

**FOUNDRY**

kyndryl / NOKIA

# **The next Operating System**

Cómo *Edge computing* y 5G privado redefinen las operaciones industriales

Alberto Bellé y Fernando Maldonado

Analistas principales, Foundry Research

# Contenidos



## Introducción

### 1. Fuerzas que están transformando los sectores de *utilities*, fabricación y logística

- **1.1.** La variabilidad tensiona sistemas que están cerca de la saturación
- **1.2.** La regulación marca el ritmo de la transformación
- **1.3.** Los retos para los CIOs

## Resumen ejecutivo

### 2. El nuevo modelo: de operar activos a orquestar una plataforma

### 3. Convertir la plataforma en una realidad

- **3.1.** Un nuevo sistema operativo: la base
- **3.2.** *Edge computing*: la infraestructura que hace funcionar el modelo de plataforma
- **3.3.** Conectividad privada: el elemento que cohesiona la plataforma

### 4. La nueva oportunidad: eficiencia, innovación y cumplimiento

- **4.1.** Eficiencia que aplica al sistema completo: multiplicación
- **4.2.** Innovación ágil por combinación
- **4.3.** Cumplimiento sin fricción

### 5. Casos de uso: evidencia en acción

- **5.1.** Sector industria: modernización del mantenimiento en una empresa química global Fortune 500
- **5.2.** Servicio de Bomberos de la Generalitat de Cataluña: un nuevo sistema de respuesta ante incendios

### 6. Orientaciones prácticas

### 7. Nokia-Kyndryl: una respuesta conjunta para la nueva agenda industrial

- **7.1.** Nokia: redes privadas y *edge* diseñados para la industria
- **7.2.** Kyndryl: integración, datos y excelencia operativa
- **7.3.** Nokia y Kyndryl: de la red al rendimiento

Durante décadas, las empresas europeas de energía, industria y logística han operado en entornos estables y previsibles. Esa estabilidad ha desaparecido. La **variabilidad** se ha convertido en la norma, y se ha intensificado a medida que proveedores, socios y sistemas están más conectados. Al mismo tiempo, la **regulación** es cada vez más exigente y más prescriptiva: no solo marca los objetivos que deben alcanzarse, sino también los plazos en los que deben hacerlo.

En este nuevo escenario, las organizaciones líderes han comprendido que los ajustes incrementales ya no son suficientes. Están poniendo en marcha programas de transformación de gran alcance que redefinen tanto su forma de entender el negocio como su modelo operativo. Muchas hablan ya de convertirse en **plataformas o hubs**, señal de su aspiración a operar de forma más conectada, basada en datos y orientada a servicios. Esta ambición viene respaldada por planes de **inversión** significativos.

Pero, ¿**qué significa** realmente convertirse en una plataforma? ¿Cómo puede este nuevo modelo aportar la capacidad de adaptación que necesita el negocio,

mientras cumple los compromisos regulatorios con la rapidez exigida?

Más allá de la terminología, el verdadero reto consiste en hacer que la plataforma funcione, y que genere **beneficios tangibles**: más eficiencia, ciclos de innovación más rápidos y un cumplimiento más sólido. Lograrlo exige algo más que mejorar el reporting; requiere dotar a las operaciones de **información en tiempo real**, con la visibilidad necesaria para responder con agilidad.

Este *Vídeo White Paper* ofrece claridad sobre ese camino. Explica cómo pueden operar las empresas como plataforma e identifica las tecnologías que lo hacen posible, desde el *edge computing* hasta la conectividad **5G privada**. Para ilustrarlo, presenta casos reales que muestran cómo es la transformación en la práctica y qué resultados está generando.

A modo de nota metodológica, el estudio se basa en un análisis sectorial detallado y en entrevistas con tres CIOs de compañías españolas líderes en los sectores de *utilities*, fabricación y logística.

# Resumen ejecutivo



La regulación, la variabilidad y las presiones del mercado están impulsando una **transformación** profunda en los sectores de **utilities, industria y logística**. Estos entornos ya no pueden basarse en enfoques tradicionales centrados en la gestión de activos físicos. Para seguir siendo competitivas y cumplir con las exigencias normativas, las organizaciones están adoptando modelos de **plataforma** o *hub* que conectan activos, datos y personas, permitiendo que toda la organización funcione como un único **sistema adaptable**.

Convertirse en una plataforma significa transformar el **sistema operativo** de la organización. En lugar de iniciativas digitales aisladas, se trata de avanzar hacia un modelo construido sobre tres capas integradas: **activos** conectados que ofrecen visibilidad continua, una capa de **datos** compartida y accesible, y una capa de **inteligencia** que orquesta la actividad en toda la organización.

Una plataforma coordina múltiples interacciones simultáneas entre sedes, activos y socios. Por ello, no puede depender únicamente de una inteligencia centralizada ni de conexiones constantes a cloud o al centro de datos corporativo. Si cada decisión necesi-

tara un viaje de ida y vuelta, aparecerían la **latencia**, los cuellos de botella y un único punto de fallo.

Por eso el **edge computing** se convierte en esencial, al **acercar el procesamiento y el análisis** al lugar donde ocurren las acciones. De este modo, es posible obtener respuestas en tiempo real, una operación autónoma cuando sea necesario y la gestión de datos sensibles dentro de los límites de gobernanza establecidos.

Este modelo distribuido requiere **comunicaciones** rápidas, seguras y constantemente fiables. Las redes inalámbricas **5G privadas** aportan estas capacidades y se convierten en un habilitador clave que complementa las redes existentes de Wi-Fi, Ethernet y satélite.

Los beneficios para el negocio de este nuevo modelo operativo son significativos. Los **empleados** ganan capacidad y **movilidad**, al poderse apoyar en herramientas como la realidad aumentada o los gemelos digitales. A nivel corporativo, las empresas obtienen **eficiencias a escala** al eliminar duplicidades, una ventaja importante en puertos, redes de *utilities* o campus industriales. La **innovación** también se acelera, ya que los equipos pueden recombinar tecnologías existentes con mayor rapidez y menor riesgo.

Los casos de uso muestran que esta transformación ya está en marcha. Un fabricante químico global ha utilizado *edge computing* para **modernizar** las operaciones de **mantenimiento** y mejorar la seguridad de los técnicos, llevando la inteligencia en tiempo real directamente al entorno de planta. En el sector público, el Servicio de Bomberos de la Generalitat de Cataluña ha probado con éxito un nuevo sistema para gestionar emergencias forestales en áreas rurales con urbanizaciones dispersas. La **inteligencia en campo** ayuda a tomar decisiones más rápidas y fundamentadas durante las operaciones.

El informe concluye con un conjunto de orientaciones prácticas para poner en marcha el modelo de plataforma. Entre ellas, priorizar casos de uso **reutilizables**, garantizar que los **datos se capturan** y comparten correctamente, emplear *edge computing* para **acelerar la innovación** y construir un **marco unificado de conectividad** que integre 5G privado.

Por último, se destaca la colaboración entre Nokia y Kyndryl, que combina las soluciones de conectividad privada y *edge* de grado industrial de Nokia con la experiencia de Kyndryl en integración, gestión de datos y servicios gestionados.

# 1. Fuerzas que están transformando los sectores de *utilities*, fabricación y logística

Durante muchos años, sectores como la energía, la industria y la logística se han caracterizado por su estabilidad. Sus infraestructuras, procesos y modelos de negocio evolucionaban lentamente, en el marco de ciclos de inversión largos y una demanda predecible.

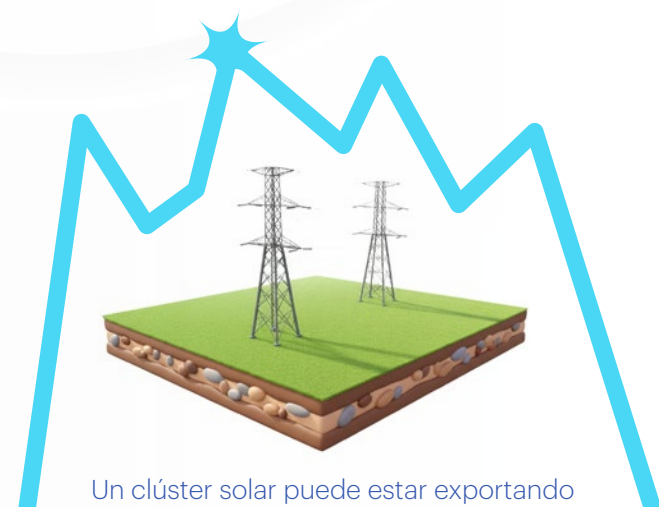
Esa estabilidad ha desaparecido. Un nuevo contexto, marcado por la **incertidumbre**, la **interdependencia** de las cadenas de suministro y, sobre todo, por la presión **regulatoria**, ha introducido una variabilidad sin precedentes. Ahora es el regulador quien marca el ritmo, obligando a industrias que antes avanzaban a su propia velocidad a transformarse con mucha mayor rapidez.

Las siguientes secciones explican las fuerzas que están impulsando este cambio acelerado.

## 1.1. La variabilidad tensiona sistemas que están cerca de la saturación

Hasta hace poco, la economía industrial y de infraestructuras funcionaba bajo una regla tácita: la previsibilidad. Esa premisa ya no funciona, porque la variabilidad se ha convertido en la norma. Las medias estadísticas han perdido valor como referencia operativa. Además, muchos **sistemas** funcionan cerca de su **límite**. Por eso, las desviaciones ya no pueden absorberse mediante márgenes de planificación, colchones de seguridad o capacidad redundante.

En **energía**, la intermitencia de las renovables, junto con la volatilidad meteorológica han sustituido curvas de generación estables por cambios abruptos que impactan en una red donde **el 83% de los nodos** de distribución en España están **saturados**<sup>1</sup>, con varias regiones por encima del **90-100% de utilización**<sup>2</sup>.



Un clúster solar puede estar exportando energía al mediodía y, dos minutos después, tensionar una red ya saturada cuando pasa una nubosidad densa.

En **fabricación**, los picos de producción y demanda aparecen de forma repentina a medida que las cadenas globales se tensan o fragmentan. De hecho, **el 42%** de las empresas prevé **escasez de stock** y **el 38% anticipa retrasos** en entregas en periodos de pico<sup>3</sup>.



Una decisión de aumentar la producción presiona inmediatamente el control de calidad y la logística aguas abajo en plantas que ya operan al límite.

En **logística**, puertos como **Algeciras, Valencia** o **Barcelona** operan con niveles de ocupación entre que llegan al **90%**, con un promedio del **83,1%** en la cuenca mediterránea<sup>4</sup>.



El retraso de un buque puede desencadenar un efecto dominó en las operaciones portuarias, saturando patios y ralentizando los flujos intermodales.

A esto se suman los **desastres naturales**, cada vez más frecuentes y severos, como incendios o inundaciones. No solo interrumpen sistemas ya tensionados, sino que exigen una respuesta operativa inmediata. Según el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), los **incendios forestales** han quemado **353.151 hectáreas** en España a 12 de octubre de 2025, **3,7 veces** más que la media de la última década (93.400 hectáreas). Esta escalada muestra que los fenómenos extremos ya no sean excepciones, sino un elemento estructural que añade otra capa de volatilidad.

Los sistemas operativos han ganado velocidad y precisión, pero su **tolerancia al error se reduce**. En este entorno, las organizaciones no pueden depender únicamente de su propia optimización interna: deben operar dentro de un escenario donde las limitaciones externas, especialmente las regulatorias, determinan cada vez más qué puede hacerse y a qué ritmo.

<sup>1</sup> <https://aelec.es/mapas-de-capacidad-saturacion-de-la-red/>

<sup>2</sup> <https://aelec.es/mapas-de-capacidad-saturacion-de-la-red/>

<sup>3</sup> <https://www.capgemini.com/es-es/investigacion/biblioteca-de-investigacion/supply-chain-in-cpr-research/>

<sup>4</sup> [https://www.europasur.es/maritimas/tti-algeciras-concesion-puerto-algeciras-2065-ampliacion-terminal\\_0\\_2004269132.html](https://www.europasur.es/maritimas/tti-algeciras-concesion-puerto-algeciras-2065-ampliacion-terminal_0_2004269132.html)  
<https://www.shortsea.es/images/Observatorio/OBS.%20ESTADISTICO%20TMCD%201ER%20SEMESTRE%202025.pdf>

## 1.2. La regulación marca el ritmo de la transformación

La regulación se ha convertido en un **motor** decisivo del cambio, definiendo cómo debe transformarse cada sector. Además, la ya no deja el ritmo de evolución en manos del mercado: ahora también fija el **calendario**. Esto se refleja en tres ámbitos clave: descarbonización, seguridad y resiliencia, y protección de los empleados.

### Seguridad y resiliencia

La *Directiva NIS2 (2022)* y la *Directiva de Resiliencia de Entidades Críticas (CER, 2022)* convierten la ciberseguridad y la continuidad operativa en obligaciones legales desde **octubre de 2024**, y los Estados miembros deben transponerlas para garantizar su cumplimiento.

Estas normas **amplían** la definición de **“infraestructura crítica”** y hacen a los equipos directivos **personalmente responsables** de la gestión del riesgo y del reporte.

- Los sistemas energéticos deben resistir interrupciones digitales y físicas y recuperarse de forma autónoma.
- Las fábricas conectadas deben **proteger** tanto los entornos **IT como OT** y notificar los incidentes relevantes.
- Los puertos, corredores y redes logísticas que cada gobierno considere **esenciales** deben aplicar **monitorización** continua y planes de **resiliencia**.

En resumen: la resiliencia se ha convertido en un estándar regulado de rendimiento y la continuidad ya no es deseable, sino **exigible y auditable**.

### Protección y bienestar del empleado

El *Marco Estratégico de la UE sobre Salud y Seguridad en el Trabajo (2021–2027)* considera que el trabajo seguro es un derecho fundamental y lo integra en las transiciones ecológica y digital. Señala la exposición climática, la salud mental y la automatización como las nuevas fronteras regulatorias.

- En **energía**, los operadores deben garantizar que el **trabajo** de campo en condiciones extremas sea seguro y esté **monitorizado**.
- En **fabricación**, las tasas persistentes de accidentes en España y Portugal están impulsando inspecciones más estrictas y **reformas** alineadas con directivas europeas.
- En **logística**, la **fatiga**, la intensidad de los **turnos** y el calor se tratan ya como factores que afectan a la continuidad de la cadena de suministro.

La **sostenibilidad humana** se ha sumado al carbono y la resiliencia como pilar regulatorio: las operaciones deben ser seguras, sostenibles y centradas en las personas.

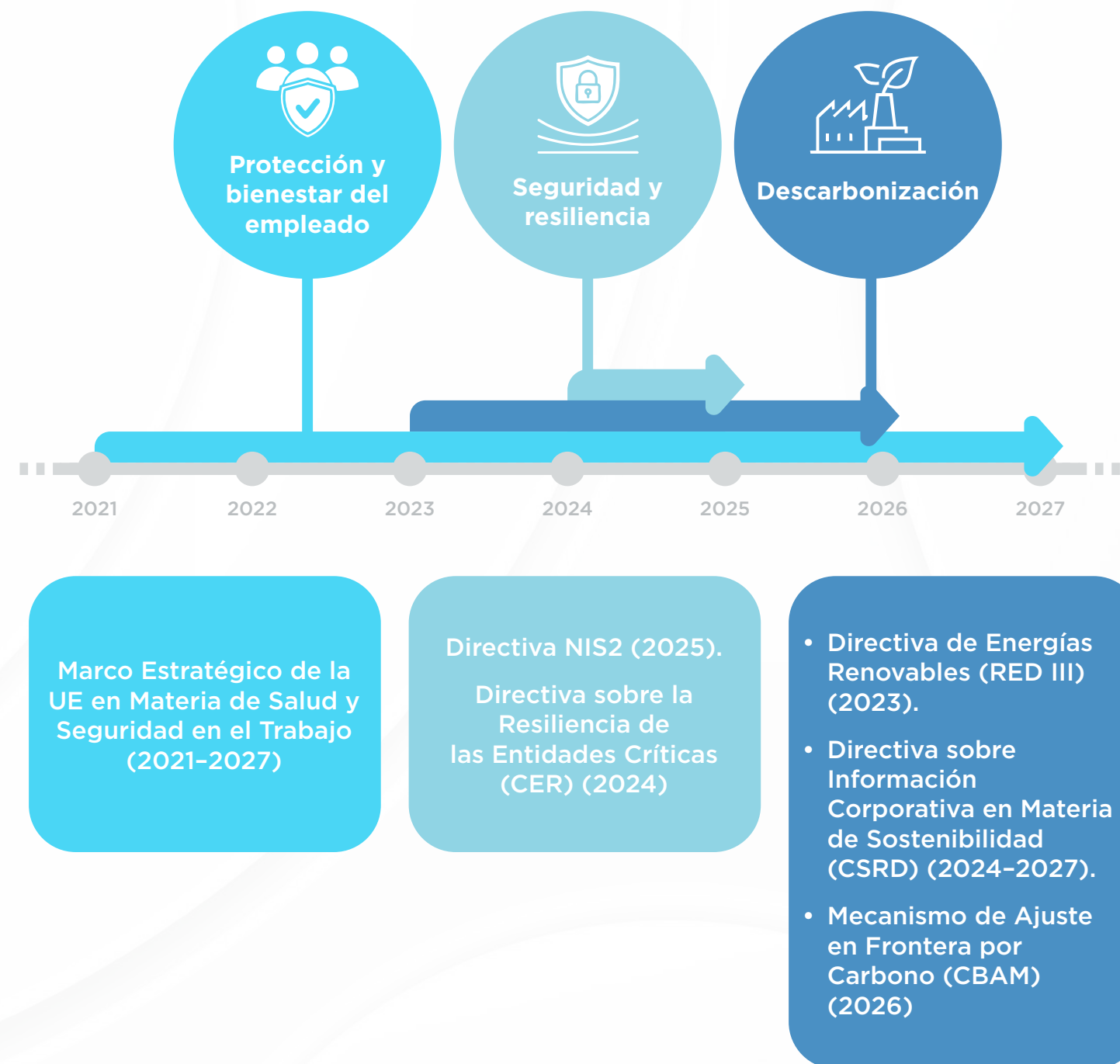
## Descarbonización

La descarbonización es un mandato regulatorio con **objetivos vinculantes** y plazos definidos, que afecta de forma directa a cómo se produce, se transporta y se consume energía, y a cómo operan las industrias y las cadenas logísticas.

- En el sector energético, los operadores deben integrar las **renovables** a gran escala, garantizar el origen **trazable** de la energía y transformar las **redes** tradicionales en plataformas energéticas flexibles y basadas en **datos** antes de que finalice esta década. Todo ello en línea con el *European Green Deal (2019)*, el paquete *Fit for 55 (2021)* y la *Directiva de Energías Renovables (RED III, 2023)*, que establecen objetivos vinculantes para 2030.
- En **fabricación**, la Directiva de Reporte de Sostenibilidad Corporativa (**CSRD, 2024-2027**) obliga a aumentar la transparencia en toda la cadena de valor, mientras que el Mecanismo de **Ajuste en Frontera por Carbono** (CBAM, 2026) introducirá un precio al carbono en las importaciones, elevando la presión competitiva en las cadenas globales de suministro.
- En **logística**, los nuevos estándares de CO<sub>2</sub> para vehículos pesados y la regulación *FuelEU Maritime (2025)* convierten la reducción de la huella de carbono en un requisito medible para flotas, puertos y corredores de transporte.

En conjunto, la regulación ha pasado de fomentar la sostenibilidad a exigir avances medibles dentro de un calendario cerrado.

## La regulación marca el ritmo de la transformación



### 1.3. Los retos para los CIOs

Estas fuerzas se traducen de forma directa en la agenda tecnológica. Determinan lo que se espera que entreguen los CIOs y dejan al descubierto dónde los modelos operativos actuales ya no dan respuesta. La siguiente tabla resume cómo estas presiones se materializan en las **prioridades** diarias de los CIOs de *utilities*, fabricación y logística, revelando un patrón común: las expectativas avanzan más rápido que las arquitecturas que las sostienen.

A medida que aumentan las exigencias regulatorias y de **ciberseguridad**, los CIOs necesitan aplicar segmentación avanzada, control local y monitorización continua. Hacerlo en entornos **IT y OT fragmentados** es complejo: una vulnerabilidad en una capa puede comprometer inmediatamente otra, y la falta de una gobernanza unificada dificulta coordinar políticas y actuaciones entre equipos y sedes.

Cuando las operaciones y las **cadena**s de suministro son **volátiles**, se espera que el CIO proporcione visibilidad en tiempo real, capacidad de decisión ágil y resiliencia en localizaciones distribuidas. Sin embargo, gran parte de la infraestructura actual sigue generando **datos con retraso**, y además muchos procesos aún no están estandarizados, lo que complica reaccionar con rapidez.

Al mismo tiempo, la presión por adoptar **automatización** e IA sigue creciendo. Estas capacidades pueden

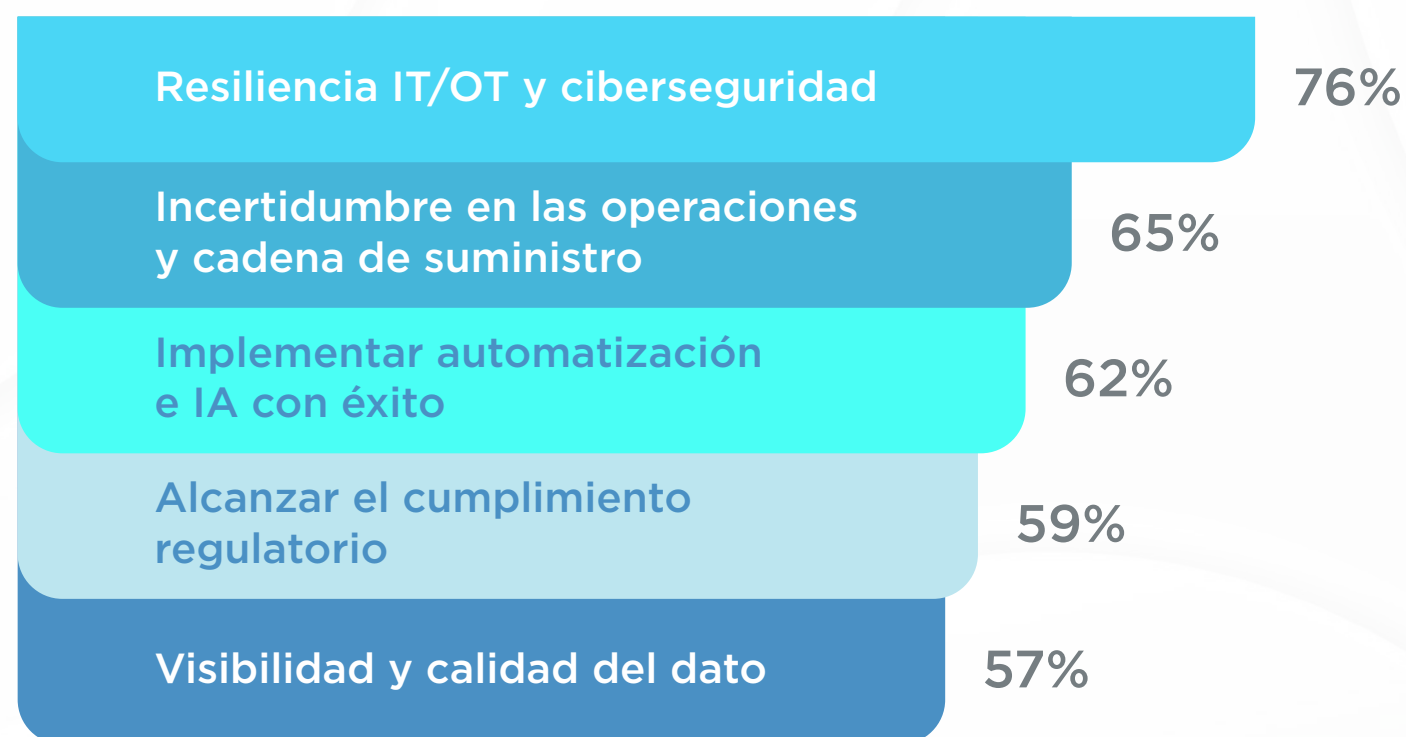
absorber la variabilidad y mejorar el rendimiento, pero solo si la infraestructura soporta operaciones críticas de **baja latencia**. En muchos casos, esa base técnica y operativa todavía no está preparada.

En sostenibilidad, eficiencia energética y cumplimiento **ESG**, las organizaciones deben generar **evidencia** operativa: datos trazables, procesos auditables y control verificable del uso de recursos. Sin embargo, muchas actividades críticas siguen funcionando con **datos incompletos** o aislados y con sistemas heterogéneos,

lo que hace complicado sostener un cumplimiento continuo.

En el fondo, todo apunta a un mismo problema estructural: a los CIOs se les exige resiliencia, agilidad y cumplimiento apoyándose en **arquitecturas** que no fueron concebidas para el nivel actual de interdependencia, velocidad y presión regulatoria. **Mejorar** o ampliar las herramientas ya **no basta**; es necesario redefinir la base sobre la que funcionan las operaciones.

Retos del CIO en los sectores de *utilities*, fabricación y logística



% CIOs

Fuente: análisis de Foundry a partir de datos de Gartner, McKinsey y Deloitte, 2025

## 2. El nuevo modelo: de operar activos a orquestar una plataforma

Las presiones descritas anteriormente dejan claro que las arquitecturas actuales ya no son suficientes. Además, en utilities, industria y logística, las reglas de operación están **cam- biando**. En energía, la red ya no es un conducto que mueve recursos en una sola dirección. En fabricación, la planta ya no es una secuencia lineal de operaciones. En logística, el sis- tema ya no consiste únicamente en trasladar mercancías del punto A al punto B.

Por ello, las empresas líderes de energía, manufactura y logística están **redefiniendo** tan- to su identidad como la forma en que operan.

Repsol es un ejemplo claro. Históricamente asociada a los combustibles fósiles, la compa- ñía se está reposicionando hacia un modelo más amplio y digital. Hoy se presenta como “una compañía **multienergía** capaz de satisfacer todas las necesidades energéticas de sus clientes, tanto en sus hogares como en sus desplazamientos”. Este cambio ya está en marcha: la compañía está “estando transformando sus seis complejos industriales de la Penín- sula Ibérica en **polos multienergéticos**”<sup>5</sup>. Repsol describe su enfoque de innovación como “un nuevo paradigma: Producto y Plataforma”<sup>6</sup>, que sustituye a las estructuras tradiciona- les de proyectos. Este enfoque integra métodos ágiles, datos, automatización y capacida- des digitales en todo el negocio.

La Autoridad Portuaria de Valencia define a Valenciaport como “el **hub** verde, **inteligente** e innovador del Mediterráneo”<sup>7</sup>. Un reposicionamiento similar se observa en la automoción. En la planta de Martorell de SEAT S.A., la compañía presenta su programa de electrificación como un paso hacia “la **fábrica del futuro**, gracias a una producción más inteligente y **co- nectada**, con procesos más ágiles, optimizados y sostenibles”<sup>8</sup>.

No se trata de un ejercicio de comunicación ni de branding. Es una respuesta estructural a las presiones que están redefiniendo cómo deben operar estos sectores.

Cumplir con este cambio requiere mucho más que actualizar infraestructuras heredadas o sumar herramientas digitales aisladas. Supone **repensar**, partiendo desde la base, cómo funcionan y se conectan estos sectores.

<sup>5</sup> <https://www.repsol.com/es/sala-prensa/notas-prensa/2025/repsol-suma-stonepeak-primera-incorporacion-socio-cartera-renovable-estados-unidos/index.cshtml>

<sup>6</sup> <https://www.repsol.com/es/innovacion/digitalizacion/nuestro-modelo/index.cshtml>

<sup>7</sup> <https://www.valenciaport.com/valenciaport-el-hub-verde-inteligente-e-innovador-del-mediterraneo/>

<sup>8</sup> <https://www.seat.mx/compania/noticias/corporativo/produccion-de-vehiculos-electricos-en-Martorell>

# 3. Convertir la plataforma en una realidad

Cuando una empresa empieza a pensar y operar como una plataforma, cambia su **lógica operativa**. Antes, todo giraba en torno a los activos, cada uno gestionado con sus propios sistemas y procesos de decisión. Ahora, el foco pasa de gestionar esos activos por separado a orquestar un flujo integrado de operaciones.

Este nuevo modelo se sostiene sobre tres pilares: un nuevo sistema operativo, inteligencia distribuida (*edge computing*) y conectividad avanzada (redes privadas inalámbricas).



### 3.1. Un nuevo sistema operativo: la base

Un nuevo sistema operativo integra operaciones físicas, datos e inteligencia en un marco único y coherente, asegurando que lo que ocurre en el terreno se refleje inmediatamente en los datos y que las decisiones se orquesten de forma coordinada en toda la organización.

Se articula en **tres capas** interdependientes que trabajan de forma conjunta: una capa **física** conectada, una capa de **datos** compartida y una capa de **inteligencia** que permite la orquestación.

#### Capa de inteligencia y gobernanza

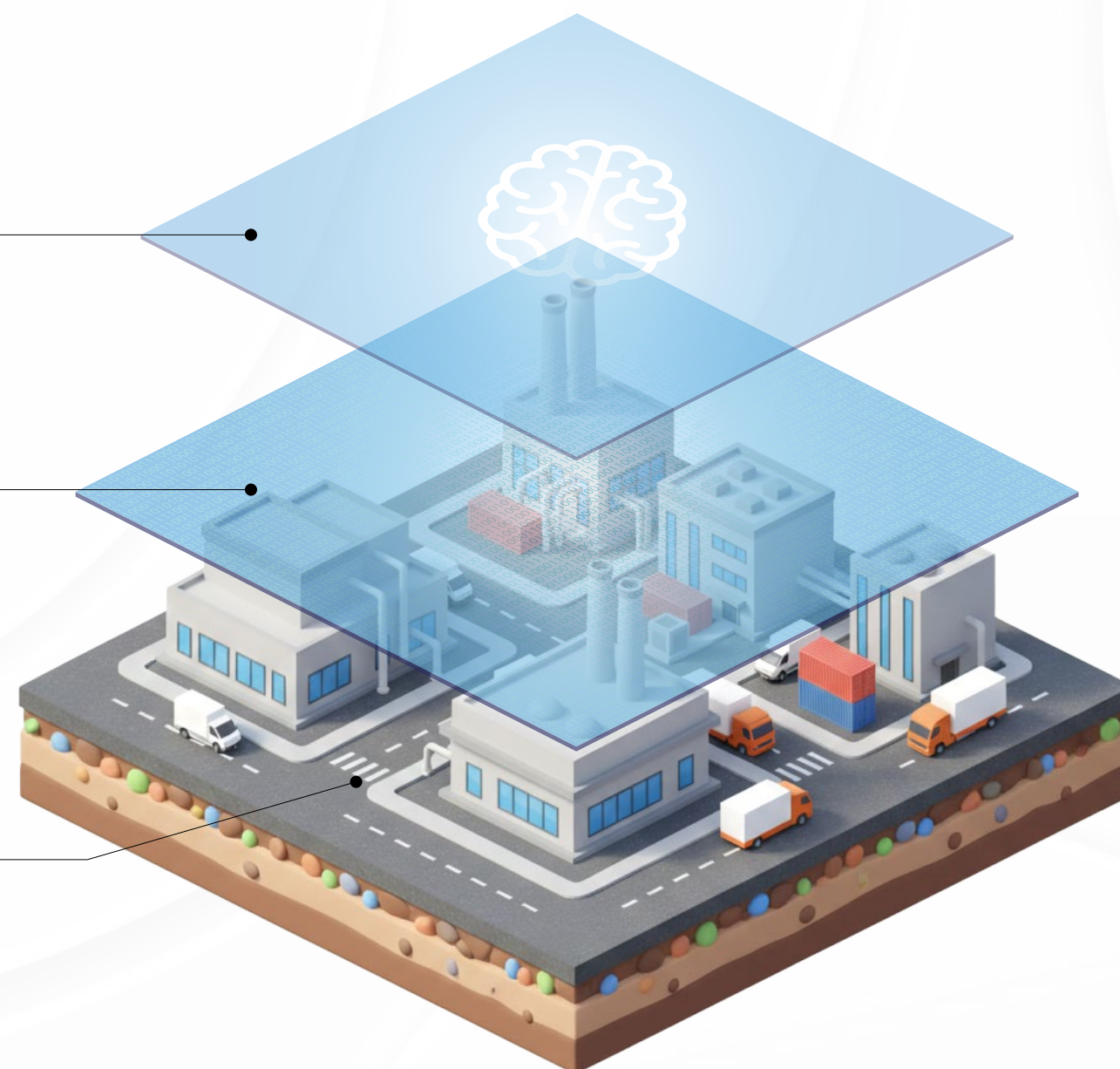
Del control central a la orquestación

#### Capa de datos

Una verdad operativa compartida y accesible

#### Capa física

Activos conectados y empleados aumentados



## Capa física: activos conectados y empleados aumentados

Los cimientos se encuentran en la capa física, donde la tecnología se encuentra con las operaciones diarias. Máquinas, vehículos o subestaciones se **sensorizan** e integran progresivamente para actuar como parte de un sistema conectado, y no como componentes aislados.

Los **empleados** se **aumentan** digitalmente, apoyados por herramientas de analítica y orquestación que les permiten actuar con mayor precisión. Su **conocimiento local** sigue siendo insustituible: cada evento genera experiencia práctica que fortalece el sistema. Al ganar capacidad para tomar decisiones contextuales, bien sea sobre seguridad, congestión o carga energética, los empleados se convierten en decisores distribuidos que sostienen la optimización y la continuidad.

Tanto activos como empleados **capturan** y comparten **datos** de forma continua, alimentando las capas superiores del sistema operativo.

## Capa de datos: una verdad operativa compartida y accesible

El dato conecta todas las partes del sistema. En vez de quedarse atrapado en silos, el objetivo es crear una capa unificada que proporcione la información adecuada a los actores adecuados en el momento preciso. Esto garantiza que **todas** las funciones (operaciones, logística, mantenimiento o gestión energética) trabajen sobre la **misma información**.

La visibilidad compartida mantiene **alineadas** las decisiones entre funciones y permite demostrar el cumplimiento regulatorio con la rapidez que ahora se exige. En la práctica, los datos se convierten en la fuerza **integradora** del modelo.

## Capa de inteligencia y gobernanza: del control central a la orquestación

En la capa superior se sitúa la inteligencia, donde se toman las **decisiones** a nivel de plataforma. Con miles de activos conectados, la **orquestación** sustituye al control centralizado: las decisiones se ejecutan donde deban producirse (una planta, vehículo o subestación), pero siempre alineadas con las prioridades de la empresa.

El **gobierno** se hace explícito y trazable: cada decisión automatizada o delegada puede justificarse según su política, propósito e impacto. El resultado es una operación más flexible y **adaptativa**.

## 3.2. Edge computing: la infraestructura que hace funcionar el modelo de plataforma

En el modelo de plataforma, la empresa deja de ser un conjunto de sedes aisladas para convertirse en una **red de nodos** conectados: plantas, terminales, subestaciones, almacenes, equipos de campo y socios externos. Cada nodo afronta sus propias **condiciones**, desde picos de demanda hasta incidentes inesperados, y debe responder en cuestión de segundos.

Este modelo exige **inteligencia distribuida**: la capacidad de tomar decisiones donde ocurren los eventos. Esto es lo que permite que una fábrica establezca una línea en cuanto detecta una desviación, que un *hub* logístico se adapte de inmediato a una perturbación en el flujo, o que un operador energético reequilibre la red en el instante en que se vuelve inestable. Además, hace posible **cumplir** la normativa en el momento, y no revisando incidentes mucho después.

Sin esta **descentralización**, el modelo de plataforma queda incompleto. La organización puede tener visibilidad, pero no tiene capacidad de actuar con la rapidez, la autonomía o la proximidad que requieren las operaciones.

### Las soluciones actuales no permiten operar como plataforma

Las arquitecturas centralizadas de cloud y centros de datos fueron diseñadas para escala, consolidación y profundidad analítica, no para la **respuesta en tiempo real**. Su diseño parte de varios supuestos: que los procesos son estables, que la información puede centralizarse y que el sistema puede tolerar retrasos mientras los datos se transportan y procesan. Pero los entornos operativos funcionan de otra manera: evolucionan en tiempo real y dependen del contexto local. Un modelo centralizado tiene limitaciones estructurales que le impiden adaptarse al ritmo real de las operaciones:

#### Latencia

Cuando una decisión debe viajar a un centro de datos remoto y volver, corre el riesgo de llegar tarde: detener una máquina, ajustar un parámetro o evitar un incidente de seguridad depende de que se actúe en el momento. Los retrasos, por pequeños que sean, rompen la sincronía entre la decisión y el proceso físico que se debe controlar.

#### Autonomía y resiliencia

Si cada función crítica depende de redes externas o proveedores, cualquier interrupción, sea una caída, un enlace congestionado o un problema de enrutamiento, se convierte en un riesgo operativo. Las operaciones locales pasan a ser elementos pasivos, incapaces de sostenerse durante un incidente.

#### Cumplimiento y gobierno

Cuando los datos operativos sensibles salen del entorno operativo, es difícil garantizar dónde se almacenan, quién puede acceder a ellos o qué normas van a aplicarles. Con marcos como NIS2 y las regulaciones sobre seguridad del trabajador, las organizaciones deben aportar evidencias sólidas y una trazabilidad más estricta. Cumplir estos requisitos es mucho más difícil si los datos se procesan remotamente.

En resumen, cloud y los centros de datos centralizados seguirán desempeñando un papel importante en la empresa, pero no pueden proporcionar la **respuesta en tiempo real**, la **autonomía local** ni el **control normativo** que las operaciones necesitan hoy.

## Edge computing: la solución a los límites de los modelos centralizados

*Edge computing* resuelve estas limitaciones cambiando dónde y cómo se ejecuta la inteligencia. En lugar de depender de una infraestructura remota, el entorno local se convierte en una **capa de ejecución**. Es capaz de tomar decisiones en tiempo real, operar de forma autónoma y aplicar reglas localmente, manteniéndose conectado con los sistemas centrales para la coordinación, el aprendizaje y la auditabilidad.

En la práctica, *edge computing* aporta tres capacidades esenciales:

- **Procesamiento en tiempo real.** Los datos de sensores, máquinas, vehículos y trabajadores se analizan en el lugar donde se generan. Las decisiones se toman en función del proceso, no de la latencia de una red externa.
- **Autonomía operativa** con continuidad. Al ejecutar aplicaciones críticas en el propio entorno, *edge* permite que una planta, terminal o subestación siga funcionando con seguridad incluso si la conectividad externa se degrada o se interrumpe.
- **Cumplimiento y gobernanza** en el punto de acción. Procesar y conservar los datos localmente facilita aplicar las normas sectoriales, respetar la soberanía del dato y generar evidencia auditable. Los requisitos se implementan directamente y las políticas se monitorizan de forma continua.



### Análisis local

Los datos se procesan allí donde se generan

### Soberanía del dato

Control y cumplimiento normativo garantizados

### Aplicaciones críticas

Ejecución local asegura la continuidad

### Decisión autónoma

Empleo aumentado y proceso automatizado actúan en tiempo real

El *edge* conecta el entorno físico con la inteligencia central de la empresa. Se vincula hacia abajo con máquinas, sensores y sistemas de control, y hacia arriba con las plataformas de datos y cloud que consolidan información, entrenan modelos y distribuyen políticas actualizadas. El resultado es un bucle continuo de **aprendizaje**: los sistemas centrales mejoran a partir de lo que ocurre sobre el terreno, y el *edge* aplica esa inteligencia mejorada de inmediato, siempre dentro de los límites establecidos por la organización.

Por eso, *edge computing* no es un añadido secundario al modelo de plataforma; es el elemento que hace que **el modelo funcione**.

### 3.3. Conectividad privada: el elemento que cohesiona la plataforma

*Edge computing* solo alcanza su máximo potencial cuando se apoya en una **conectividad avanzada**. La inteligencia local depende de una red que sea capaz de conectar miles de activos, sensores y sistemas distribuidos con **velocidad, consistencia y fiabilidad**. Si la conexión es inestable, tiene latencia o no es segura, la capacidad de actuar en tiempo real desaparece.

No todas las redes pueden ofrecer esto. Opciones convencionales como Ethernet, Wi-Fi, satélite o las redes públicas 4G/5G cumplen funciones relevantes, pero ninguna garantiza el rendimiento en tiempo real, la fiabilidad ni el nivel de control que requieren las operaciones críticas.

Las redes 5G privadas aportan esa capa que falta. Complementan las tecnologías de comunicación existentes y aportan elementos únicos:



- **Ultra baja latencia** (por debajo de 10 ms), habilitando la coordinación en tiempo real de robots, grúas y vehículos autónomos.
- **Rendimiento garantizado en movilidad**, con cobertura continua en interiores y exteriores.
- **Seguridad avanzada**, mediante autenticación con SIM privada y gestión interna de datos cifrados.
- **Fiabilidad operativa**, manteniendo la conectividad incluso en congestión o condiciones adversas.
- **Escalabilidad masiva**, soportando miles de dispositivos conectados.
- **Procesamiento en tiempo real**, para decisiones instantáneas.

Al contar con espectro e infraestructura dedicados, el 5G privado elimina la **congestión** y asegura un rendimiento estable incluso en entornos exigentes o de alta densidad. Un aspecto igualmente importante es que los **datos permanecen dentro** del dominio corporativo, un requisito crítico en operaciones sensibles y para cumplir la normativa.

El despliegue puede realizarse mediante distintos modelos, desde infraestructuras completamente dedicadas para una sola organización hasta configuraciones compartidas o híbridas que combinan recursos privados y públicos. En todos los casos, la empresa mantiene **el control total**.

La arquitectura combina un espectro dedicado con *small cells*, antenas avanzadas y nodos de *edge computing* que procesan los datos localmente. Este diseño garantiza que los flujos críticos siempre tengan la calidad y prioridad necesarias y permite comportamientos en tiempo real, como el mantenimiento predictivo o la inspección remota, que antes eran inviables con la conectividad convencional.

# 4. La nueva oportunidad: eficiencia, innovación y cumplimiento

Estas tecnologías no son solo una respuesta a presiones externas; ofrecen **mejoras** operativas medibles. Un modelo de plataforma con edge y 5G privado mejora la **eficiencia** del sistema en su conjunto, no activo por activo. También acelera la **innovación** al permitir que los equipos combinen tecnologías existentes para crear nuevas soluciones con rapidez. Además, simplifica el **cumplimiento** normativo al automatizar la captura y el suministro de datos fiables.

## Eficiencia que aplica al sistema completo: multiplicación

Desde una perspectiva de plataforma, la eficiencia deja de centrarse en mejoras aisladas para convertirse en rendimiento del sistema. La optimización y la escalabilidad ya no dependen de mejorar los componentes, sino de **orquestrar activos, datos e inteligencia**.

La eficiencia tradicional se centraba en cada elemento (una línea más rápida, una subestación más robusta, una grúa de mayor capacidad), bajo la premisa de que las mejoras locales acabarían sumando. Hoy, el verdadero valor proviene de **sistemas conectados**.

Por ejemplo, en *utilities*, los activos sensorizados detectan señales tempranas de fallo y los drones amplían la visibilidad en las redes. Si se combina con herramientas de realidad aumentada, el mantenimiento se vuelve más rápido y seguro. Solo las inspecciones con drones pueden **reducir costes un 70%** y disminuir el **tiempo de inactividad hasta un 90%** en la **eólica marina**<sup>9</sup>.

En los puertos españoles, la implantación de estrategias de gestión digital de activos y la digitalización han generado ya un **15% de aumento en eficiencia operativa y una reducción del 10% en costes de mantenimiento** en los últimos cinco años<sup>10</sup>.

## El retorno de la inversión del nuevo modelo



Puertos  
**15%**  
Aumento  
eficiencia  
operativa



Red eléctrica  
**70%**  
Reducción  
coste de  
inspecciones

<sup>9</sup> [https://www.researchgate.net/publication/348718638\\_Estimating\\_the\\_Impact\\_of\\_Drone-based\\_Inspection\\_on\\_the\\_Levelised\\_Cost\\_of\\_Electricity\\_for\\_Offshore\\_Wind\\_Farms](https://www.researchgate.net/publication/348718638_Estimating_the_Impact_of_Drone-based_Inspection_on_the_Levelised_Cost_of_Electricity_for_Offshore_Wind_Farms)

<sup>10</sup> <https://www.mdpi.com/2227-9717/13/3/705>

## Innovación ágil por combinación

En el nuevo modelo, la **innovación** pasa de la invención a la composición: **reutilizar** elementos ya probados para obtener resultados más rápidos.

La plataforma expone tecnologías como módulos interoperables: AR/VR para asistencia, visión artificial para detección, IoT y gemelos digitales para contexto, o robots y drones para acción. El valor surge de cómo se combinan. Por ejemplo, vincular visión, geofencing y analítica en el *edge* transforma la supervisión en prevención. Además, incorporar **IA generativa** acelera aún más el proceso al reducir fricciones.

La innovación por combinación acorta el camino entre la idea y el impacto, logrando mayor eficiencia, menos emisiones y operaciones más seguras y adaptativas.



## Cumplimiento sin fricción

Cuando los datos se capturan y procesan en el *edge*, la elaboración de informes deja de ser una tarea manual y retrospectiva y pasa a ser cada vez más una salida **automática** de las operaciones. Los dispositivos del *edge* registran marcas de tiempo, verifican y estandarizan lecturas, generando registros auditables listos para cualquier marco normativo, mientras reducen latencia, ancho de banda y riesgos de privacidad. Los datos se concilian en tiempo real, evitando sanciones.

En el reporting ESG y CSRD, el principal cuello de botella no son los formularios, sino el **dato fragmentado**. Las plataformas habilitadas por el *edge* resuelven este problema capturando datos primarios en **origen**, aplicando formatos coherentes y enviando automáticamente los KPIs a catálogos centrales. Si después se aplica IA, las grandes empresas suelen reducir su carga de reporting en **2.000–3.000 horas al año**, o hasta un **50% del esfuerzo total**<sup>11</sup>, además de disminuir los errores.



<sup>11</sup><https://fintech.global/2024/11/11/how-ai-slashes-esrs-compliance-time-by-50-for-sustainable-reporting/>  
(PDF) Harnessing Big Data and AI to Revolutionize Sustainability Accounting and Integrated Corporate Financial Reporting

# 5. Casos de uso: evidencia en acción

## 5.1. Sector industria: modernización del mantenimiento en una empresa química global Fortune 500

### a. Reto: mantenimiento basado en papel que ralentizaba las operaciones y generaba riesgo

Esta compañía cuenta con complejos industriales que abarcan decenas de **kilómetros cuadrados**, con instalaciones de acero y hormigón. En este entorno, los procesos de mantenimiento e inspección eran **manuales** y dependían del papel.

Los técnicos tenían que **recorrer** largas **distancias** entre la sala de control y el equipo en campo, llevando consigo la documentación impresa necesaria para ejecutar las tareas de inspección. Tenían que completar análisis de seguridad y entregar documentos a los operarios. Esto duplicaba continuamente el tiempo necesario para completar una tarea de mantenimiento. La documentación en **papel** también limitaba la precisión y la trazabilidad: los

procedimientos podían estar desactualizados, las anotaciones incompletas y los registros, ser inconsistentes.

Los riesgos de seguridad eran considerables: los operarios portaban los **documentos** en **zonas peligrosas** y no existía coordinación en tiempo real con la sala de control. Además, aumentaba la probabilidad de **error humano**, inspecciones repetidas y retrasos operativos.

Los emplazamientos no contaban con la **conectividad** necesaria para soportar tablets, wearables o inspecciones asistidas por vídeo, lo que hacía imposible la digitalización.



## b. El enfoque: *edge computing* para modernizar las operaciones en campo

La empresa puso en marcha este programa de modernización en una de sus principales plantas de producción, con el objetivo de **rediseñar** las tareas de mantenimiento e inspección.

Para reducir los constantes desplazamientos entre el campo y la sala de control, la empresa necesitaba llevar la toma de decisiones, las guías de acción y la documentación al **punto** donde se realizaba el trabajo. Esto situó el **edge computing** como la elección adecuada para la solución.

Esta decisión permitió flujos de trabajo digitales que no dependían de centros de datos remotos ni de conectividad inestable. También creó la base para generar datos, imágenes y **evidencias** en vídeo de forma consistente en el **punto de ejecución**.

Para habilitar estas capacidades en un espacio tan extenso y abundante en hormigón y metal, la compañía desplegó una red privada **LTE/5G** con cobertura homogénea, dotando de movilidad fiable a zonas donde el Wi-Fi no podía operar de forma eficaz. Esto permitió que **tablets, cámaras** y **wearables** funcionaran de manera predecible en todas las áreas operativas.

La solución combinó infraestructura *edge* local, **conectividad privada** industrial y una integración completa con los sistemas **IT y OT** existentes. El despliegue y la puesta en operación se completaron dentro de un programa de **12 meses**, apoyado por herramientas de gestión unificadas y APIs.

## c. Resultados: operaciones más rápidas, equipos más seguros y mayor calidad en las inspecciones

Tras el despliegue en esta planta, la compañía obtuvo mejoras claras y medibles en velocidad de ejecución, seguridad y calidad de inspección:

### Ciclos de mantenimiento más rápidos

Las tareas se completaban con mayor agilidad al disponer de procedimientos y documentación directamente en campo, eliminando la necesidad de volver a la sala de control.

### Mayor nivel de seguridad

Las instrucciones digitales sustituyeron al papel en áreas peligrosas, y el soporte visual en tiempo real permitió tomar decisiones más rápidas y seguras.

### Operaciones digitales escalables

Se pasó de procesos manuales y dependientes del papel a un modelo operativo conectado y móvil, capaz de soportar nuevos casos de uso digitales.

### Calendario de ejecución predecible

La solución al completo, desde la planificación hasta la integración completa y el traspaso, se entregó en **12 meses**, demostrando que una modernización de esta escala puede ejecutarse con rapidez y previsibilidad.

### Menos errores de inspección

Los flujos de trabajo digitales estructurados y la captura inmediata de evidencias mejoraron la precisión y la coherencia entre equipos.

### Adopción rápida e impacto medible

En solo cuatro meses, la empresa ejecutó **28.000 procesos** digitales, demostrando una fuerte adopción y un valor operativo claro.

### Movilidad fiable en todo el emplazamiento

Los dispositivos operaron de forma consistente en más de **50 kilómetros cuadrados**, garantizando conectividad estable en entornos metálicos y complejos.

## d. Conclusión: un modelo escalable para operaciones industriales conectadas

El proyecto demostró que ejecutar flujos de mantenimiento e inspección en el edge puede **transformar** el funcionamiento de **grandes complejos industriales**. Al situar la inteligencia en el punto de trabajo, la empresa aceleró las tareas en campo, redujo movimientos innecesarios y mejoró la seguridad y la consistencia entre equipos.

La red privada LTE/5G proporcionó la conectividad necesaria y fiable para que estas capacidades en el edge funcionaran.

Tras el éxito conseguido en esta planta, y gracias a la colaboración entre Nokia y Kyndryl, este modelo se está **extendiendo** ahora a **otras instalaciones** del grupo en **todo el mundo**, y se ha convertido en un referente.

## 5.2. Servicio de Bomberos de la Generalitat de Cataluña: un nuevo sistema de respuesta ante incendios

### a. Reto: responder a incendios en condiciones cambiantes y difíciles de anticipar

Los **incendios forestales** son variables y difíciles de **anticipar**. Los cambios bruscos de viento, el comportamiento irregular del fuego y los equipos dispersos complican la obtención de información fiable.

Las decisiones dependen a menudo de la **observación directa** y la experiencia más que de datos en tiempo real, y las herramientas existentes para monitorizar condiciones ambientales y biométricas ofrecen solo una **visión parcial**. Al mismo tiempo, la protección de las zonas **residenciales** colindantes con entornos

forestales requiere señales de alerta temprana que los modelos convencionales no siempre pueden proporcionar. Los enfoques tradicionales se basan en **comunicaciones fragmentadas** y en datos procesados en centros remotos, generando retrasos difíciles de conciliar con emergencias que evolucionan con rapidez. Estas limitaciones aumentan el **riesgo** para los **bomberos** en primera línea, que deben operar con visibilidad incompleta sobre su nivel de **exposición** o la evolución del entorno inmediato.

Para abordar este reto, el Servicio de Bomberos de Cataluña lanzó un piloto para probar un **modelo operativo distribuido**, en el que los datos se procesan cerca del incidente y la conciencia situacional se genera en tiempo real directamente sobre el terreno. El proyecto fue financiado por el programa **UNICO SECTORIAL 5G 2023**, a través del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea — Next Generation EU.



## b. Solución: un sistema operativo distribuido para la respuesta a incendios forestales

El piloto se diseñó para llevar la inteligencia al terreno. Las operaciones de extinción requieren información inmediata, pero a menudo se realizan en zonas aisladas, inestables o solo parcialmente conectadas. Un modelo basado en **edge** permite procesar y correlacionar información en el lugar donde ocurren los eventos, reduciendo la dependencia de sistemas remotos, eliminando la latencia y garantizando que las alertas se activen incluso cuando la conectividad externa se degrade. Esto era esencial para evaluar un modelo capaz de soportar decisiones operativas en tiempo real.

Dos **casos de uso** complementarios guiaron el piloto. El primero se centraba en **proteger** a los **bomberos** mediante el seguimiento de la exposición a gases, calor y esfuerzo físico. El segundo se enfocaba en **sal-**

**vaguardar zonas residenciales** cercanas mediante la detección temprana de anomalías ambientales que pudieran preceder una ignición o una propagación acelerada. Ambos se basan en el mismo principio: **interpretación rápida y local** de señales diversas.

No existía cobertura pública 4G/5G en la zona. Por ello, el piloto utilizó una **red inalámbrica dedicada** que cubría aproximadamente 16.000 m<sup>2</sup>. Combinó varias tecnologías inalámbricas, incluyendo una red privada 5G SA de Nokia como capa operativa principal, LoRaWAN para sensores perimetrales de baja potencia y conectividad satelital para el backhaul.

La arquitectura integró un conjunto coordinado de elementos: **sensores** portados por los bomberos,

**dispositivos** ambientales **perimetrales**, **datos meteorológicos** oficiales, un nodo **edge** local para procesamiento y correlación, y un panel operativo para visualización. Estos componentes se **orquestraron** a través de una **plataforma** integrada de IoT e IA, que normalizaba los datos recibidos, aplicaba lógica de alerta temprana y permitía la correlación entre las distintas fuentes. El objetivo no era evaluar cada tecnología por separado, sino validar que podían operar como un **sistema unificado** capaz de generar información inmediata y coherente durante una quema controlada realizada por el Servicio de Bomberos de Cataluña.



### c. Resultados: una visión unificada para la toma de decisiones en tiempo real

El piloto demostró que un sistema distribuido puede convertir **señales heterogéneas** en **información accionable** con la inmediatez que exige un incendio forestal. Los datos biométricos, ambientales, meteorológicos y de geolocalización se procesaron en el *edge*, permitiendo activar alertas en cuestión de segundos.

Los sensores portados por los bomberos mostraron cómo variaban las condiciones a lo largo de la zona de quema, con niveles de exposición cambiando a medida que cada miembro del equipo avanzaba por el terreno. Los sensores perimetrales aportaron una visión más amplia, captando variaciones de temperatura, humedad, CO<sub>2</sub> y otros gases conforme progresaba la quema. Junto con los datos meteorológicos oficiales, estas señales ofrecieron una **imagen precisa** y a ras de suelo de cómo estaban evolucionando las condiciones durante el ejercicio.

Toda esta información se consolidó a través de la **plataforma integrada** de Kyndryl, que reunió datos de múltiples sensores y fuentes en un único entorno operativo. Esto permitió disponer de un **panel unificado** que mostraba la **ubicación** de cada bombero, sus niveles de **exposición** y la evolución de las **condiciones** a su alrededor. El piloto demostró que el sistema puede apoyar **decisiones críticas** incluso cuando los sensores individuales informan a distintas velocidades o niveles de precisión.

La arquitectura se mantuvo **estable** en la zona de pruebas de **16.000 m<sup>2</sup>**, a pesar de la vegetación densa y las condiciones cambiantes. Esta resiliencia permite **escalar** a unidades móviles de respuesta o a despliegues permanentes en áreas residenciales de alto riesgo.

## d. Beneficios: impacto en seguridad, coordinación y prevención

Los resultados demostraron cómo un modelo distribuido habilitado por *edge* puede reforzar la seguridad en primera línea y la capacidad de detección temprana. Entre los beneficios clave destacan:

**Mayor seguridad para los bomberos**, con visibilidad en tiempo real sobre su exposición, el esfuerzo y las condiciones ambientales.

**Una imagen operativa unificada**, reduciendo la fragmentación entre comunicaciones, observaciones en campo y datos de sensores.

**Mejor coordinación**, apoyada en la geolocalización continua y en niveles diferenciados de exposición por miembro del equipo.

**Reutilización clara**, adecuada tanto para intervenciones móviles como para instalaciones permanentes en las franjas que limitan zonas residenciales con áreas forestales.

**Detección temprana de riesgos**, lo que permite actuar de forma preventiva en zonas vulnerables antes de la ignición o la propagación rápida.

**Toma de decisiones en tiempo real**, Al disponer de toda la información crítica integrada en una única vista operativa.

**Resiliencia operativa**, manteniendo la continuidad incluso ante retrasos de sensores o variabilidad ambiental.

## e. Conclusiones y lecciones aprendidas

El piloto confirmó que un modelo distribuido, que combina procesamiento en el *edge* y conectividad dedicada, puede **mejorar** significativamente la **respuesta** ante incendios forestales. Se llevó a cabo en una zona sin ningún otro tipo de conectividad. Las redes públicas 4G y 5G no estaban disponibles, y la cobertura era prácticamente inexistente. Esto hizo que la **conectividad privada** fuese esencial.

Al **integrar** flujos de **datos diversos** en una vista operativa inmediata, el sistema mejoró tanto la seguridad de los bomberos como la detección temprana en áreas de riesgo.

El ejercicio también puso de relieve consideraciones prácticas para **futuros despliegues**, como la **sincronización** de diferentes tipos de conectividad junto con sensores de baja potencia, la gestión de la variabilidad entre dispositivos móviles y el ajuste de umbrales de alerta.

El trabajo conjunto de Kyndryl y Nokia en el despliegue y la operación del sistema **validó** la solidez del enfoque y sentó las bases para una adopción más amplia. El proyecto sigue generando interés y ha recibido **financiación adicional** del programa UNICO SECTORIAL 5G para profundizar en la exploración y prueba del modelo.

# 6. Orientaciones prácticas

Partiendo de los conceptos y casos presentados, esta sección introduce una serie de orientaciones prácticas diseñadas para ayudar a las organizaciones a traducir la visión de plataforma en decisiones e iniciativas que generen resultados operativos reales.

### 1. Definir el caso de uso antes que la tecnología

El paso más esencial en este tipo de proyectos es tener claramente definido el caso de uso: qué mejora va a producir, qué datos se requieren y en qué punto deben tomarse las decisiones. Con los **requisitos** establecidos con precisión, la elección de la sensorización, la conectividad y el procesamiento adecuados surge de manera natural.

### 2. Priorizar casos de uso que puedan reutilizarse y escalarse

Seleccionar casos de uso que respondan a **retos compartidos** entre varias plantas o localizaciones, de forma que las soluciones puedan reutilizarse en lugar de reconstruirse cada vez. Cuando un caso de uso puede aplicarse repetidamente, se convierte en una **capacidad** para toda la organización.

### 3. Asegurar que se van a obtener los datos necesarios

Garantizar la **captura de datos** es la base sobre la que se va a apoyar todo lo demás. Sin datos sólidos y continuos, ninguna lógica de plataforma, automatización o análisis puede consolidarse. Esto requiere seleccionar la opción de **conectividad y sensorización** más adecuada para cada caso de uso, de modo que la información fluya de forma fiable desde el terreno hasta las capas de decisión.

### 4. Aprovechar el edge como un nuevo motor de diferenciación

Considerar el *edge* como una frontera de innovación, no solo como una mera extensión técnica. Al habilitar **posibilidades** que antes estaban fuera de alcance, como nuevos servicios, respuesta en tiempo real o incluso procesos autónomos, el *edge* se convierte en un espacio de diferenciación.

### 5. Establecer un marco unificado de conectividad que incluya redes 5G privadas

La **conectividad** es una capa **estratégica** del modelo de plataforma. Por tanto, se trata de desarrollar un **estándar corporativo** que combine Wi-Fi, Ethernet, satélite y 5G Privado, de modo que cada aplicación o experimento pueda apoyarse en la conectividad que realmente necesita, sin barreras de cobertura, latencia o seguridad.

### 6. Integrar el cumplimiento normativo en la arquitectura de la plataforma

La lógica de plataforma, el procesamiento en el *edge* y la conectividad avanzada generan datos más precisos, trazables y fáciles de verificar. Este nivel de transparencia reduce el esfuerzo necesario para el reporting y refuerza la confianza con reguladores y partners. A medida que estas capacidades maduren, el **cumplimiento** se **integrará** de manera natural en la propia arquitectura.

# 7. Nokia-Kyndryl: una respuesta conjunta para la nueva agenda industrial

Para llevar esta transformación a la práctica y obtener el retorno esperado, se necesitan dos elementos. En primer lugar, una **base tecnológica** que ofrezca fiabilidad, inteligencia y rendimiento a escala industrial. En segundo lugar, una **capacidad demostrada** para integrar, gestionar y evolucionar esa tecnología a través de distintas ubicaciones, sistemas y *partners*.

La colaboración entre **Nokia** y **Kyndryl** se articula sobre estas dos fortalezas.



## 7.1. Nokia: redes privadas y edge diseñados para la industria

Nokia proporciona la base tecnológica que hace que las operaciones sean fiables y tengan capacidad de respuesta. Su **solución extremo a extremo** cubre toda la **pila**: core, radio, transporte, gestión común y un amplio ecosistema de dispositivos industriales certificados, como routers, cámaras 5G, tablets y drones. Este **diseño integrado** garantiza un rendimiento y una seguridad **consistentes** en todas las capas de la red.

**Digital Automation Cloud (DAC)** ofrece una conectividad privada como **servicio**. Combina capacidades de radio 4G/5G, *edge computing* y aplicaciones industriales listas para usar en una única plataforma fácil de gestionar. **Mission Critical Industrial Edge (MXIE)** complementa esta propuesta alojando el core 5G local on-premise, junto con **aplicaciones** como comunica-

ciones críticas, analítica de vídeo, seguridad del trabajador, IoT, gemelos digitales y funciones de seguridad.

Esta arquitectura proporciona a las empresas un **control total** sobre sus datos operativos y, al mismo tiempo, la baja latencia y el alto rendimiento esenciales para procesos críticos en tiempo real. También ofrece un camino sencillo para evolucionar de LTE hacia futuros estándares 5G.

Al combinar procesamiento local seguro con cobertura amplia y conectividad predecible, Nokia permite a las organizaciones **automatizar** la producción, monitorizar la **seguridad** y analizar las operaciones en **tiempo real**.



## 7.2. Kyndryl: integración, datos y excelencia operativa

Kyndryl aporta la **experiencia** necesaria para que las infraestructuras complejas y *multivendor* funcionen como un sistema único y coherente. Su **Integrated Infrastructure Management Platform** y su **Edge Operating System** unifican la gestión de redes, *edge computing* y servicios de datos a través de una única interfaz. Esto permite a las organizaciones monitorizar, asegurar y optimizar sus operaciones conectadas en tiempo real.

Como integrador neutral, Kyndryl puede combinar componentes radio, IT y OT de **múltiples proveedores** y enlazarlos perfectamente con sistemas cloud y corporativos. Esta independencia ofrece flexibilidad a los clientes y reduce el riesgo de dependencia tecnológica.

Su experiencia global de implementación permite a Kyndryl aplicar **metodologías** probadas y **automatización** en cualquier lugar donde opere el cliente, proporcionando el mismo nivel de fiabilidad y eficiencia tanto en un único sitio como en un despliegue mundial. Sus equipos de asesoría, diseño y servicios gestionados garantizan que cada red se despliegue rápidamente, se integre con los sistemas existentes y se opere con estándares consistentes de calidad y seguridad.

El enfoque de Kyndryl convierte redes y dispositivos distribuidos en un **servicio predecible y gobernado**.

### 7.3. Nokia y Kyndryl: de la red al rendimiento

Juntos, Nokia y Kyndryl ofrecen mucho más que conectividad. Crean una **capa conectada** que vincula personas, máquinas y sistemas con la inteligencia necesaria para actuar de forma inmediata y segura. **Nokia** proporciona la capa **digital local** donde los datos se capturan y procesan; **Kyndryl** extiende esta inteligencia al conjunto de la organización mediante sus **plataformas de gestión y datos, integrándola** con los sistemas cloud y de negocio.

Esta alianza ya está contrastada en la práctica, con alrededor de **40 despliegues** conjuntos en todo el mundo, cifra que asciende a **58** si se incluyen **pilotos** y pruebas de concepto. Este crecimiento confirma la solidez del modelo conjunto y su capacidad para extenderse a múltiples industrias y geografías.

La **colaboración** permite a las organizaciones introducir casos de uso digitales, como inspección autónoma o mantenimiento predictivo, con un nivel mínimo de interrupción. Los datos en el *edge* permanecen locales por razones de rendimiento y regulación, mientras que se gobiernan y visualizan de manera centralizada. Los *playbooks* de **despliegue global** y la **monitorización automatizada** de Kyndryl garantizan que cada despliegue pueda escalar con rapidez y seguir cumpliendo los requisitos establecidos.

En la práctica, esta colaboración convierte la complejidad tecnológica en **resultados** de negocio **medibles**: plazos de implantación más cortos, mayor resiliencia y una adhesión clara y transparente a los requisitos de resiliencia y ciberseguridad.



kyndryl<sup>®</sup>



NOKIA

FOUNDRY