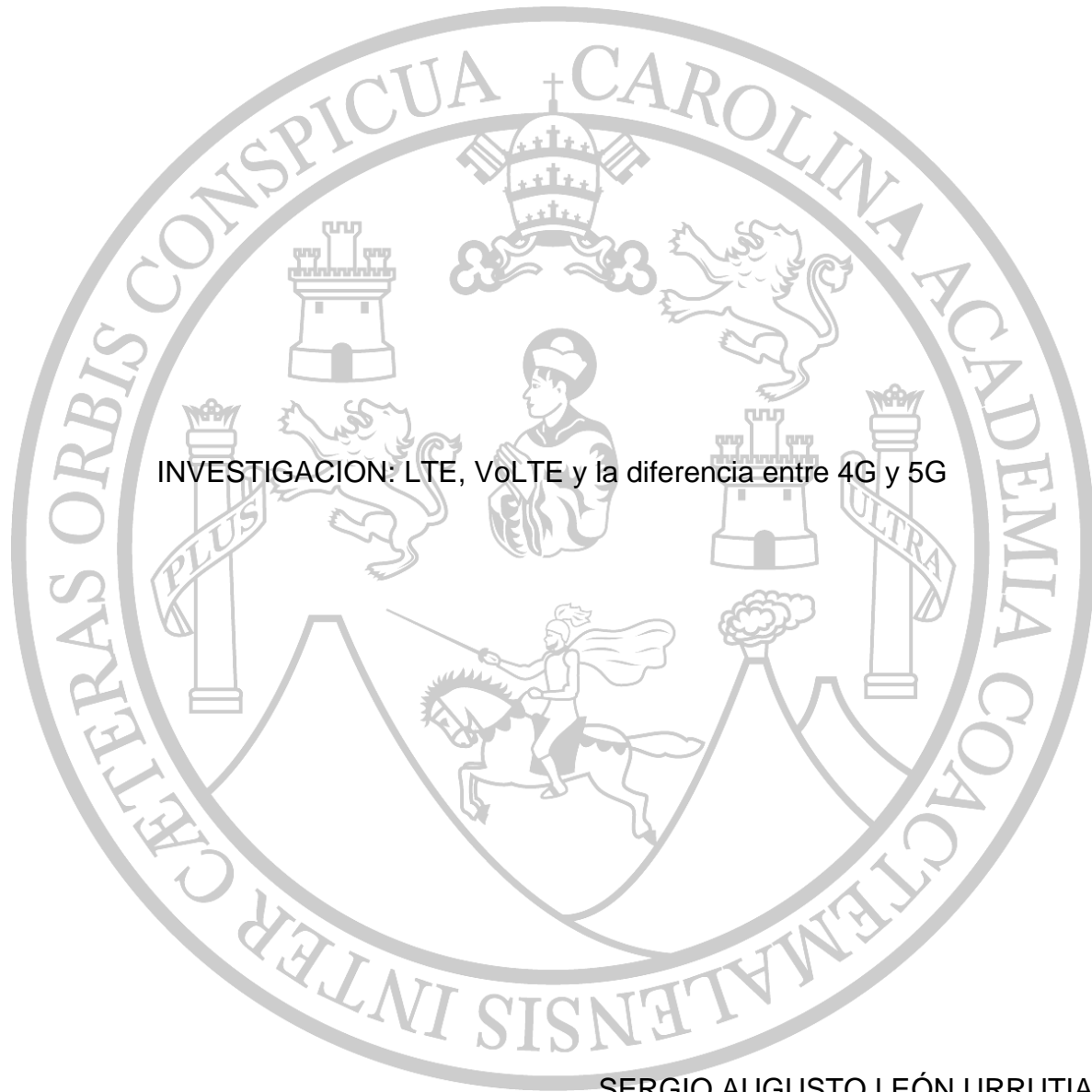


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

REDIOCOMUNICACIONES TERRESTRES



INVESTIGACION: LTE, VoLTE y la diferencia entre 4G y 5G

SERGIO AUGUSTO LEÓN URRUTIA

201700722

DPI: 3250762511401

DICIEMBRE DE 2020

## **INTRODUCCION**

El curso de Radiocomunicaciones terrestres nos incentiva la investigación de diferentes tecnologías relacionadas a la transmisión de datos, como lo es LTE, VoLTE, redes 4G y 5G temas que son de gran importancia hoy en día, especialmente si se quieren realizar diseños de radio enlaces a futuro, porque es importante tomar en cuenta las tecnologías actuales y así determinar el mejor camino para el diseño de una infraestructura.

El estudio de las redes LTE son importantes porque son las que actualmente mas se miran en Guatemala, siendo esta una evolución de las redes 3G, sin llegar a ser una red de 4G debido a que no cumple con los requerimientos para ser una red de 4G.

Por otro lado, la tecnología VoLTE es una tecnología para hacer llamadas de voz sobre LTE, de ahí el nombre y mezcla lo mejor de la tecnología LTE que es su velocidad y la capacidad de navegar por internet y hacer otras tareas sin necesidad que esta baje su velocidad.

Para finalizar se analizan las redes 4G y 5G, para determinar sus diferencias, donde apreciamos las grandes ventajas que tiene las redes 5G con respecto a las 4G, aunque también vemos que el aumento de precio de estas redes tiene como resultado a que se tarden varios años en llegar al mercado de forma comercial y accesible.

## 3GPP

Antes de hablar de que es la tecnología LTE, es importante aclarar que es la tecnología 3GPP o mas conocida como 3G.

El 3GPP es una colaboración de grupos de asociaciones de telecomunicaciones, conocidos como miembros organizativos.

El objetivo inicial del 3GPP era asentar las especificaciones de un sistema global de comunicaciones de tercera generación 3G para teléfonos móviles basándose en las especificaciones del sistema evolucionado GSM (Sistema global de telecomunicaciones móviles) dentro del marco del proyecto internacional de telecomunicaciones móviles 2000 de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

## ESTANDARES 3GPP

Los estándares de la tecnología 3GPP están distribuidas en versiones que actualmente van desde la 1 hasta la 13. Cada versión tiene sus propias mejoras, ya sea en velocidades, tecnologías, modulaciones y otro sin fin de cosas, todo esto para hacer que las comunicaciones 3G sean más rápidas con el pasar de las versiones.

Cada versión incorpora centenares de estándares individuales, cada uno de los cuales puede tener diferentes revisiones. La versión actual de los estándares 3GPP incorporan la última revisión de los estándares GSM.

Los documentos con los estándares y sus revisiones están disponibles de forma gratuita en la web del proyecto 3GPP. A pesar de que los estándares 3GPP pueden resultar desconcertantes por los no entrados en la materia son remarcablemente completos y detallados, y proporcionan una visión de cómo la industria de las telecomunicaciones móviles funciona.

No es hasta la **versión 8 en donde aparece la primera versión de las redes LTE**, siendo esta una evolución de las redes 3G y no del 4G como muchos operadores en Guatemala lo ofrecen.

A continuación, se muestra una tabla donde se aprecian todas las versiones lanzadas de 3GPP, aunque se incluyen unas mas recientes donde se involucran hasta las redes 5G, realmente las de 3GPP son hasta la versión 13.

Versiones 3GPP			
Versión	Lanzamiento 3GPP	Fecha de lanzamiento	Detalles
versión 1	Fase 1	1992	GSM básico
versión 2	Fase 2	1995	Funciones GSM que incluyen EFR Codec
versión 3	Lanzamiento 96	T1 1997	Actualizaciones GSM, datos de usuario de 14,4 kbps
	Lanzamiento 97	T1 1998	Funciones adicionales GSM, GPRS
	Versión 98	T1 1999	Funciones adicionales GSM, GPRS para PCS 1900, AMR, EDGE
	Lanzamiento 99	T1 2000	3G UMTS que incorpora acceso por radio WCDMA
versión 4	Lanzamiento 4	Segundo trimestre de 2001	Red central UMTS totalmente IP
versión 5	Lanzamiento 5	Q1 2002	IMS y HSDPA
versión 6	Lanzamiento 6	Cuarto trimestre de 2004	HSUPA, MBMS, mejoras de IMS, Push to Talk over Cellular, funcionamiento con WLAN
versión 7	Lanzamiento 7	Cuarto trimestre de 2007	Mejoras en QoS y latencia, VoIP, HSPA +, integración NFC, EDGE Evolution
versión 8	Lanzamiento 8	Cuarto trimestre de 2008	Introducción de LTE, SAE, OFDMA, MIMO, HSDPA de doble celda
versión 9	Lanzamiento 9	Cuarto trimestre de 2009	Interoperabilidad WiMAX / LTE / UMTS, HSDPA de doble celda con MIMO, HSUPA de doble celda, LTE HeNB
versión 10	Lanzamiento 10	T1 2011	LTE-Avanzado, compatibilidad con versiones anteriores con la versión 8 (LTE), HSDPA de múltiples celdas

versión 11	Lanzamiento 11	Tercer trimestre de 2012	Redes heterogéneas (HetNet), Multipunto coordinado (CoMP), Coexistencia en dispositivo (IDC), Interconexión de servicios IP avanzada,
versión 12	Lanzamiento 12	Marzo de 2015	Operación mejorada de celdas pequeñas, agregación de portadora (2 portadoras de enlace ascendente, 3 portadoras de enlace descendente, agregación de portadora FDD / TDD), MIMO (modelado de canal 3D, formación de haz de elevación, MIMO masivo), MTC - UE Cat 0 introducido, comunicación D2D, mejoras de eMBMS.
versión 13	Lanzamiento 13	Primer trimestre de 2016	LTE-U / LTE-LAA, LTE-M, formación de haz de elevación / MIMO de dimensión completa, posicionamiento en interiores, se introducen LTE-M Cat 1.4MHz y Cat 200kHz
versión 14	Lanzamiento 14	Mediados de 2017	Elementos en el camino hacia 5G
versión 15	Lanzamiento 15	Final 2018	Especificación 5G Fase 1
versión 16	Lanzamiento 16	2020	Especificación 5G Fase 2

### Entonces, ¿QUÉ ES LTE?

LTE es una tecnología inalámbrica de banda ancha, con la que se pueden transmitir datos a dispositivos móviles. Destaca sobre todo por tener una capacidad de subida y bajada de datos muy rápida. Según sus valores picos los valores de subida y bajada son los siguientes:

- Bajada: 326,5 Mbps para 4x4 antenas, 172,8 Mbps para 2x2 antenas.
- Subida: 86,5 Mbps

Sin embargo, el LTE es una evolución de las redes de tercera generación. Según el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT), LTE es una 3.9G en el estándar 3GPP porque no llega a los objetivos de la cuarta generación (4G).

El uso de las redes con LTE se debe principalmente a su bajo costo, esto no significa que sea una tecnología barata, sino que los años del 3G en el mercado ha permitido que esta tecnología sea mas barata y con mejor compatibilidad en cada dispositivo.

### **BANDAS DE LTE EN LA ACTUALIDAD**

Se han previsto las bandas de 700, 1700 AWS y 2600 MHz para América, 800, 1800 y 2600 MHz para Europa, 1800 y 2600 MHz para Asia y 1800 MHz para Australia.

### **LTE-ADVANCED Y 4G**

Para hacer aún más rápida la transferencia de datos, el LTE evolucionó de nuevo. Así llegó lo que es LTE – Advanced, que sí es posible equiparar al 4G porque las ratios de velocidad se acercan mucho a 1 Gbps. Por ello, identificamos esta como tecnología de cuarta generación.

Aunque los operadores y fabricantes de telefonía hablan de LTE y 4G de forma indistinta, la realidad es diferente. Se trata más de una estrategia comercial un tanto confusa. La diferencia radica sobre todo en la velocidad, que en el caso de LTE no supera los 300 Mbps, como hemos mencionado antes.

LTE – Advanced se acerca al estándar 4G y por ello solo los terminales con esta tecnología pueden considerarse de cuarta generación. El resto son teléfonos o tabletas avanzados. Más que los teléfonos 3G, pero nunca llegando a entrar en la lista de últimos modelos.

Para ver cuál es la diferencia ente LTE y 4G de un modo práctico, imaginemos que vamos a descargar un archivo de alrededor de 1 GB, por ejemplo, una película. Un dispositivo LTE tardará alrededor de medio minuto en acabar la descarga. En cambio, con un terminal 4G los tiempos se reducen hasta los 6 o 7 segundos. Apenas nos damos cuenta, pero las diferencias son significativas.

## LLAMADAS VoLTE

Las llamadas VoLTE son también conocidas con llamadas 4G o voz sobre LTE. Se trata de una mejora en las llamadas, gracias a una mejora en la red móvil. Esto proporciona llamadas de voz con una mayor calidad de sonido, que es la principal característica en este caso. Además, se obtiene también un establecimiento de llamada más rápido en este caso.

Por otro lado, se da a los usuarios la capacidad de navegar en 4G+ a la máxima velocidad, incluso mientras se están realizando las llamadas.

Antes de la llegada de las llamadas VoLTE, los operadores hacían uso de las redes GSM o UMTS para transmitir las comunicaciones de voz entre teléfonos. Mientras que la red 3G y 4G era la encargada de transmitir estos datos a través de Internet. El desarrollo de esta tecnología permite que se transmitan datos con una mayor velocidad. Gracias a esta tecnología, a las operadoras nos dan un servicio capaz de transmitir la voz en paquetes comprimidos a través de Internet.

### VENTAJAS DE VoLTE

- Se permite realizar unas llamadas más claras y con voz en alta definición, incluso en entornos ruidosos.
- Durante las llamadas se mantiene la velocidad de datos 4G+.
- Es posible marcar un número de teléfono y contactar con el mismo de forma casi instantánea.
- Se pueden hacer llamadas WiFi usando la red WiFi de tu casa y continuar la llamada en red 4G cuando no haya WiFi.
- El consumo de batería es menor usando las llamadas VoLTE.
- Conversaciones enriquecidas: Durante las llamadas se ofrecen servicios conocidos como RCS (Rich Communications Services) que incluyen funciones como videollamadas, transferencia de datos, localización o imágenes.

Al principio, cuando las llamadas VoLTE se lanzaron al mercado, era habitual que las llamadas se desconectarán. Además, eran algo que solo era posible para usar en llamadas entre la misma operadora. Por lo que son limitaciones que con el paso del tiempo se han ido corrigiendo, permitiendo un buen funcionamiento de estas.

Con el paso de tiempo todos los problemas que causaban las llamadas VoLTE se han ido corrigiendo con el tiempo, lo cual ha sentado la tecnología y la ha convertido en algo muy común en los últimos tiempos.

Sin embargo, no cualquier teléfono soporta las llamadas VoLTE, sino solo los de última generación o que han salido en los últimos años, al ser una tecnología relativamente nueva y que utiliza redes de 4G es necesario que el Hardware de los dispositivos sea compatible.

## **DIFERENCIAS DEL 4G Y 5G**

Antes de hablar de las diferencias entre las redes 4G y 5G sería más lógico definir cada una de ellas, de manera breve para no saturar de información este documento, debido a que cada una de ellas contiene estándares relacionados a las telecomunicaciones y un montón de elementos que no son de tanto interés para comparar una red con otra.

### **4G**

En telecomunicaciones, 4G es la sigla utilizada para referirse a la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil. Es la sucesora de las tecnologías 2G y 3G, y precede a la próxima generación, la 5G.

Este comité es el IMT-Advanced y en él se definen los requisitos necesarios para que un estándar sea considerado de la generación 4G. Entre los requisitos técnicos que se incluyen hay uno muy claro: las velocidades máximas de transmisión de datos deben estar entre 100 Mbit/s (12,5 MB/s) para una movilidad alta y 1 Gbit/s (125 MB/s) para movilidad baja. De aquí se empezó a estudiar qué tecnología eran las candidatas para llevar la etiqueta "4G". por esto mismo es que las redes LTE NO son consideradas 4G, porque no cumplen con este requisito.

La 4G está basada completamente en el protocolo IP, siendo un sistema y una red, que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes cableadas e inalámbricas. Esta tecnología podrá ser usada por módems inalámbricos, móviles inteligentes y otros dispositivos móviles.

La principal diferencia con las generaciones predecesoras será la capacidad para proveer velocidades de acceso mayores de 100 Mbit/s en movimiento y 1 Gbit/s en reposo, manteniendo una calidad de servicio (QoS) de punta a punta de alta seguridad que permitirá ofrecer servicios de cualquier clase en cualquier momento, en cualquier lugar, con el mínimo coste posible.

### **5G**

Las siglas 5G no es mas que la 5ta generación de comunicaciones móviles, que viene siendo la sucesora de las redes 4G (Aunque esto puede llevar varios años), y tiene como objetivo aumentar las tasas de transferencias de datos llegando hasta 1.2Gbps. Actualmente las redes 5G están en su primera versión estandarizada y apenas en 2019 se crearon los primeros enlaces comerciales, por lo que es una tecnología muy nueva, pero que poco a poco va tomando importancia, sobre todo en los países de primer mundo.

Además, la latencia (el tiempo de respuesta de la red) también experimentará un avance significativo. Según los operadores, esta podría reducirse a 5 milisegundos, un período casi imperceptible para los humanos, lo cual nos permitirá conectarnos prácticamente en tiempo real. Este dato es especialmente importante, por ejemplo,



para minimizar el tiempo de respuesta de un vehículo autónomo de cara a mejorar la seguridad tanto de los ocupantes como de cualquier viandante que le circunde.

Gracias a esta nueva tecnología podremos, por ejemplo, aumentar exponencialmente el número de dispositivos conectados. Vehículos, robots industriales, mobiliario urbano (badenes, calzada, paradas de autobús) o cualquier dispositivo electrónico que tengamos en casa (desde la alarma alarma la lavadora, la nevera o el robot aspirador) podrán conectarse y compartir información en tiempo real.

Con esto ultimo nace un nuevo concepto, que no es nuevo, pero ahora mas que nunca tomara mas importancia y es la conexión de varios dispositivos inteligentes en una misma red, mas conocido como IoT (Internet de las cosas), esto debido a que las redes 5G facilitaran las conexiones de múltiples dispositivos y harán que la comunicación entre todos ellos sea prácticamente instantánea.

### **AHORA SI, HABLEMOS DE SUS DIFERENCIAS**

La principal diferencia entre las redes 4G y 5G es sin lugar a duda la velocidad en la transferencia de datos, siendo la segunda de ellas mucho mas veloz que la primera, aunque ambas tecnologías soportan tasas de transferencias bastante altas a continuación se presenta una tabla donde se muestran las velocidades correspondientes a cada tecnología.

### **Diferencias entre 4G, 4G+ y 5G**

	4G	4G+	5G
Velocidad (Mbps)	200	1200	10000
Latencia (milisegundos)	100	20	1-2

Pero más importante todavía es la disminución de la latencia. La latencia es el tiempo que tarda en transferirse un paquete de datos dentro de la red, el tiempo que dura en llegar una acción desde que la realizas hasta que se consuma. Actualmente existen latencias ya de por sí reducidísimas, pero el 5G promete bajarlas a entre 1 y 2 milisegundos.

Esto quiere decir que las interacciones con Internet o la nube serán casi instantáneas. Sumado a las velocidades de descarga, esto hará que si pulsas en una foto que tienes en la nube tardaría lo mismo en abrirse en el móvil que si la tuvieras ya dentro de su memoria. Una experiencia instantánea de interacción que podría revolucionar también las aplicaciones móviles.

Dejando de lado la velocidad y la latencia, el 5G también viene solucionando algunos problemas tecnológicos que arrastraba el 4G como el consumo de batería, ahora, un 10% más duradera. Además, será más fácil de implementar, podrá

soportar 100 billones de conexiones y un 90% de ahorro de energía por servicio prestado.

Además de las diferencias que se han mencionado podemos decir que la capacidad de la red 5G aumenta considerablemente el número de dispositivos móviles conectados simultáneamente en relación a la que era capaz de soportar la red 4G: podrá conectar alrededor de 100 dispositivos por m<sup>2</sup>.

## **CONCLUSIONES**

1. La red LTE es una evolución de las redes 3G, aunque muchos operadores de telefonía la vengan como redes 4G no lo es, porque no cumple con los requerimientos para ser una red de cuarta generación.
2. Las llamadas VoLTE son de gran utilidad para las empresas en especial para los call centers, porque permiten tener llamadas de voz de alta velocidad y permiten realizar otras tareas simultáneamente con la red LTE sin perder ancho de banda.
3. Las redes 5G aportan muchas ventajas sobre las redes 4G, como la velocidad, latencia, consumo de energía y cantidad de dispositivos conectados, sin embargo, es una tecnología nueva y costosa que tardará años en llegar de forma comercial a todos los países.

## **RECOMENDACIONES**

1. En Guatemala deberían haber personas o algún grupo de individuos que se encargues de velar por la publicidad de las empresas de telefonía móvil, porque actualmente en los planes ofrecen redes 4G LTE, sin embargo, las redes que ofrecen no son 4G, sino una evolución de las 3G.
2. Los cursos de telecomunicaciones deberían enseñar como implementar sistemas que trabajen con VoLTE, porque es algo que se puede implementar fácilmente en Guatemala y nicho de trabajo con mucha demanda, debido a la gran cantidad de call centers que hay alrededor del país.
3. Los estudiantes de ingeniería electrónica de la universidad de San Carlos, deberían estudiar cada una de las ventajas, avances, protocolos y sistemas de las redes 4G y 5G, porque es el futuro en el mundo de las telecomunicaciones y es importante tener todos esos conceptos en mente, para realizar un mejor trabajo a la hora de salir al mundo laboral.

## E-GRAFIA

1. LTE (telecomunicaciones). (2021). Retrieved 2 January 2021, from [https://es.wikipedia.org/wiki/LTE\\_\(telecomunicaciones\)](https://es.wikipedia.org/wiki/LTE_(telecomunicaciones))
2. 3GPP. (2021). Retrieved 2 January 2021, from <https://es.wikipedia.org/wiki/3GPP#Estándares>
3. Que es LTE y por qué difiere del 4G | VIU. (2021). Retrieved 2 January 2021, from <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-lte-y-por-que-difiere-del-4g>
4. (2021). Retrieved 2 January 2021, from <https://hisvoicetoday.org/1688-3gpp-3gpp-specification-release-numbers.html>
5. ¿Qué es VoLTE o llamadas 4G?. (2021). Retrieved 2 January 2021, from <https://ayuda.orange.es/particulares/movil/servicios/2206-que-es-volte-o-llamadas-4g>
6. 5G, T. (2021). Todas las diferencias entre el 4G y el 5G. Retrieved 2 January 2021, from <https://precio.com/tarifas-movil/articulos/todas-las-diferencias-entre-el-4g-y-el-5g/#:~:text=Las%20principales%20diferencias%20entre%20las,la%20velocidad%20y%20la%20latencia.&text=En%20cuanto%20a%20la%20disminución,a%20Internet%20sean%20prácticamente%20instantáneas>.
7. Fernández, Y. (2021). Qué es el 5G y qué diferencias tiene con el 4G. Retrieved 2 January 2021, from <https://www.xataka.com/basics/que-5g-que-diferencias-tiene-4g>
8. Telefonía móvil 4G. (2021). Retrieved 2 January 2021, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Telefonía\\_móvil\\_4G](https://es.wikipedia.org/wiki/Telefonía_móvil_4G)
9. Telefonía móvil 5G. (2021). Retrieved 2 January 2021, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Telefonía\\_móvil\\_5G](https://es.wikipedia.org/wiki/Telefonía_móvil_5G)
10. Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida. (2021). Retrieved 2 January 2021, from [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida\\_14449](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449)