

digitales_

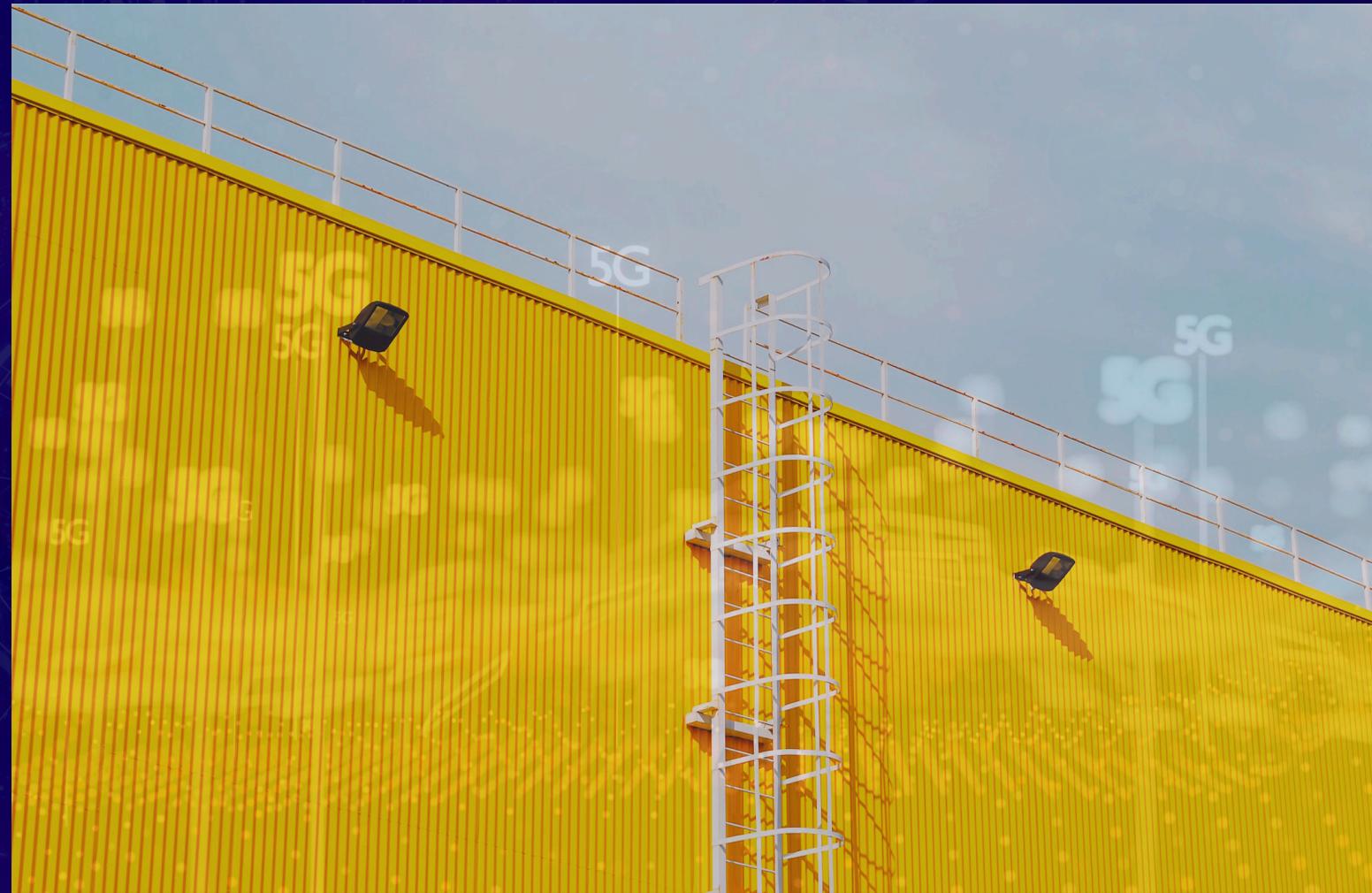
Industria y 5G, impulso transformador

Grupo de trabajo Transformación
Digital - DIGITALES



Diciembre 2023

www.digitales.es



Índice

1. Introducción..... 3
2. Por qué es relevante hablar ahora de 5G en la Industria..... 4
3. Cuáles son los retos de la industria y qué aspectos diferenciales de 5G pueden ofrecer soluciones para afrontarlos..... 9
4. Qué beneficios aporta 5G a la industria..... 15
5. Cómo aprovechar las ventajas de 5G en procesos industriales: guía práctica..... 21
6. Qué están haciendo en el mundo algunas empresas industriales para mejorar su cadena de valor mediante 5G..... 30



01

INTRODUCCIÓN _

La velocidad a la que evoluciona la tecnología no debe pasar desapercibido para ningún sector industrial. Se considera determinante en cualquier empresa disponer de una estrategia tecnológica para hacer frente a los cambios presentes y futuros, adaptarnos a ellos y utilizarlos en beneficio de nuestro negocio. Especialmente las telecomunicaciones y en particular las tecnologías de conectividad digital juegan un papel cada vez más relevante en el terreno de juego de las empresas. Permiten disponer de una comunicación de altas prestaciones que potencia el uso y maximiza los resultados derivados de la aplicación de cualquier otra tecnología de nueva generación. La llegada de 5G significa un progreso sin precedentes en el ámbito de la conectividad industrial.

La atemporalidad de los conceptos de digitalización y transformación digital dificulta conocer el estado de situación y la realidad de las empresas de nuestro país en esta materia. Constantemente estamos hablando de transformación digital como el proceso mediante el cual una empresa introduce tecnologías digitales en su cadena de valor con el objetivo de encontrar una mayor eficiencia en sus procesos productivos o diseñar e implementar nuevos modelos de negocio. Una cuestión relevante es que no todas las empresas se encuentran en momentos similares de desarrollo tecnológico, pero sí todas necesitan de esta transformación para seguir siendo competitivas en su entorno.

La tecnología 5G busca convertirse en esa piedra angular sobre la que se desarrolla el proceso de transformación digital de las industrias y esto no es únicamente por la mejora significativa en la capa de conectividad propiamente dicha, sino porque introduce un cambio disruptivo en la arquitectura de la solución con una clara transición desde el entorno Telco tradicional, a un entorno con el software como elemento principal y una fusión entre las comunicaciones y las tecnologías de la información (IT).

El presente informe destaca el papel que las soluciones 5G pueden jugar en la transformación de los negocios de los sectores industriales que componen el tejido productivo de nuestro país. No obstante, interpelar únicamente al sector industrial sería subestimar la capacidad que la tecnología 5G pone a nuestro servicio. Y muestra de ello es la aplicación de la tecnología, a nivel global, en sectores tan diversos como minería, construcción, producción energética, educación, sanidad, turismo, manufactura, logística, etc.

Si considera que su negocio tiene capacidad de mejora, está inmerso en un proceso de transformación o simplemente le gustaría conocer lo que la tecnología puede actualmente aportar a los diferentes sectores industriales, le invitamos a recorrer juntos este camino en el que daremos respuesta a preguntas clave como:

- ¿Qué es 5G y por qué se convierte en un habilitador de la transformación digital de la industria?
- ¿Cómo puede ayudar 5G a enfrentar los retos de la industria?
- ¿Qué diferencia a 5G de otras tecnologías de conectividad?
- ¿Cómo identificar potenciales casos de uso?

Adicionalmente le ofrecemos recomendaciones para trazar la hoja de ruta y descubrir si 5G puede ayudarle en la transformación digital de su negocio, y hablaremos brevemente de experiencias de algunas compañías industriales que ya han iniciado su andadura en el mundo 5G.

02

**Por qué es
relevante hablar
ahora de 5G en la
Industria.**

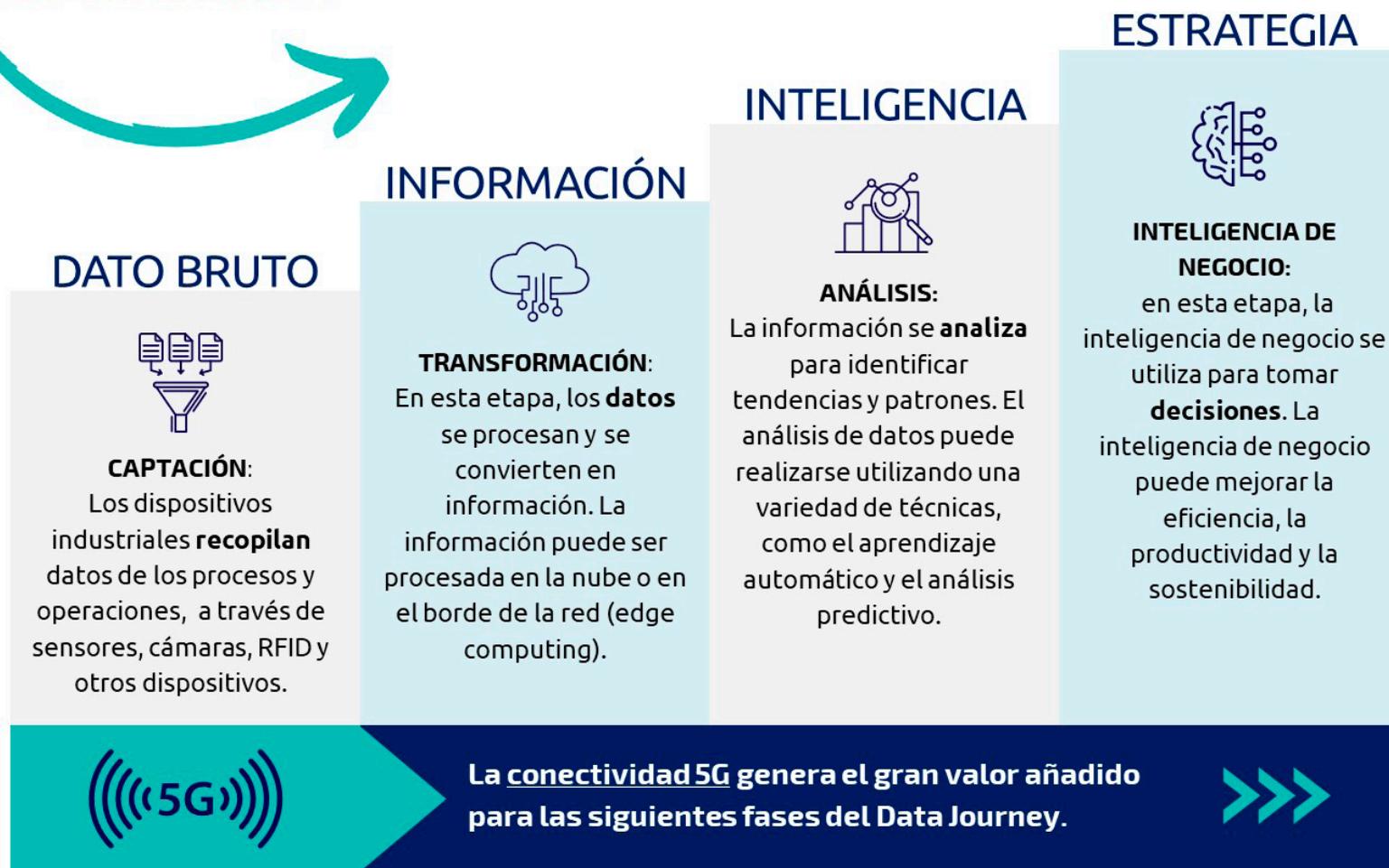


Esencialmente, la industria habla hoy de 5G por sus capacidades para aportar soluciones de conectividad avanzada para la hiper digitalización de los procesos operativos y de negocio. Entraremos en el detalle de dichas capacidades en el siguiente capítulo.

Pero en este punto vale la pena destacar que, pese a que la conectividad (comunicaciones de voz y datos) siempre ha jugado un papel relevante e imprescindible en los procesos productivos de los diferentes verticales de la industria, actualmente concurren otros factores muy relevantes. En la que llamamos cuarta revolución industrial (Industria 4.0), el pilar fundamental para obtener ventajas competitivas en cada uno de los sectores a través de un mayor grado de madurez digital es la captación del dato, la transformación del mismo en información y la capacidad de obtener inteligencia de negocio para tomar mejores y más ágiles decisiones, todo ello apoyado en el uso de unas comunicaciones inalámbricas fiables como pieza fundamental para la movilización de procesos industriales críticos, obedeciendo a una necesidad imperiosa de mayor flexibilidad en el negocio.

A continuación, se abunda en este elemento y destacamos otros factores adicionales que están actualmente potenciando y acelerando el interés por la adopción de 5G por parte de diferentes sectores industriales.

DATA JOURNEY



1.- Los datos como elemento clave en cualquier proceso industrial

El primer motivo por el cual es relevante hablar de 5G en la industria es que desde que nació el concepto de industria 4.0 ha existido un gran desarrollo en el entorno de las aplicaciones de tecnologías disruptivas como la realidad aumentada, la inteligencia artificial, la Internet de las cosas (IoT), el gemelo digital, etc. Pero la experiencia ha mostrado una realidad innegable: la obtención de valor mediante el uso de los datos es inviable si falla el primer eslabón de la cadena: la captación del dato. En este aspecto es donde juega un factor diferencial la conectividad y por lo tanto la primera pregunta no debería ser “¿creo que 5G puede aportar un valor diferencial a mi negocio?”; sino “¿considero que los datos son un factor de transformación en mi negocio?”.

En muchas ocasiones se menciona la archiconocida frase “El 5G es un habilitador de transformación digital”, la cual es 100% cierta. Pero este concepto necesita de profundización para no convertirlo en un simple slogan. Realmente podríamos decir que “Los datos, y la inteligencia de negocio obtenida de ellos, son la justificación de la necesidad de 5G”.

Ante la afirmación previa, es necesario reflexionar sobre cómo ha sido la evolución histórica de la captura de datos respecto a su tipología, volumen, modelo de colección, seguridad y recurrencia de estos.

Los datos y la inteligencia de negocio obtenida de ellos, justifican la necesidad de 5G

Unas primeras conclusiones al respecto son:

- Digitalización de un alto porcentaje de los datos registrados, y en su mayoría de forma automática.
- Diversidad sin precedentes sobre las fuentes de datos basadas en sensores, cámaras y todo tipo de dispositivos, pero no solo en cuanto a la tipología sino en cuanto al entorno. Evolucionamos de una sensorización 100% estática a un entorno de alta movilidad.
- Incremento exponencial en el volumen de datos en cuanto a número y en cuanto a tamaño.
- La información que se extrae del dato es inteligencia de negocio y por lo tanto requiere de unos criterios de ciberseguridad adaptados a la necesidad.

El concepto de tiempo real desemboca en un cambio de paradigma en cuanto a la periodicidad necesaria de recepción de datos. No hablamos simplemente de leer el dato, sino de actuar en tiempo real sobre los procesos in-

dustriales en función del dato analizado, sumando así la necesidad de inmediatez en las comunicaciones, no sólo para acceder a los datos, sino para actuar sobre los elementos de producción.

2.- Cambios en la regulación del espectro radioeléctrico en 5G

El segundo motivo por el que se ha incrementado el interés en las redes celulares por una parte importante de la industria ha sido el cambio regulatorio en cuanto a la gestión de espectro que se está dando en gran parte de los países a nivel mundial, entre ellos en España. Dada la revolución tecnológica que implica el 5G, las administraciones han identificado una serie de bandas de frecuencias para posibilitar el desarrollo de los muy diversos casos de uso.

Así, las tres bandas prioritarias para 5G son las 700 MHz (n28), 3.5 GHz (n78) y 26 GHz (n258), lo que supone un apoyo al despliegue de la tecnología y da lugar a un amplio abanico de soluciones para todo tipo de industrias. Adicionalmente, la habilitación de espectro en la modalidad de autoprestación en la banda 2.3 GHz (n40) se suma a las ya distintas soluciones existentes, incluyendo la recién licenciada banda de 26 GHz.

Esta modalidad complementaria permite a la industria diseñar, construir y mantener su propia infraestructura 5G



apoyándose en un tercero o por sí misma, es decir, que cualquier entidad pueda realizar un trámite administrativo con la finalidad de tener una concesión para poder poner a radiar su propia red 5G privada.

Hasta la fecha, la Industria 4.0 o Industria conectada ha disfrutado de dicha conectividad gracias a los servicios prestados por los operadores sobre espectro licenciado. La liberación del espectro para la autoprestación, como se analiza en el capítulo 5, es un modelo adicional de despliegue para este tipo de redes. Por supuesto, en la mayoría de los modelos los operadores de telecomunicación y sus infraestructuras y espectro radioeléctrico, juegan un papel principal.

3.- El contexto actual de ayudas públicas

El tercer motivo por el que debemos hablar en este momento de 5G en la industria es porque podemos acceder a un gran volumen de ayudas públicas como subvenciones provenientes del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) del Gobierno Español que canaliza los fondos NEXT Generation destinados por Europa a reparar los daños provocados por la crisis del COVID-19 y, a través de reformas e inversiones, construir un futuro más sostenible.

La Asociación Digitales cuenta con una Task-force ejecutiva para hacer seguimiento y análisis de las oportunidades

El despliegue de ayudas públicas confirman que la industria se encuentra ante la gran oportunidad de acelerar su transformación.

y prioridades sectoriales respecto a los fondos NEXT Generation EU.

El motivo principal por el que se lanzan dichas iniciativas de ayuda, que incluyen una línea específica de “Conectividad digital, impulso a la ciberseguridad y despliegue del 5G” (Línea de Acción 15), entre otras, es por la firme creencia generalizada de que la industria se encuentra ante la posibilidad de acelerar su transformación y que el 5G puede ser un actor relevante en ella.

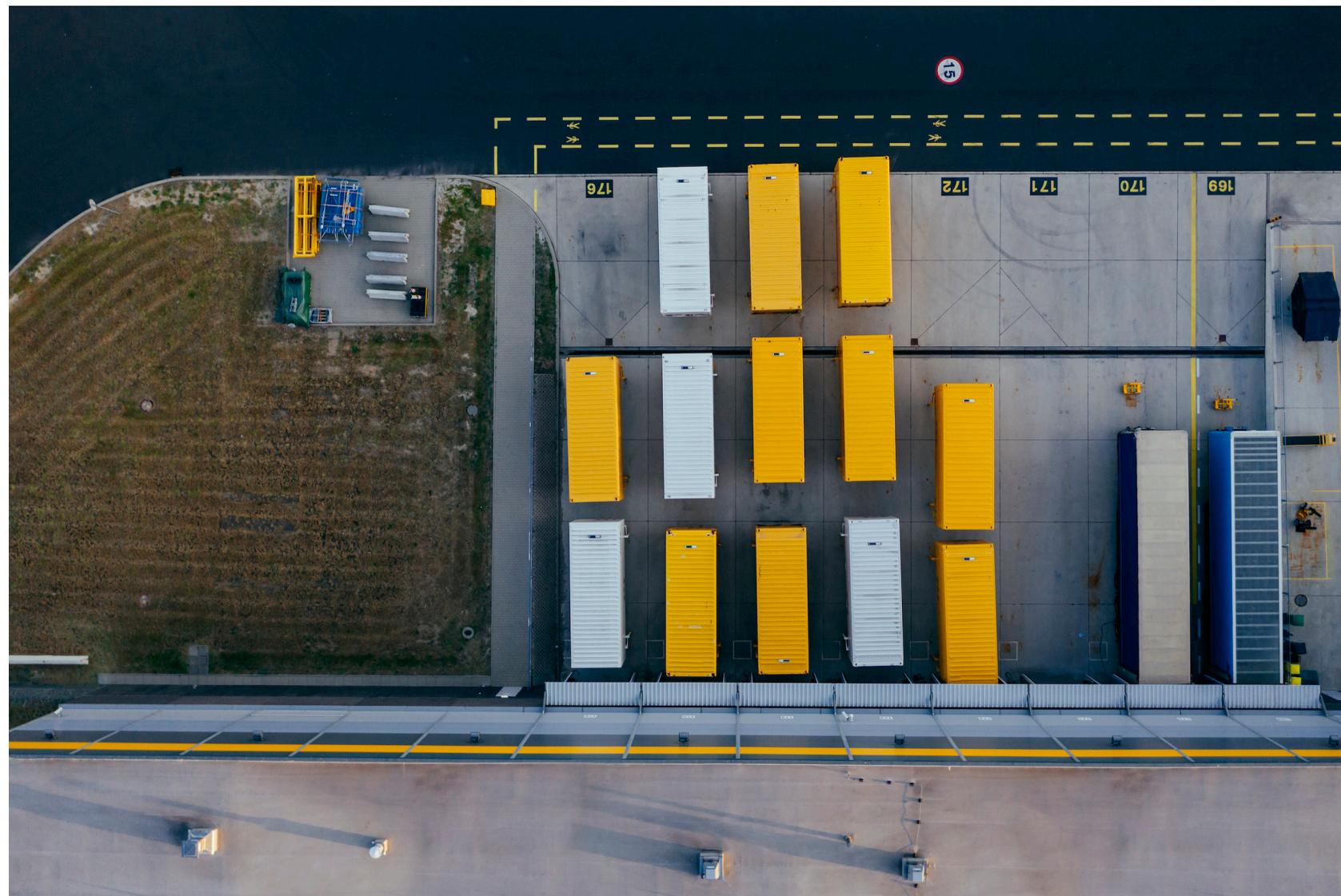
Es una oportunidad única para abordar proyectos de transformación que supongan un cambio estructural y tengan un impacto y beneficio duradero sobre la resiliencia económica y social, la sostenibilidad, la competitividad a largo plazo y el empleo con un amplio abanico de inversiones en capital humano.

4.- Grandes actores industriales traccionan la adopción de 5G

Por último, no hay mejor motivo para afirmar que ahora es el momento de hablar de 5G en la industria que referirnos a los hechos. Y este es el cuarto motivo.

Varios de los actores más relevantes en diferentes sectores industriales como Siemens, Bosch, ABB, etc, han respondido afirmativamente, sin dar lugar a la duda, a la segunda pregunta formulada al inicio de este capítulo “¿Considero que los datos son un factor de transformación en mi negocio?”. Y como consecuencia de ello han visto también clara la respuesta a la pregunta “¿Creo que 5G puede aportar un valor diferencial a mi negocio?”.

Una vez realizada la reflexión, grandes actores de la industria se han puesto manos a la obra, participando incluso de la definición y desarrollo del estándar 5G. Y no lo han hecho solos, sino que desde el principio entendieron que era necesario crear un ecosistema fuerte. Por ello han visto la luz iniciativas como por ejemplo 5G Alliance for connected industries and automation (5G ACIA) o 5G Automotive Association (5G AA), donde colaboran estrechamente compañías del ámbito de las telecomunicaciones con empresas industriales.



03

Retos de la industria y soluciones 5G

Tal como se indica en la introducción del presente informe, los diferentes sectores industriales, debido a su propia naturaleza y a la evolución de los mercados a los que se dirigen, se encuentran frente al continuo reto de la transformación de sus procesos, modelos de negocio etc.

Esa constante evolución, activa la investigación, desarrollo e innovación tecnológica que tiene como objetivo dar respuesta y resolver aquellos retos planteados por la industria, y la tecnología 5G no es más que una de esas tecnologías que dan soporte a la resolución de los retos que se le plantean a las compañías pertenecientes a los principales verticales industriales.

A continuación, ciertas necesidades detectadas de las conversaciones mantenidas con clientes finales y para las cuales 5G puede dar respuesta de forma diferencial una solución 5G.

1. Entornos de producción flexibles y móviles

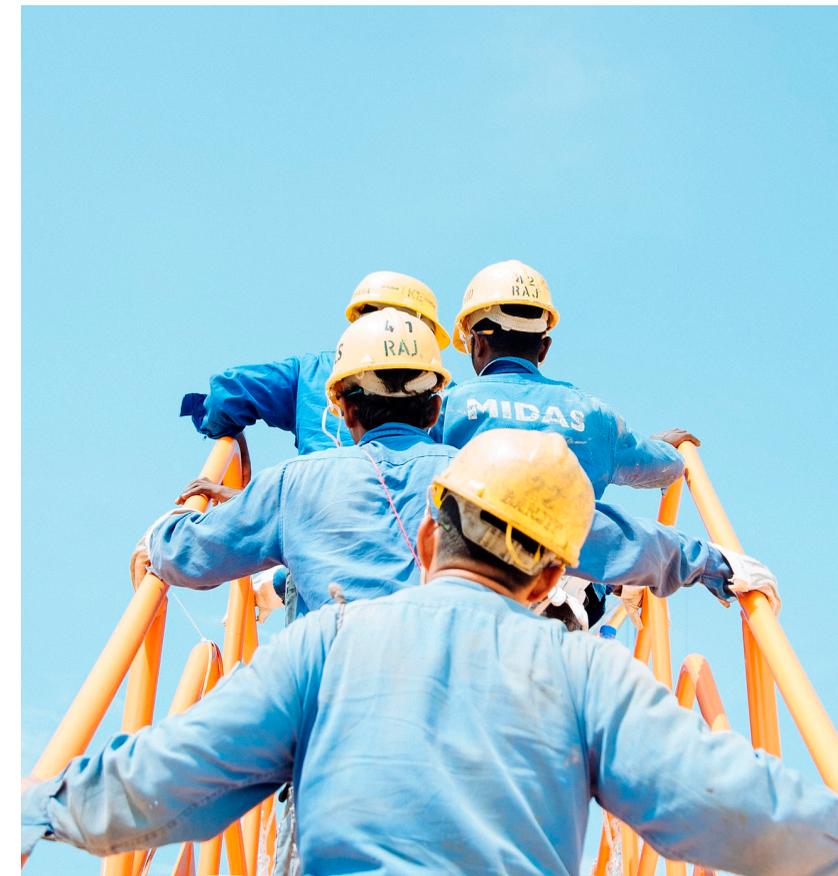
En la actualidad el modelo de demanda ha cambiado y cada vez será menos viable la fabricación por lotes de productos debido al alto grado de incertidumbre en el mercado, los constantes cambios en las necesidades del cliente y por tanto en los productos demandados, las condiciones

Se impone un modelo dinámico de fábrica o centro logístico en donde no existe ninguna infraestructura atornillada a las paredes o al suelo.

inestables en suministro de electrónica y materia prima en general, la variabilidad en el coste energético, y la personalización que demanda el cliente final. Esto genera un reto operativo en el modelo de producción que implica la necesidad de un entorno flexible que sea capaz de adaptarse de forma dinámica a las necesidades cambiantes del negocio. Se impone por tanto un modelo dinámico de fábrica o centro logístico en donde no existe ninguna infraestructura atornillada a las paredes o al suelo.

En este contexto, la necesidad de comunicaciones inalámbricas críticas es esencial.

Por supuesto que, en este aspecto, será necesario un análisis "ad-hoc" de cada caso debido a que, dependiendo de la criticidad, la calidad de servicio y el tipo de comunicaciones requeridas por cada elemento operativo, etc., este proceso de migración a un entorno más flexible podría



acometerse con otras tecnologías inalámbricas como pudiesen ser WiFi o 4G.

En el caso de comunicaciones que requieran una garantía de baja latencia, capacidad para conectar miles de dispositivos sin degradación de las comunicaciones, comportamiento fiable con redundancia y fiabilidad industriales,

etc., es cuando la tecnología 5G y características como el Edge Computing (MEC), el Network Slicing, la ultra baja latencia (uRLLC), o comunicaciones específicas de máquina a máquina cobran un protagonismo especial.

2. Logística exigente

Es una obviedad decir que los modelos de "delivery" han experimentado un cambio radical en los últimos 3 años, y prueba de ello son la cantidad de compañías creadas alrededor de los servicios de entrega de última milla, pero pese a ser esta la parte visible de ese crecimiento de demanda y cambio de modelo, en la actualidad existe un reto en los procesos previos de intra-logística y gestión de almacenamiento de las empresas productoras e intermediarias.

La velocidad de producción se va incrementando al mismo nivel que la velocidad de la demanda, pero no siempre las infraestructuras pueden crecer a ese mismo ritmo. Es por ello que uno de los principales objetivos es optimizar los procesos para obtener el máximo rendimiento de los activos existentes (almacenes, estantes, líneas de producción, etc). A este respecto, una de las tecnologías que más está creciendo es la robótica móvil (AGV y AMR). Esta ya es una de las tecnologías de mayor crecimiento en Industria y Logística, de modo que en algunas empresas hablamos de centenares o incluso miles de estos dispositivos.

Esta movilidad industrial, tanto a nivel de Hub Logístico con sus pequeños robots como a nivel de entornos portuarios con la grúas portacontenedores, requieren de comunicaciones críticas que sirvan tanto para la coordinación de tráfico y la implementación de algoritmos de prevención de colisiones, como para la optimización continua de las rutas que siguen los distintos elementos móviles.

Estas rutas deben adaptarse en tiempo real a las condiciones variables de la cadena de suministro, rendimiento de la fábrica, producto que se está fabricando/transportando, etc. de modo que el flujo de tráfico sea siempre el óptimo, incluyendo aquellos casos extremos en donde sea necesario el telecontrol del robot móvil.

En este caso necesitamos comunicaciones críticas que sean capaces de asegurar el funcionamiento suave del tráfico industrial y la perfecta coordinación entre todos los elementos, la baja latencia para reaccionar ante situaciones peligrosas o para poder acometer el telecontrol de un elemento móvil, lo cual requiere de nuevo baja latencia asegurada y generalmente altos anchos de banda de video para poder ver por dónde se está moviendo el vehículo.

Más allá de ello, la analítica de video es un elemento cada vez más presente tanto en entornos industriales como en entornos logísticos, en donde la cámara se convierte en un sensor multipropósito en donde algoritmos de analítica de video cada vez más complejos son capaces de re-



conocer objetos, leer caracteres deteriorados, identificar tipos de materiales, reconocer situaciones de peligro, etc. En este escenario, la combinación de altos anchos de banda para la transmisión de video junto con la capacidad de Edge Computing para llevar a cabo algoritmos de analítica avanzada, machine learning e inteligencia artificial, hacen del 5G un partner de comunicaciones esencial.

3. Mantenimiento eficiente y efectivo

El mantenimiento de equipamiento y máquinas industriales es uno de esos procesos que siempre se encuentran en

La capacidad de 5G en cuanto a la escalabilidad de “cosas” conectadas es un punto diferenciador

proceso de mejora continua tanto por el impacto del coste de reparación como por la parada operativa que se genera cada vez que un activo crítico se encuentra en reparación.

Teniendo en cuenta que uno de los grandes retos históricos de las diferentes industrias es fortalecer el proceso de mantenimiento preventivo, la capacidad de 5G en cuanto a la escalabilidad de “cosas” conectadas es un punto diferenciador.

Si bien es cierto que para algunas verticales, debido a su naturaleza y características del entorno en el que se encuentran, una solución de conectividad 5G habilita la implantación de modelos de mantenimiento preventivo innovadores. Este es el ejemplo de los parques eólicos en los que se empiezan a implantar modelos de supervisión de los molinos a través de captación de imágenes con drones para su post-procesado y analítica de imágenes con algoritmos de “Deep learning”.

Teniendo en cuenta que el objetivo es que dichos drones,



aunque sean autónomos en el futuro, puedan siempre ser telepilotos en caso de necesidad, y teniendo en cuenta que lo ideal es utilizar algoritmos de analítica de video de última generación que muchas veces requieren de un cómputo que no es embarcable en el dron y por tanto se beneficiarían de la capacidad de un Edge Computing, la existencia de una conectividad crítica y de altas prestaciones resulta particularmente útil.

La segunda componente clave del mantenimiento es el denominado correctivo, es decir una vez que la incidencia ha ocurrido. En este aspecto, el reto está en la necesidad de especialización necesaria para atender dichas incidencias y lo costoso que es hacerlo in-situ. Continuando con el ejemplo anterior, imaginemos la atención por un experto de una incidencia en la turbina de un molino en un parque eólico ya sea onshore u offshore.

Por ello, se está experimentando con modelos de soporte remoto con realidad aumentada y mixta y en este caso la propia tecnología utilizada en movilidad pone al 5G en la primera posición del ranking de tecnologías que garantizan el caso de uso.

Finalmente tenemos el concepto de gemelo digital como réplica digital del entorno de manufactura o logística en donde probar formas más eficientes y efectivas de hacer las cosas, simular escenarios futuros, etc.

En algunos escenarios este gemelo está derivando en un gemelo digital en tiempo real, donde el ciclo de tomar datos de la cadena de montaje o cadena logística, analizarlos en tiempo real en un gemelo digital alojado en un centro de Edge Computing, identificar y predecir evoluciones, derivas, pérdidas de efectividad, situaciones anómalas, etc. y actuar sobre la cadena de montaje para optimizar su funcionamiento, nos lleva a un ciclo de trabajo en baja latencia que incluye recogida de datos, análisis, toma de decisión y actuación, que requiere de comunicaciones inalámbricas con calidad de servicio, baja latencia, y capacidades de Edge Computing, todos ellos elementos inherentes a las comunicaciones 5G.

4.- Heterogeneidad de sistemas de comunicaciones

Las propias necesidades de transformación en la industria y el rol esencial de las comunicaciones críticas en gran parte de los nuevos modelos productivos han generado que en muchas compañías se hayan desplegado desde hace tiempo tecnologías de comunicaciones específicas para cubrir los requerimientos concretos de un caso de uso. Casos como UWB para sistemas de posicionamiento, sistemas BLE para personal área networks, WiFi en intranets, LORA para sistemas de sensorización masiva y de bajo consumo, etc, son tecnologías de alto valor con

la tecnología 5G ayudará a las empresas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en 7,6 Mt CO2

características muy específicas y adecuadas para algunos entornos, pero no dejan de ser sistemas de comunicaciones independientes con una necesidad de mantenimiento específica, lo cual lleva a tener un sistema fragmentado, de alta complejidad operativa y que no permite tener una visión horizontal al negocio global, dificultando las sinergias y la colaboración entre distintos sistemas.

Tal como se especificaba en el capítulo anterior, en la definición técnica de 5G, se ha tenido en cuenta desde el comienzo, la diversidad de los distintos dispositivos IoT, robótica, cámaras, coches conectados, etc. y las distintas necesidades de comunicación asociadas a cada uno, haciendo del 5G una tecnología multipropósito capaz de acomodar los distintos casos de uso implicados en una industria en transformación.

Como toda tecnología multipropósito, la forma habitual de acometer su introducción es arrancar un proyecto 5G en una fase inicial buscando no tanto desplegar de forma ma-

siva una red de acceso 5G, sino hacerlo de forma quirúrgica solo en aquellas áreas donde ofrezca un valor diferencial en el plazo más inmediato, e ir incorporando poco a poco todas las posibilidades que nos ofrece a futuro.

5.- Seguridad y salud de los trabajadores

Como en cualquier ámbito productivo, la seguridad y salud de los trabajadores y el correcto cumplimiento de todos los protocolos de prevención establecidos, es uno de los principales focos de las organizaciones. Esto, sumado a que los entornos industriales habitualmente se caracterizan como “Alto Riesgo”, potencia el afán de la industria para conocer e implantar nuevas soluciones y fortalecer las medidas existentes. El primer paso, adicionalmente a la digitalización del proceso de prevención, es la propia digitalización de los operarios, y esto, teniendo en cuenta la alta movilidad de los mismos, dibuja un escenario en el que 5G, a través de la sensorización (gadgets), video vigilancia en movimiento, seguimiento de movimientos en planta, coordinación de tráfico industrial ,etc., puede aportar soluciones diferenciales.

6.- Environmental, Social and Governance (ESG)

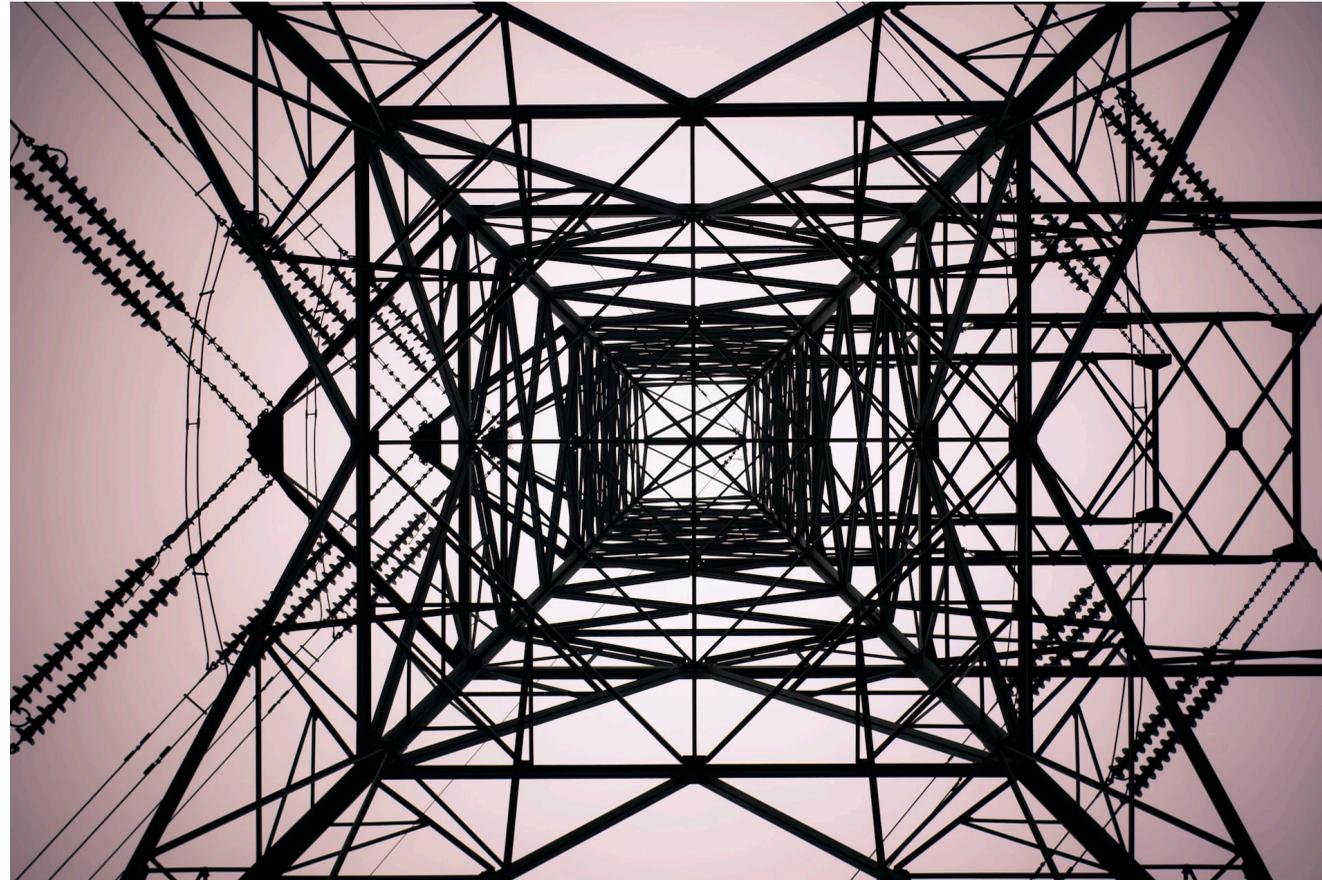
Es innegable que la tecnología 5G tiene el potencial para mejorar el medioambiente. De forma indirecta, y como nombramos anteriormente en el informe de DigitalES [“5G, piedra angular para una España sostenible”](#), la tecnología 5G ayudará a las empresas, hogares e infraestructuras a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en 7,6 MtCO₂, lo que equivaldría a un 2,5% del total de las emisiones en el país. Acto que se realizaría a través de la gestión del tráfico o potenciando la economía circular entre otros.

El informe recoge y ejemplifica cómo el impacto del 5G puede ser positivo para el medioambiente a través de una serie de casos de uso que las empresas asociadas de DigitalES han desarrollado en favor del medioambiente.

Además, el informe recoge una serie de propuestas para ayudar a conseguir esa España sostenible en la era 5G, entre los que destacan la compartición de casos de uso o desarrollar el Plan Nacional de Algoritmos Verdes. Este Plan enfoca la mejora medioambiental desde dos puntos; consiguiendo que el desarrollo de algoritmos se realice a través de energías medioambientalmente limpias y responsables, o bien que el uso de los algoritmos vaya destinado a la mejora de los principales parámetros medioambientales.

Por último, y de forma transversal a todos los retos previamente indicados, el 100% de las compañías deberían poner en valor la conectividad debido a que se trata de un servicio esencial para alcanzar los objetivos de transformación.

Es en este aspecto, es donde 5G se presenta como ese “sistema operativo” que toda solución de conectividad profesional requiere para que sea robusto, fiable y escalable.



04

**Qué beneficios
aporta el 5G a la
industria —**

La evolución de las redes celulares, desde su generación primigenia 1G, se ha fundamentado en cubrir una necesidad de mercado, trabajando por tanto en la definición del estándar de forma precisa para poner al servicio de los usuarios e industrias aquellos aspectos relevantes que la conectividad podía aportar para cubrir dicha necesidad detectada.

En las últimas tres décadas se ha vivido el paso de 4 generaciones, que han tenido como base fundamental de la evolución conseguir una conectividad con mayor capacidad de carga y descarga de contenidos, y ha conseguido potenciar el uso y consumo de contenido digital, además de servir de palanca de cambio para diversas industrias como la de la formación, el entretenimiento, retail, etc

En el caso de 5G, adicionalmente a mejorar la experiencia de cliente en el segmento B2C (Business to Consumer), se busca potenciar la transformación de los diferentes verticales industriales dotándolos de una conectividad inalámbrica robusta, segura y fiable, y con prestaciones adaptadas a la criticidad de sus procesos y sus operaciones.

Es de resaltar que la definición del estándar 5G ha recibido contribuciones de centenares de empresas, la mayoría de las cuales no son del sector Telco, es decir: hablamos de compañías del sector de manufactura, transporte, administración pública, TV, logística, etc. Es lógico por tanto suponer que gran parte de las aplicaciones de 5G son para

el sector industrial, ya que este sector ha participado activamente en la definición de éste estándar, con el fin de traer las comunicaciones inalámbricas críticas a un sector que está en plena transformación.

La tecnología 5G fundamenta su definición en tres casos de uso primarios para dar servicio a las diferentes aplicaciones existentes en el mercado, como IoT (Internet de las Cosas), realidad aumentada, robótica móvil, visión artificial, etc.

eMBB enhanced Mobile BroadBand (Banda Ancha Móvil Mejorada)

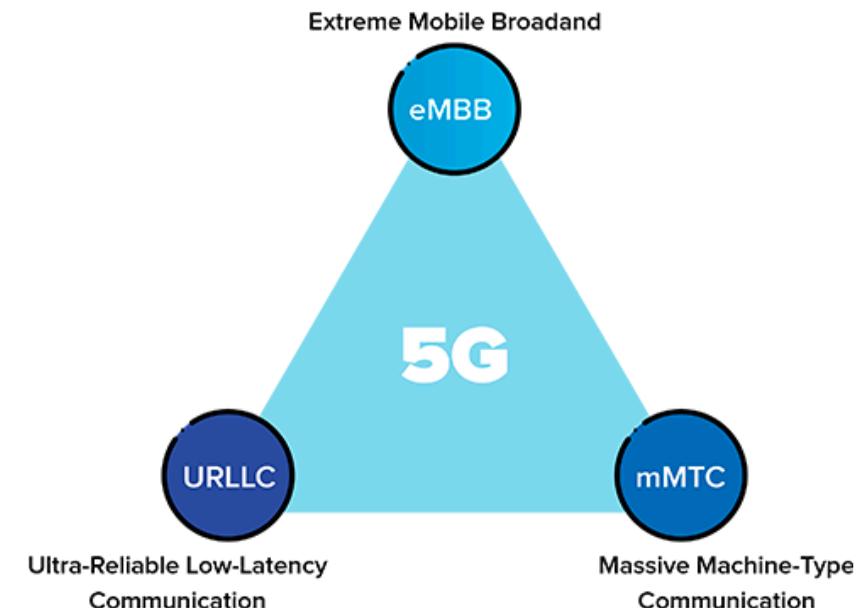
Proporciona una capacidad de carga y descarga de datos mejorada frente a las generaciones antecesoras multiplicándola por un factor superior a 10x.

URLLC Ultra Reliable Low Latency Communication (comunicaciones de baja latencia ultra fiables)

Habilita la conectividad con una latencia del orden de 1ms con el objetivo de dar servicio a procesos críticos donde el tiempo real es un requisito indispensable.

mMTC massive Machine Type Communications (comunicaciones masivas entre máquinas)

Mejora la capacidad de la red proporciona en cuento al número de dispositivos conectados por una misma unidad de área geográfica.



Se busca potenciar la transformación de los diferentes verticales industriales dotándolos de una conectividad inalámbrica robusta, segura y fiable.

Si bien es cierto que estos 3 pilares han sido el estandarte para presentar el 5G en sociedad, a continuación se destacan aquellos aspectos de los que no se habla con tanta frecuencia pero que son realmente diferenciales y que marcan tanto la evolución de la conectividad celular como su potencial la transformación de los diferentes verticales industriales.

1.- Flexibilizar la arquitectura de red

5G tiene el propósito de ser una tecnología flexible y es por ello que aplica un cambio de arquitectura, dando un paso hacia un enfoque con mayor capacidad para adaptarse a la necesidad específica de cada cliente y sus casos de uso. Dentro de este cambio de arquitectura hay un viaje hacia la simplificación de la tecnología celular con el objetivo de “acercarla” a un entorno IT.

Pese a que la virtualización de sistemas y el enfoque a microsservicios ha sido una práctica habitual en los entornos IT implementados en la industria, no es hasta la llegada del 5G cuando la red se define bajo esta premisa. Este hecho, muestra una clara intención de convertir 5G en una tecnología abierta, que puede ser desplegada en servidores de propósito general, que proporciona una capacidad de despliegue centralizada / distribuida en base a necesidad, en la que desaparecen barreras existentes.



Adicionalmente y como parte de la arquitectura del núcleo de red, 5G tiene la capacidad de “exponer” las capacidades de la red, vía APIs (Application Programming Interfaces), para que sean explotadas por terceros con diversos objetivos, pero principalmente para aquellos que crean las aplicaciones de los casos de uso, para que estas sean desarrolladas de forma nativa 5G, lo que significa que interactúan de forma dinámica con la red con la finalidad de tener un rendimiento óptimo.

En general, la “APIficación” de forma estándar e interoperable entre operadores permitirá que sea mucho más sencillo el desarrollo de aplicaciones que utilicen las capacidades de las redes de telecomunicaciones, lo cual debería llevar a un entorno mucho más dinámico y a una innovación acelerada. Parte del compromiso del ecosistema 5G en acercarse a este modelo se puede percibir en iniciativas de la GSMA como Open Gateway, en donde se están definiendo una serie de APIs estándar, válidas para cualquier operador, que nos permitan utilizar las principales capacidades de una red Telco para el diseño de nuevos servicios.

5G tiene como objetivo ponérselo más fácil al usuario encargado de diseñar y desarrollar casos de uso de transformación de negocio, así como a la compañía que se encargará de gestionar la infraestructura.

2.- Acercar la inteligencia y distribuir capacidad de proceso

Si la baja latencia es una de las características esenciales de la tecnología 5G, el procesamiento de datos y ejecución de aplicaciones en edge (lo más cerca del dispositivo posible) es uno de los principales factores para que el escenario de baja latencia sea posible y extraer el máximo potencial de la captación masiva de datos y de la toma ágil y automatizada de decisiones.

Multi-access Edge Computing (MEC) consiste en acercar el poder de procesamiento lo más cerca posible de donde los datos están siendo generados. Es decir, consiste en acercar la nube hasta el usuario, hasta el borde mismo (edge, en inglés) de la red.

“Edge” es una “cloud cercana”, que permite trasladar capacidades que antes tenían que estar en las intranet de las empresas o en infraestructura IT/OT local por necesidades de baja latencia a capacidades cloud, con todos los beneficios de la computación elástica pero funcionando de forma tan inmediata como si estuviesen funcionando en infraestructura local. Es un cambio de paradigma que permite que el procesamiento suceda mucho más cerca de la operación, la velocidad se dispare, la latencia se reduzca y las posibilidades se multipliquen.

5G se estandariza pensando en los procesos críticos de negocio y por ello se adapta a la necesidad de ejecutar acciones de alto impacto en la propia ubicación donde los procesos de operación se ejecutan.

3.- Mejorar la ciberseguridad

Uno de los objetivos fundamentales en sistemas de comunicación es la robustez ante posibles ciberataques, esencial en entornos industriales para asegurar la continuidad del negocio. Y este es uno de los aspectos principa-

5G aporta un paso más allá en términos de seguridad de los datos, siempre con el objetivo primario de continuidad del negocio.



les tenidos en cuenta en la definición de la tecnología 5G, que destaca por:

- Mayor seguridad de la interfaz: La arquitectura 5G proporciona una protección de la integridad de los datos del usuario para evitar que sean manipulados.
- Aumento en la protección de la privacidad del usuario:

En las redes 5G, los identificadores permanentes de los usuarios se transmiten en texto cifrado para defenderse de estos ataques.

- Mayor seguridad del roaming: Los operadores normalmente necesitan establecer conexiones a través de una tercera parte, que es utilizada por los atacantes para falsificar nodos legítimos de la red central. La in-

Introducción del 5G protege la conexión entre operadores e impide que datos sensibles como la clave o el ID de usuario puedan ser robados.

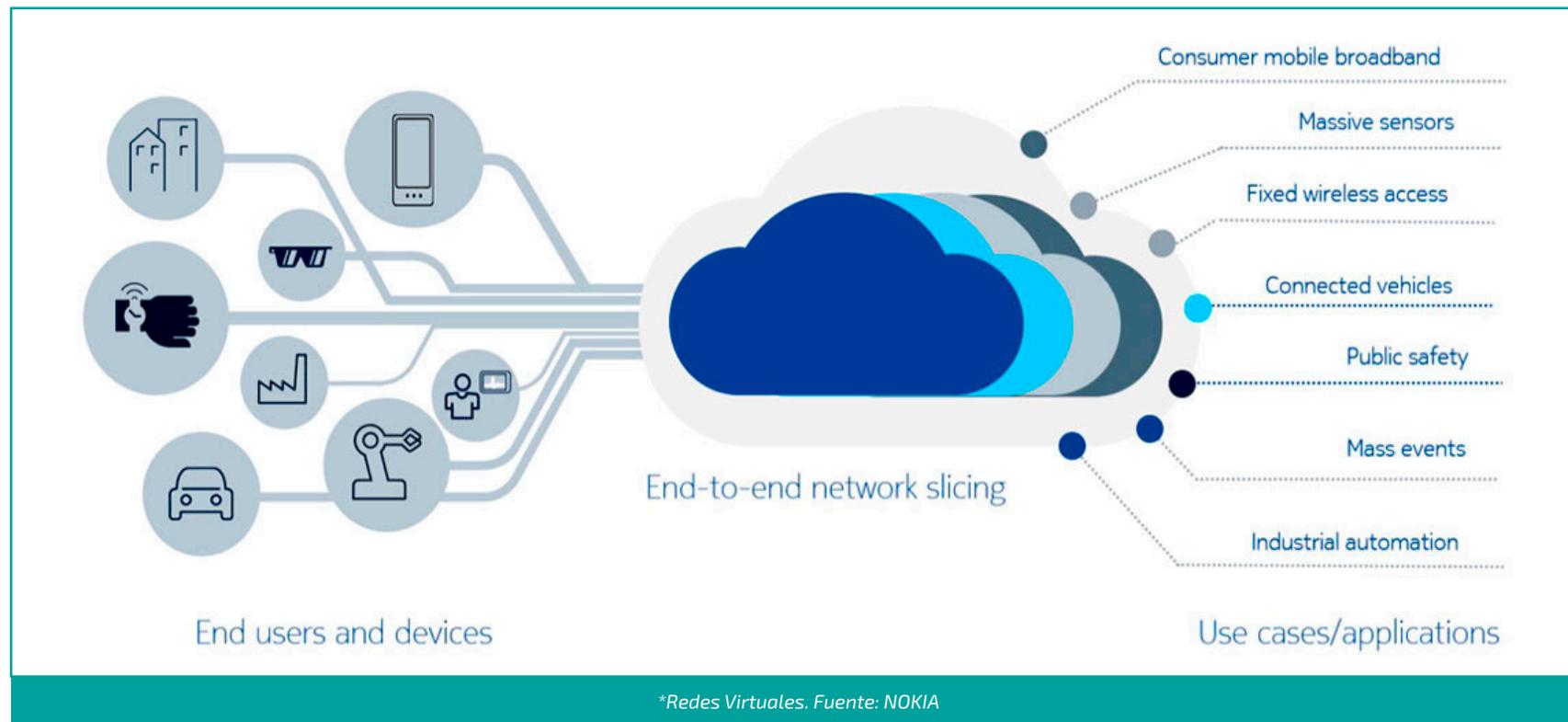
- Algoritmos criptográficos mejorados: el 5G permite la creación de algoritmos criptográficos de 256 bit que aseguren la protección frente a ataques de ordenadores cuánticos.

5G aporta un paso más allá en términos de seguridad de los datos, siempre con el objetivo primario de continuidad del negocio.

4.- Virtualizar la red y compartir recursos técnicos

5G facilita enormemente la posibilidad de crear, dentro de una infraestructura física común, varias redes virtuales con comportamientos específicos, lo que se conoce como Network Slicing*. No es novedad que se pueda “programar” la calidad de servicio en los entornos de red móvil, ya que es algo disponible en las generaciones previas, pero 5G con su propuesta de “Network Slicing” se diferencia principalmente por el enfoque extremo a extremo que tiene la misma.

5G permite dotar a un servicio de unos recursos específicos en el acceso de la red, sin los cuales dicho servicio no podría funcionar. Por ejemplo, tener una slice para los ser-



vicios de coche conectado configurada con necesidades de baja latencia, una slice para servicios de emergencia configurada para garantizar un ancho de banda determinado, o una slice de tipo *broadband* para acomodar servicios de alto ancho de banda pero que no tengan necesidades de baja latencia. Esto significa que en función de las necesidades y usos de los datos generados por los dispositivos y las aplicaciones que los explotan, podremos hacer un “traje a medida” en cuanto al modo y forma en que dichos

dispositivos consumirán los recursos de la red.

Adicionalmente, la versatilidad de configurar diferentes *slices* facilita la optimización y maximización del uso de los recursos técnicos desplegados.

5G proporciona la capacidad de proveer un nivel de servicio adaptado a las necesidades de cada uno de sus procesos operativos y de negocio. Así, el cliente industrial puede establecer diferentes SLAs en base a la criticidad del proceso.



5.- Colaborar con otras tecnologías de acceso

5G es mucho más que una tecnología de acceso, y es por ello que uno de los objetivos que se propone el estándar es hacer de agente agregador de aquellas tecnologías de acceso no estandarizadas por parte de 3gpp (WiFi, Eth, TSN, NTN) y convertirse de esta forma en el centro operativo de la conectividad, definiendo dentro del estándar elementos que permiten la interoperabilidad entre las distintas tecno-

logías, ofreciendo a sus usuarios una visión común de los dispositivos, independientemente de cómo se encuentren conectados en cada momento.

Este enfoque integrador muestra la voluntad de la tecnología de actuar como agente complementario a las tecnologías existentes y no como sustitutivo, salvo en aquellos casos en los que esté justificado por el caso de uso. Esta característica de 5G permite que convivan de manera natural diferentes tecnologías de acceso como WiFi, entre

otras, para trabajar en entornos heterogéneos integrando tecnologías precedentes o complementarias a 5G bajo un único paraguas de gestión técnica y de servicio.

5G tiene como propósito añadir valor a su infraestructura de conectividad actual, sin necesidad de cambiarla.

6.- Optimizar el consumo energético

Ante el gran reto de la sostenibilidad, 5G se diseña con el foco puesto en la eficiencia, con dos objetivos. El principal es la reducción de consumo eléctrico tanto por parte de los equipos de red como por los dispositivos finales. Pero de forma indirecta se consigue además un mayor tiempo de vida de las baterías de los dispositivos, lo cual tiene un alto impacto en la gestión del ciclo de vida de los mismos. En entornos industriales, todo aquello que facilite la gestión y el mantenimiento, así como reducir el gasto en energía, es un elemento decisivo a la hora de adoptar una nueva tecnología.

El consumo energético, adicionalmente a ser una partida de coste de alto impacto en la mayoría de las verticales industriales, es uno de los principales factores tenidos en cuenta por parte de la industria en sus planes de sostenibilidad. Por ello la infraestructura digital tiene que construirse con tecnologías comprometidas con la eficiencia, como 5G.

05

Cómo aprovechar las ventajas de 5G en procesos industriales: guía práctica



Legados a este punto y de acuerdo con lo expuesto en los apartados anteriores, podemos asegurar que 5G puede claramente ser una palanca para la eficacia, la eficiencia y la transformación de procesos operativos y de negocio en entornos industriales diversos. En el capítulo siguiente veremos cómo empresas de diferentes sectores industriales están ya apostando por la introducción de 5G en sus procesos clave.

Pero antes de ver esos ejemplos vale la pena introducir algunas reflexiones generales sobre la oportunidad y conveniencia de adoptar cambios tecnológicos como los auspiciados por 5G y cuál sería el razonamiento que nos permita tomar la decisión más adecuada.

Como en cualquier decisión empresarial la recomendación evidente es plantear un ejercicio objetivable de análisis de retorno de la inversión (ROI) y de coste de oportunidad. ¿Necesitamos realmente invertir en una solución tecnológica basada en 5G y otras tecnologías complementarias? ¿Podemos llegar al mismo objetivo de negocio mediante otro tipo de soluciones o tecnologías... o incluso sin cambios tecnológicos? ¿Se encuentran nuestros procesos de negocio y nuestra organización en el punto de evolución y madurez adecuados para un salto cualitativo basado en 5G? ¿O por el contrario debemos introducir primero otros cambios para que la inversión tecnológica sea realmente productiva y aseguremos el ROI? ¿Existen condicionantes

externos y de entorno competitivo que puedan forzarnos a acelerar la adopción de tecnología? ¿Cuál es el coste de oportunidad de no hacerlo?

En un entorno competitivo en el que la diferenciación de la propuesta de valor de las compañías es clave, la adopción de "casos de uso" sin un proceso previo de reflexión estratégica y de particularización suele ser sinónimo de frustración y de fracaso. Debemos encontrar la fórmula adecuada a nuestro negocio y sus circunstancias y determinar el rol que la tecnología jugará en la solución que finalmente adoptemos. Recomendamos una aplicación particularizada y escalable de la tecnología.

Particularizada

La solución tecnológica debe adaptarse a nuestro negocio y no al revés. Partiremos por tanto del análisis de los procesos que queremos transformar o impulsar mediante la tecnología y buscaremos los indicadores de negocio sobre los que queremos actuar y definiremos unos objetivos. Todo cambio debe de tener una medida cuantitativa de su adopción y del impacto positivo que genera en el negocio.

Escalable

La implantación de soluciones tecnológicas y la estabilización de su uso implica una curva de aprendizaje y un proceso de gestión del cambio. Es recomendable establecer una hoja de ruta en la que el alcance de los cambios

Debemos encontrar la fórmula adecuada a nuestro negocio y sus circunstancias y determinar el rol que la tecnología jugará en la solución que finalmente adoptemos.

sea gradual y permita consolidar los pasos dados antes de avanzar con los siguientes. Debemos además adaptar la escala de la solución tecnológica al tamaño de nuestro negocio y a la ambición que hayamos establecido.

Considerando estas precauciones el proceso de reflexión y planificación que finalmente nos lleve a la adopción de 5G en los procesos de nuestra industria se puede resumir de manera sencilla en tres pasos:

1. Análisis y diagnóstico.
2. Identificación y diseño de la solución particularizada.
3. Planificación, ejecución, medida y retorno de la inversión.

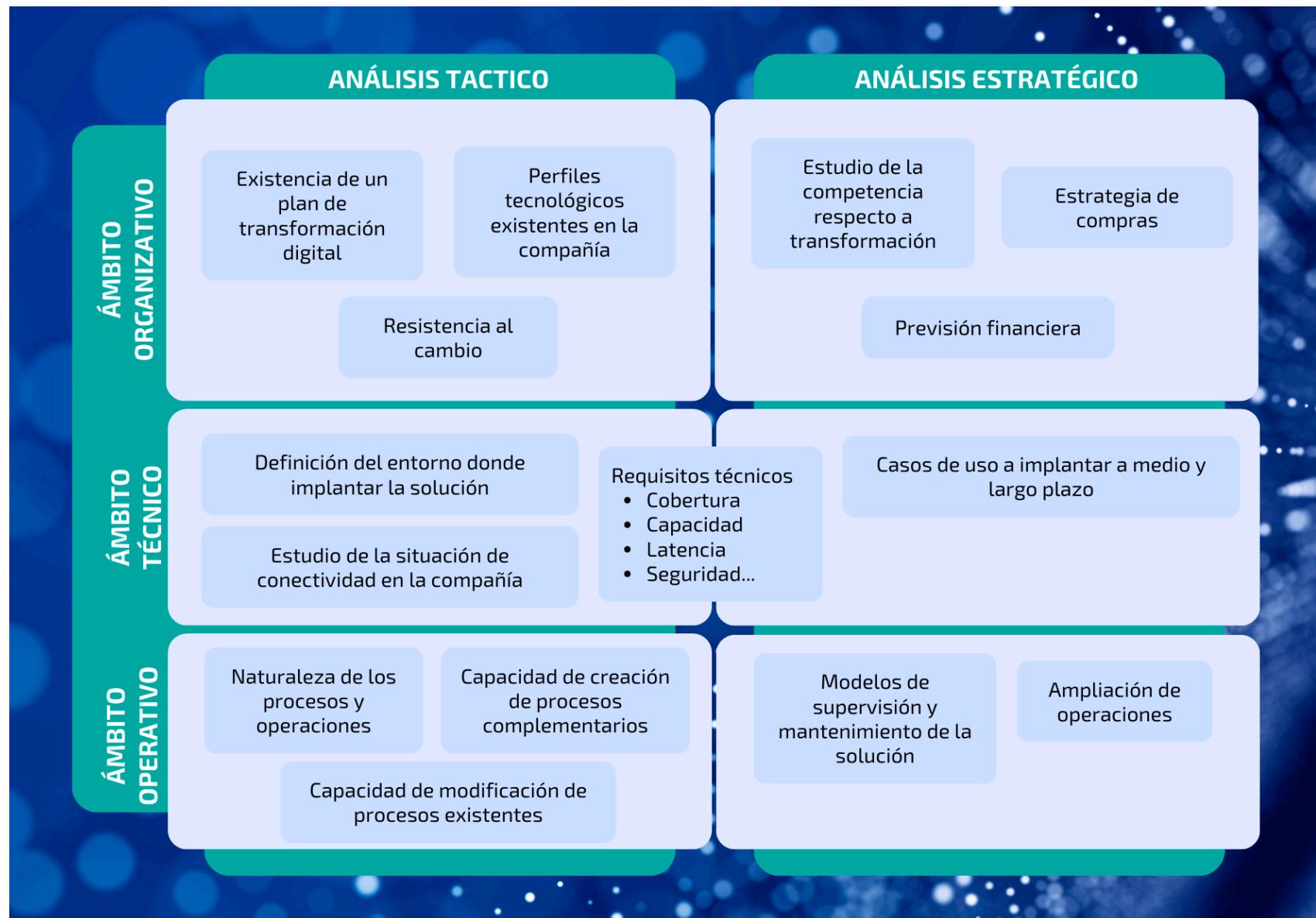
1.- Análisis y diagnóstico

El primer paso consiste en analizar con detenimiento la cadena de valor o proceso de negocio que queremos atacar para establecer un diagnóstico y unos objetivos cuantificables de transformación. Este análisis permitirá identificar, cuantificar y priorizar las oportunidades de mejora y por tanto definir un foco claro en la etapa de diseño de la solución. Todo debe ser traducido en términos de impacto esperado en el negocio. Por eso, necesitamos seleccionar los indicadores clave sobre los que actuaremos y mediremos el resultado.

La figura siguiente representa un esquema sencillo que puede ayudar a estructurar la etapa de análisis y diagnóstico. El análisis debe ser siempre en un rango temporal de entre 5 y 10 años y por lo tanto es realmente importante aplicar tanto una mirada táctica como estratégica.

Cubriendo ambos planos trazaremos un rumbo claro, una visión del punto de destino, pero al mismo tiempo evaluaremos adecuadamente obstáculos a corto plazo que puedan dificultar el arranque de la iniciativa de transformación y estableceremos tanto objetivos a largo plazo como resultados tangibles que debemos alcanzar mucho antes.

Por otra parte, cualquier cambio en nuestro negocio se produce simultáneamente en los ámbitos organizativo, técni-



co y operativo. Por supuesto, los factores económicos y financieros proporcionan la evolvente última que determina la viabilidad del proyecto. Pero antes de preocuparnos por el dinero debemos de tener claros los aspectos o factores clave en cada uno de estos tres ámbitos verticales.

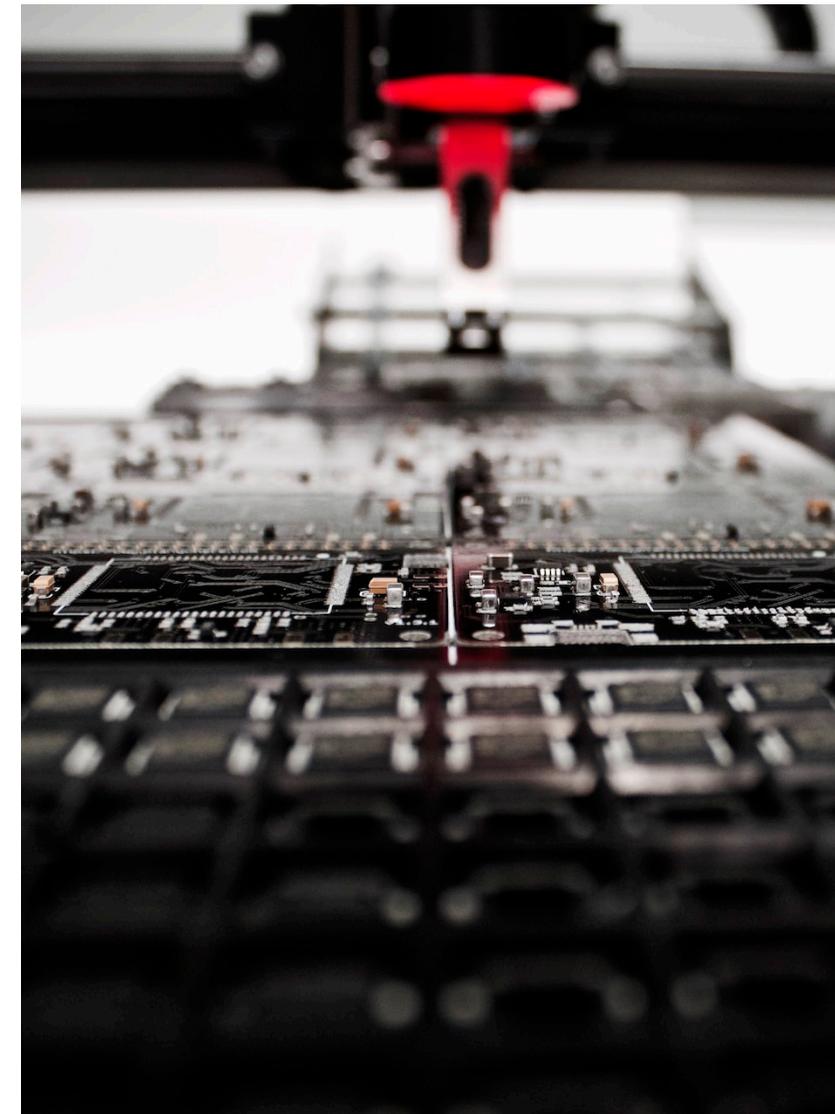
Las siguientes preguntas son una guía sencilla para arrancar un diagnóstico en cada uno de los ámbitos indicados.

Ámbito organizativo

- ¿Reconozco que necesito aplicar cambios en mi modelo de negocio o modelo operativo?
- ¿Tengo un plan de transformación para mi negocio?
- ¿Mi negocio y la cultura organizativa está preparada para aplicar cambios con la tecnología como habilitador?
- ¿Conozco lo que están haciendo mis competidores?
- ¿Doto de presupuesto anual para acciones de transformación?
- ¿Conozco el ecosistema para discernir a quién, cómo y cuándo tengo que aproximarme para planificar mi proyecto de transformación?
- ¿En qué medida cuento con el conocimiento y el talento necesario dentro de la casa? ¿Qué partners de confianza pueden acompañarme?

Ámbito técnico

- ¿Considero importantes para la gestión de mi negocio los datos generados por máquinas, sistemas, personas, etc? ¿Con qué nivel de granularidad y profundidad?
- ¿Conozco cuál es el estado de los servicios de conectividad en mi compañía y cómo compara contra la de mis competidores?
- ¿En qué medida esta conectividad limita mi actual capacidad de captación de datos?
- ¿Mis operaciones se ejecutan en entornos de interior, exterior o mixtos?
- ¿Tengo claras cuáles son las capacidades tecnológicas (conectividad, proceso, representación, decisión...) que necesito?
- ¿He realizado un estudio de cómo las nuevas tecnologías -Realidad Aumentada (AR), Internet de las cosas (IoT), Visión artificial (AV), drones, Robótica, etc- podría potenciar mi negocio?
- ¿Tengo alguna persona del equipo con experiencia en conectividad avanzada y concretamente en 5G?
- ¿Conozco la propuesta de valor en 5G de mi proveedor actual de servicios de conectividad?



Ámbito Operativo

- ¿Considero que mis procesos operativos son mejorables?
- ¿Tengo bien identificados aquellos procesos críticos de los que no lo son?
- ¿Tengo conocimiento sobre tecnologías de conectividad?
- ¿He calculado el impacto que tiene a nivel operativo una parada debido a una mala conectividad? ¿Y el económico?
- ¿Qué tipo de acuerdos de nivel de servicio necesitaría para mis procesos críticos? ¿Tengo la capacidad de garantizarlo internamente?
- ¿Puedo apoyarme en un proveedor de servicios de conectividad para garantizar los niveles de servicio que necesito?
- ¿Dispongo de una previsión de incremento de actividad operativa? En tal caso, ¿cómo preveo acometerla?
- ¿Estoy interesado en conocer cómo 5G potencia la excelencia operativa?

En esta etapa inicial podemos además realizar una primera exploración de soluciones potenciales a los retos que levantemos en nuestro diagnóstico. Esta exploración, de nuevo, debe regirse por criterios económicos, de coste-beneficio y también de viabilidad operativa.

La frontera entre transformación y revolución en ocasiones es sutil. No queremos romper nada sino hacerlo evolucionar, gestionando nosotros el cambio y evitando que la adopción tecnológica nos desenfoque de nuestros objetivos de negocio. Sabemos que la tecnología puede facilitar cambios muy importantes, pero es esencial mantener el foco en los retos de nuestro negocio cuya solución maximiza el beneficio y mantiene los costes bajo control. Gestionar el alcance del ejercicio de diagnóstico y mantenernos enfocados es la clave del éxito en las etapas siguientes.

2.- Identificación y diseño preliminar de la solución particularizada

La particularización de la solución es imprescindible. 5G no se justifica con la implementación de un único caso de

5G no se justifica con la implementación de una receta estandarizada. De ahí que la fase previa de análisis y diagnóstico sea clave para una correcta selección de la tecnología.

uso a modo de receta estandarizada y es por ello que la fase previa de análisis y diagnóstico es clave para una correcta selección de la tecnología.

Por ejemplo, en una fábrica el uso de 5G para la implementación eficiente de AGV (transporte y distribución de materiales) o la recopilación de datos masivos de diferentes sensores, podría no justificar la inversión necesaria para implementar una red privada 5G. Sin embargo, si a esos dos casos de uso se les añade la implementación de IA para la inspección de calidad, la implementación de seguridad inteligente y la eliminación de los cableados de toda la fábrica, entonces el caso de negocio pudiera empezar a ser viable, con un ROI a corto plazo.

Igual pasa con una empresa del sector químico, donde 5G puede ser habilitadora de varias soluciones como la inspección inteligente y automática, la prevención de operativas erróneas, la asistencia remota o el mantenimiento preventivo. Todas ellas por sí solas podrían no justificar la implementación de una red privada 5G y sin embargo cuando se suman todos los beneficios juntos, su valor permitiría recuperar en pocos años la inversión realizada en la red.

En otras circunstancias, la conectividad por sí sola puede representar un beneficio, pero sin la presencia de otros casos de uso el retorno de la inversión en una red privada puede ser complicado a corto o medio plazo. En ese caso,

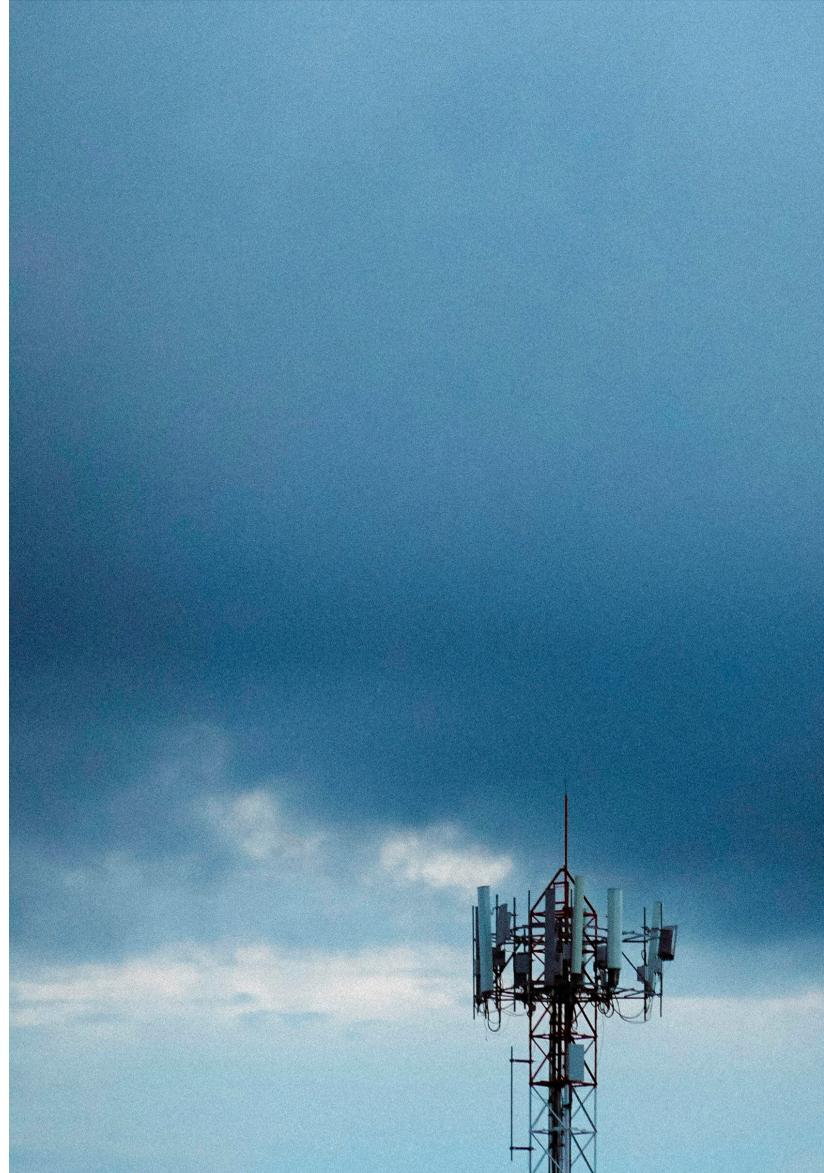
apoyarse en una red pública 5G de operador de forma securizada para garantizar la privacidad puede ser la solución. De hecho, esta es la alternativa más evidente para la gran mayoría de las empresas industriales y un facilitador de los primeros pasos o incluso como solución final. Más tarde, según evoluciona el caso de uso, se diseñan soluciones con más prestaciones.

Es por ello que cuando se habla de diseño, es necesario poner en valor la versatilidad que 5G nos proporciona para aplicar soluciones en base a diferentes modelos. Sirviendo de referencia, enunciamos los modelos típicos de implementaciones de una solución 5G que conllevan diferentes implicaciones respecto a prestaciones técnicas como la seguridad, latencia, etc. pero también implicaciones operativas respecto a la gestión y mantenimiento de la red, así como al modelo de contratación de la misma.

Red Privada Virtual (sobre la Red Pública de Operador)

5G proporciona la oportunidad de crear una "slice" dedicada para un cliente en concreto en un área geográfica concreta (por ejemplo, su fábrica), lo cual significa que el operador dedicará recursos para dicho cliente.

- Se utiliza el espectro del operador.
- No necesita de un despliegue específico en las instalaciones del cliente (salvo en casos de diseños especiales en donde sea necesario reforzar la red de forma específica)



y por lo tanto no existe una inversión en CAPEX comparable al del despliegue de una red móvil completa.

- El mantenimiento es proporcionado por el operador.
- Una buena solución para entornos de exterior e interior (existiendo recursos de red adecuados).
- Los datos gestionados por la red transitan por la red del operador.
- Tiene dependencia de que exista una red pública ya desplegada en el entorno objeto del proyecto.
- La contratación se realiza mediante un acuerdo en base a un nivel de servicio determinado con el operador.
- Este modelo es una de las formas más eficientes de utilización y aprovechamiento del espectro, ya que permite que la red pública dedique el espectro a redes específicas en áreas geográficas concretas (como por ejemplo, una refinería), mientras a cierta distancia ese mismo espectro se puede utilizar para cursar tráfico dentro de un estadio de fútbol, o asegurar el tráfico de datos vehicular en una autopista cercana, desplegando "redes virtuales" en cada entorno según sea necesario por el tipo de servicio que se necesita habilitar.
- Seguridad de datos garantizada por el operador.

5G proporciona la flexibilidad para poder tener una red a la carta, en la que se compartirán algunos elementos de la misma con el operador, y otros componentes serán propios.

Red Privada Dedicada:

5G garantiza que cada cliente pueda decidir la puesta en marcha de su propia red 5G, pudiendo incluso definir también diferentes "slices" dependiendo de las necesidades.

- Se puede utilizar espectro propio asignado por parte de la Administración del Estado al cliente final o espectro que el operador dedica a la solución.
- El despliegue se realiza Ad-hoc para el cliente y por lo tanto se puede analizar la estrategia específica en base al estado de las infraestructuras del cliente.
- El mantenimiento habitualmente lo realiza la empresa que ha ejecutado el proyecto salvo en los casos en los que el cliente posee internamente un departamento con cualificación para realizarlo.

- Es una solución que se adapta a entornos de interior y exterior.
- Es una solución con mayor capacidad de ofrecer un alto nivel de servicio tanto en capacidad como en términos de latencia.
- Seguridad de datos garantizada, donde el tránsito de los datos discurre íntegramente por la solución implementada.
- Es independiente de la cobertura de red pública existente en el entorno.
- Existen variedad de modelos de contratación, desde los más intensivos en CAPEX hasta los orientados a servicio y por lo tanto sin inversión inicial.

Red Privada Híbrida:

5G proporciona la flexibilidad para poder tener una red a la carta, en la que se compartirán algunos elementos de la misma con el operador en cuestión y otros componentes serán propiedad, o al menos estarán ubicados en su infraestructura, dependiendo del modelo acordado entre operador y cliente.

- Se puede utilizar espectro del operador y/o propio.
- Requiere de una parte de despliegue específico en la infraestructura de cliente, que puede ser modulable en base a la necesidad específica.

- El mantenimiento de los elementos comunes será llevado a cabo por el operador y los elementos propios podrán ser mantenidos por el cliente, operador o un tercero.
- Es una solución que se adapta a entornos de interior y exterior.
- Es una solución con mayor capacidad de ofrecer un alto nivel de servicio tanto en capacidad como en términos de latencia.
- Dependiendo del modelo de hibridación, se podrá garantizar que los datos de usuario se gestionan por parte de elementos dedicados al cliente. Habitualmente todos los datos de control, transitarían por la red del operador.
- Puede ser independiente de la cobertura de red pública existente en el entorno en función de los elementos que se acuerden con el operador.
- Existen variedad de modelos de contratación, desde los más intensivos en CAPEX hasta los orientados a servicio y por lo tanto sin inversión inicial.

Sea como sea, el diagnóstico inicial con perspectiva de negocio y bajo el prisma de los requisitos particulares de nuestras operaciones, será el que marcará las necesidades que la solución tecnológica deberá satisfacer. Debemos por

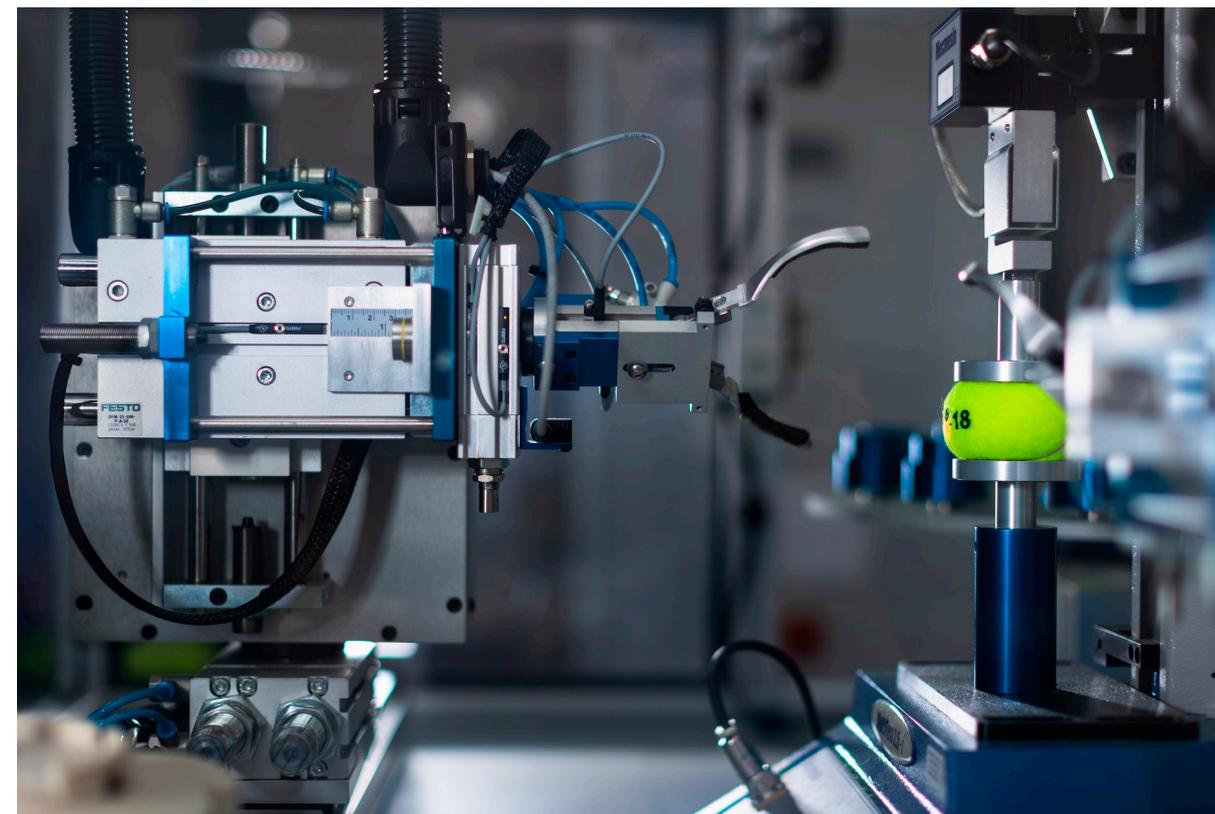
tanto cuestionar las soluciones “off-the-shelf” que prometan una respuesta estandarizada a nuestros problemas particulares o soluciones que se centren en las prestaciones o capacidades de la tecnología en lugar de enfocarse en los indicadores de negocio que queremos mejorar o en los procesos a transformar. Y si en cualquier caso necesitamos tomar ejemplo de otras empresas, fijémonos en aquellos casos de uso cuyo foco principal y condiciones de contorno sean claramente homologables a los nuestros.

3.- Planificación, ejecución, medida y retorno de la inversión

Una vez realizado el análisis pertinente que ha desembocado en una identificación de la necesidad específica de cada cliente y resultando en un diseño de alto nivel de solución, se inicia la fase de proyecto como tal y para ello se requiere contar con un ecosistema de partners especializados en dichos procesos, tanto desde el punto de vista operativo como tecnológico.

A continuación, se muestran las 4 fases capitales y se identifican lo que serían algunos de los procesos críticos que las componen. Por supuesto, este apartado no tiene como ánimo proporcionar una guía completa en la que mostrar todos y cada uno de los procesos, sub-procesos y actividades necesarios para la ejecución de esta tipología de proyectos, sino destacar aquellos que son considera-

La fase de implantación presenta un mayor porcentaje de riesgo, debido a que es la fase en la que pueden verse afectadas las operaciones en un entorno de producción.



dos críticos y de los cuales depende el éxito técnico, operativo y financiero del proyecto.

1. PLANIFICACIÓN

En la fase de planificación, se incluyen conceptos de diversa naturaleza como son los propios de la gestión de proyecto, lo cuales no difieren de los adoptados en cualquier proyecto tecnológico, y procesos técnicos.

La planificación es la base y fundamento de todo proyecto y, por lo tanto, no sería lógico destacar un proceso sobre el otro, lo que sí se identifica como crítico en esta fase, es el común acuerdo entre cliente y proveedor de todos y cada uno de los aspectos planificados ya que se trata del punto de partida para el desarrollo del proyecto.

2. DISEÑO

Tomando como partida el diseño preliminar de alto nivel de la solución técnica tratado en el segundo apartado del presente capítulo, en esta fase de diseño se tiene como objetivo la realización de un diseño de bajo nivel que tendrá como resultado la generación de un BOM (Bill of Materials) y por lo tanto activará los procesos de compras y suministros. Dentro de la fase de diseño destacamos 3 procesos que serán críticos para la correcta ejecución del proyecto:

- **Diseño cobertura/capacidad:** Pese a haber realizado una simulación previa, es clave realizar un diseño de detalle para conseguir un dimensionamiento óptimo para garantizar el correcto rendimiento de la red, así como el de las aplicaciones que están haciendo uso de las misma.
- **Optimización infraestructura existente:** A pesar de que en algunos proyectos se optará por dotar a la solución 5G de una infraestructura de computo, transmisión, etc. dedicada, se recomienda como buena práctica el análisis de re-uso de infraestructura con el objetivo de obtener la máxima eficiencia financiera así como tener siempre presente la sostenibilidad y el consumo energético.
- **Diseño del plan de test de aceptación:** El protocolo de aceptación de una solución 5G puede parecer estándar, pero tiene una alta dependencia tanto de la integración



de la nueva red en la infraestructura existente como de los casos de uso que se ejecutarán sobre la solución.

3. IMPLANTACIÓN

En la fase de implantación es en la que habitualmente se encuentra gran parte de los riesgos identificados, debido a que es la fase en la que pueden verse afectadas las operaciones, si hablamos de un entorno de producción. En este aspecto, existen dos grupos de procesos principales a controlar:

- **Seguridad y salud:** La actividad en planta se incrementa en esta fase y por lo tanto el control de cumplimiento de todas las políticas de prevención debe ser incrementada.

- **Integración y configuración:** Pese a que se trata de un proceso con un alto grado de procedimetación, en un entorno en producción es habitual la existencia de contratiempos y, por lo tanto, cada trabajo programado debe estar detalladamente por protocolo. Está dentro del alcance de la fase de planificación la identificación de los espacios temporales más adecuados para la realización de todos y cada uno de los trabajos, pero siempre es necesario trabajar con el conocimiento de riesgo existente.

4. ACEPTACIÓN

La fase de aceptación se debe al estricto seguimiento del protocolo de tests diseñado. Uno de los procesos críticos en la presente fase, a ejecutar por parte del cliente final, es la auditoría del entorno de pruebas donde se está ejecutando el protocolo.

Adicionalmente, como en todo proceso de transformación, existe un factor clave que es la evaluación del proyecto (post-aceptación), y para ello se establecen las métricas a monitorizar para garantizar la consecución del retorno esperado de la inversión en el plazo estimado y para ello, se debe establecer un órgano de gobierno para dar seguimiento, identificar desviaciones y puntos de mejora e implementar acciones.

06

Qué está haciendo la industria para mejorar su cadena de valor con 5G.

Por último, y tras haber recorrido a lo largo del informe todos esos aspectos realmente relevantes, por los cuales 5G se convierte en una apuesta de transformación, iniciamos el final del trayecto mostrando algunos casos reales de transformación en los que 5G se muestra como “palanca” para su implementación.

NOKIA

Plataforma de red 5G privada para servicios aeroportuarios: Lufthansa Technik – Inspección virtual con 5G

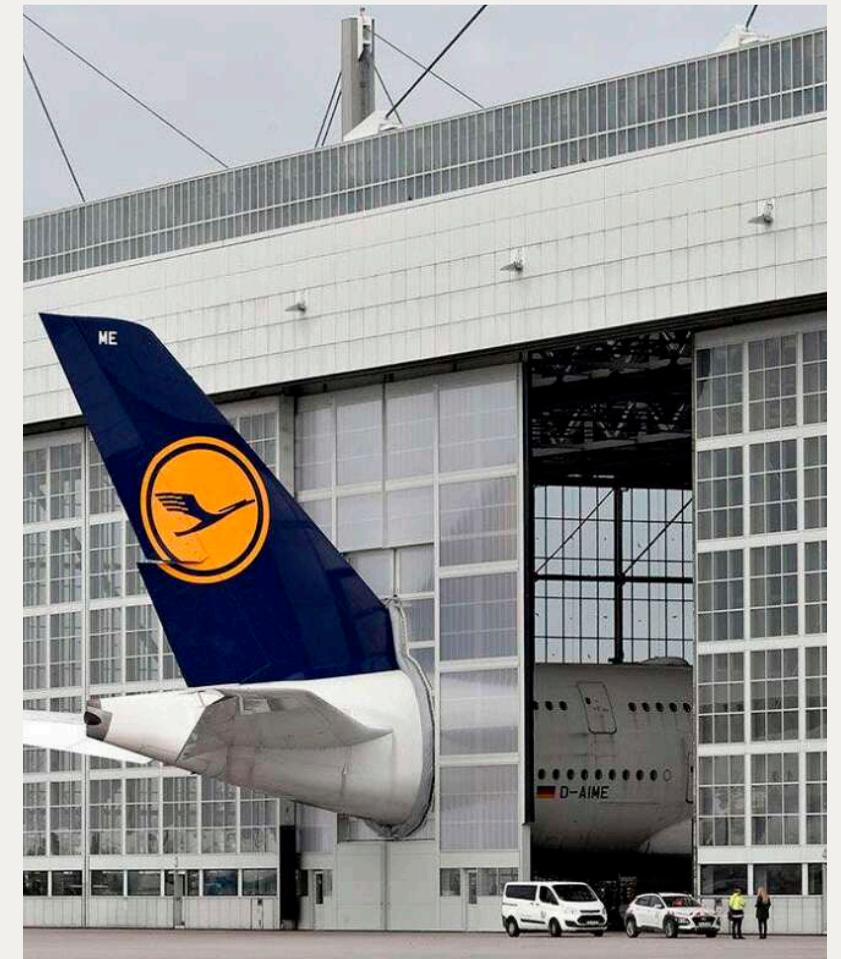
Lufthansa Technik presta servicios de mantenimiento, reparación y revisión (MRO) para aeronaves y compañías aéreas. Habitualmente, los clientes viajaban a Hamburgo para realizar inspecciones de componentes cuando se revisan los motores, que se desmontan por completo y se inspeccionan con el máximo detalle. Lufthansa Technik necesitaba una solución inalámbrica fiable de alto rendimiento, ya que las pruebas anteriores con las redes Wi-Fi existentes en los hangares fracasaron.

Para solucionar estos retos, se desplegó una red privada 5G NSA de Nokia para permitir flujos de vídeos de cámaras 4k entre Lufthansa Technik, los proveedores y los clientes de las aerolíneas, de manera que los clientes son guiados en el taller de motores utilizando un dispositivo móvil que proporciona un streaming de vídeo de alta resolución en tiempo real operado por mecánicos e ingenieros expertos.

Esto permite inspeccionar virtualmente las piezas desmontadas y tomar decisiones conjuntas sobre los componentes inspeccionados que deben sustituirse.

La solución implementada, gracias a la conectividad 5G de alta capacidad y baja latencia elimina la necesidad de asistencia física, ahorrando costes y tiempo de desplazamiento, con el consiguiente beneficio para el medio ambiente. También se salvaguarda la continuidad de la actividad, ya que no es necesario acceder a las instalaciones para realizar las tareas de mantenimiento.

La solución 5G implementada forma parte de la estrategia de digitalización de Lufthansa Technik, lo que permite una mayor optimización de los procesos y un mayor rendimiento de las actividades.



HUAWEI

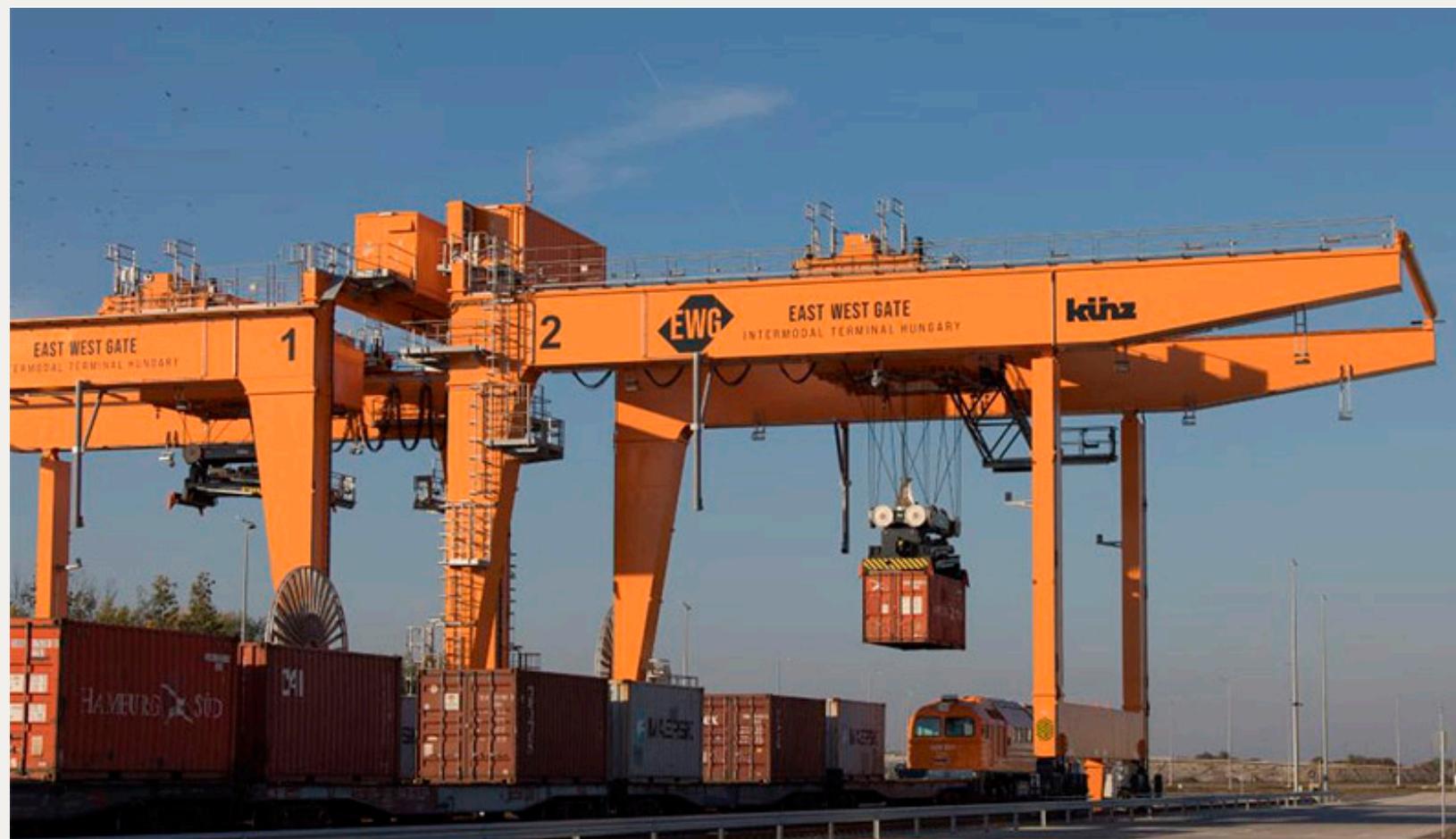
EWG: La primera terminal logística de Europa en operar de forma remota con 5G

La Terminal Intermodal de Puerta Este-Oeste (EWG) en Fényeslitke, sirve como centro para las redes de transporte ferroviario, por carretera y por vías navegables de la región, siendo una de las terminales intermodales más grandes de Europa.

Los procesos de carga, descarga y clasificación de contenedores requerirían de los tradicionales operadores físicos en las grúas. Sin embargo, la terminal de EWG nació con la ambición de convertirse en la terminal de transferencia más moderna de Europa, permitiendo mejorar la eficiencia del proceso de intercambio de mercancías.

Solución:

- Grúas equipadas con 20 cámaras de alta resolución cuyas imágenes son fundamentales para la operación remota. Las grúas también están equipadas con sensores avanzados y algoritmos de inteligencia artificial (IA), lo que les permite operar con un alto grado de precisión y velocidad.



- El vídeo de alta definición recogido por cada una de las cámaras debe ser transmitido en tiempo real al centro de control, permitiendo a los operarios disponer de una visión equivalente a la que tendrían en lo alto de cada grúa.
- La red privada 5G de alta confiabilidad, proporciona baja latencia, alto ancho de banda de enlace ascendente necesario para la transferencia del vídeo de alta calidad, haciendo uso de las bandas de 2,1 y 3,5 MHz.

Beneficios:

EWG es la primera terminal logística del mundo que utiliza grúas controladas a distancia para mover contenedores de forma remota, lo que convierte en la primera terminal logística ferroviaria inteligente y más moderna de Europa.

- Elimina la necesidad de operadores de grúa en altura, mejorando así las condiciones de su entorno de trabajo.
- Mejora la eficiencia del proceso logístico de movimiento de contenedores en un 20%.
- Se habilita una red que permitirá la implementación de nuevos casos de uso en el futuro para continuar optimizando la eficiencia y seguridad de la terminal.



CISCO

Nuevas tendencias en la vigilancia de espacios físicos

Para desplegar una red móvil se requiere disponer de espectro electromagnético. Cada una de las tecnologías (2G, 3G, 4G, 5G) tiene definidas unas bandas de frecuencia en las que trabajan de forma más eficiente.

Estas bandas han sido tradicionalmente subastadas en bloques de varios MHz por los Estados, suponiendo para los operadores unas obligaciones y un desembolso económico elevado, lo que hace crítico que se utilice el espectro de la forma más eficiente posible.

Una de las principales funcionalidades que la red 5G nos aporta es la posibilidad de poder realizar network slicing. De esta forma, la red se dividirá en múltiples redes virtuales, cada una de ellas con unas características definidas en base al caso de uso que soportará, según sea más o menos sensible a latencia, ancho de banda...

Esto se traduce en la posibilidad de comercializar diferentes servicios sobre una misma red, de forma que será posible ofrecer funcionalidades específicas a clientes concretos sin la limitación de tecnologías pasadas. Al utilizar mejor el espectro, se pueden ofrecer más servicios con menor coste para el usuario final.



En octubre de 2021 se implantó como prueba de concepto la primera red 5G privada en suelo europeo. El caso de uso consistió en probar la conveniencia de utilizar un robot cuadrúpedo para realizar tareas de vigilancia de recintos y, además, demostrar las ventajas del network slicing para la robótica y la seguridad.

La red 5G debía proporcionar baja latencia para una rápida respuesta del robot y un ancho de banda suficiente como para poder transmitir las imágenes de las cámaras de video y térmicas con las que cuenta el robot, además de otros sensores útiles. El robot está pensado para realizar rondas de vigilancia, tanto de forma autónoma o acompañando al vigilante de seguridad, ganando en flexibilidad y en seguridad física para éste.

Se trata de un caso de uso de co-innovación, en el que han participado varias empresas, Alisys ha proporcionado el robot de Boston Dynamics y la plataforma para su uso, Cisco ha sido el proveedor del núcleo de la red 5G SA y del software que facilita la virtualización, orquestación y automatización de servicios, proporcionando también los recursos de computación (servidores) y de transporte (switches), ZTE ha provisto sus soluciones comerciales de radio 5G SA y los Smartphone, Telefónica ha proporcionado la red 5G y ha trabajado en el diseño y



despliegue de ésta junto la universidad de Vigo y su centro de investigación en redes 5G.

Por último, Securitas, que proporciona el know-how en el sector de seguridad física y el equipo humano que acompaña al robot o lo controla remotamente.

NTT DATA

“Industrialización” de casos de uso 5G

Para facilitar en despliegue de los casos de uso 5G, NTTDATA ha desarrollado y probado una plataforma (“NTTDATA 5G App Framework) que habilita entornos flexibles y programables para crear, probar y desplegar servicios 5G de alto rendimiento y muy baja latencia, cubriendo las necesidades y los ambientes complejos de muchos sectores industriales diferentes.

Esta plataforma permite distribuir y desagregar todo el entorno de comunicación/conectividad, pasando del Cloud tradicional a redes inteligentes y programables, sin necesidad de construir o poseer una tecnología a medida. En este concepto, el Cloud y la red son una y la misma.

La arquitectura del concepto se basa en tres áreas de actividad conectadas: Remote Edge; Cloud/Red programable; y Usuario/Edge.

El Remote Edge comprende los sensores/sensores inteligentes, la captura de datos visuales (por cámaras, por ejemplo) y el Edge ordenador. Esto permite levantar el dato de cada dispositivo, activo o indicador medioambiental y analizarlo en el dispositivo Edge in situ, antes

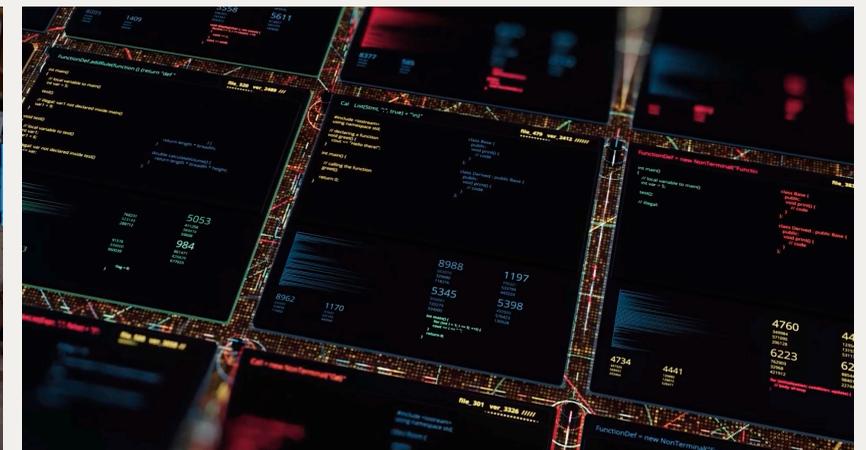
de cargarlos en los sistemas centrales, según el esquema definido por las reglas de negocio.

La capacidad informática y analítica del Remote Edge permite ejecutar automáticamente tareas específicas, según protocolos acordados y reglas de negocio definidas, al tiempo que actúa como un centro local para recibir y ejecutar instrucciones del centro de control.

El Cloud/red programable proporciona un hub de datos para recibir y transmitir datos en todas sus formas, incluidos vídeo y contenidos para tecnologías inmersivas.

Se trata de un entorno virtual para llevar a cabo todas las tareas basadas en Cloud, desde el hosting a big data y a la computación básica.

Por medio de su arquitectura modular e integrable, se puede reutilizar los componentes existentes e integrarse con soluciones de terceros, acelerando así el desarrollo, las pruebas y el paso rápido a la producción de los casos de uso 5G.



TELEFÓNICA

Logística 5G: despliegue de redes privadas 5G en la central logística de El Corte Inglés para optimizar el funcionamiento de las clasificadoras de paquetes y los portapallets

Proyecto Impulsado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital a través de Red.es, cofinanciado con fondos FEDER.

Telefónica ha desplegado, en colaboración con Ericsson, una red privada 5G en la central logística de Valdemoro de El Corte Inglés con el objetivo de hacer realidad el concepto de Industria conectada 4.0, aplicado al mundo de la logística, aportando mayor eficiencia y flexibilidad en el despliegue de comunicaciones dentro de las naves y optimizando los procesos de paquetería y clasificación de El Corte Inglés.

Uno de los objetivos que se plantean es en optimizar las rutas de los portapallets en sus desplazamientos dentro de la nave. Las órdenes a los portapallets se envían utilizando comunicaciones 5G SA en la frecuencia de 700 MHz, la más adecuada para conseguir una alta penetración de la cobertura en entornos complejos, con decenas de estanterías de gran altura y con mercancías diversas de distinta composición. Con esta optimización se obtiene una mejora de tiempos de cerca del 20%.

El segundo objetivo corresponde a un escenario de alto interés en el mundo de la Industria 4.0, que es la eliminación del cableado físico para las comunicaciones críticas, en este caso entre las máquinas clasificadoras



de paquetería y el software que las controla. Para estas comunicaciones inalámbricas se desplegaron comunicaciones 5G con cobertura en la banda de ondas milimétricas (26 GHz), que son las que proporcionan los mayores anchos de banda y las latencias más bajas en un escenario muy exigente con unas necesidades de latencia muy baja.

Más información y otros casos de uso de 5G de Telefónica en:

<https://www.telefonica.es/es/servicios/casos-de-uso-5g/>

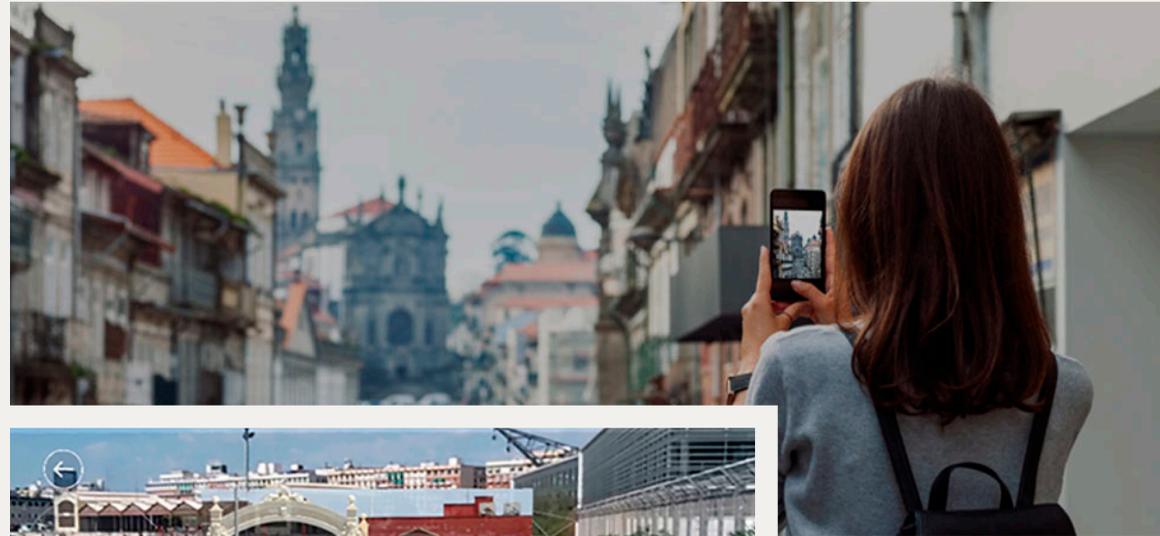
ORANGE

Transformación digital del sector turístico gracias al 5G y la realidad virtual

Uno de los sectores productivos más importantes de nuestro país, en el cual la tecnología 5G se posiciona como habilitador clave con gran capacidad disruptiva para su transformación digital, es el turismo.

Mediante la incorporación de la AR/VR (realidad aumentada y realidad virtual) a las capacidades del 5G y a la gestión de contenidos y aplicaciones en el MEC (Multi-Access Edge Computing) asociado a esta solución, Orange ha desarrollado diferentes casos de uso para evidenciar las ventajas que proporciona la adaptación de las experiencias y visitas turísticas a la nueva realidad digital.

Mejorar esta experiencia de los turistas es ya posible gracias a la distribución de información y contenido virtual en tiempo real entre los usuarios e integrado con los elementos de los lugares visitados. Gracias a la AR/VR, un guía turístico puede proporcionar una experiencia mucho más inmersiva a los visitantes, que pasan de ser meros espectadores a protagonistas de una realidad mucho más participativa e interactiva. Además de disfrutar de una visita mucho más inten-



sa, mediante gafas de realidad virtual, aumentada o en sus propios smartphones, esta experiencia les permite revivir el pasado como si fuera el presente, obtener información visual superpuesta en tiempo real de aquello que están mirando, o incluso descargar y visualizar en tiempo real contenidos multimedia de acuerdo con sus preferencias.

Gracias al valor añadido que aportan estas nuevas tecnologías en la digitalización del sector, los gestores turísticos tienen la oportunidad de evaluar y testear nuevos modelos de negocio, mejorando su oferta y obteniendo mayor eficiencia en sus actividades.

5G es una realidad, que aporta el ancho de banda necesario y latencia ultrabaja gracias a los cuales es posible desarrollar casos de uso hasta ahora inimaginables.

CRÉDITOS

Este informe ha sido elaborado por el grupo de trabajo de Transformación Digital de DigitalES, liderado por **NAE**.

Con la participación de:

Juan Luis Tolosa Martinez, BE-IN-G

Luis Manuel Díaz de Terán, CAPGEMINI

Antonio Conde Quintero, CISCO ESPAÑA Y PORTUGAL

David Polo, ERICSSON IBERIA

Miguel Ángel Feu, FUJITSU

José Luis Serrano Merino, HISPASAT

Emilio Sacristán, HUAWEI

Alberto Murillo, NAE

Fernando Corredor, NOKIA ESPAÑA

Jesús Martín Tello, NTT DATA

Javier Atero, ORANGE

Félix Gil Martínez, TECNARA

Estanislao Fernández, TELEFÓNICA

Jorge Caja Molina, TOWER

digitales_