

5G



INFORME DE SITUACIÓN 2024



Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas

Ayuda PTR2022-001305 financiada por:



Secretaría técnica a cargo de:



ÍNDICE

Introducción	_____	03
Retos y oportunidades	_____	05
Estrategia en España	_____	08
Ecosistema	_____	13
Prospectiva de futuro	_____	17
Casos de uso	_____	19
Enlaces de interés	_____	24

INTRODUCCIÓN

En 2024, España ha continuado su despliegue de redes 5G con una estrategia que combina la expansión de la cobertura, la mejora de la infraestructura y el avance hacia redes más avanzadas como el 5.5G. La cobertura 5G en población en España llegó al 92,3%, lo que supone un incremento de casi 10 puntos porcentuales en comparación con el 82,36% registrado el año pasado.

Este avance se debe principalmente a la expansión en las áreas rurales, donde ahora alcanza al 68,93% de la población, frente al 50,42% en 2022 según el último informe de cobertura de banda ancha presentado este miércoles por el Ministerio para la Transformación Digital y la Función Pública

Uno de los pilares fundamentales de este avance ha sido el apoyo de los fondos europeos Next Generation, que han permitido la expansión del 5G en áreas de baja densidad poblacional y sectores clave para la economía. Sin embargo, aunque el despliegue ha avanzado, la implementación efectiva de tecnologías disruptivas basadas en 5G, como las ciudades inteligentes, los vehículos autónomos o la automatización industrial, aún está en fase de desarrollo. El país sigue trabajando para aprovechar al máximo las capacidades de esta tecnología.

Además del despliegue físico, en 2024 se ha comenzado a preparar el camino hacia redes más avanzadas como el 5.5G, que prometen una mejora sustancial en la latencia, capacidad y cobertura en población. Esta evolución tecnológica es esencial para soportar aplicaciones más exigentes, como el Internet de las Cosas (IoT), que demanda una infraestructura de red altamente robusta y escalable.

A nivel europeo, España ha logrado consolidarse como uno de los países más ambiciosos en cuanto a la adopción de 5G, pero aún debe seguir innovando y reforzando su infraestructura para mantener su posición competitiva frente a naciones líderes en la materia, como Corea del Sur y China. La capacidad de España para adaptarse a las demandas de sectores clave como el transporte, la industria audiovisual y la logística será determinante para consolidar su estatus en el despliegue de 5G.

Con un enfoque dirigido no solo a la expansión territorial, sino también a la integración de tecnologías emergentes, España se enfrenta a un 2024 lleno de retos y oportunidades en la adopción y aprovechamiento del 5G. El objetivo es claro: convertir esta infraestructura en un catalizador de la transformación digital en sectores estratégicos, impulsando así la competitividad y la innovación tecnológica del país.

Este informe pretende ser una foto del momento actual en el que se encuentra dicha tecnología en España y que sirva para poder comparar la situación en un futuro próximo.

RETOS Y OPORTUNIDADES

Retos para el 5G



Transición a 5.5G y 6G:

La infraestructura actual de 5G necesitará adaptarse para incorporar nuevas capacidades, como mayores velocidades y una latencia ultrabaja. Antes de la llegada del 6G, se contempla una fase intermedia conocida como 5G avanzado o 5G+, diseñada para optimizar el rendimiento de las redes actuales y allanar el camino hacia la próxima generación. El 6G, cuya implementación se espera alrededor del año 2030, promete superar significativamente las capacidades del 5G, alcanzando velocidades de hasta 1 terabyte por segundo y latencias en el rango de los microsegundos, permitiendo así transmisiones prácticamente en tiempo real.



Cobertura en superficie de las áreas rurales y zonas de baja densidad:

A pesar de que la 'brecha digital' con el ámbito rural se ha reducido en 8,5 puntos porcentuales (dado que en 2022 era de 31,94 puntos y en 2023 se situó en 23,37 puntos), el Gobierno ha puesto en marcha distintos programas para mejorar la conectividad -tanto fija como móvil-, como el 'Único Demanda Rural' (con unas ayudas asociadas de 76,3 millones de euros), el 'Único Banda Ancha' (que ha concedido 629 millones de euros en subvenciones desde 2021) o los ligados al despliegue del 5G ('Único 5G Backhaul' y 'Único 5G Activas'), con los que se han comprometido 991 millones de euros en inversión y que garantizan que la velocidad mínima sea de 30 Mbps.

Factores como las limitaciones geográficas, el elevado coste de desplegar redes en áreas remotas y de baja densidad poblacional, así como la falta de rentabilidad económica, hacen que 5g no pueda cubrir el 100% del país. El reto es elaborar una estrategia donde se centre en garantizar un acceso generalizado y equitativo a través de una combinación de infraestructura terrestre en áreas estratégicas y tecnologías complementarias como satélites de órbita baja o drones para cubrir zonas inaccesibles. Este enfoque equilibrado es más práctico y viable para maximizar los beneficios del 5G.



Ciberseguridad:

Con el aumento del tráfico y la conexión de millones de dispositivos IoT, los riesgos cibernéticos crecen exponencialmente. Las amenazas requieren un enfoque proactivo para garantizar que el 5G sea seguro, especialmente en sectores críticos como el transporte y la logística



Impacto ambiental:

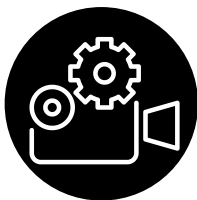
Las redes 5G, aunque eficientes, deben ser sostenibles. Las futuras versiones, como el 5.5G y el 6G, deberán minimizar su impacto ambiental y reducir el consumo energético para garantizar una tecnología que esté alineada con los objetivos ecológicos

Oportunidades para la Accesibilidad Digital:



Transformación rural:

La conectividad mejorada en las zonas rurales ofrece grandes oportunidades para sectores como la agricultura y el turismo. La sensorización de cultivos y el uso de tecnologías IoT permiten optimizar la producción agrícola, mientras que las aplicaciones de realidad aumentada pueden mejorar las experiencias turísticas en áreas rurales.



Hibridación audiovisual:

La hibridación del 5G con la televisión digital terrestre (TDT) y la IPTV en España representa una oportunidad para la industria audiovisual. Esto mejora las capacidades de emisión en UHD y ofrece una mayor flexibilidad en la distribución de contenido, lo que podría transformar la forma en que los medios operan en el futuro.



Optimización de la logística:

El 90,9% de las empresas logísticas en España han mostrado interés en adoptar 5G. La capacidad para procesar datos en tiempo real, junto con la baja latencia, permite optimizar rutas, mejorar la trazabilidad de productos y reducir costos, haciendo del 5G un pilar clave en la evolución del sector.



Posición estratégica en Europa:

España ha sido reconocida por la Comisión Europea por su ambición en el despliegue de la banda ancha y el 5G. Esto coloca al país en una posición estratégica para atraer inversiones y consolidarse como un nodo importante en la infraestructura digital europea, especialmente con el avance hacia el 5.5G y el 6G, al posicionarse como el tercer país de Europa con mejor conectividad por aportar una cobertura de banda ancha a 30 Mbps del 95% (en las zonas rurales 65%) y del 87% a velocidad de 100 Mbps.



Iniciativas gubernamentales:

El gobierno español ha destinado 62 millones de euros a proyectos de innovación en tecnología 6G, demostrando su compromiso para mantenerse a la vanguardia de la innovación tecnológica.

ESTRATEGIA EN ESPAÑA

1. Visión y Objetivos

España tiene una estrategia clara y ambiciosa para el despliegue del 5G, que busca fortalecer su liderazgo en la digitalización europea. La visión para 2024 es expandir la cobertura de superficie del territorio nacional, priorizando la conectividad equitativa tanto en zonas urbanas como rurales. Esto no solo pretende cerrar la brecha digital, sino también impulsar la competitividad de sectores clave de la economía, como la agricultura, la logística y el turismo. Además, la preparación para la futura transición hacia el 6G es un componente central de la estrategia, lo que permitirá que España mantenga su posición como un referente en innovación tecnológica a nivel europeo.

Los fondos europeos Next Generation han sido esenciales para financiar la infraestructura necesaria, no solo para el despliegue del 5G, sino también para garantizar que la transición hacia el 6G sea fluida y eficiente. A través de estos recursos, España está posicionándose como un hub tecnológico en Europa.

En resumen, los objetivos del país en 2024 incluyen consolidar la red 5G en todo el territorio, asegurar su sostenibilidad, y prepararse para los desafíos tecnológicos del futuro.

2. Acciones Estratégicas

a. Expansión de la Cobertura

Uno de los grandes retos de la estrategia española es garantizar una cobertura mixta (es decir, tanto en población como en superficie) amplia y eficiente. Las inversiones en áreas rurales han permitido que la cobertura en zonas de baja densidad poblacional alcance el 68,93%, cerrando la brecha digital en territorios históricamente desconectados. Esta expansión no solo se enfoca en la velocidad de las redes, sino también en asegurar una latencia ultrabaja, necesaria para aplicaciones críticas en industrias como el transporte y la salud.

El esfuerzo se ha centrado en un despliegue en zonas rurales, donde el 5G está transformando sectores como la agricultura, mediante la digitalización de cultivos a través de tecnologías IoT que optimizan la producción y el uso de recursos. Además, el turismo rural se está beneficiando de esta conectividad, mejorando la experiencia de los visitantes a través de tecnologías como la realidad aumentada.

b. Inversiones Públicas y Privadas

El despliegue del 5G en España ha sido posible gracias a una estrecha colaboración entre el sector público y privado. El Gobierno español ha destinado una parte significativa de los fondos europeos Next Generation para impulsar la infraestructura tecnológica del país, mientras que empresas como Huawei han asumido un papel clave en el desarrollo de tecnologías avanzadas al posicionarse como un líder tecnológico en la evolución hacia el 5.5G, una fase intermedia que permitirá mejorar la capacidad de transmisión de datos, reducir la latencia y optimizar el rendimiento general de las redes.

Este liderazgo atribuido a Huawei se centra exclusivamente en el ámbito del desarrollo e innovación tecnológica, ya que ellos han delineado cinco pilares fundamentales para la era del 5.5G: proporcionar velocidades de conexión de hasta 10 Gbit/s, habilitar la conectividad masiva en todos los escenarios IoT, integrar capacidades de detección y comunicación, avanzar hacia redes autónomas de nivel 4 y promover tecnologías sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Esta colaboración ha facilitado la creación de un ecosistema tecnológico robusto, necesario para impulsar aplicaciones como las ciudades inteligentes y la automoción autónoma.

El papel del sector privado también ha sido crucial en la adopción de Open RAN, que permite una mayor flexibilidad y competitividad en el despliegue de redes, al facilitar la integración de componentes de diferentes fabricantes. Esta tecnología está ayudando a acelerar el proceso de implementación del 5G, especialmente en áreas donde el despliegue tradicional de infraestructura sería más costoso o complejo.

c. Ciberseguridad

La ciberseguridad es un aspecto prioritario en la estrategia del 5G en España. A medida que más dispositivos IoT y aplicaciones críticas se conectan a las redes, aumenta la superficie de ataque. España ha implementado medidas de seguridad avanzadas, basadas en la Ley de Ciberseguridad 5G de 2022, para garantizar la protección de los datos y la estabilidad de la red.

En 2024, se han reforzado estas medidas, dado el aumento de amenazas en sectores como la logística y la salud, que dependen cada vez más de la conectividad en tiempo real. Además de las leyes nacionales, España sigue los estándares de ciberseguridad europeos para proteger sus infraestructuras críticas. El reto no solo es defender la infraestructura actual, sino también anticiparse a nuevas amenazas que podrían surgir con la llegada de tecnologías como el 6G y la expansión del IoT.

d. Gestión del Espectro

La gestión del espectro radioeléctrico es otro pilar fundamental en la estrategia del 5G en España. El espectro radioeléctrico, especialmente en bandas clave como los 700 MHz y 3,5 GHz, es esencial para asegurar una cobertura robusta en todo el país.

En 2024, el gobierno ha continuado con la reorganización y subasta de frecuencias, asegurando que las operadoras puedan utilizar el espectro de manera eficiente, optimizando el uso de las bandas disponibles para ofrecer una mejor calidad de servicio en zonas densamente pobladas, así como en áreas rurales.

La reorganización del espectro también es crucial para la convivencia de las redes 4G y 5G, garantizando una transición sin interrupciones entre tecnologías y facilitando la futura implementación del 6G. La estrategia del gobierno se enfoca en maximizar la utilización del espectro, evitando interferencias y asegurando que se cumplan los estándares de calidad de las telecomunicaciones.

3. Sostenibilidad y Futuro Tecnológico

a. Reducción del Impacto Ambiental

El impacto ambiental del despliegue del 5G es una preocupación central para España, que ha adoptado medidas para reducir la huella de carbono de las redes. A través del uso de infraestructuras más eficientes, el país está minimizando el consumo energético del 5G. Las futuras generaciones de redes, como el 5.5G y el 6G, están diseñadas para ser más sostenibles, reduciendo aún más el uso de energía sin comprometer la velocidad ni la calidad del servicio. Las tecnologías verdes están jugando un papel crucial en la estrategia nacional. Las operadoras, en colaboración con el gobierno, están implementando soluciones tecnológicas que permiten un despliegue más ecológico, como antenas de bajo consumo y la automatización de redes inteligentes, que ajustan el uso de energía en función de la demanda.

b. Preparación para el 6G

Además del despliegue del 5G, España está enfocada en la preparación para el 6G, con inversiones de más de 60 millones de euros en proyectos de investigación y desarrollo de esta tecnología. El objetivo es posicionar al país como uno de los líderes en la adopción del 6G, asegurando que la transición desde el 5G sea fluida y que España continúe atrayendo inversiones internacionales. Este enfoque visionario permitirá a España mantenerse en la vanguardia de la innovación tecnológica y consolidar su liderazgo en telecomunicaciones en Europa.

4. Sectores Estratégicos

a. Transformación en Sectores Tradicionales

El 5G está teniendo un impacto directo en la digitalización de sectores tradicionales como la agricultura y el turismo rural. La sensibilización de cultivos mediante IoT está optimizando los procesos agrícolas, reduciendo el uso de agua y fertilizantes, lo que incrementa la sostenibilidad y eficiencia de las explotaciones.

El turismo rural también se está beneficiando, con el uso de tecnologías como la realidad aumentada, que mejora la experiencia de los visitantes y fomenta el turismo sostenible en áreas menos concurridas.

b. Optimización de la Logística

El sector logístico ha sido uno de los primeros en adoptar el 5G, con un 90,9% de las empresas mostrando interés en esta tecnología. El 5G permite la optimización de rutas de transporte, mejora la trazabilidad de los productos y facilita la automatización de procesos clave. Las aplicaciones en tiempo real, como la gestión de flotas y el control de inventarios mediante IoT, están revolucionando la cadena de suministro.

c. Mejora de los Servicios Públicos

El 5G también está facilitando la modernización de los servicios públicos, mejorando la atención sanitaria mediante telemedicina, y optimizando la gestión del transporte urbano y de infraestructuras críticas como la recolección de residuos. Estas aplicaciones están ayudando a crear ciudades inteligentes, donde los recursos se gestionan de manera más eficiente gracias a la conectividad avanzada.

5. Colaboración Público-Privada

La colaboración entre el sector público y privado ha sido crucial para el éxito del despliegue del 5G en España. Las inversiones de empresas tecnológicas, en conjunto con los fondos públicos, han acelerado la expansión de la infraestructura, permitiendo que el país se posicione como un referente en el ámbito de las telecomunicaciones.

ECOSISTEMA

El ecosistema del 5G en España ha evolucionado significativamente en 2024, consolidándose como una red más diversa y compleja que incluye empresas privadas, startups, instituciones gubernamentales y proyectos de innovación. Este ecosistema trabaja de manera conjunta para acelerar el despliegue del 5G y su integración en sectores estratégicos como la logística, las ciudades inteligentes, la industria 4.0 y la preparación para el 6G.

La meta persiste en promover el uso de la tecnología en aplicaciones avanzadas que transformen la economía y la sociedad.

Actores Clave en el Ecosistema del 5G en 2024

1. Operadores de Telecomunicaciones:

- Vodafone: Lidera el despliegue de infraestructuras 5G con planes para cubrir el 82% del territorio para finales de 2024, alcanzando más de 2.700 municipios.
- Movistar (Telefónica): Ha invertido en la adopción de Open RAN, una tecnología que mejora la flexibilidad de las redes y reduce la dependencia de proveedores únicos.
- Orange: Ha ampliado su cobertura 5G en 2.463 municipios, garantizando una velocidad de al menos 50 Mbps y con un enfoque especial en proyectos de ciudades inteligentes y digitalización de servicios públicos.
- MásMóvil/Yoigo: Contribuye a diversificar el mercado con alternativas competitivas, ampliando la cobertura en superficie a más de 150 municipios desde el año anterior y con unas velocidades mínimas variables, generalmente superiores a 30 Mbps.
- Digi Spain Telecom: Ha invertido 120 millones de euros en espectro móvil para desarrollar su red 5G en España.

2. Proveedores de Infraestructura:

- Cellnex Telecom: Opera una amplia red de torres de telecomunicaciones que facilitan la expansión del 5G, particularmente en áreas rurales.

- Huawei: Ha impulsado el desarrollo del 5.5G, que mejora la capacidad, velocidad y latencia de las redes existentes, posicionando a España como un referente europeo en tecnología de redes avanzadas.
- ZTE: Colabora con operadores para optimizar la infraestructura 5G mediante soluciones tecnológicas que mejoran la transmisión de datos y reducen la latencia.

3. Empresas Emergentes y Soluciones Basadas en IoT:

- Amper: Invirtió en la startup Intellectia Telecom para crecer en redes privadas 5G, esenciales en sectores como defensa y seguridad.
- 5G CityBrain (Proyecto en Granada): Integra inteligencia artificial, sensores y conectividad 5G para mejorar la gestión urbana en tiempo real.
- Startups de IoT: Estas empresas están desarrollando soluciones específicas para sectores como la logística, donde el 90% de las compañías han mostrado interés en adoptar 5G para optimizar operaciones y mejorar la trazabilidad de productos.

4. Sector Audiovisual y Digitalización Rural:

- La hibridación del 5G con TDT e IPTV permite una mejora significativa en la emisión de contenido UHD, beneficiando especialmente a zonas rurales y aumentando la accesibilidad para los consumidores.
- RTVE y otras entidades están colaborando con operadores para aplicar tecnologías 5G en la producción y emisión de contenido audiovisual avanzado.

5. Proyectos de Sostenibilidad e Innovación:

Las operadoras están promoviendo redes más sostenibles, alineadas con los objetivos climáticos globales, mediante el uso de tecnologías energéticamente eficientes y soluciones que minimizan el consumo energético.

6. Iniciativas Gubernamentales y Fondos Europeos:

El gobierno, con el apoyo de fondos europeos Next Generation EU, ha financiado la expansión del 5G en áreas rurales y sectores estratégicos. Además, ha invertido más de 60 millones de euros en proyectos de investigación 6G, posicionando a España como un líder en la próxima generación de redes móviles.

Ecosistema Innovador para el 6G

El ecosistema español no solo se centra en consolidar el 5G, sino también en preparar el camino para el futuro 6G. El Ministerio de Transformación Digital, a través de la

Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales (SEDIA), ha publicado la resolución definitiva del programa UNICO I+D 6G 2023. Este programa tiene como objetivo fortalecer el ecosistema de investigación en torno a la próxima generación de tecnología móvil, destinando 62 millones de euros procedentes de los fondos europeos Next Generation EU, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. En total, 43 proyectos han sido seleccionados de los 52 presentados, incluyendo iniciativas de universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas. Estas ayudas reflejan el compromiso del Gobierno con la innovación y buscan posicionar a España como un líder en el desarrollo y futuro despliegue del 6G, así como en la transición hacia redes 5G+.

El programa se estructura en dos grandes áreas de actuación. Por un lado, apoya la financiación de infraestructuras y equipamiento científico-técnico para universidades y centros de investigación. Por otro, impulsa proyectos de I+D empresarial enfocados en tecnologías avanzadas. En este contexto, 56 millones de euros han sido asignados a 33 proyectos liderados por 14 universidades y 5 centros de investigación, con el objetivo de financiar la adquisición de equipamiento especializado. Este incluye tecnologías para la generación de señales en bandas milimétricas, fabricación de componentes en bandas de microondas, construcción de laboratorios avanzados y desarrollo de infraestructuras que integren tecnologías 5G/6G con satélites de baja altitud tipo LEO.

Además, se han destinado más de 6 millones de euros a 10 iniciativas empresariales, que abarcan desde el desarrollo de gemelos digitales hasta la creación de plataformas de agricultura inteligente basadas en computación Edge. Estas plataformas están diseñadas para facilitar el control de precisión en tiempo real mediante redes 5G+, contribuyendo a la transformación digital en sectores estratégicos.

Este programa refuerza la colaboración entre el ámbito académico, el sector público y la industria, consolidando a España como un referente europeo en investigación y desarrollo tecnológico. La inversión y los avances logrados sientan las bases para el despliegue futuro del 6G, al tiempo que aceleran la transición hacia redes 5G+ más avanzadas y eficientes.

En conclusión, el ecosistema del 5G en España en 2024 se caracteriza por ser un entorno dinámico que combina la innovación tecnológica, la colaboración público-privada y un enfoque en la sostenibilidad.

Operadoras internacionales, junto con startups emergentes, empresas tecnológicas como por ejemplo ZTE, y el apoyo del gobierno, están impulsando el despliegue del 5G en múltiples sectores. Con una infraestructura sólida y una visión clara hacia el futuro 6G, España se posiciona como un referente europeo en la adopción de tecnologías disruptivas y en la preparación para los desafíos de las próximas generaciones de redes móviles.

PROSPECTIVA DE FUTURO

El 5G es una tecnología disruptiva que, a diferencia de las generaciones anteriores, no solo mejora el rendimiento de la red celular, sino que incorpora capacidades de computación en el borde de la red. Esto significa que el 5G no solo transporta información, sino que también permite su procesamiento y la aplicación de inteligencia directamente en la red, soportando aplicaciones que requieren decisiones en tiempo real. Esta característica se apoya en la virtualización, que flexibiliza el diseño de las redes, haciéndolas dinámicas y adaptables, optimizando el uso de recursos y respondiendo mejor a las demandas de los sectores verticales, es decir, áreas como salud e industria que representan grandes usuarios del 5G.

El 5G incorpora una nueva interfaz de radio que permite alcanzar mayor capacidad, ancho de banda y latencias menores, logrando una eficiencia superior a la del 4G. Además, incluye la capacidad de segmentación de la red en slices o rodajas, permitiendo que distintos sectores verticales compartan la misma infraestructura de manera lógica y optimizando los costos operativos. También está diseñado para soportar comunicaciones masivas de máquina a máquina (M2M), lo que potencia su uso en aplicaciones de IoT.

Tendencias Clave en Sectores del 5G

1.Sector Salud: La tecnología 5G transformará el cuidado de la salud mediante el monitoreo en tiempo real de pacientes, permitiendo la detección de situaciones de riesgo y la actuación anticipada. Esto será posible con dispositivos conectados que minimizan la invasividad y democratizan el acceso a la salud digital al llegar a más personas de forma eficiente y en tiempo real.

2.Industria: En el ámbito industrial, el 5G permitirá una mayor automatización de los procesos de fabricación, con la posibilidad de conectar máquinas mediante tecnología estandarizada que reduzca costos y facilite la modernización de plantas productivas. Esto es especialmente útil para optimizar operaciones en fábricas y centros logísticos, promoviendo la eficiencia operativa.

3. Agricultura y Energía: La adopción del 5G en la agricultura permitirá la sensorización avanzada de cultivos y ganado, optimizando los recursos y elevando la productividad. En el sector energético, el 5G habilitará la monitorización inteligente de redes, mejorando la eficiencia y la respuesta ante fallos. Estos avances también beneficiarán a ciudades inteligentes y el transporte conectado, donde el 5G permitirá una gestión de tráfico más eficiente y segura, con una mayor cobertura, una latencia ultrabaja y conectividad masiva para vehículos autónomos y sistemas de transporte.

Perspectiva de Adopción Global y Crecimiento del 5G

A nivel mundial, el 5G está experimentando un crecimiento acelerado en el número de conexiones. Aunque su adopción aún está por debajo de la del 4G, se espera que para 2028 el número de conexiones 5G supere las de la generación anterior, con 2G y 3G en proceso de desmantelamiento. El avance del 5G sigue una curva ascendente, y se proyecta que para 2029 ya sea la tecnología dominante en la mayoría de los mercados globales.

CASOS DE USO

El 2024 ha marcado un año crucial para el avance del 5G en España, con nuevos desarrollos tecnológicos y normativos que buscan integrar a todas las personas en la era digital.



Emergencias Médicas en Tiempo Real con 5G

Uno de los ejemplos más destacados del potencial del 5G es el prototipo de un sistema de emergencia inteligente desarrollado en el proyecto 5G Transformers. Este sistema permite monitorizar continuamente la salud de una persona mediante un dispositivo wearable conectado a la red 5G. Esta solución permite detectar automáticamente emergencias, como un paro cardíaco, y avisar al equipo de emergencias más cercano y adecuado. La tecnología 5G permite que esta monitorización se realice en tiempo real y con un consumo energético bajo, gracias a su capacidad de conectar máquinas además de personas.

En una prueba de concepto, el sistema permitió simular una situación de emergencia, localizando al accidentado y enviando a los servicios de emergencia. La realidad aumentada, en combinación con el 5G, guió a los socorristas hasta el lugar exacto del incidente y mejoró la respuesta en situaciones críticas. Este ejemplo demuestra cómo el 5G puede revolucionar la asistencia en emergencias, haciendo posible un sistema de respuesta rápida y eficiente.

El papel del sector privado ha sido clave no solo en la implementación del 5G, sino también en la preparación del terreno para la adopción futura del 6G



Plano de datos determinista para la interconexión multi-tecnología en Industria 5.0

La mayoría de los escenarios de aplicabilidad para las comunicaciones deterministas están diseñados para casos de dominio único. En estos casos, los entornos de red y nube están completamente controlados y gestionados por un número reducido de partes interesadas interconectadas e integradas. No obstante, en el contexto de la gestión industrial remota, el determinismo resulta esencial en situaciones donde múltiples proveedores y partes interesadas, participan en la provisión y entrega del servicio.

Un ejemplo clave de estos escenarios ocurre en empresas industriales con sedes múltiples y dispersas. En estos casos, se pueden optimizar los recursos evitando la duplicación de aplicaciones. Los agentes en una sede tienen la posibilidad de utilizar aplicaciones alojadas en otra. Esto permite que los robots o sensores remotos envíen mediciones a través de la red y que las aplicaciones respondan con comandos de control para los actuadores, pudiendo dichos comandos ser indicados mediante reconocimiento de gestos avanzado en tiempo real.

Otro caso relevante se da en las comunicaciones críticas distribuidas, esenciales para las operaciones industriales. Estas comunicaciones dependen de capacidades específicas garantizadas por el sistema de comunicación, como las comunicaciones grupales en tiempo real. Este tipo de necesidades se presenta en entornos distribuidos que abarcan múltiples dominios administrativos. Estos escenarios son altamente relevantes para el desarrollo de la gestión industrial remota en los próximos años. Para garantizar su éxito, es fundamental mantener la latencia y el jitter dentro de rangos precisos, adecuados para las aplicaciones específicas, no siempre en valores extremadamente bajos, pero constantes.

Es por ello por lo que se plantea la creación de escenarios multidominio a gran escala, integrando mecanismos de control y datos que aseguren servicios industriales remotos con comunicaciones deterministas (i.e., Ilustración 1, donde se presenta una posible aplicación de control remoto de robots industriales mediante gestos). El plano de datos multidominio se implementa mediante la interoperabilidad de tecnologías como WiFi, 3GPP, TSN, Ethernet



Plano de datos determinista para la interconexión multi-tecnología en Industria 5.0

Flexible, y la programabilidad de red. Esto permite garantizar latencias acotadas extremo a extremo, alta fiabilidad en las comunicaciones y un mejor entendimiento de las necesidades específicas del servicio en las redes industriales involucradas, mientras que se visualizan parámetros clave desde un gemelo digital.



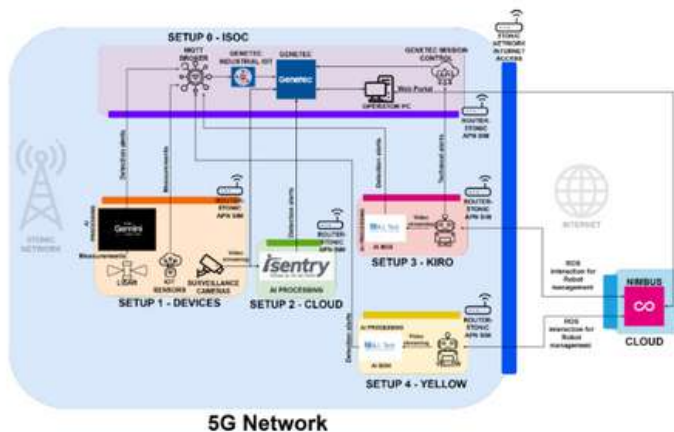
ILUSTRACIÓN 1: EJEMPLO DE GESTIÓN REMOTA DE ROBOT INDUSTRIALES GESTUAL, PLANO DE DATOS BASADO EN RED DETERMINISTA MULTI-TECNOLOGÍA



PROSEGUR

Smart Crowd Monitoring (with PROSEGUR)

Este caso de uso se centra en la mejora de la seguridad en zonas densamente pobladas, especialmente durante eventos a gran escala en recintos deportivos de Madrid, como parte del clúster español. Al utilizar tecnologías avanzadas como cámaras de vigilancia, sensores LiDAR y algoritmos de IA, el sistema aborda riesgos como la gestión de multitudes, la violencia, el vandalismo y las actividades sospechosas. Los robots terrestres equipados con cámaras y capacidades de visión por IA mejoran aún más las inspecciones de seguridad autónomas y por control remoto.





Smart Crowd Monitoring (with PROSEGUR)

Componentes clave e infraestructura:

1. Centro de Operaciones de Seguridad de la Información (iSOC): Actúa como centro de control, permitiendo el acceso remoto a los dispositivos, la gestión centralizada de alertas y la supervisión de la alimentación de vídeo.
2. Red de vigilancia: Integra cámaras, LiDAR y robots para una supervisión exhaustiva.
3. Conectividad: Una robusta red no pública 5G/B5G de Ericsson garantiza una transmisión de datos sin interrupciones.
4. Integración de diseño: Módulos independientes interactúan con iSOC a través de Brokers MQTT o APIs, combinando sistemas físicos y en la nube.

Innovaciones clave:

- Integración del robot TEMI: Este asequible robot social permite realizar videoconferencias con iSOC y funciones de control remoto.
- Pruebas de IA y LiDAR: Los escenarios validaron la capacidad de la IA para detectar comportamientos sospechosos, el procesamiento edge AI y la detección de intrusiones.

Pruebas de rendimiento:

En el contexto de 5Tonic, Ericsson y Prosegur realizaron 90 pruebas centradas en el rendimiento de la red:

- Prueba de cámara: Se midió el rendimiento y la latencia del enlace ascendente/descendente para vídeo de alta calidad. Los resultados mostraron velocidades inferiores a las esperadas sin compresión, lo que repercutió en la latencia.
- Prueba LiDAR: Transmisión de datos satisfactoria con un tráfico inferior al previsto.
- Prueba de saturación: La red funcionó bien hasta que el rendimiento del enlace ascendente alcanzó los 80 Mbps, momento en el que se produjeron fallos en el sistema debido a la saturación.

UC: Participación inmersiva de los aficionados

Este caso de uso investiga las capacidades y limitaciones de las tecnologías 5G y más allá (B5G) para soportar aplicaciones inmersivas de los aficionados durante los partidos de baloncesto. Desarrollado por YBVR, el sistema aprovecha la infraestructura de red fija, incluidas las conexiones de fibra que



Smart Crowd Monitoring (with PROSEGUR)

conectan cámaras, ordenadores de producción y una plataforma de streaming basada en la nube. El objetivo del proyecto es evaluar el potencial del 5G para sustituir a la fibra en instalaciones más flexibles y escalables.

Escenarios clave:

1. Experiencia en el estadio:

- o La información multipantalla se envía a los teléfonos inteligentes, lo que permite a los aficionados elegir diferentes canales en tiempo real.
- o Requiere baja latencia, geolocalización precisa y un enlace descendente optimizado para múltiples usuarios dentro del recinto.

2. Experiencia en casa:

- o Los aficionados acceden a vídeos de 360° del partido a través de auriculares de realidad virtual y dispositivos móviles.
- o Las cámaras situadas junto al terreno de juego ofrecen una experiencia visual fluida y de alta calidad.

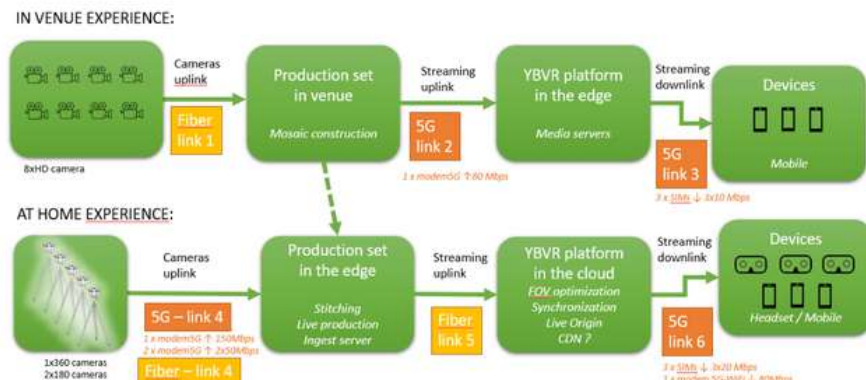
Componentes básicos y requisitos:

1. Cámaras: Cámaras de alta definición colocadas estratégicamente capturan la acción en directo desde múltiples ángulos para una experiencia de RV envolvente.

2. Configuración de producción: El equipo de producción in situ garantiza una gestión perfecta y una entrega de vídeo de alta calidad.

3. Edge Computing: La función de plano de usuario local de Ericsson gestiona la integración de datos y la conectividad cerca del lugar de celebración.

4. Infraestructura en la nube: AWS o Google Cloud soportan almacenamiento de datos escalable y capacidades de streaming.



ENLACES DE INTERÉS

Aquí os remitimos a enlaces de noticias, webs, documentos normativos o informes de interés, así como a bibliografía sobre este ámbito.

[El Gobierno presenta el Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales y la Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G, dotados con 4.320 millones de euros hasta 2025](#)

[5G Observatory Scoreboard](#)

[6G, todo sobre esta nueva tecnología: qué es, cuándo llega, oportunidades](#)

[6G: ¿Cuándo llegará y qué cambiará?](#)

[6G: todo sobre su tecnología y qué diferencias con el 5G tendrá la próxima generación de redes móviles](#)

[Daniel Manzano \(Vodafone\): "En España faltan casos de uso de 5G"](#)

[El 5G llegó a España hace cinco años. A día de hoy, poco más de la mitad de la población tiene cobertura del más rápido](#)

[El futuro de la TDT en España: UHD, 5G Broadcast, hibridación con IPTV...](#)

[El Gobierno destina 62 millones de euros a proyectos de innovación con tecnología 6G](#)

[El uso del 5G sigue siendo escaso en España: su tráfico apenas alcanza al 6,5% del total](#)

[España, un referente en fibra óptica y debutante en 5G](#)

[Especialistas: Estos son los retos en ciberseguridad de la red 5G en el país](#)

[Estos son los retos de un 5G que promete terminar pronto con la brecha digital territorial](#)

[Estos son los retos que enfrenta sector telecomunicaciones previo a llegada de 5G](#)

[Huawei allana el camino al 5.5G: las primeras redes de esta cobertura móvil podrían llegar en 2024](#)

[Huawei muestra la evolución hacia la era 5.5G](#)

[Huawei quiere acelerar la red y preparar el despliegue de 5.5G](#)

[INFORME COBERTURA DE BANDA ANCHA EN ESPAÑA EN EL AÑO 2023](#)

[La cobertura 5G en España alcanza el 92% tras subir casi 19 puntos porcentuales en las zonas rurales](#)

[La expansión del 5G, avances globales y retos urgentes](#)

[La UE destaca la ambición de España con el Informe de la Década Digital 2024](#)

[Mapa de Cobertura Orange](#)

[Que no te líen: esta es la verdad sobre el 5G y el 6G](#)

[Sector de transporte y logística tiene 90.9% de interés en adoptar conectividad 5G: estudio](#)

[The State of 5G 2024. Introducing the GSMA Intelligence 5G Connectivity Index](#)

[Vodafone cubrirá con 5G el 82% de España a finales de 2024](#)



Informe realizado por la **Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE)**, entidad que gestiona la secretaría técnica de la **Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas (DISRUPTIVE)** con la colaboración de su **grupo de trabajo de 5G** durante durante el último trimestre de 2024



Plataforma Tecnológica Española
de Tecnologías Disruptivas

Ayuda PTR2022-001305 financiada por:



Secretaría técnica a cargo de:

