental	510	510	520	0 %	millones
Europa Central y del Este	570	560	560	0 %	millones
Noreste de Asia	2,050	2,060	2,210	1 %	millones
China ¹	1,600	1,600	1,680	1 %	millones
Sureste de Asia y Oceanía	1,140	1,130	1,220	1 %	millones
India, Nepal y Bután	1,130	1,130	1,260	2 %	millones
Oriente Medio y Norte de África	710	710	810	2 %	millones
Consejo de Cooperación del Golfo (CCG) ²	79	76	85	2 %	millones
África Subsahariana	770	820	1,040	4 %	millones
Suscripciones de teléfonos inteligentes					
América del Norte	310	320	350	2 %	millones
América Latina	490	500	580	3 %	millones
Europa Occidental	420	420	430	0 %	millones
Europa Central y del Este	400	410	450	2 %	millones
Noreste de Asia	1,760	1,850	2,080	2 %	millones
China ¹	1,390	1,450	1,600	2 %	millones
Sureste de Asia y Oceanía	790	840	1,100	5 %	millones
India, Nepal y Bután	660	810	1,240	7 %	millones
Oriente Medio y Norte de África	420	470	680	7 %	millones
CCG ²	62	62	74	3 %	millones
África Subsahariana	390	440	760	9 %	millones

Cifras clave regionales

Suscripciones LTE	2019	2020	Previsión	CAGR*	Unidad
			2026	2020–2026	
América del Norte	350	350	70	-24 %	millones
América Latina	330	390	340	-2 %	millones
Europa Occidental	360	400	140	-16 %	millones
Europa Central y del Este	230	280	370	5 %	millones
Noreste de Asia	1,800	1,720	740	-13 %	millones
China ¹	1,230	1,410	560	-14 %	millones
Sureste de Asia y Oceanía	390	470	700	7 %	millones
India, Nepal y Bután	560	680	830	3 %	millones
Oriente Medio y Norte de África	180	220	420	11 %	millones
CCG ²	53	61	19	-18 %	millones
África Subsahariana	88	130	300	15 %	millones

Suscripciones 5G	2019	2020	Previsión	CAGR*	Unidad
			2026	2020–2026	
América del Norte	1	14	360	71 %	millones
América Latina	0	1	240	N/A	millones
Europa Occidental	1	8	360	N/A	millones
Europa Central y del Este	0	0	180	N/A	millones
Noreste de Asia	10	190	1,430	40 %	millones
China ¹	5	173	1,170	38 %	millones
Sureste de Asia y Oceanía	0	2	400	N/A	millones
India, Nepal y Bután	0	0	330	N/A	millones
Oriente Medio y Norte de África	1	1	150	N/A	millones
CCG ²	1	1	62	N/A	millones
África Subsahariana	0	0	70	N/A	millones

Tráfico de datos por teléfono inteligente	2019	2020	Previsión	CAGR*	Unidad
			2026	2020–2026	
América del Norte	8.4	11.1	48	27 %	GB/mes
América Latina	3.9	5.9	30	31 %	GB/mes
Europa Occidental	7.3	11	47	28 %	GB/mes
Europa Central y del Este	5.1	7.2	29	26 %	GB/mes
Noreste de Asia	7.8	10.9	39	24 %	GB/mes
China ¹	7.8	11	38	23 %	GB/mes
Sureste de Asia y Oceanía	4.3	6.2	39	36 %	GB/mes
India, Nepal y Bután	13	14.6	40	18 %	GB/mes
Oriente Medio y Norte de África	4.4	6.5	32	30 %	GB/mes
CCG ²	14	18.4	42	15 %	GB/mes
África Subsahariana	1.6	2.2	9	26 %	GB/mes

Tráfico de datos móviles	2019	2020	Previsión	CAGR*	Unidad
			2026	2020–2026	
América del Norte	2.8	3.7	17	29 %	EB/mes
América Latina	1.6	2.5	15	34 %	EB/mes
Europa Occidental	3	4.4	18	26 %	EB/mes
Europa Central y del Este	1.6	2.3	10	28 %	EB/mes
Noreste de Asia	12.4	18	74	26 %	EB/mes
China ¹	9.9	15	56	25 %	EB/mes
Sureste de Asia y Oceanía	3.1	4.7	39	42 %	EB/mes
India, Nepal y Bután	6.9	9.5	41	27 %	EB/mes
Oriente Medio y Norte de África	1.6	2.6	18	38 %	EB/mes
CCG ²	0.7	0.9	2.5	18 %	EB/mes
África Subsahariana	0.54	0.87	5.9	38 %	EB/mes

** Las cifras están redondeadas (véase la metodología) y, por lo tanto, la suma de los datos redondeados puede dar lugar a ligeras diferencias con el total real.

¹ Estas cifras también se incluyen en las cifras correspondientes al Noreste de Asia.

² Estas cifras también se incluyen en las cifras para el Oriente Medio y Norte de África.

* El CAGR está calculado sobre cifras no redondeadas.

Ericsson permite a los proveedores de servicios de comunicaciones captar todo el valor de la conectividad. La cartera de la empresa abarca redes, servicios digitales, servicios gestionados y negocios emergentes y está diseñada para ayudar a nuestros clientes a digitalizarse, aumentar la eficiencia y a encontrar nuevas fuentes de ingresos. Las inversiones de Ericsson en innovación han llevado los beneficios de la telefonía y la banda ancha móvil a miles de millones de personas en todo el mundo. Las acciones de Ericsson cotizan en el Nasdaq de Estocolmo y en el Nasdaq de Nueva York.

www.ericsson.com