

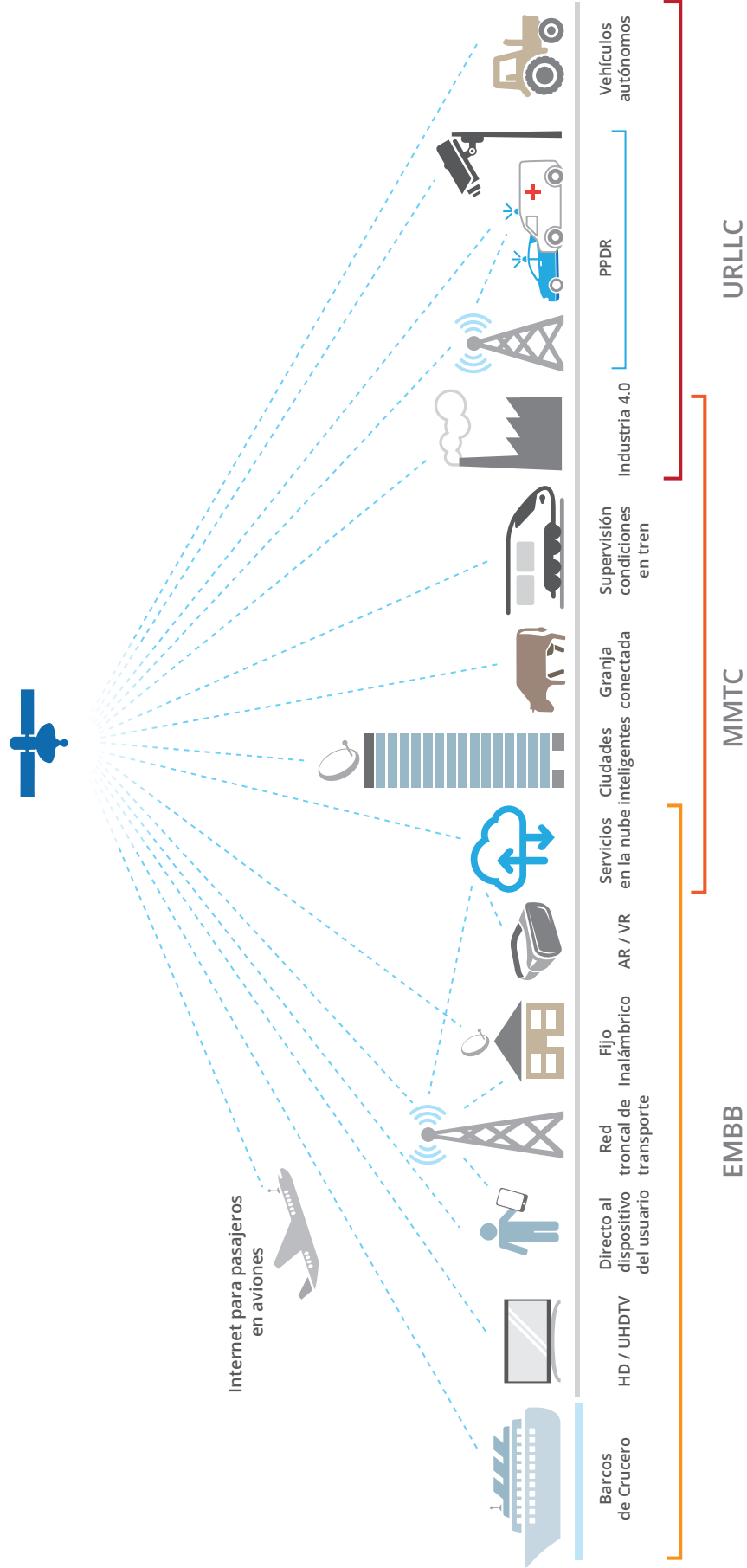
Actualizado Julio 2020



LIBRO BLANCO

SERVICIOS DE COMUNICACIONES POR SATÉLITES: Una parte integral del Ecosistema 5G

Los satélites soportan las singularidades del 5G



Contenido

Resumen Ejecutivo	Página 4
Papel de los satélites en el Ecosistema 5G	Página 5
<ul style="list-style-type: none">▶ Banda Ancha Móvil Mejorada (eMBB)▶ Comunicaciones Masivas entre máquinas (MMTC)▶ Comunicaciones Ultra fiables y de baja Latencia (URLLC)	
Previniendo una brecha 5G	Página 6
Permitiendo la integración de los satélites en el ecosistema 5G	Página 7
Casos de uso de satélites en el ecosistema 5G	Página 7
<ul style="list-style-type: none">▶ Comunicaciones en Movimiento▶ Conectividad Directa a las Instalaciones (multi reproducción híbrida)▶ Conectividad Directa a los Dispositivos Finales▶ Red troncal de transporte y alimentación de Torres (Red troncal de células y distribución de contenidos)▶ Alimentación a red troncal de transporte y cabeceras (red troncal móvil agregada y distribución de contenidos)	
5G como Red de Redes	Página 14
Garantizando que los Satélites son parte Integral y Efectiva del 5G	Página 14
<ul style="list-style-type: none">▶ Neutralidad Tecnológica▶ Coste-Eficiencia▶ Consideraciones Regulatorias▶ Acceso a Recursos de Espectro	
Conclusiones	Página 16
Glosario de Términos	Página 16
Notas pie de página y referencias	Página 17

Resumen Ejecutivo

Las comunicaciones por satélite están listas para desempeñar un papel clave en el ecosistema 5G y más allá. Los miembros de ESOA están llevando a cabo acciones importantes para hacer esto realidad. En algunos casos, ofrecerán directamente estos servicios y, en otros, se asociarán con terceros, como los Operadores de Servicios Móviles, para maximizar el beneficio para los usuarios finales de los servicios y las capacidades del 5G. En cualquiera de los casos, los beneficios del 5G se percibirán por muchas más comunidades y en escalas de tiempo mucho más cortas que si los operadores móviles lo hicieran solos.

5G promete una hiper-conectividad para las sociedades modernas, pero puede también incrementar los riesgos de la brecha digital si no se incluyeran a las comunicaciones por satélite. Las redes de satélite se pueden aprovechar para ofrecer la última tecnología de forma acelerada a todos, en todas partes, incluyendo las áreas que no están cubiertas por 3G y 4G. Esto se ha demostrado durante la pandemia COVID-19 donde se han utilizado satélites proporcionando una variedad de usos, incluido el rápido establecimiento de conectividad de banda ancha directa a nuevas instalaciones médicas y apoyando la teleeducación y el teletrabajo a parte de la población. Estos servicios de conectividad global estuvieron disponibles para todos los ciudadanos, independientemente del país, la densidad de población o la situación económica, y evidenciaron la naturaleza no discriminatoria de los servicios por satélite.

El éxito de muchos despliegues de servicios 5G depende de características únicas que son posibles gracias a las redes de satélites, tales como la cobertura de áreas amplias que es vital para extender las redes a áreas de baja densidad de población, la distribución de uno a muchos y operaciones fiables y resilientes. Específicamente, las redes de satélite pueden:

▶ Extender la cobertura limitada de las redes 5G terrestres a áreas y lugares desatendidos que las redes terrestres no pueden cubrir (en tierra, en el aire, en el mar);

▶ Garantizar la continuidad del servicio para dispositivos M2M / IoT y vehículos conectados / autónomos, proporcionando comunicaciones fiables y apoyo a las actualizaciones de software en plataformas móviles (por ejemplo: vehículos de pasajeros, aviones, barcos, trenes, autobuses);

▶ Garantizar servicios 5G robustos y seguros para comunicaciones críticas y móviles (respuesta a emergencias, seguridad pública);

▶ Optimizar la eficiencia de las redes 5G mediante la multidifusión / radiodifusión de datos;

▶ Mejorar los enlaces existentes de la red fija mediante conexiones híbridas.

La industria de los satélites ha demostrado con éxito que los satélites ya pueden proporcionar funcionalidades clave del ecosistema 5G. En paralelo, se está realizando trabajos importantes para contribuir al desarrollo de estándares 5G y desarrollar las características necesarias que aseguren la integración del satélite en el ecosistema 5G y viceversa, el sistema 5G en las redes satelitales.

Los operadores de telecomunicaciones fijas y móviles se enfrentan ahora a una oportunidad importante, donde pueden elegir si incluir el satélite en sus redes. Incluyendo al satélite pueden asegurar servicios 5G confiables y amplios desde el inicio y conseguir que sus redes sean más resilientes.

La industria del satélite está comprometida para mejorar continuamente su tecnología y soluciones contribuyendo al despliegue mundial del 5G.



Papel de los satélites en el Ecosistema 5G

La próxima generación de tecnología de comunicaciones, 5G, prevé un mundo en el que "todas las personas y todas las cosas estarán conectados en cualquier momento y en cualquier lugar", y caracteriza 5G con los 3 principales casos de uso siguientes:



► Banda ancha móvil mejorada (eMBB)

Proporcionará Gigabits por segundo (Gbps) de conectividad para el usuario final. Los satélites ya ofrecen conectividad de banda ancha directa a 100 Mbps a usuarios más allá del alcance de otras tecnologías; también habilitando servicios para empresas y gobiernos. El trabajo en curso en 3GPP también permitirá la integración directa del satélite en 5G para permitir que el mismo equipo del usuario (UE) pueda acceder tanto a las tecnologías terrestres y a otras no-terrestres. Además, se prevé que el vídeo siga siendo uno de los principales impulsores de eMBB. Los satélites pueden soportar aplicaciones de gran ancho de banda, similarmente a como ya transportan contenidos de alta definición (HD) y Ultra HD y datos, que se pueden almacenar y posicionar cerca del extremo de la red para un servicio más eficiente a los usuarios, descargando así tráfico de las redes terrestres y garantizando retardos mínimos en las comunicaciones para los usuarios. Los satélites ya están apoyando a los operadores de redes móviles en todo el mundo en la expansión de sus coberturas 3G y 4G; lo mismo se puede hacer para 5G.



► Comunicaciones masivas entre máquinas (MMTC)

Los satélites prestan servicio a las aplicaciones máquina-máquina (M2M) e Internet de las Cosas (IoT) en muchos países, tales como adquisición de datos, control y monitorización (SCADA), seguimiento de activos globales en tiempo real y sensores meteorológicos. Las nuevas tecnologías flexibles de satélites, así como los módems híbridos terrestre-satélite, permitirán la conectividad IoT, las redes troncales y de transporte de IoT desde ubicaciones remotas y desde automóviles, aviones, barcos y trenes conectados. Las antenas más pequeñas, de menor costo y orientables electrónicamente están permitiendo un despliegue masivo y universal de IoT mediante satélite de forma rentable, rápida y fácil de desplegar. Como ejemplo de progresos en MMTC, los satélites forman una parte integral, como el caso, por ejemplo, de los principales proveedores de soluciones de computación en la nube que se asocian con los operadores de satélites para transportar los datos IoT directamente a sus nubes.²



► Comunicaciones ultra fiables y de baja latencia (URLLC)

Los sistemas de satélites y sus enlaces vía radio se diseñan típicamente para asegurar un desempeño con muy bajos errores de los paquetes transmitidos y, por tanto, son inherentemente comunicaciones confiables. Los esquemas robustos de codificación y modulación junto a los mecanismos de adaptación a la propagación del canal (por ejemplo, Modulación y Codificación Adaptativa – ACM) aseguran pérdidas muy bajas de los paquetes y las tramas de datos, consiguiendo así enlaces de comunicaciones altamente confiables. Para garantizar bajos retardos, tal como ha reconocido la Asociación GSMA¹, "el contenido debe ofrecerse desde una ubicación física muy cercana al dispositivo del usuario ". La ventaja de los satélites en multidifusión sobre áreas amplias se puede aprovechar para distribuir contenidos frecuentemente solicitados por los usuarios al extremo de la red y lograr así esta baja latencia.²

► Respeto a la latencia

5G enfatiza objetivos tan bajos como 1 milisegundo (o 10 milisegundos, en informes más recientes)³. Aunque los satélites intrínsecamente presentan retardos de propagación más grandes, las mejoras técnicas pueden ayudar a distribuir anticipadamente contenidos a los nodos en los extremos de las redes 5G, reduciendo así, o eliminando de manera eficiente, el retardo global de la red y para el usuario final. Téngase en cuenta que los enlaces terrestres también requieren este tipo de mejoras del retardo. Estas técnicas contribuirán en gran medida a hacer que el retardo cero sea una realidad.⁴ Como ha reconocido la Asociación GSMA, “los servicios que requieren un tiempo de retardo de menos de 1 milisegundo deben tener todo su contenido disponible desde una posición física muy cerca del dispositivo del usuario. ... posiblemente en la estación base de cada celda, incluso en las muchísimas pequeñas celdas que se prevé que sean fundamentales para cumplir con los requisitos de densificación.”⁵ La ventaja de los satélites en la multidifusión de contenidos sobre áreas amplias se puede aprovechar para distribuir contenidos frecuentemente solicitados en el extremo de la red y lograr así un bajo retardo.⁶

► Respeto a la resiliencia

A diferencia de las tecnologías terrestres, los satélites son en gran medida inmunes a los desastres naturales y a los provocados por el hombre y, por lo tanto, inherentemente son más robustos. Durante la pandemia de Covid-19 de 2020 y después del ciclón Idai en 2019, la seguridad pública y los vehículos de respuesta a las emergencias confiaron en los satélites para una conectividad segura y garantizada, al tiempo que ilustraban la resiliencia de las comunicaciones por satélite. Los satélites también ayudaron a restaurar rápidamente las comunicaciones donde se cortaron los cables submarinos, hechos vistos más recientemente en la República Democrática del Congo, que depende de millas y millas de fibra para la conectividad.⁷ Por lo tanto, incorporar satélites a la red 5G general es fundamental para garantizar que las capacidades de comunicación estén disponibles incluso después de los peores desastres.

Previendo una brecha digital 5G

El impulso político y regulatorio detrás de 5G ampara la expectativa de los responsables de políticas públicas de que 5G mejorará la vida de los ciudadanos que necesitan cada vez más de la conectividad sin importar dónde se encuentren. Como se ha evidenciado en la pandemia COVID-19, la conectividad es una necesidad fundamental para todos, necesaria para asegurar tanto la inclusión socioeconómica como el funcionamiento de las economías, los sistemas educativos y sanitarios y la sociedad civil en su conjunto.



El 5G no debe reservarse para la élite urbana, incluso si la realidad es que los modelos de negocio de los operadores de telecomunicaciones se centran en las áreas y corredores de transporte más densamente poblados. La mayoría de los países se enfrentan aún a una brecha digital, no solo las economías emergentes. En los Estados Unidos, por ejemplo, el 39% de los residentes rurales no tiene acceso a banda ancha terrestre.⁸ Ni 2G, 3G 4G lograron cobertura universal, y no hay razones lógicas para esperar que 5G lo consiga a menos que se establezcan políticas de 5G equilibradas, holísticas y tecnológicamente neutras. Solo insistiendo e incentivando un enfoque multi-tecnológico, los responsables de políticas públicas

garantizarán la mejor conectividad para todas las áreas, muchas de las cuales hoy tienen poca o ninguna conectividad sin el uso de comunicaciones por satélite.

La integración de varias redes heterogéneas para alcanzar objetivos extremadamente ambiciosos en términos de rango de servicios, prestaciones, disponibilidad y programabilidad permitirá también planes de negocio viables para diferentes industrias verticales permitiendo que sus servicios sean prestados universalmente a través de una red estable. El consorcio 3GPP y sus miembros han reconocido claramente esto, ya que las redes de satélite están incluidas en los estándares 3GPP.



Permitiendo la Integración de los Satélites en el Ecosistema 5G

El ecosistema 5G proporciona una amplia gama de flexibilidades y capacidades de diseño para soportar un amplio rango de escenarios. El desarrollo de estándares abiertos 5G permite a las empresas de satélites reducir el desarrollo, despliegue y costos operativos al incluir soluciones de redes satelitales.⁹

Múltiples demostraciones exitosas han evidenciado que los satélites pueden ofrecer las características tecnológicas clave en las redes 5G, como las redes definidas por software (SDN), virtualización de funciones de red (NFV) y multi-accessos a la computación en el extremo de la red (MEC).¹⁰ También pueden incluir la gestión y organización integrada de red,¹¹ transporte heterogéneo y multienlace,¹² planos de control armonizados, marco de seguridad común, segmentación de red de extremo a extremo y capacidades de almacenamiento en caché y multidifusión de contenidos.

La industria de los satélites contribuye activamente a los organismos de estandarización 5G como 3GPP y ETSI, cuyas actividades están siendo apoyadas por un amplio número de organizaciones tanto de las industrias de satélites como de los móviles, así como profesionales y representantes gubernamentales. Dentro de la Red de Acceso de Radio 3GPP (RAN), se está trabajando para incorporar a las Redes No-Terrestres (NTN), que incluyen al satélite, en los estándares de acceso de radio 5G tanto para el acceso de banda ancha como para IoT.¹³ Estos trabajos se llevan a cabo por fases, en las versiones 15, 16, 17 y posteriores. Se ha aprobado recientemente una nueva tarea para comenzar el trabajo de estandarización normativo que desarrolle especificaciones para soluciones de acceso 5G NR vía satélite. Además, 3GPP RAN también aprobó un estudio específico para que el satélite sea compatible con Internet de las cosas de banda estrecha 3GPP (NB-IoT), así como con estándares LTE-M.

Estos esfuerzos y desarrollos técnicos para establecer estándares globales permitirán despliegues eficientes en costo y la integración de soluciones satelitales en el sistema 5G de extremo a extremo para una prestación de servicios y operaciones de red mejoradas y ampliadas. Esto garantizará que los beneficios de las redes 5G se realicen por completo y se distribuyan ampliamente.

Casos de Uso de Satélites en el Ecosistema 5G¹⁴

Se han identificado varios casos de uso en los que se reconocen las ventajas principales de los satélites en el ecosistema 5G:

- ▶ Comunicaciones en movimiento;
- ▶ Conectividad directa a las Instalaciones;
- ▶ Conectividad directa a los dispositivos finales de usuario;
- ▶ Red troncal de transporte y alimentación de Torres (Red troncal de células y distribución de contenidos)
- ▶ Alimentación a red troncal de transporte y cabeceras (red troncal móvil agregada y distribución de contenidos)

Cada uno de estos casos se describe a continuación en más detalle.

▶ Comunicaciones en movimiento

Este caso de uso se basa en la provisión de conectividad de alta velocidad para redes troncales y de transporte para eMBB mediante terminales satelitales individuales en movimiento ubicados en aviones, vehículos de carretera, trenes y embarcaciones (incluidos barcos de crucero y otros barcos de pasajeros). Los terminales satelitales tienen la capacidad de almacenar anticipadamente contenidos en un servidor caché integrado (por ejemplo, video, HD / UHD TV, FOTA, así como otros datos que no son de video para almacenamiento local y uso) sobre un área de cobertura grande, como se muestra en la figura siguiente. La misma capacidad también permite el transporte eficiente del tráfico de IoT agregado para plataformas móviles.

Este servicio se proporciona mediante enlaces satelitales de alta velocidad, habilitados para multidifusión, directamente al avión, vehículo, tren o embarcación, desde satélites GEO o no-GEO que complementan la conectividad inalámbrica terrestre existente donde el servicio no está disponible. Este trabajo se evidencia en el despliegue y funcionamiento exitosos de servicios anteriores a 5G, como wi-fi en aviones.

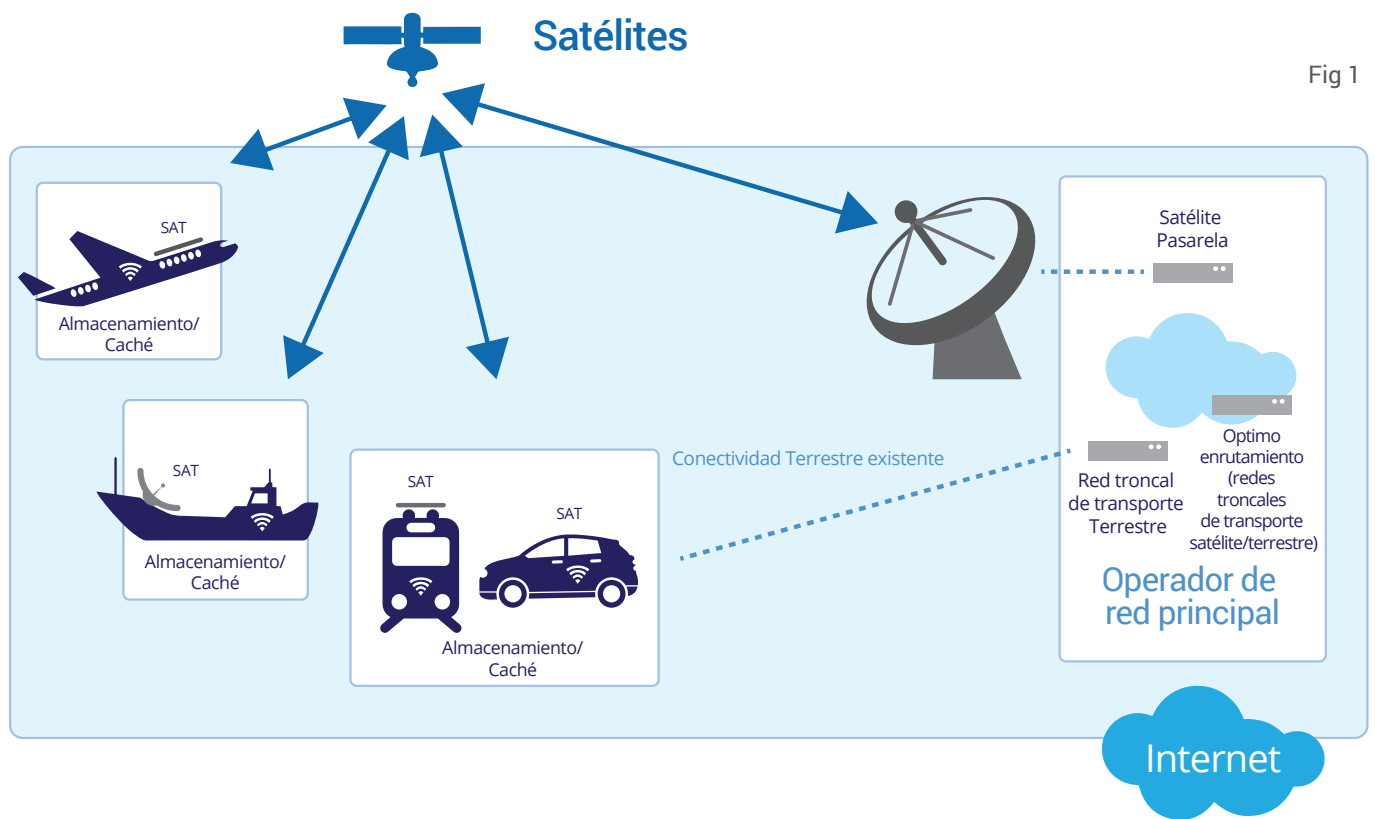


Fig 1

Ejemplos de este caso de uso incluyen:

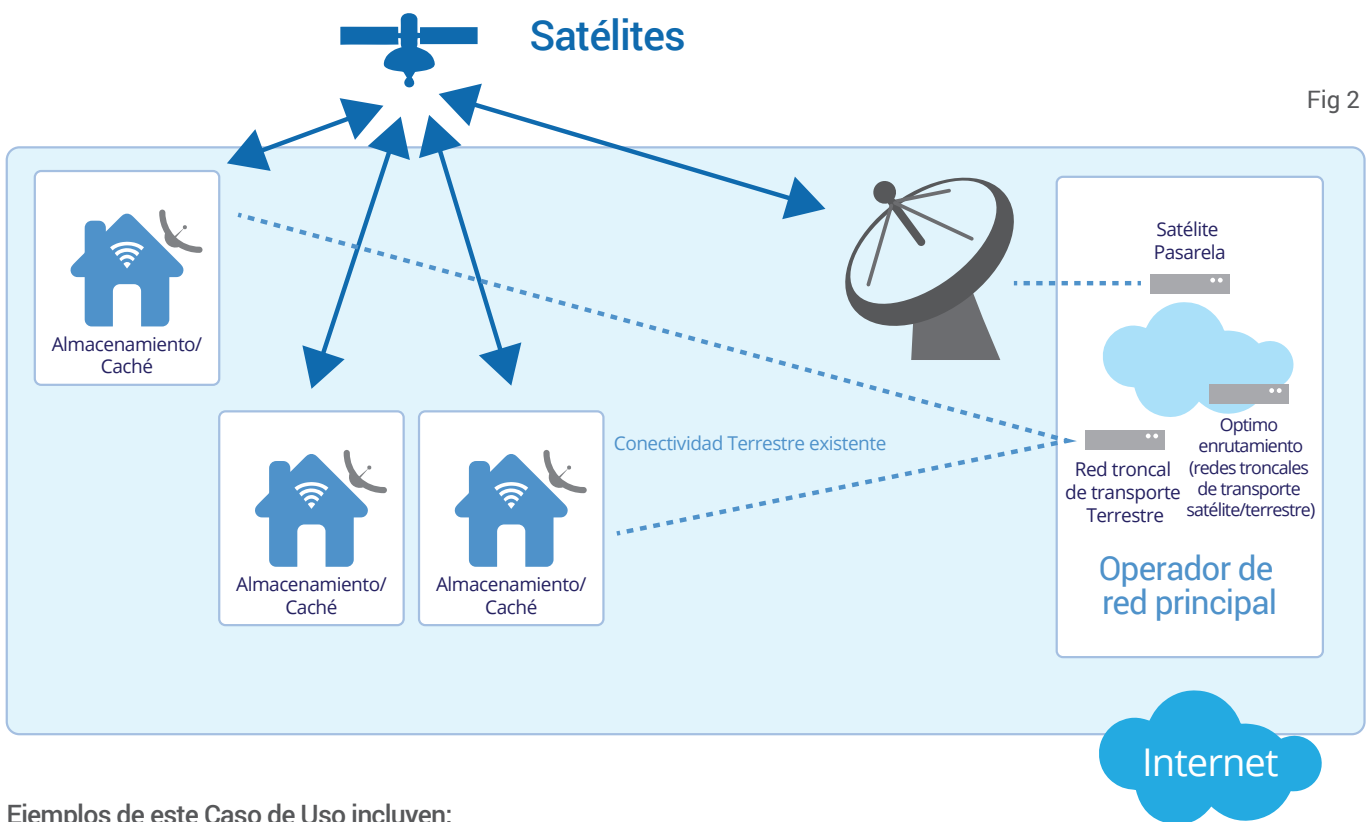
- ▶ Conectividad que complementa a las redes terrestres, como la conectividad de multidifusión de contenidos y de banda ancha a plataformas en movimiento, junto con los enlaces de conectividad terrestre a estaciones base o plataformas repetidoras en movimiento, para garantizar la confiabilidad del servicio;
- ▶ Conectividad para sensores remotos activados por batería (M2M / IoT) o dispositivos personales con mensajería /capacidades de voz vía satélite (por ejemplo, gestión de flotas, seguimiento de activos, gestión de ganado, granjas, subestaciones, gasoductos, señalización digital, alertas remotas en las carreteras, llamadas de emergencia y comunicaciones críticas/de seguridad pública);
- ▶ Capacidad telemática bidireccional que permite informes de diagnóstico sobre automoción en automóviles conectados, información de seguros a grupos de usuarios, informes de seguridad (por ejemplo, informes de despliegue de airbag), ingresos basados en publicidad y funciones de acceso remoto (por ejemplo, desbloqueo remoto de puertas);
- ▶ Dispositivos de IoT en contenedores (por ejemplo, para seguimiento y rastreo) conectados a través de un equipo de usuario de retransmisión (UE) en un vehículo de transporte como barco, tren o camión;
- ▶ Conectividad de banda ancha vía satélite a vehículos aéreos no tripulados, ej.: para monitoreo remoto, servicios de entrega o proveer comunicaciones de servicios de emergencia en zonas remotas.



▶ Conectividad Directa a las Instalaciones (multi reproducción híbrida)

Este caso de uso amplía la organización y administración de servicios de red 5G al hogar o a la oficina. El satélite se está utilizando para proporcionar exitosamente banda ancha de alta velocidad a más de 2 millones de hogares en todo el mundo, y televisión por satélite a cientos de millones de hogares. En el contexto 5G, estas capacidades se pueden combinar en paquetes híbridos de múltiples servicios (doble, triple o cuádruple), utilizando una "nanocélula" 5G o incluso Wi-Fi dentro del hogar como medio para redistribuir el ancho de banda satelital de alta capacidad, el acceso a la nube, y contenidos enviados por satélite a varios dispositivos domésticos, todo ello gestionado por la red principal 5G.

Si bien estas soluciones pueden conectar aquellas personas que de otro modo no estarían conectadas, también se pueden desplegar conjuntamente con la conectividad terrestre disponible, por ejemplo, para reducir el consumo de ancho de banda terrestre para contenidos de video. La experiencia de la industria de los satélites es que la demanda de televisión o banda ancha por satélite puede ser mayor en algunos lugares que tienen algún tipo (pero quizás inadecuado) de conectividad terrestre.



Ejemplos de este Caso de Uso incluyen:

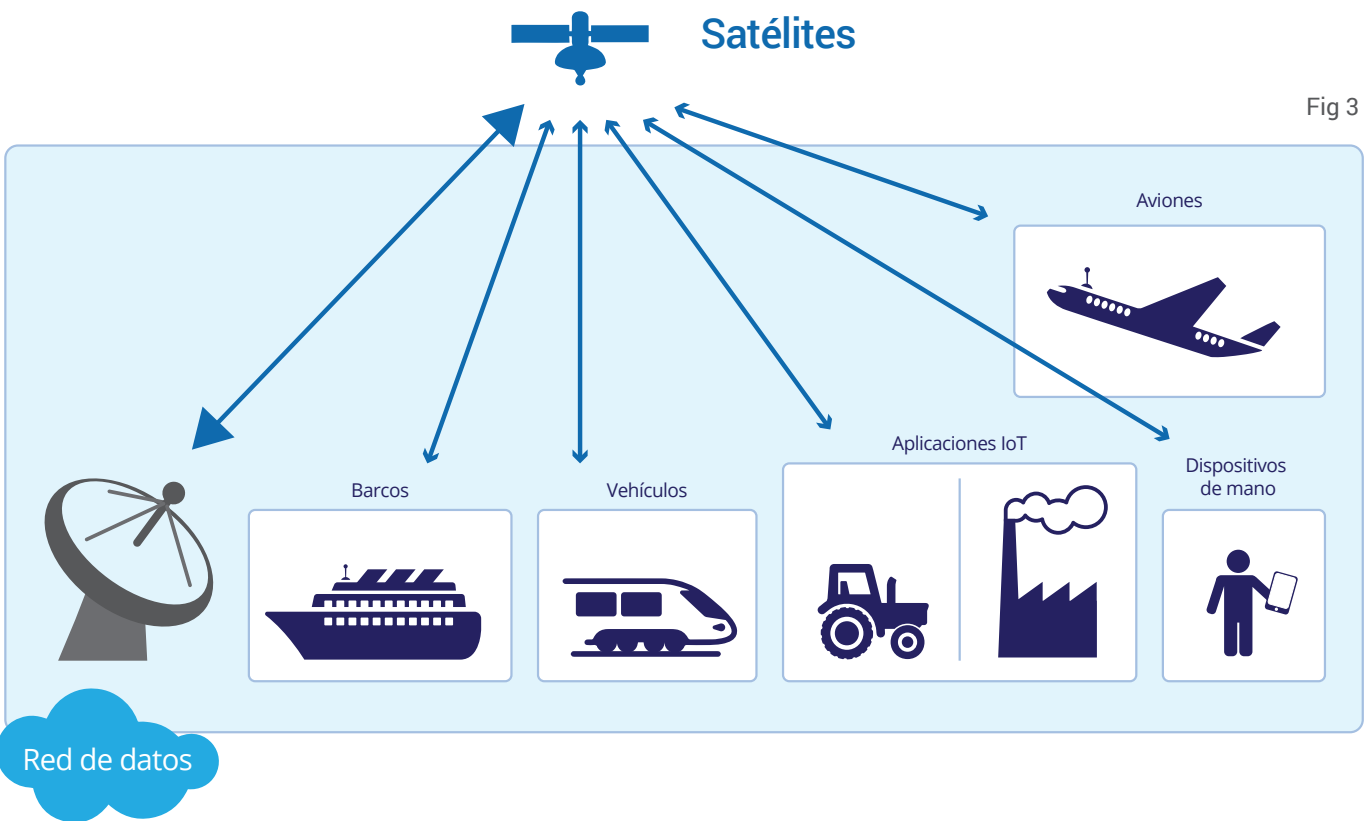
- ▶ Conectividad 5G para el hogar, la empresa o la administración gubernamental
- ▶ Complemento a las redes terrestres, por ejemplo, para conectividad de multidifusión de contenidos y de banda ancha a ubicaciones fijas
- ▶ Distribución servicios de "streaming" de Internet a todos los dispositivos en las mismas instalaciones
- ▶ Extensión de la cobertura de los servicios en la nube a áreas fuera de cobertura terrestre o atendidas deficientemente.

Conectividad Directa a los Dispositivos Finales de usuario

Los satélites ya brindan conectividad directa a los dispositivos de los usuarios finales. Esto incluye a quienes se encuentran en áreas de difícil acceso como regiones montañosas donde las redes terrestres no pueden o no están dispuestas a ofrecer servicio debido a la dificultad orográfica y / o a los costos prohibitivos de despliegue de la infraestructura, así como por necesidades de movilidad (por ejemplo, en barcos). Se trata de soluciones que utilizan conjuntos de chips estándar y antenas mejoradas para operar vía satélite, como dispositivos IoT, así como dispositivos de usuario final que pueden conmutar su funcionamiento entre satélite e inalámbrico terrestre. Los servicios de IoT por satélite no son nuevos, siendo este un campo que está experimentando nuevas inversiones e innovaciones significativas.

La industria también está trabajando para garantizar que el propio equipo de usuario (UE) pueda acceder tanto a las tecnologías de redes terrestres como a las no-terrestres, de tal manera que los usuarios finales puedan beneficiarse de servicios más accesibles, confiables y flexibles. Los trabajos en marcha en 3GPP 5G NTN permitirán la integración directa del satélite en 5G para facilitar la compatibilidad, según proceda, del enlace vía satélite en 5G NR.

Además, la integración del acceso satelital en 5G permite una continuidad transparente del servicio a través de la conmutación del servicio entre redes celulares y redes no-terrestres, así como mejores prestaciones mediante procedimientos de multi-conectividad.



Ejemplos de este Caso de Uso incluyen:

Acceso directo por satélite a teléfonos inteligentes 5G proporcionando cobertura universal para los usuarios ubicados en áreas rurales sin tener que desplegar estaciones base terrestres.

Uso ampliado de la comunicación vía satélite entre máquinas para aplicaciones que van desde la agricultura inteligente a la protección del medio ambiente y el transporte.



Red troncal de transporte y alimentación de Torres (Red troncal de transporte de células y distribución de contenidos)

Este caso de uso satelital proporciona conectividad de alta capacidad en la red troncal y de transporte para sitios celulares 5G individuales y permite la distribución de contenidos directamente a estos sitios. En lugar de proporcionar conectividad parcial a un punto de agregación 5G (como en el caso de uso de Trunking y cabeceras que se describe más adelante), los satélites pueden conectar directamente los sitios celulares individuales y estaciones base.

Esta es una extensión natural del servicio que prestan ya los satélites en las redes móviles 2G, 3G y 4G. Los operadores de servicios móviles utilizan varias combinaciones de conectividad en las redes troncales y de transporte tanto para las células individuales como para los nodos colectivos ("trunking") vía satélite mejorando la eficiencia en costes y extendiendo la cobertura de las redes móviles. Los sistemas HTS de hoy y VHTS del futuro proporcionan conexiones de alta capacidad necesarias proporcionando las mismas funciones que las redes 5G emergentes.

De manera similar, la conectividad con las torres (estaciones base) amplía las capacidades del satélite como un distribuidor eficiente de transmisión múltiple de contenidos comunes haciendo disponibles dichos contenidos aún más cerca del extremo de la red (es decir, al sitio celular, en lugar de al punto de agregación), en muchos casos de la misma manera que la televisión por satélite directa al hogar es una extensión de la distribución de video a las cabeceras de cable. Los CDN en las redes 5G se pueden ubicar en los extremos de la red en sitios celulares individuales y aun así enlazarse de manera eficiente a través de multidifusión por satélite en un área amplia.

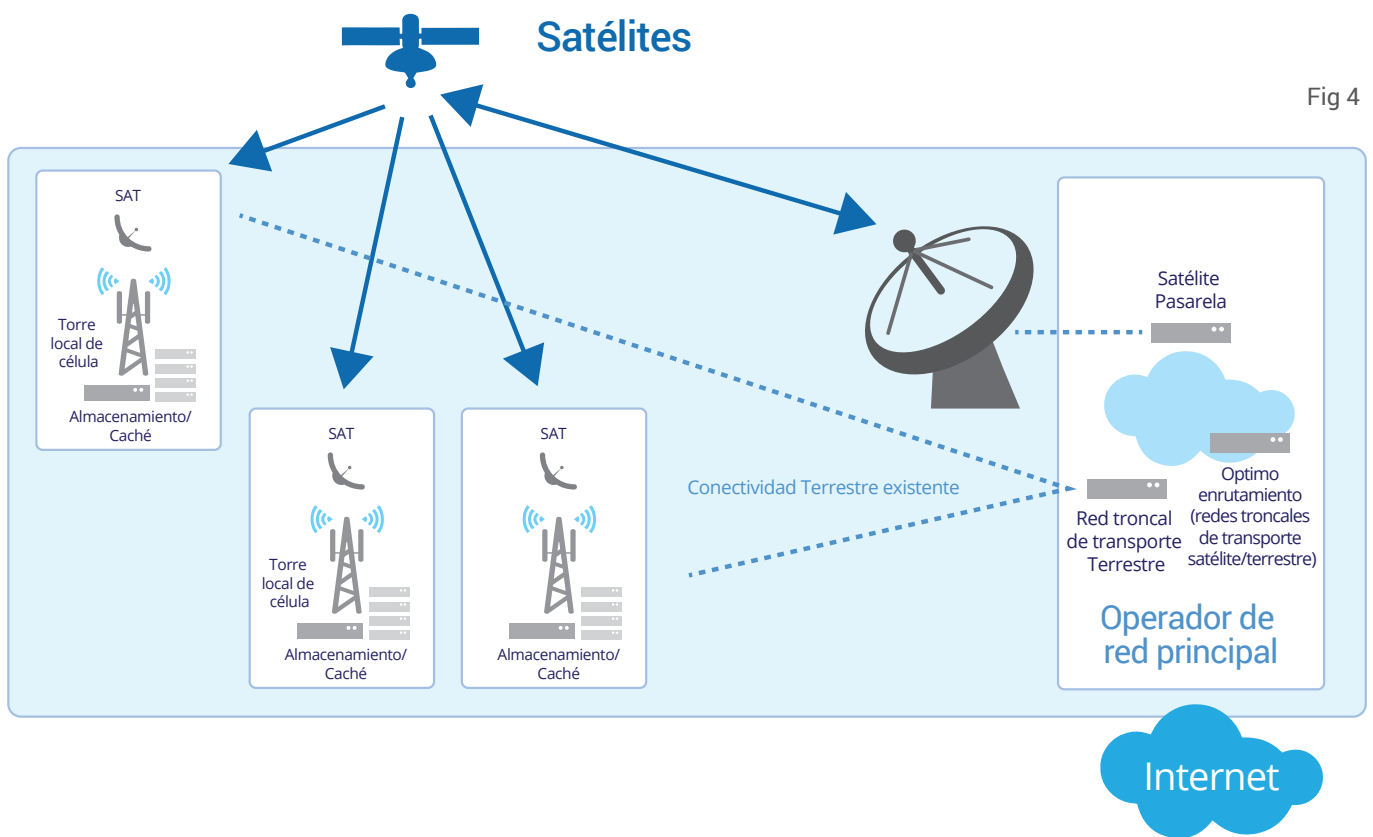


Fig 4

Ejemplos de este Caso de Uso incluyen:

- ▶ Cobertura 5G en áreas que requieren nuevos y autónomos sitios celulares que no se pueden conectar entre sí a través de medios terrestres debido a la geografía o la economía;

Usos temporales y de corta duración tales como:

- ▶ Ayuda en caso de desastres: durante desastres naturales u otros eventos imprevistos que inhabilitan por completo la red terrestre, los satélites son a menudo la única opción para una rápida recuperación y restauración. Un buen ejemplo de esto es como los satélites ayudaron a restaurar la conectividad de banda ancha móvil en la República Democrática del Congo durante los 4 días posteriores a un importante corte de cable submarino;
- ▶ Respuesta a emergencias: emergencias específicas en áreas donde no hay cobertura terrestre;
- ▶ Prestación de servicio a ubicaciones (normalmente carentes de infraestructuras) en construcción antes de la disponibilidad de enlaces terrestres;

Capacidad adicional para redes móviles en ubicaciones con una demanda muy variable, como las necesarias en regiones muy utilizadas para el turismo;

Conexiones de respaldo o reserva para células que soportan sub-redes y que requieren una conexión confiable con un determinado nivel de servicio, por ejemplo, cuando es posible instalar una única conexión terrestre pero extremadamente difícil instalar una segunda red de reserva;

Respaldo o reserva de conectividad de banda ancha para células tácticas para comunicaciones críticas, como llamadas de emergencia.

Alimentación a red troncal de transporte y cabeceras (red troncal de transporte móvil agregada y distribución de contenidos)

Este caso de uso es similar al anterior, y además expande la conectividad 5G al proporcionar altas prestaciones de conectividad satelital y eficiente de multidifusión a nodos de agregación (media milla) cerca del extremo de las redes 5G, no directamente a los sitios celulares.

Para redes tipo "trunking" (o red de transporte troncal agregada), se utiliza un enlace satelital para transporte de datos de alta capacidad (ya sea video, eMBB, IoT u otros datos) en uno o más puntos de la red que agregan el tráfico de múltiples sitios celulares 5G. En un despliegue típico, el tráfico móvil de varias estaciones base se agrega (por ejemplo, a través de enlaces fijos de microondas) en un terminal de satélite que posteriormente transporta el tráfico hacia, y desde, la red principal. Esto se puede combinar con "alimentación de la cabecera" (o "Entrega de contenidos" o "posicionamiento previo de contenidos" o "almacenamiento en caché de contenidos"), que utiliza el mismo enlace satelital para la transmisión de contenidos frecuentemente solicitados a ciertos puntos de agregación donde se pueden almacenar en caché y / o retransmitir al usuario 5G cuando este lo solicite. Las redes 5G necesitarán una distribución eficiente de multidifusión de estos contenidos de uso frecuente hasta el extremo de la red para lograr el retardo percibido más bajo de la comunicación.

▶ Redes tipo Trunking

La red tipo Trunking es una extensión natural de la función que los satélites ya desempeñan en las redes móviles en la actualidad. Usando la alta capacidad de los sistemas HTS actuales, los operadores de redes móviles de países tan diversos como Reino Unido, Brasil, Chile, Perú, Estados Unidos, Chad y Papua Nueva Guinea utilizan soluciones satelitales de red troncal y de transporte agregado para proporcionar 3G y 4G-LTE a poblaciones sin cobertura o atendidas deficientemente. También se ha demostrado el transporte de tráfico agregado en 5G y se puede garantizar que los beneficios de 5G están ampliamente disponibles.

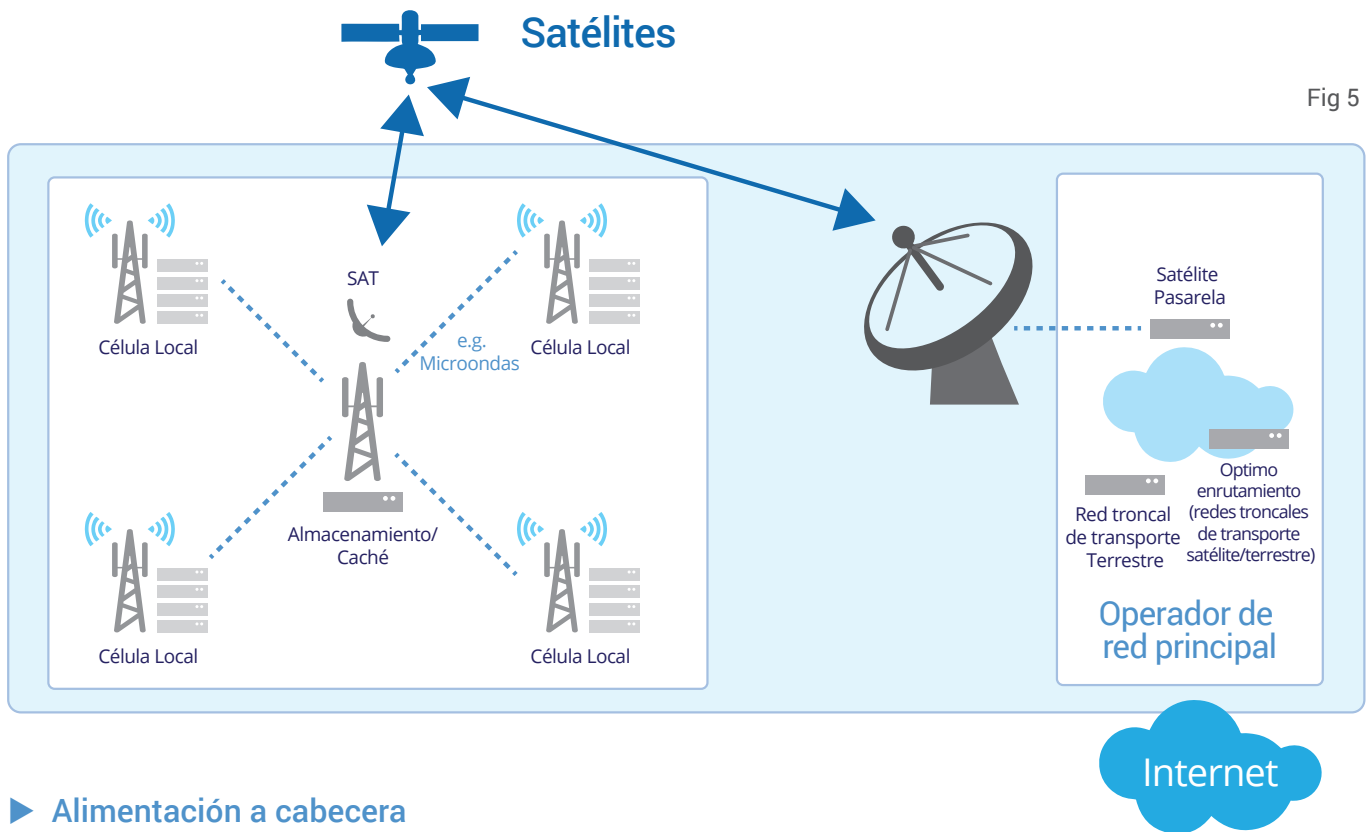


Fig 5

► Alimentación a cabecera

La alimentación a cabecera se basa en la capacidad inherente del satélite para transmitir de manera eficiente el mismo contenido simultáneamente a múltiples ubicaciones permitiendo la distribución con alta velocidad de contenidos tipo eMBB, tales como videos u otros datos frecuentemente solicitados desde un punto cercano al extremo de la red. Esto puede realizarse mediante la entrega anticipada de contenidos en cachés y la multidifusión de video en directo desde el extremo de la red. Este uso del satélite es una extensión natural de su función actual en la distribución eficiente de miles de canales HD y UHD en modo de difusión y alimentación de cabeceras mundialmente. No es difícil extrapolar estos escenarios a un contexto mundial más centrado en los datos, donde se prevé que una parte importante del tráfico seguirá siendo vídeo.

El uso de satélites de esta manera ofrece contenidos con mayor eficiencia e inmediatez, al tiempo que reduce las demandas de los grandes centros de almacenamiento de datos y nodos de redes de distribución de contenidos (CDN). De hecho, varios ISP ya están haciendo uso de satélites de esta manera para evitar los cuellos de botella de la red y entregar de manera eficiente las emisiones de TV en directo a sus usuarios.¹⁵

Ejemplos de este Caso de Uso incluye:

- Ampliar la cobertura 5G mediante el transporte del tráfico 5G entre la red principal y los nodos de agregación ubicados cerca del extremo de la red a los que muchas estaciones bases 5G están conectadas;
- Extender las redes de suministro de contenidos más cerca del extremo de la red por eficiencia e inmediatez de disponibilidad de los contenidos, al mismo tiempo que se reduce la necesidad de grandes centros de almacenamiento de datos y de grandes nodos CDN;
- Proporcionar multidifusión / difusión eficiente más cerca de los extremos de la red para contenidos tales como transmisiones en directo (por ejemplo, noticias y eventos deportivos importantes) y otras transmisiones específicas de difusión / multidifusión y comunicaciones grupales;
- Actualización eficiente de distribución de MEC VNF (una función de red virtual que se ejecuta mediante recursos de computación disponibles en los extremos de la red con técnicas de multi-acceso) para garantizar el cumplimiento de la actualización de la versión de software.

5G como Red de Redes

En el mundo digital actual, el usuario final suele ser agnóstico en cuanto a la tecnología que se utiliza para proporcionarle su servicio. La tecnología ha dejado atrás los tiempos en los que el usuario consideraba cual opción tecnológica era mejor para satisfacer sus necesidades; esta selección recae ahora en el operador de servicios móviles o en el proveedor de servicios y forma parte del proceso de compra de los servicios. El suministro de servicios y contenidos a través de la red requiere que los operadores de red, sea cual sea la tecnología, cooperen para ofrecer un producto transparente tecnológicamente para el usuario. La transición a la visualización de funciones de red (NFV) y redes definidas por software (SDN) junto con la gestión y organización de los servicios de extremo a extremo (MANO) no solo facilita la integración de funciones de red entre diferentes tecnologías y proveedores, sino que también facilita potencialmente la integración de diferentes tecnologías en la misma plataforma para permitir un servicio de alta calidad de extremo a extremo a los usuarios finales.

La tecnología satelital se “integrará” en la arquitectura general de la red 5G, proporcionando / implementando las interfaces adecuadas (APIs) para los sistemas terrestres MANO, lo que permite la gestión eficiente de los recursos satelitales y da respuesta a las necesidades de conectividad 5G específica de extremo a extremo. El sistema de gestión de red gestionará el tráfico dirigido al satélite de acuerdo con el ancho de banda, el nivel de servicio requerido (SLA), el retardo y otros requisitos de la aplicación. Eso permitirá la automatización prácticamente total de los servicios transmitidos a través de los enlaces por satélite.

Los satélites no solo son capaces de admitir todos los escenarios clave de uso de 5G, sino que también son vitales para garantizar que los beneficios de 5G son accesibles para todos. Como ya se señaló, la industria de los satélites ha estado trabajando diligentemente con la de los móviles y otras industrias interesadas para garantizar que los requisitos estén definidos correctamente de cara a asegurar una integración transparente de la tecnología satelital en las redes 5G emergentes y para asegurar la disponibilidad de las comunicaciones 5G para todos y en cualquier lugar.¹⁶

Garantizando que los Satélites son parte Integral y Efectiva del 5G

Para garantizar la idoneidad del satélite de cumplir con las crecientes expectativas de los usuarios del 5G, los reguladores y los responsables de políticas públicas a nivel mundial deben adherirse a varios principios clave en el proceso de adopción de los regímenes regulatorios y de políticas públicas. Éstos incluyen:

Neutralidad Tecnológica

Un ecosistema 5G estable, resiliente e inclusivo requiere políticas públicas que fomenten la competencia en lugar de centrarse únicamente en la fibra óptica o equiparando 5G únicamente con la conexión inalámbrica terrestre. La integración del satélite como un complemento añadido en una fecha posterior será ineficiente y costosa.

Los responsables de la formulación de políticas públicas deberían evitar prescribir **requisitos de latencia y velocidad artificiales** que resultarán en un rendimiento inferior o sobredimensionamiento de las redes 5G, los cuales sirven a muy pocos casos de uso y satisfacen las necesidades de menor número de personas.

Fomentar e incentivar la disponibilidad de estándares comunes para permitir una integración transparente de diferentes soluciones tecnológicas promoverá aún más la visión 5G. Para muchos casos de uso de 5G, la tecnología satelital está lista y los responsables de políticas públicas deben centrarse en ir más allá de demostraciones y ensayos para realizar pilotos que incentiven que los Operadores de Servicios Móviles (MNO) incorporen satélites en sus sistemas en un entorno controlado con usuarios finales reales.

Coste-Eficiencia

Usuarios en todas partes del mundo están decepcionados por no tener cobertura de banda ancha en los lugares donde viven y trabajan. En muchos casos, esta falta de acceso se debe al costo. En un mundo 5G, esta falta de acceso, como se demostró durante la reciente pandemia, puede acarrear graves consecuencias para la economía, la salud y la educación. En consecuencia, los responsables de la formulación de políticas públicas deben garantizar la disponibilidad de plataformas eficientes en costes para satisfacer las expectativas de los usuarios. Debido a la disponibilidad de los servicios satelitales en cualquier lugar y en cualquier momento, esta será frecuentemente la tecnología más rentable, especialmente en regiones rurales y remotas. No pueden justificarse grandes inversiones en nuevas tecnologías si sus beneficios no están a disposición de todos los ciudadanos, sino solo para unos pocos privilegiados.

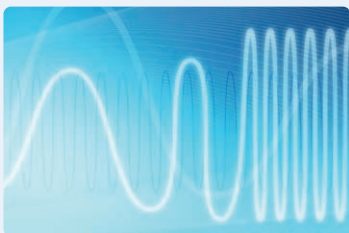


Consideraciones Regulatorias

Las economías emergentes deben garantizar que la regulación y las condiciones de concesión de licencias promuevan el uso de todas las tecnologías 5G, incluyendo al satélite y a las soluciones híbridas. Algunos países adoptan un enfoque de autorización general para la concesión de licencias que permiten un número ilimitado de instalaciones satelitales en sus territorios. Otros cobran tarifas por cada instalación individual. Este último caso, así como otras tasas y derechos aplicados abusivamente, pueden impedir que el satélite sea adoptado como una de las soluciones de conectividad a pesar de su papel vital.

Solo los países que promueven un enfoque sólido de red de redes para 5G cosecharán plenamente los beneficios de las nuevas tecnologías y soluciones de la era 5G.

Acceso a Recursos de Espectro



El acceso a suficiente espectro es una necesidad para todos los sistemas inalámbricos, ya sean en tierra o en el espacio. Por lo tanto, los reguladores deben adoptar un enfoque equilibrado para la asignación y el uso del espectro para todas las bandas.

A medida que los sistemas móviles terrestres utilizan frecuencias más altas, donde los sistemas de satélite han estado operando durante muchos años, las necesidades de espectro de ambos sectores necesitan ser cuidadosamente equilibradas. El despliegue rápido de redes terrestres 5G se lleva a cabo mejor mediante el uso de bandas de

frecuencias que no están en uso ni están planificadas para ser utilizadas por satélites. Esto garantizará que ambas tecnologías tienen el espectro necesario y pueden trabajar juntos para garantizar la fiabilidad, la cobertura y la calidad del servicio.

Los satélites hacen un uso intensivo de una amplia gama de frecuencias, en varias combinaciones de las bandas L, S, C, Ku y Ka. Los sistemas HTS y VHTS de próxima generación requieren aún más espectro, incluso en las bandas más altas Q, V y E. Los sistemas móviles por satélite (SMS) también necesitan más espectro y esto se estudiará en la CMR23. Teniendo en cuenta la naturaleza de largo plazo de las inversiones en sistemas espaciales, será fundamental que se mantenga un acceso viable y sostenible a las actuales y futuras bandas de frecuencias de satélites (como las bandas Q y V), lo que permitirá un crecimiento continuo de la capacidad y garantizará que los sistemas de satélite puedan habilitar la conectividad 5G que esperan los usuarios.

Conclusiones

- ▶ Incorporando los satélites en el ecosistema 5G, los beneficios de la conectividad de la próxima generación 5G pueden estar disponibles para todos los usuarios dondequiera que se encuentren.
- ▶ Para garantizar realmente que el ecosistema 5G incluye a todas las tecnologías, los gobiernos deben adoptar una regulación basada en estándares y neutralidad tecnológica. Este enfoque permitirá el despliegue oportuno y generalizado de 5G.
- ▶ Trabajando juntos, los responsables de políticas públicas y la industria pueden mejorar la vida de todos los ciudadanos al permitirles participar de todos los beneficios de las comunicaciones de próxima generación 5G.

Glosario de Términos

Término	Descripción	Término	Descripción
3G	Tercera Generación de redes móviles	HTS	Satélite de Alto Rendimiento
3GPP	Proyecto Asociación para la Tercera Generación de redes móviles	IoT	Internet de las Cosas
4G	Cuarta Generación de redes móviles	ISP	Proveedor de Servicios Internet
5G	Quinta Generación de redes móviles	LTE	Long Term Evolution
ACM	Modulación de Código Adaptativo	LTE-M	LTE Cat-M1, soporta dispositivos IoT conectados sobre 4G
API	Interfaz de Aplicaciones para el usuario	MANO	Gestión y Organización de servicios
AR	Realidad Aumentada	M2M	Máquina a Máquina
CDN	Red de Distribución de Contenidos	MEC	Computación Multi-Acceso en el extremo de la red
CMR	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones	MMTC	Comunicaciones Masivas entre máquinas
eMBB	Bancha Ancha Móvil mejorada	MNO	Operador de Red Móvil
EMEA	Europa y Oriente Medio	NB-IOT	IoT de banda estrecha
ESOA	Asociación de Operadores de Satélites de EMEA	NFV	Virtualización de Función de Red
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones	NR	Nuevo Interfaz Radio en 5G
Bandas Frecuencias	Terminología frecuente usada para las bandas de frecuencias de satélites (nominal Transmisión/Recepción en GHz)	NTN	Redes No-Terrestres
Banda L	Entre 1 y 2GHz	RAN	Red de Acceso Radio
Banda C	6/4	PPDR	Protección Pública y Recuperación de Desastres
Banda Ku	14/11	SCADA	Adquisición de datos, control y monitorización
Banda Ka	30/20	SDN	Redes definidas por Software
FOTA	Actualización de programas informáticos vía radio	SLA	Acuerdo sobre Nivel (Calidad) del Servicio
Gbps	Giga bits por segundo	UE	Equipo de Usuario
GSMA	Asociación GSM	UHD	Ultra-Alta Definición
HD	Alta Definición (TV)	URLLC	Comunicaciones ultra-confiables de bajo retardo
		VR	Realidad Virtual
		VHTS	Satélite de muy alto Rendimiento
		VNF	Función de Red Virtual



Notas pie de página y referencias

- 1 Véase UIT-R, "Elementos clave para la integración de sistemas de satélite en tecnologías de acceso de próxima generación" (rel. Julio de 2019); ver también ECC Report 280, Satellite Solutions for 5G (2018), ("Informe ECC 280") (disponible en <https://www.ecodocdb.dk/download/e1f5f839-ba17/ECCRep280.pdf>).
- 2 Consulte el comunicado de prensa, "Inmarsat y Microsoft Azure IoT unen fuerzas para brindar servicios en la nube por satélite" (25 de febrero de 2019) disponible en <https://inmarsat.com/press-release/inmarsat-and-microsoft-azure-iot-join-forces-to-deliver-cloud-services-via-satellite>; consulte también el Blog "La conectividad por satélite amplía el alcance de Azure ExpressRoute en todo el mundo" (9 de septiembre de 2019) (disponible en <https://azure.microsoft.com/en-us/blog/satellite-connectivity-expands-reach-of-azure-expressroute-across-the-globe/>); Adrienne Harebottle, "IBM Cloud resuelve desafíos de última milla con satélite", vía satélite (25 de octubre de 2018).
- 3 Compare GSMA Intelligence, Understanding 5G, en 6 (diciembre de 2014) ("1 milisegundo de retraso de ida y vuelta de un extremo a otro") y GSMA, The 5G Era, en 10 (2017) ("latencias de <10 ms para redes 5G").
- 4 Esto incluye contenido multimedia (transmisión de video, contenido CDN, contenido popular en YouTube,...) Pero también admite la implementación de aplicaciones de realidad aumentada / realidad virtual.
- 5 GSMA Intelligence, Understanding 5G, en 12 (2014).
- 6 Ver, por ejemplo, ECC Report 280, en 22 ("La nueva infraestructura de red enfocada en el borde que exigirá IMT 2020 significa que los satélites pueden jugar un papel en la conexión y actualización de gran número de servidores en extremo de red"); NSR, Wireless Backhaul via Satellite, en 128 (11a ed., 2017) ("Paradójicamente, el requisito de baja latencia para las redes 5G es un gran aliado en este vertical para satcom, se necesitarán tantas ubicaciones nuevas para los servidores de contenido. En la transición a 5G, el contenido debe moverse al extremo de la red y se requerirán muchas ubicaciones nuevas, densificar las redes CDN y hacer que la multidifusión por satélite sea una opción viable").
- 7 Ver el comunicado de prensa de SES "La red resistente de SES y Gilat Telecom restaura la conectividad en África" (10 de febrero de 2020) (Restaurando la conectividad de alta velocidad en la República Democrática del Congo en 4 días de importantes cortes de cables submarinos de África Occidental). (disponible en <https://www.ses.com/press-release/ses-and-gilat-telecoms-resilient-network-restores-connectivity-africa>).
- 8 Ver FCC 2016 Broadband Progress Report, Report, FCC 16-6, GN Docket No. 15-191, rel. 29 de enero de 2016.
- 9 Consulte ESOA, "Plan de acción satelital de ESOA para estándares 5G", disponible en <https://www.esoa.net/cms-data/positions/1771%20ESOA%205G%20standards.pdf> (consultado por última vez el 13 de mayo de 2020).
- 10 Véase, por ejemplo, K. Liolis, J. Cahill, E. Higgins, M. Corici, E. Troutt y P. Sutton, "Over-the-Air Demonstration of Satellite Integration with 5G Core Network and Multi-Access Edge Computing Use Case, "2019 IEEE 2nd 5G World Forum (5GWF), Dresde, Alemania, 2019, págs. 1-5. Consulte también, Blog, "Los satélites traen 5G multifacético a Barcelona" (disponible en https://www.esa.int/Our_Activities/Telecommunications_Integrated_Applications/Satellites_bring_multi-faceted_5G_to_Barcelona); SATi5, Comunicado de prensa, "Espacio habilitado Internet of Things at Berlin 5G week", 19 de noviembre de 2018 (disponible en <https://satis5.eurescom.eu/2018/11/21/space-enabled-internet-of-things-at-berlin-5g-week/>); Proyecto SAT5G, Comunicado de prensa "EUCNC 2018 en Ljubljana, del 18 al 21 de junio", (disponible en <https://www.sat5g-project.eu/eucnc-2018-in-ljubljana-18th-to-21st-june/>) (última visita en mayo 14, 2020);
"El proyecto SaT5G anuncia demostraciones exitosas de 5G sobre casos de uso de satélites en el evento EuCNC 2019 en Valencia" (2019) (disponible en <https://www.idirect.net/2019/06/19/sat5g-project-announces-successful-demonstrations-of-5g-over-satellite-use-cases-at-eucnc-2019-event-in-valencia/>); Newtec, Comunicado de prensa "Newtec habilita la primera demostración de satélite 5g sobre Leo del mundo" (2019) (disponible en <https://www.newtec.eu/article/release/newtec-enables-worlds-first-5g-over-leo-satellite-demo/>); SaT5G, Comunicado de prensa.
"El proyecto SaT5G demuestra 5G por satélite y realiza una sesión informativa de la industria en la Universidad de Surrey" (2019) (disponible en <https://www.sat5g-project.eu/sat5g-industry-day-27-november/>); Comunicado de Prensa.
"SaTis5 se muestra en el décimo aniversario del Fuseco Forum de Fraunhofer Fokus en Berlín" (2019) (disponible en <https://satis5.eurescom.eu/2019/11/13/satis5-demonstrates-at-the-10th-anniversary-fuseco-forum-of-fraunhofer-fokus-in-berlin/>); SES, Comunicado de prensa "Acelerando el lanzamiento de 5G vía satélite" (2019) (disponible en <https://www.ses.com/newsroom/accelerating-5g-roll-out-satellite/>);
Comunicado de prensa "Gilat logra las velocidades de módem más rápidas de la historia con un rendimiento total de 1.2 Gbps sobre el satélite LEO de fase 1 de Telesat" (2019) (disponible en <https://www.gilat.com/pressreleases/gilat-achieves-fastest-ever-modem-speeds-of-1-2-gbps-total-throughput-over-telesats-phase-1-leo-satellite/>).
- 11 Véase Mike Robuck, "ONAP llega al cielo con el despliegue de satélites de SES Networks", FireceTelecom (2019).
- 12 Consulte el Foro MEF, "SD-WAN over Satellite Access" disponible en <https://www.mef.net/sd-wan-over-satellite-access>; consulte el comunicado de prensa "Intelsat Recognized with SD-WANover-Premio Satellite "Service Implementation of the Year" "(26 de noviembre de 2019) (disponible en <https://www.intelsat.com/newsroom/intelsat-recognized-with-sd-wan-over-satellite-service-implementation-of-the-year-award/>); consulte también el documento SES Insight, "Multi-Access SD-WAN Anywhere", disponible en https://www.ses.com/sites/default/files/2020-02/SD-WAN_Insight-Paper_Fixed-data.pdf.
- 13 Esto está en consonancia con los requisitos de que "el sistema 5G podrá proporcionar servicios mediante acceso satelital". Proyecto de asociación de tercera generación, "Requisitos de servicio para el sistema 5G", TS 22.261 V17.2.0 en la Sección 6.3.2.3 (publicado en marzo de 2020).
- 14 Ver p. Ej. Informe ECC 280; consulte también el Proyecto de asociación de tercera generación, "Estudio sobre el uso del acceso por satélite en 5G", TR22.822 V16.0.0 Etapa 1 (Versión 16) (publicado en junio de 2018) (que describe numerosos casos de uso de satélites en el ecosistema 5G); Oficina de Política Científica y Tecnológica de la Casa Blanca, "Asegurar que Estados Unidos alcance su potencial 5G", rel.30 de mayo de 2019 (disponible en <https://www.whitehouse.gov/articles/ensuring-america-reaches-its-5g-potential/>) (discutiendo el satélite como un componente de las prestaciones del 5G); Miguel Kratsios, "Tecnologías emergentes y su impacto esperado en la demanda de espectro no federal", Oficina de Política de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca, rel. Mayo de 2019 (disponible en <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/05/Emerging-Technologies-and-Impact-on-Non-Federal-Spectrum-Demand-Report-May-2019.pdf>); UIT-R "Clave elementos para la integración de sistemas satelitales en tecnologías de acceso de próxima generación" (julio de 2019).
- 15 Consulte el comunicado de prensa "SES Video permite a los clientes de ISP de MultTV entregar contenido de TV paga a los hogares de suscriptores de IP" (6 de junio de 2017) (disponible en <https://www.ses.com/press-release/ses-video-enables-multtvs-isp-customers-deliver-pay-tv-content-ip-subscriber-homes>).
- 16 Ver Proyecto de asociación de tercera generación, "Estudio sobre el uso del acceso satelital en 5G", TR22.822 V16.0.0 Etapa 1 (Versión 16) (publicada en junio de 2018); ver también Asociación de tercera generación Proyecto, "Requisitos de servicio para el sistema 5G", TS 22.261 V17.2.0 (publicado en marzo de 2020).



EMEA Satellite Operators Association (ESOA)
Avenue Marnix 17 | 1000 Brussels, Belgium
+32 2 669 4274 | info@esoa.net | www.esoa.net | Twitter @ESOA_SAT

www.esoa.net

