



Innovation Telescope Zoom España

2025

indracompany.com

 **INDRA**
GROUP

Índice

INTRODUCCIÓN.....	6
I. Principales tendencias identificadas	7
II. Grado de adopción y madurez	8
• Grado de adopción	8
» Grado de adopción tecnología y sector	9
» Comparativa de adopción por sector (global tecnologías).....	10
» Comparativa de adopción por tecnología (global mercados)	11
1. AI VALUE SOLUTIONS	12
1.1. Machine customer	12
Introducción.....	12
1.1.1. Impacto en los negocios	12
1.1.2. Enfoque técnico.....	13
1.1.2.1. Tecnologías clave	13
1.1.2.2. Arquitectura	13
1.1.3. Casos de uso por mercado	13
1.1.4. Consideraciones de mercado.....	13
1.1.5. Empresas y startups de referencia	14
1.1.6. Estadísticas recientes	14
1.1.7. Referencias	14
2. MODERNIZACIÓN DE APLICACIONES	15
2.1. Polyfunctional Robots.....	15
Introducción.....	15
2.1.1. Impacto en los negocios	15
2.1.2. Enfoque técnico.....	16
2.1.2.1. Tecnologías clave	16
2.1.2.2. Arquitectura	16
2.1.3. Casos de uso por mercado.....	16
2.1.4. Consideraciones de mercado	16
2.1.5. Empresas y startups de referencia	17
2.1.6. Estadísticas recientes	17
2.1.7. Referencias	17
3.DATA MODERNIZATION	18
3.1. Quantum technologies.....	18
Introducción.....	18
3.1.1. Impacto en los negocios	18
3.1.2. Enfoque técnico.....	19
3.1.2.1. Tecnologías clave	19
3.1.2.2. Arquitectura de integración	19

3.1.3. Casos de uso por mercado.....	19
3.1.4. Consideraciones de mercado	19
3.1.5. Empresas y startups de referencia	20
3.1.6. Estadísticas recientes.....	20
3.1.7. Lecturas	20
3.1.7. Referencias	20
3.2. Spatial computing.....	21
Introducción.....	21
3.2.1. Impacto en los negocios	21
3.2.2. Enfoque técnico.....	22
3.2.2.1. Tecnologías clave	22
3.2.2.2. Arquitectura de integración	22
3.2.3. Casos de uso por mercado	22
3.2.4. Consideraciones de mercado	22
3.2.5. Empresas y startups de referencia	23
3.2.6. Estadísticas recientes.....	23
3.2.7. Referencias	23
4. CUSTOMER FIRST	24
4.1. Neurological enhancements	24
Introducción.....	24
4.1.1. Impacto en los negocios.....	24
4.1.2. Enfoque técnico.....	25
4.1.2.1. Tecnologías clave.....	25
4.1.2.2. Arquitectura de integración	25
4.1.3. Casos de uso por mercado	25
4.1.4. Consideraciones de mercado.....	25
4.1.5. Empresas y startups de referencia	26
4.1.6. Estadísticas recientes.....	26
4.1.7. Referencias	26
5. DIGITAL IDENTITY ONBOARDING/SIGNATURE	27
5.1. Digital trust and cybersecurity.....	27
Introducción.....	27
5.1.1. Impacto en los negocios	27
5.1.2. Enfoque técnico.....	28
5.1.2.1. Tecnologías clave	28
5.1.2.2. Arquitectura de integración	28
5.1.3. Casos de uso por mercado	28
5.1.4. Consideraciones de mercado	28
5.1.5. Empresas y startups de referencia	29
5.1.6. Estadísticas recientes.....	29
5.1.7. Referencias	29

5.2. Desinformation security	30
Introducción.....	30
5.2.1. Impacto en los negocios.....	30
5.2.2. Enfoque técnico.....	31
5.2.2.1. Tecnologías clave	31
5.2.2.2. Arquitectura de integración	31
5.2.3. Casos de uso por mercado	31
5.2.4. Consideraciones de mercado.....	31
5.2.5. Empresas y startups de referencia	32
5.2.6. Estadísticas recientes.....	32
5.2.7. Referencias	32
5.3. Post-quantum cryptography	33
Introducción.....	33
5.3.1. Impacto en los negocios	33
5.3.2. Enfoque técnico.....	34
5.3.2.1. Algoritmos post-cuánticos.....	34
5.3.2.2. Estrategia de migración	34
5.3.3. Casos de uso por mercado	34
5.3.4. Consideraciones de mercado.....	34
5.3.5. Empresas y startups de referencia	35
5.3.6. Estadísticas recientes.....	35
5.3.7. Referencias	35
6. ESG 360	36
6.1. Sustainable IT technology	36
Introducción.....	36
6.1.1. Impacto en los negocios	36
6.1.2. Enfoque técnico.....	37
6.1.2.1. Tecnologías clave	37
6.1.2.2. Arquitectura ESG integrada	37
6.1.3. Casos de uso por mercado	37
6.1.4. Consideraciones de mercado.....	37
6.1.5. Empresas y startups de referencia	38
6.1.6. Estadísticas recientes.....	38
6.1.7. Referencias	38
7. ITO TRANSFORMATION	39
7.1. Private cloud	39
Introducción.....	39
7.1.1. Impacto en los negocios.....	39
7.1.2. Enfoque técnico	40
7.1.2.1. Arquitectura de nube privada.....	40
7.1.2.2. Modelos de implementación.....	40

7.1.3. Casos de uso por mercado	40
7.1.4. Consideraciones de mercado.....	40
7.1.5. Empresas y startups de referencia.....	41
7.1.6. Estadísticas recientes.....	41
7.1.7. Referencias.....	41
7.2. Hybrid computing.....	42
Introducción.....	42
7.2.1. Impacto en los negocios.....	42
7.2.2. Enfoque técnico	43
7.2.2.1. Componentes clave	43
7.2.2.2. Arquitectura de referencia.....	43
7.2.3. Casos de uso por mercado	43
7.2.4. Consideraciones de mercado	43
7.2.5. Empresas y startups de referencia.....	44
7.2.6. Estadísticas recientes	44
7.2.7. Referencias.....	44
8. DIGITAL WORKPLACE.....	45
8.1. Augmented connected workforce.....	45
Introducción.....	45
8.1.1. Impacto en los negocios	45
8.1.2. Enfoque técnico.....	46
8.1.2.1. Tecnologías clave	46
8.1.2.2. Arquitectura de integración	46
8.1.3. Casos de uso por mercado.....	46
8.1.4. Consideraciones de mercado	46
8.1.5. Empresas y startups de referencia	47
8.1.6. Estadísticas recientes.....	47
8.1.7. Referencias	47

Introducción



En el dinámico y en constante evolución ecosistema de las Tecnologías de la Información (TI) en España, mantenerse al tanto de las tendencias emergentes se ha convertido en un imperativo estratégico para las organizaciones públicas y privadas. La aceleración digital, impulsada por la inteligencia artificial, la automatización, la sostenibilidad tecnológica y la ciberseguridad, está redefiniendo los modelos de negocio, los procesos operativos y las expectativas de los ciudadanos y consumidores.

Este documento presenta un análisis exhaustivo de las principales tendencias tecnológicas que están configurando el futuro del sector TI en España a partir de 2024. El objetivo es identificar las áreas clave de innovación y desarrollo que permitirán a las organizaciones

anticiparse a los cambios, mejorar su competitividad y contribuir a una transformación digital sostenible y segura.

El análisis se ha realizado mediante una combinación de investigación primaria y secundaria. Se han revisado informes de referencia de consultoras internacionales, así como estudios del Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad (ONTSI), el Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE) y el Plan de Digitalización de las Administraciones Públicas 2021-2025. Este trabajo se ha complementado con el análisis interno de nuestras unidades de negocio, que han identificado oportunidades de innovación alineadas con las prioridades estratégicas del mercado español y las actividades de mejora de la oferta prioritaria.

I. Principales tendencias identificadas

- **Computación Cuántica en Expansión Temprana:** Aunque aún en fase exploratoria, la **computación cuántica** está ganando terreno en sectores como la **banca**, la **salud** y la **logística**. En España, se están consolidando **alianzas entre universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas** para investigar su aplicación en **criptografía avanzada, simulación de materiales y optimización de procesos complejos**. Iniciativas como el **Quantum Spain** y el impulso del **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia** están acelerando su desarrollo.
- **Evolución de la Inteligencia Artificial (IA):** La IA continúa su rápida evolución, con un crecimiento sostenido en su adopción en España. En 2025, destacan los avances en **IA generativa, modelos energéticamente eficientes y soluciones hiperpersonalizadas**. La combinación de IA con analítica de datos está transformando sectores como **la sanidad, la educación, la industria manufacturera y los servicios financieros**. El ecosistema español de IA se ve reforzado por hubs como **Barcelona Supercomputing Center** y el **AI Lab de Madrid**.
- **Ciberseguridad Inteligente y Confianza Digital:** La creciente digitalización ha elevado la prioridad de la **ciberseguridad**. Las organizaciones están adoptando **arquitecturas de confianza cero, IA para detección proactiva de amenazas y estrategias de ciberresiliencia** en la cadena de suministro. España enfrenta desafíos en **infraestructura crítica y escasez de talento especializado**, pero también oportunidades para fortalecer su **soberanía digital** a través de iniciativas como el **Centro de Operaciones de Ciberseguridad de la Administración General del Estado** y el **INCIBE**.
- **Conectividad Avanzada y 5G:** La expansión de las redes **5G** y la digitalización de infraestructuras están habilitando **ciudades inteligentes, automatización industrial y servicios públicos más eficientes**. Esto también potencia la interacción entre dispositivos autónomos, facilitando el crecimiento de los **clientes máquina**. Proyectos como **España Digital 2026** y el despliegue de **infraestructura edge** están sentando las bases para una economía más conectada, resiliente y automatizada.



II. Grado de adopción y madurez

En función de la información disponible en fuentes públicas y los resultados analizados en el informe se ha realizado un primer análisis del grado de madurez y adopción de estas tendencias en la geografía.

Se ofrece la comparativa del grado de madurez con otras geografías analizadas (España, Portugal, Italia, México, Colombia & Centro América & Caribe, Perú & Cono Sur, Brasil) y una comparativa con líderes en innovación (USA, China, EU).

• Grado de adopción

El grado de adopción tecnológica es una medida que indica cuán ampliamente y profundamente se están implementando y utilizando tecnologías específicas en un país, sector o industria. Este grado se suele expresar en una escala del 1 al 5, donde:

1 = Adopción muy baja o incipiente

2 = Adopción limitada o en fase piloto

3 = Adopción moderada o en expansión

4 = Adopción avanzada o consolidada

5 = Adopción plena o altamente integrada

¿Qué factores influyen en el grado de adopción?

Infraestructura tecnológica: Disponibilidad de redes, centros de datos, conectividad, etc.

Capacidades humanas: Formación, talento digital, cultura de innovación.

Inversión pública y privada: Fondos destinados a I+D, transformación digital, etc.

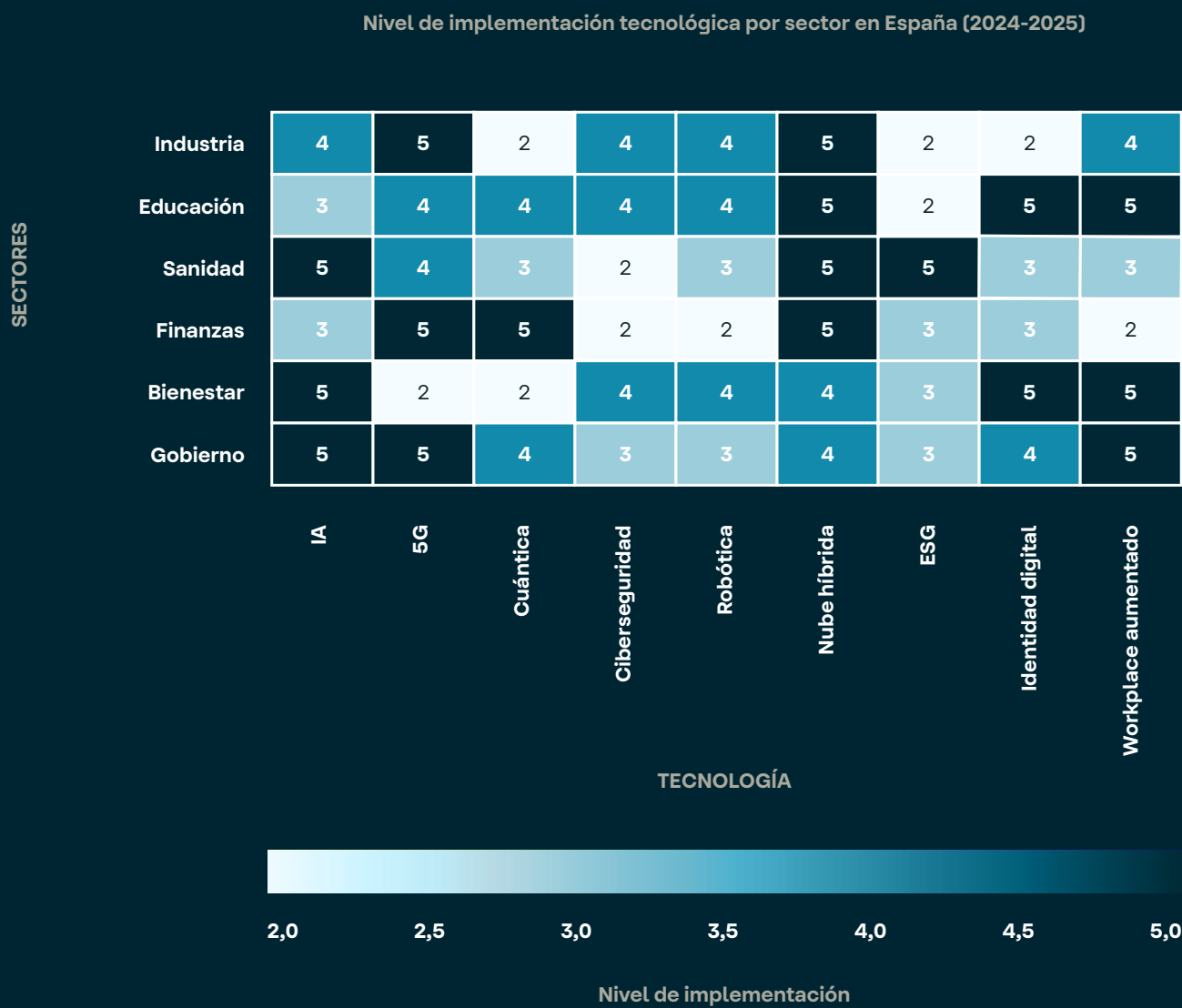
Regulación y políticas: Marcos legales que favorecen o limitan la adopción.

Demanda del mercado: Necesidades de los consumidores o usuarios finales.

Madurez del ecosistema: Presencia de startups, universidades, centros de innovación.

» Grado de adopción tecnología y sector

Aquí tienes el **gráfico de calor** que muestra el **detalle de implementación tecnológica por sector en España**, basado en datos estimados para el período **2024-2025**:



Cómo interpretarlo:

- **Eje vertical:** Sectores (industria, educación, sanidad, etc.).
- **Eje horizontal:** Tecnologías (IA, 5G, Cuántica, etc.).
- **Colores:** Representan el nivel de implementación [de 1 a 5], donde los tonos más oscuros indican mayor adopción.

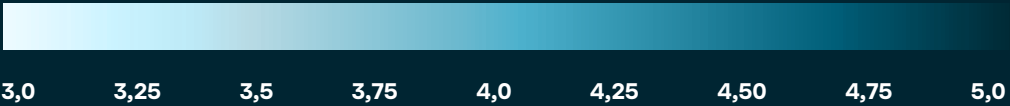
» Comparativa de adopción por sector [global tecnologías]

Se adjunta **gráfico de calor (heatmap)** con:

- **Eje horizontal:** Sectores (industria, educación, sanidad, finanzas, salud, gobierno).
- **Eje vertical:** Países y regiones.
- **Colores:** Representan el nivel de adopción tecnológica promedio (2024-2025) en una escala de 1 a 5.

Grado de adopción tecnológica por país y sector (2024-2025)

PAÍSES	Colombia	3,2	3,5	3	3,4	3,1	3,3
	España	4	4,2	4,1	4,3	4	4,1
	México	3,8	3,9	3,7	3,9	3,6	3,8
	Portugal	3,5	3,7	3,6	3,8	3,5	3,6
	Brasil	3,6	3,8	3,5	3,7	3,4	3,6
	Italia	4,1	4,3	4	4,2	4	4,1
	Perú y Cono Sur	3,4	3,6	3,3	3,5	3,2	3,4
	China	4,8	4,9	4,7	4,8	4,6	4,7
	EE.UU.	5	5	4,9	5	4,8	4,9
	UE	4,5	4,6	4,4	4,6	4,3	4,5
		Industria	Educación	Sanidad	Finanzas	Salud	Gobierno
SECTORES							



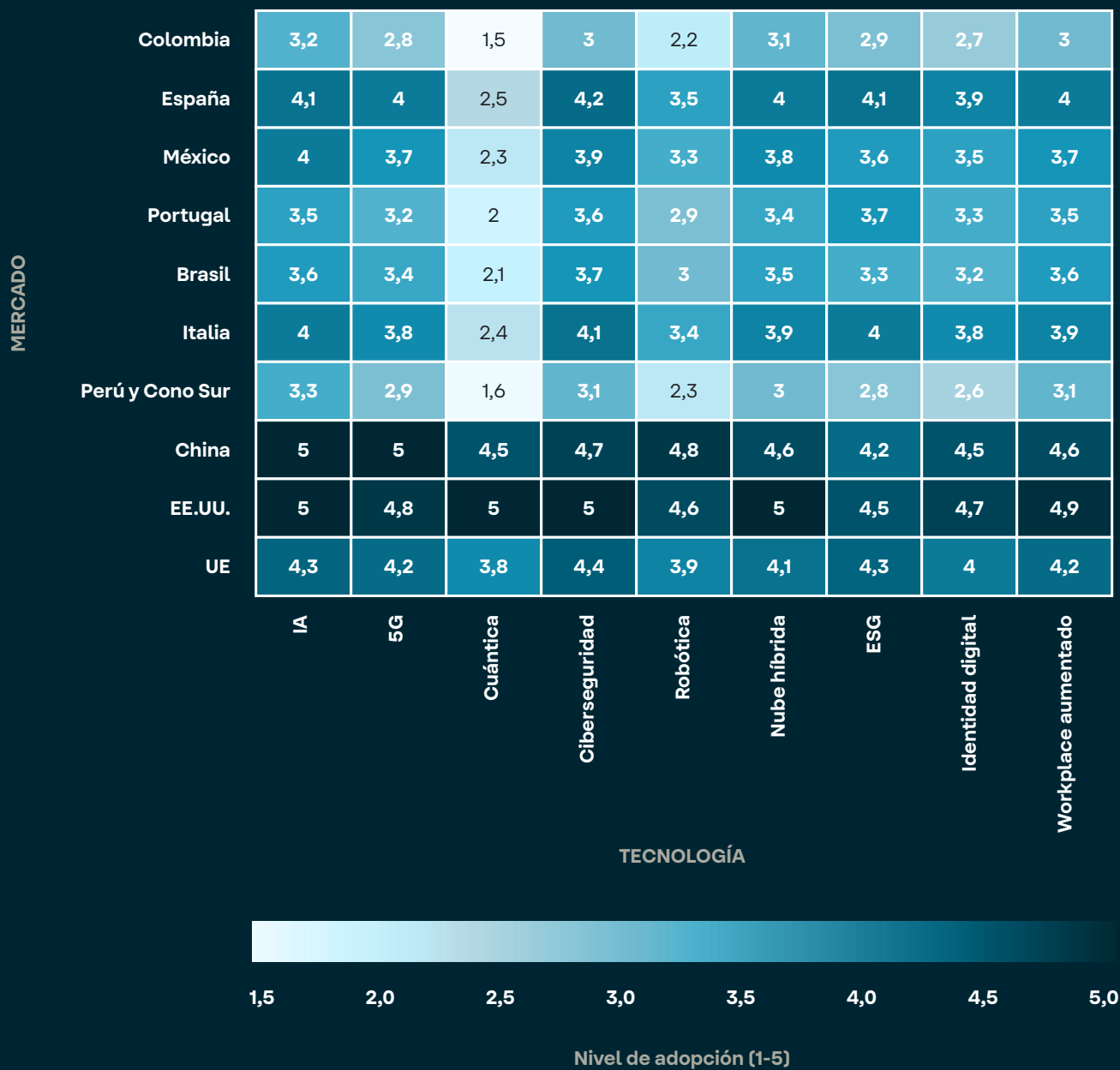
Nivel de adopción (1-5)

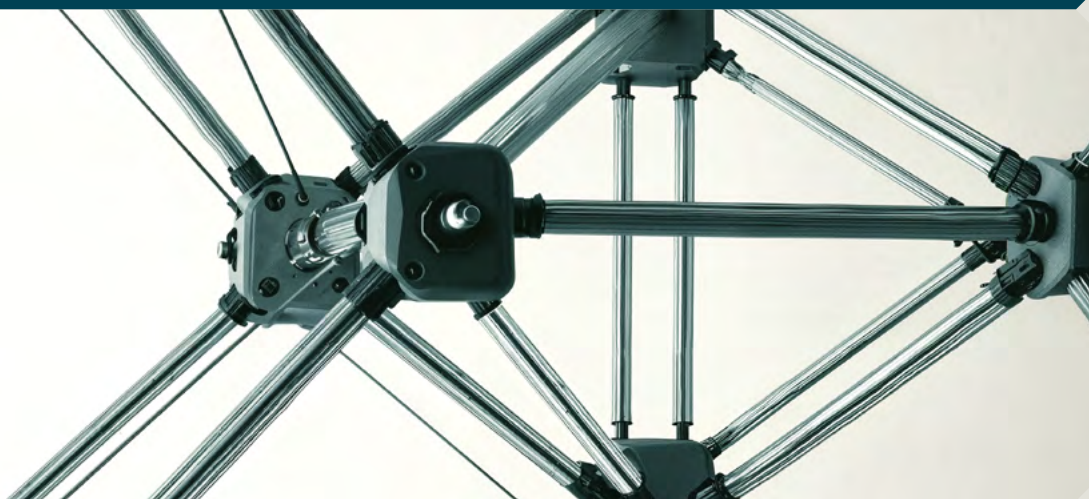
» Comparativa de adopción por tecnología [global mercados]

Se adjunta **gráfico de calor (heatmap)** con:

- **Eje horizontal:** Tecnologías
- **Eje vertical:** Países y regiones.
- **Colores:** Representan el nivel de adopción tecnológica promedio [2024-2025] en una escala de 1 a 5.

Grado de adopción tecnológica promedio (2024-2025) por mercado y tecnología





1.1. | Machine customer

Cientes Máquinas: Emergencia de Sistemas Autónomos y Algoritmos como Actores Económicos en Transacciones B2B.

Los **clientes máquina** son sistemas autónomos —como algoritmos, agentes de IA o dispositivos IoT— que pueden tomar decisiones de compra, negociar contratos y ejecutar transacciones sin intervención humana. Gartner estima que para 2030, el **20% de los ingresos de las empresas provendrán de clientes máquina**, lo que representa una transformación radical del modelo B2B ¹.

En España, sectores como energía, banca, retail y telecomunicaciones ya están explorando esta tendencia, impulsados por la automatización, la inteligencia artificial y la necesidad de eficiencia operativa.

1.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Machine Customers
Administración Pública	Automatización de compras públicas, gestión de licitaciones por IA
Energía y Utilities	Optimización de compras de energía por agentes inteligentes
Finanzas y Seguros	Robo-advisors que ejecutan inversiones y seguros automáticamente
Industria y Retail	Reposición automática de inventario, compras predictivas
Telecomunicaciones y Media	Contratación dinámica de ancho de banda y servicios
Sanidad	Adquisición autónoma de suministros médicos y farmacéuticos

1.1.2. Enfoque técnico

- Componentes Tecnológicos:

1.1.2.1. Tecnologías clave

- IA y Aprendizaje Automático:** Para toma de decisiones autónoma.
- IoT y Edge Computing:** Sensores que detectan necesidades y ejecutan acciones.
- Blockchain y Smart Contracts:** Para transacciones seguras y verificables.
- Identidad Digital Descentralizada (DID):** Para autenticar máquinas como entidades legales.
- Plataformas API-first:** Para integración con marketplaces y ERPs.

1.1.2.2. Arquitectura

- Clientes Vinculados:** Ejecutan acciones preprogramadas (ej. reabastecimiento automático).
- Clientes Adaptativos:** Aprenden y optimizan decisiones con IA.
- Clientes Autónomos:** Actúan con independencia dentro de límites definidos.

1.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ministerio de Defensa (en exploración)	Sistema SIGMAL para decisiones autónomas en logística militar
Energía y Utilities	Iberdrola	Agentes de IA que ajustan compras de energía en tiempo real
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Robo-advisors que ejecutan inversiones y seguros personalizados
Industria y Retail	El Corte Inglés	Algoritmos que reponen inventario automáticamente según ventas y clima
Telecomunicaciones y Media	Telefónica	Plataformas que negocian contratos de ancho de banda para eventos en vivo
Sanidad	SERMAS	Sistema de compras predictivas de material quirúrgico

1.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere marcos regulatorios y auditoría de decisiones automatizadas.

Energía: Necesita certificación de seguridad y compatibilidad con sistemas SCADA.

Finanzas: Debe cumplir con normativas del Banco de España y la CNMV.

Retail: Requiere integración con ERPs y plataformas de logística.

Telecomunicaciones: Necesita baja latencia y redes 5G distribuidas.

Sanidad: Debe cumplir con normativas de dispositivos médicos y protección de datos.

1.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Startups:

- a. **Bitphy** (retail predictivo)
- b. **Aplanet** (automatización ESG)
- c. **Sherpa.ai** (IA federada)

1.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2030, **más de 15 mil millones de dispositivos actuarán como clientes máquina**, generando **billones de euros en oportunidades de negocio**.¹

El 40% de las empresas europeas ya están explorando modelos de automatización B2B con IA y blockchain.¹

McKinsey prevé que los clientes máquina reducirán los ciclos de venta B2B en un **30-50%** para 2028.²

1.1.7. Referencias

Gartner, “Principales tendencias en IA y ecosistemas B2B”, 2024.

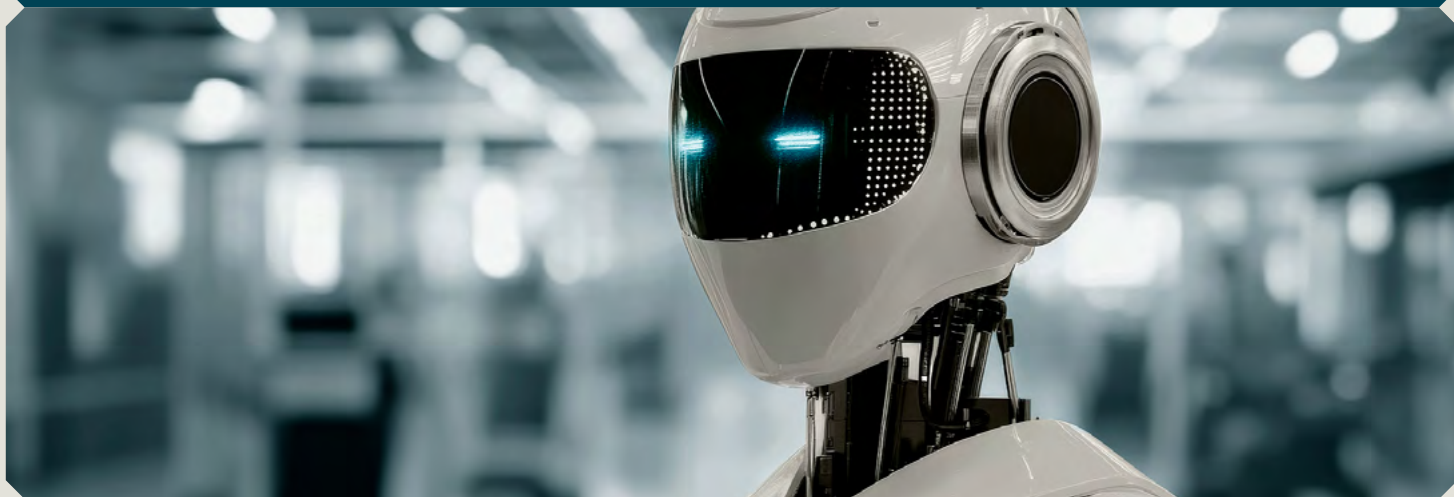
McKinsey & Company, “El futuro de los sistemas autónomos en los negocios”, 2023.

Forrester, “Aprovechar a los clientes de máquinas para obtener una ventaja competitiva”, 2024.

IBM Research, “Blockchain e IA para el comercio autónomo”, 2023.

Modernización de Aplicaciones

02



2.1. | Polyfunctional robots

Robots polifuncionales: robots capaces de realizar múltiples tareas.

Los **robots polifuncionales** representan una nueva generación de automatización inteligente. A diferencia de los robots tradicionales diseñados para tareas únicas, estos sistemas son capaces de **realizar múltiples funciones**, adaptarse a nuevos entornos y aprender nuevas tareas sin necesidad de reprogramación. Según Gartner, se trata de una de las **principales tendencias tecnológicas estratégicas para 2025**, con un impacto directo en productividad, eficiencia y retorno de inversión ⁴⁵.

2.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Robots Polifuncionales
Administración Pública	Automatización de tareas logísticas y mantenimiento urbano
Energía y Utilities	Inspección, mantenimiento y limpieza de infraestructuras
Finanzas y Seguros	Automatización de procesos documentales, atención en sucursales y análisis de datos
Industria y Retail	Ensamblaje, empaquetado, control de calidad y logística
Telecomunicaciones y Media	Instalación de redes, mantenimiento de torres y centros de datos
Sanidad	Cirugías asistidas, desinfección, logística hospitalaria

2.1.2. Enfoque técnico

2.1.2.1. Tecnologías clave

- **IA y Aprendizaje Automático:** Para adaptarse a nuevas tareas y entornos.
- **Diseño Modular:** Permite cambiar herramientas o funciones según la necesidad.
- **Sensores Multimodales:** Visión artificial, sensores hápticos y térmicos.
- **5G y Edge Computing:** Comunicación en tiempo real y procesamiento local.
- **Interfaces Naturales:** Control por voz, gestos y lenguaje natural.

2.1.2.2. Arquitectura

- **Gemelos Digitales:** Simulación de tareas y entornos antes de la ejecución real.
- **Integración Cloud-Robot:** Aprendizaje centralizado y ejecución distribuida.
- **Ciberseguridad Robótica:** Protección frente a accesos no autorizados y manipulación de datos.

2.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ayuntamiento de Madrid	Robots para limpieza urbana y mantenimiento de mobiliario inteligente
Energía y Utilities	Naturgy	Robots para inspección de redes eléctricas y detección de fugas
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Robots de atención en oficinas y procesamiento documental
Industria y Retail	Inditex	Robots de ensamblaje y empaquetado con cambio automático de herramientas
Telecomunicaciones y Media	Cellnex Telecom	Robots para mantenimiento de torres y cableado en zonas remotas
Sanidad	Hospital La Paz	Robots quirúrgicos y de desinfección autónoma en quirófanos

2.1.4. Consideraciones de mercado

Energía: Necesita certificación para operar en entornos críticos y compatibilidad con SCADA.

Industria: Debe integrarse con sistemas ERP y logística existente.

Finanzas: Cumplimiento normativo y protección de datos sensibles.

Telecomunicaciones: Infraestructura 5G y baja latencia.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad y ética médica.

2.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

Kelea (automatización industrial), **CaixaBank Tech** (IA aplicada), **Procesia** (sanidad digital), **PAL Robotics** (robótica social).

Startups:

- a. **PAL Robotics** (España): Robots humanoides y de asistencia
- b. **Robotnik** (Valencia): AMRs industriales
- c. **Aisoy Robotics**: Robots educativos con IA emocional

2.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2027, el **30% de las operaciones de primera línea** estarán apoyadas por robots polifuncionales ⁵.

En España, se prevé que el mercado de robótica colaborativa crezca un **18% anual hasta 2028**, impulsado por la escasez de mano de obra y la automatización inteligente ⁴.

EY destaca que los robots polifuncionales ofrecen un **ROI más rápido** que los robots monofuncionales, al ampliar su utilidad y adaptabilidad ⁶.

2.1.7. Referencias

Gartner. [Robots Polifuncionales: Tendencias Estratégicas 2025](#) ⁴

Gartner. [Strategic Technology Trends 2025](#) ⁵

EY. [ROI de la IA y Automatización en 2025](#) ⁶

Data Modernization

03



3.1. | Quantum technologies

Tecnologías cuánticas: conciencia creciente de su potencial en IA, simulación de escenarios empresariales y avances científicos, aun con un despliegue completo a años de distancia.

Las **tecnologías cuánticas** están emergiendo como una de las principales disrupciones tecnológicas del siglo XXI. Aunque su despliegue completo aún está a años vista, su potencial en áreas como la **criptografía postcuántica**, la **simulación molecular**, la **optimización logística** y las **comunicaciones seguras** está generando un creciente interés en España.

En abril de 2025, el Gobierno español presentó la primera **Estrategia Nacional de Tecnologías Cuánticas**, con una inversión inicial de 808 millones de euros y una previsión de alcanzar los 1.500 millones con inversión privada ⁷⁸.

Esta estrategia busca posicionar a España como líder europeo en comunicaciones cuánticas, sensórica avanzada y algoritmia híbrida IA-cuántica.

3.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Tecnologías Cuánticas
Administración Pública	Seguridad nacional, comunicaciones cifradas, soberanía digital
Energía y Utilities	Simulación de redes eléctricas, optimización energética
Finanzas y Seguros	Criptografía postcuántica, modelado de riesgos y detección de fraudes
Industria y Retail	Modelado de materiales, logística cuántica
Telecomunicaciones y Media	Comunicaciones cuánticas, redes seguras
Sanidad	Descubrimiento de fármacos, simulaciones biomoleculares

3.1.2. Enfoque técnico

3.1.2.1. Tecnologías clave

- **Computación Cuántica:** Basada en qubits, permite resolver problemas intratables para la computación clásica.
- **Criptografía Postcuántica (PQC):** Algoritmos resistentes a ataques cuánticos.
- **Distribución Cuántica de Claves (QKD):** Comunicación segura basada en principios de la mecánica cuántica.
- **Sensórica Cuántica:** Medición ultra precisa de variables físicas (gravedad, campos magnéticos, etc.).

3.1.2.2. Arquitectura de integración

- **HPC + Cuántica:** Integración de supercomputación clásica con aceleradores cuánticos.
- **Cloud Cuántico:** Acceso remoto a procesadores cuánticos a través de plataformas como IBM Q o Amazon Braket.
- **Gemelos Digitales Cuánticos:** Simulación de procesos industriales o biológicos con precisión cuántica.

3.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ministerio del Interior	Comunicaciones cifradas cuánticas para entornos críticos
Energía y Utilities	Red Eléctrica Española	Simulación cuántica de redes para optimización de carga
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Evaluación de algoritmos postcuánticos para cifrado de datos bancarios
Industria y Retail	SEAT	Modelado cuántico de nuevos materiales para carrocería ligera
Telecomunicaciones y Media	Cellnex Telecom	Pruebas de redes de comunicación cuántica en entornos urbanos
Sanidad	Hospital Clínic de BCN (en exploración)	Simulación cuántica para descubrimiento de fármacos personalizados

3.1.4. Consideraciones de mercado

Energía: Necesita integración con sistemas SCADA y validación de modelos predictivos.

Industria: Demanda acceso a plataformas cuánticas y formación especializada.

Finanzas: Debe alinearse con regulaciones del Banco de España y la EBA.

Telecomunicaciones: Requiere inversión en infraestructura óptica y nodos QKD.

Sanidad: Necesita validación clínica y cumplimiento de normativas de protección de datos.

3.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Europeas/Españolas:

CaixaBank Tech (Barcelona), **Kelea** (Madrid)

Startups:

- a. **Qilimanjaro Quantum Tech** (Barcelona)
- b. **Multiverse Computing** (Donostia)
- c. **Quside** (Castelldefels)

3.1.6. Estadísticas recientes

El mercado global de tecnologías cuánticas alcanzará los **173.000 millones de dólares en 2040**, según la Comisión Europea ⁸.

España es uno de los países europeos con mayor número de startups cuánticas, con un ecosistema en crecimiento liderado por Barcelona y Madrid ⁸.

El 25% de las pymes cuánticas del mundo están en Europa, y España aspira a liderar el segmento de comunicaciones cuánticas y criptografía postcuántica ⁸.

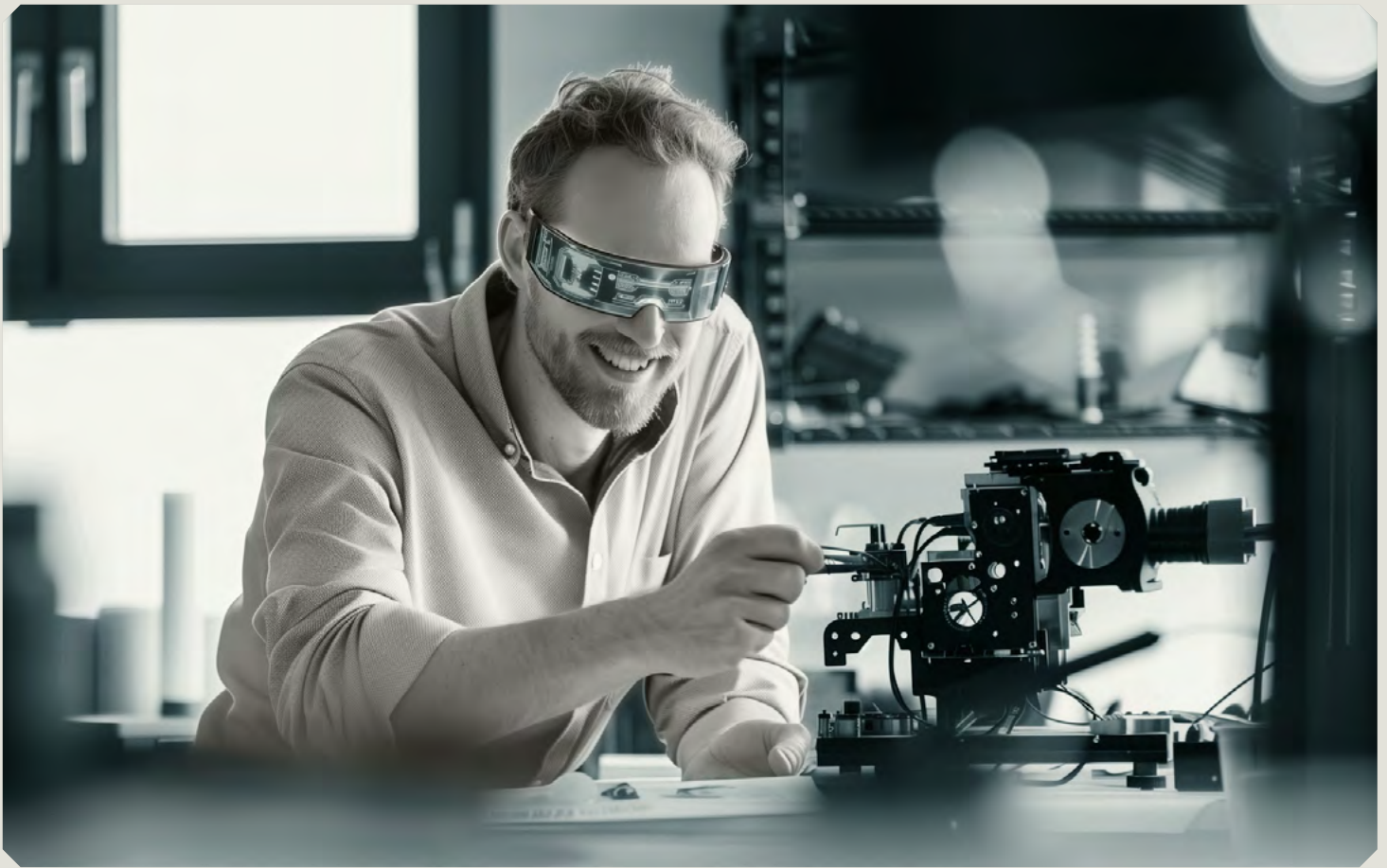
3.1.7. Referencias

Gartner, “Tendencias de la computación cuántica”, 2024.

McKinsey & Company, “Liberar el potencial de las tecnologías cuánticas”, 2023.

Forrester, “Disrupción cuántica en los negocios”, 2024.

IBM Research, “El futuro de la computación cuántica”, 2023.



3.2. | Spacial computing

Computación espacial: la fusión de los mundos físico y digital mediante realidad aumentada y virtual.

La **computación espacial** es una tecnología emergente que permite la fusión del mundo físico y digital mediante el uso de **realidad aumentada (AR)**, **realidad virtual (VR)**, **sensores**, **inteligencia artificial (IA)** y **procesamiento en el borde (edge computing)**. Según Gartner, esta tecnología será clave para mejorar la **experiencia cognitiva**, la **interacción humano-máquina** y la **comprensión del comportamiento** del consumidor en los próximos años ¹⁰.

En España, empresas líderes están comenzando a integrar estas capacidades en sus estrategias digitales, con aplicaciones que van desde la atención sanitaria personalizada hasta la optimización de procesos industriales y la mejora de la experiencia del cliente.

3.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Computación Espacial
Administración Pública	Visualización de datos urbanos, planificación territorial, formación inmersiva
Energía y Utilities	Mantenimiento predictivo con AR, simulación de redes
Finanzas y Seguros	Simulaciones financieras inmersivas, análisis emocional del cliente, asesoramiento virtual
Industria y Retail	Experiencias inmersivas de cliente, diseño de producto colaborativo
Telecomunicaciones y Media	Diagnóstico remoto de infraestructuras, formación técnica
Sanidad	Cirugía asistida por AR, rehabilitación cognitiva, gemelos digitales de pacientes

3.2.2. Enfoque técnico

3.2.2.1. Tecnologías clave

- **Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR):** Interacción inmersiva con datos y entornos simulados.
- **Sensores Espaciales:** Cámaras 3D, LIDAR, sensores de movimiento y biométricos.
- **IA Cognitiva:** Interpretación de gestos, voz, mirada y emociones.
- **Edge Computing:** Procesamiento local para baja latencia y respuesta en tiempo real.
- **Interfaces Naturales:** Control por voz, gestos y seguimiento ocular.

3.2.2.2. Arquitectura de integración

- Plataformas como **Apple Vision Pro, Microsoft HoloLens, Unity, Meta Quest**
- Integración con sistemas empresariales (ERP, CRM, LMS)
- Gemelos digitales para simulación de entornos físicos y procesos

3.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ayuntamiento de Barcelona	Visualización 3D de datos urbanos para planificación de movilidad
Energía y Utilities	Endesa	Mantenimiento de subestaciones con AR y asistencia remota
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Simulaciones financieras inmersivas y asesoramiento virtual con IA conversacional
Industria y Retail	Mango (en exploración)	Probadores virtuales con AR y análisis de comportamiento del consumidor
Telecomunicaciones y Media	Orange España	Formación técnica inmersiva para instaladores de red
Sanidad	Hospital Universitario 12 de Octubre	Cirugía asistida por AR y simulación de procedimientos médicos

3.2.4. Consideraciones de mercado

- Administración Pública:** Requiere interoperabilidad, accesibilidad y formación digital.
- Energía:** Necesita dispositivos robustos y conectividad en campo.
- Industria:** Debe integrarse con sistemas de producción y logística.
- Finanzas:** Cumplimiento normativo y protección de datos emocionales.
- Telecomunicaciones:** Infraestructura 5G y edge computing.
- Sanidad:** Validación clínica y cumplimiento de normativas sanitarias.

3.2.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

Kelea (automatización industrial), **CaixaBank Tech** (IA y experiencia digital), **Procesia** (sanidad digital)

Startups:

- a. **Seabery** [Huelva]: Realidad aumentada para formación industrial
- b. **Inmersia** [Madrid]: Plataformas XR para salud y educación
- c. **Visyon** [Grupo Mediapro]: Experiencias inmersivas para medios y eventos

3.2.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2028, el **20% de las personas interactuarán semanalmente con contenido inmersivo contextualizado**, frente a menos del 1% en 2023 ¹⁰.

CaixaBank invertirá **5.000 millones de euros** en transformación tecnológica, incluyendo IA generativa y capacidades espaciales para empleados y clientes ¹¹.

IDC prevé que el mercado europeo de computación espacial crecerá a un ritmo del **35% anual** hasta 2027.

3.2.7. Referencias

Gartner. [2023]. "Análisis de Tecnologías Emergentes: Computación Espacial".

IDC. [2023]. "Pronóstico del mercado: tendencias de adopción de AR y VR".

Deloitte. [2023]. "Transformación digital en la fabricación".

Statista. [2023]. "Perspectivas del mercado de la realidad aumentada y la realidad virtual".



4.1. | Neurological enhancements

Mejoras neurológicas: tecnologías para potenciar las funciones cognitivas y la comprensión del pensamiento del consumidor.

Las mejoras neurológicas mediante tecnologías inmersivas están redefiniendo la forma en que las personas interactúan con la información, los entornos y las organizaciones. Estas soluciones, que combinan AR, VR, interfaces cerebro-máquina (BMI) y IA cognitiva, permiten potenciar funciones cognitivas, mejorar la toma de decisiones y comprender el pensamiento del consumidor ^{13 14}.

En España, sectores como sanidad, industria, banca y administración pública están comenzando a integrar estas tecnologías para mejorar la productividad, la experiencia del usuario y la eficiencia operativa.

4.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Mejoras Neurológicas
Administración Pública	Formación inmersiva, visualización de datos urbanos
Energía y Utilities	Simulación cognitiva para mantenimiento y seguridad
Finanzas y Seguros	Simulaciones financieras inmersivas, asesoramiento emocional y análisis de intención del cliente
Industria y Retail	Análisis de comportamiento del consumidor, diseño colaborativo
Telecomunicaciones y Media	Formación técnica inmersiva, diagnóstico remoto
Sanidad	Rehabilitación neurológica, cirugía asistida, biofeedback cognitivo

4.1.2. Enfoque técnico

4.1.2.1. Tecnologías clave

- **Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR):** Interacción inmersiva con entornos digitales.
- **Interfaces Cerebro-Máquina (BMI):** Lectura y escritura bidireccional de señales cerebrales ¹³.
- **IA Cognitiva:** Interpretación de emociones, atención y patrones de pensamiento.
- **Neurofeedback:** Adaptación de contenidos según la actividad cerebral.
- **Edge Computing:** Procesamiento en tiempo real para experiencias inmersivas sin latencia.

4.1.2.2. Arquitectura de integración

- Dispositivos: Gafas AR/VR, sensores EEG, guantes hápticos.
- Plataformas: Unity, Unreal Engine, Microsoft Mesh, Apple Vision Pro.
- Integración con sistemas empresariales (ERP, CRM, LMS) y motores de IA.

4.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ayuntamiento de Valencia	Formación inmersiva para gestión de emergencias urbanas
Energía y Utilities	Iberdrola	Simulación cognitiva de escenarios de riesgo para operarios
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Simulaciones financieras inmersivas y asesoramiento emocional con IA
Industria y Retail	Decathlon España	Análisis de emociones y decisiones de compra en entornos AR
Telecomunicaciones y Media	Orange España	Formación técnica con VR para instalación de redes 5G
Sanidad	Hospital de Paraplégicos de Toledo	Rehabilitación neurológica con entornos virtuales adaptativos

4.1.4. Consideraciones de mercado

- Administración Pública:** Requiere accesibilidad, ética digital y formación.
- Energía:** Necesita dispositivos robustos y conectividad en campo.
- Industria:** Debe integrarse con sistemas de producción y logística.
- Finanzas:** Cumplimiento normativo y protección de datos emocionales.
- Telecomunicaciones:** Infraestructura 5G y edge computing.
- Sanidad:** Validación clínica, ética médica y cumplimiento de RGPD.

4.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

Kelea (automatización industrial), **CaixaBank Tech** (IA y experiencia digital), **Procesia** (sanidad digital)

Startups:

- a. **Seabery** (Huelva): Formación industrial con AR
- b. **Neurodigital Technologies** (Elche): Interfaces hápticas y neurofeedback
- c. **Inmersia XR** (Madrid): Plataformas XR para salud y educación

4.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2034, el **30% de los trabajadores del conocimiento** utilizarán tecnologías de mejora neurológica para mantener su competitividad ¹³.

EY España destaca que las soluciones inmersivas están siendo adoptadas en formación, atención al cliente y diseño de experiencias digitales ¹⁴.

CaixaBank invertirá 5.000 millones de euros en transformación digital, incluyendo tecnologías inmersivas y cognitivas ¹⁵.

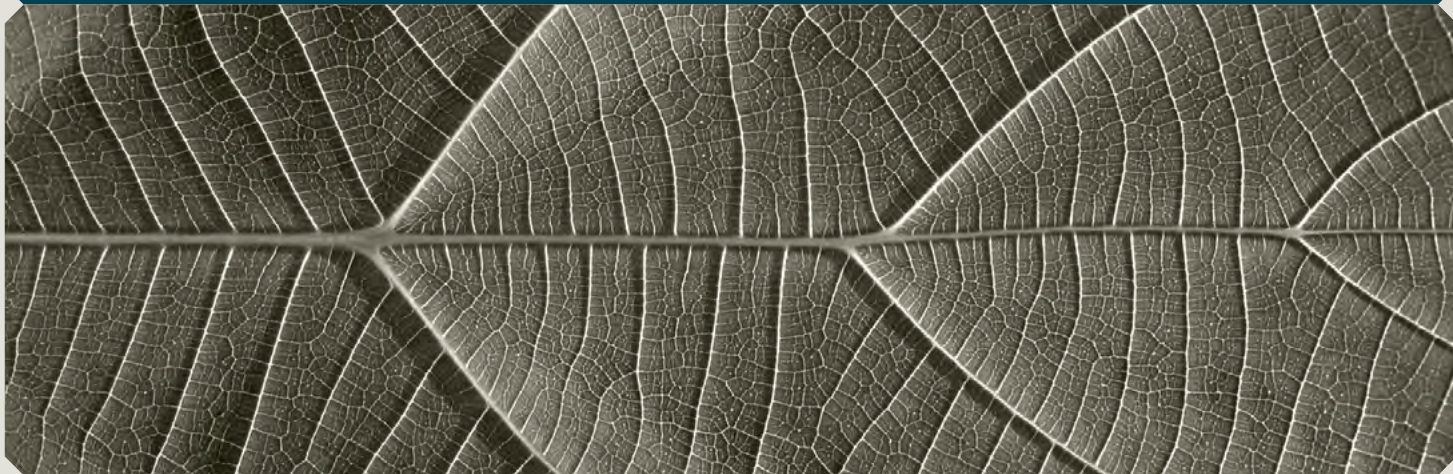
4.1.7. Referencias

Gartner. (2023). "Análisis de tecnologías emergentes: mejoras cognitivas y neurológicas".

Deloitte. (2023). "Tendencias en la adopción de la neurotecnología".

Fortune Business Insights. (2023). "Descripción general del mercado de mejoras neurológicas".

Statista. (2023). "Perspectivas del mercado de la tecnología cognitiva".



5.1. | Digital trust and cybersecurity

Confianza digital y ciberseguridad. Integración de tecnologías Web3 y arquitecturas de confianza para mejorar la seguridad digital y reducir los riesgos de ciberataques.

La transformación digital ha traído consigo una creciente exposición a riesgos cibernéticos. En 2024, España registró más de **100.000 ciberataques**, con uno grave cada tres días ¹⁶. En este contexto, la **confianza digital** se ha convertido en un activo estratégico. La integración de tecnologías **Web3** —como blockchain, identidad descentralizada (DID) y contratos inteligentes— junto con **arquitecturas Zero Trust**, está emergiendo como una solución clave para garantizar la **seguridad, transparencia y resiliencia** de los sistemas digitales.

5.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Web3 y Confianza Digital
Administración Pública	Identidad digital soberana, trazabilidad de procesos
Energía y Utilities	Seguridad en IoT, contratos inteligentes para trading energético
Finanzas y Seguros	Identidad digital segura, prevención de fraudes y cumplimiento normativo
Industria y Retail	Trazabilidad de productos, autenticación de proveedores
Telecomunicaciones y Media	Gestión segura de redes y dispositivos, identidad descentralizada
Sanidad	Consentimiento digital, historia clínica interoperable y segura

5.1.2. Enfoque técnico

5.1.2.1. Tecnologías clave

- **Blockchain:** Registro inmutable de transacciones y eventos.
- **Identidad Descentralizada (DID):** Autenticación sin intermediarios, con control del usuario.
- **Contratos Inteligentes:** Automatización de reglas de seguridad y cumplimiento.
- **Zero Trust Architecture:** Verificación continua de identidad, dispositivo y contexto.
- **IA para Detección de Amenazas:** Análisis de comportamiento y detección de anomalías.

5.1.2.2. Arquitectura de integración

- **Gateways Web3:** Conectan sistemas tradicionales con redes descentralizadas.
- **Registros de Confianza:** Validación de identidades y reputaciones digitales.
- **APIs Federadas:** Interoperabilidad segura entre plataformas y servicios.

5.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ministerio de Justicia	Sistema de identidad digital soberana para trámites legales
Energía y Utilities	Repsol	Contratos inteligentes para compraventa de energía entre plantas
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Onboarding digital con identidad descentralizada y contratos inteligentes
Industria y Retail	El Corte Inglés	Trazabilidad blockchain de productos premium y autenticación de proveedores
Telecomunicaciones y Media	Telefónica	Gestión de dispositivos IoT con identidad descentralizada
Sanidad	Hospital Vall d'Hebron	Consentimiento digital y acceso seguro a historiales médicos

5.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad entre organismos y cumplimiento del RGPD.

Energía: Alta criticidad exige certificaciones y pruebas de robustez.

Industria: Integración con ERPs y sistemas de logística.

Finanzas: Cumplimiento con Banco de España, CNMV y normativa europea.

Telecomunicaciones: Escalabilidad y baja latencia para servicios en tiempo real.

Sanidad: Validación clínica, ética digital y protección de datos sensibles.

5.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

CaixaBank Tech (identidad digital), **Kelea** (infraestructura segura), **Internxt** (almacenamiento descentralizado)

Startups:

- a. **Validated ID** (Barcelona): Identidad digital y firma electrónica
- b. **Icommunity Labs** (Madrid): Blockchain-as-a-Service

5.1.6. Estadísticas recientes

El 75% de las empresas españolas tardan más de seis meses en detectar y responder a un incidente de ciberseguridad ¹⁷.

El Gobierno ha aprobado un refuerzo de capacidades para proteger infraestructuras críticas y servicios digitales en 2025 ¹⁶.

Según ONTSI, el 62% de los ciudadanos españoles desconfía de la seguridad de sus datos en internet ¹⁸.

5.1.7. Referencias

Gartner, “Tendencias en confianza digital y Web3”, 2024.

McKinsey & Company, “Innovaciones en blockchain y ciberseguridad”, 2023.

Forrester, “Mejora de la seguridad a través de la descentralización”, 2024.

IBM Research, “Integración de blockchain en arquitecturas de seguridad”, 2023.



5.2. | Desinformation security

Seguridad contra la desinformación: tecnologías basadas en IA para mitigar riesgos de desinformación.

La desinformación digital se ha convertido en una de las principales amenazas para la seguridad nacional y la confianza institucional en España. Según el Informe de Seguridad Nacional 2024, las campañas de desinformación y las ciberamenazas son los dos riesgos más relevantes para el país en los próximos años ¹⁹.

Ante este escenario, tecnologías emergentes como **Web3, blockchain, identidad descentralizada (DID) y arquitecturas Zero Trust** están siendo adoptadas para **verificar la autenticidad de la información, proteger la integridad de los datos y reforzar la confianza digital** ²⁰.

5.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Seguridad ante la Desinformación
Administración Pública	Protección de procesos electorales, verificación de fuentes oficiales
Energía y Utilities	Prevención de campañas de desinformación sobre sostenibilidad o precios
Finanzas y Seguros	Prevención de fraudes, suplantación de identidad y manipulación de reputación
Industria y Retail	Protección de marca frente a fake news y boicots digitales
Telecomunicaciones y Media	Detección de campañas coordinadas en redes sociales
Sanidad	Lucha contra bulos médicos y desinformación sobre tratamientos

5.2.2. Enfoque técnico

5.2.2.1. Tecnologías clave

- **Blockchain:** Registro inmutable de contenidos y eventos digitales.
- **Identidad Descentralizada (DID):** Autenticación de emisores de información sin intermediarios.
- **Contratos Inteligentes:** Automatización de reglas de verificación y trazabilidad.
- **Zero Trust Architecture:** Verificación continua de usuarios, dispositivos y fuentes.
- **IA para Detección de Desinformación:** Análisis semántico y detección de patrones de manipulación.

5.2.2.2. Arquitectura de integración

- **Plataformas Web3:** Para la gestión de identidades y contenidos verificados.
- **Sistemas de Verificación de Contenido:** Integrados con APIs de blockchain y motores de IA.
- **Redes de Confianza:** Basadas en reputación digital y validación descentralizada.

5.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ministerio del Interior	Plataforma blockchain para trazabilidad de comunicaciones oficiales
Energía y Utilities	Naturgy	Monitorización de redes sociales para detectar campañas de desinformación
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Onboarding digital con identidad descentralizada y validación antifraude
Industria y Retail	Inditex	Sistema de reputación digital para proteger la marca frente a fake news
Telecomunicaciones y Media	Telefónica	Detección de bots y campañas coordinadas en redes sociales
Sanidad	Hospital Clínic de Barcelona	Plataforma de verificación de información médica para pacientes y profesionales

5.2.4. Consideraciones de mercado

- Administración Pública:** Requiere interoperabilidad entre organismos y cumplimiento del RGPD.
- Energía:** Necesita integración con sistemas SCADA y validación de alertas en tiempo real.
- Industria:** Debe proteger la reputación digital y gestionar crisis de comunicación.
- Finanzas:** Cumplimiento con regulaciones del Banco de España y la CNMV.
- Telecomunicaciones:** Escalabilidad para grandes volúmenes de contenido y baja latencia.
- Sanidad:** Validación científica, ética médica y protección de datos clínicos.

5.2.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

CaixaBank Tech (identidad digital), **Validated ID** (firma electrónica), **Internxt** (almacenamiento descentralizado), **Deepsense** (detección de deepfakes)

Startups:

- a. **Factiveverse:** Verificación automática de noticias
- b. **BlockTac:** Certificación de contenido con blockchain
- c. **CounterCraft:** Ciberinteligencia y detección de amenazas digitales

5.2.6. Estadísticas recientes

El 62% de los ciudadanos españoles desconfía de la veracidad de la información en redes sociales ²².

El Gobierno de España ha reforzado su estrategia nacional de ciberseguridad para incluir la lucha contra la desinformación como prioridad en 2025 ¹⁹.

Gartner estima que para 2026, el 30% de las grandes organizaciones integrarán tecnologías Web3 para combatir la desinformación digital ²⁰.

5.2.7. Referencias

Gartner, "Combatir la desinformación con IA", 2024.

McKinsey & Company, "Asegurar la confianza en la era digital", 2023.

Forrester, "Blockchain e IA para la confianza", 2023.

IBM Watson, "IA para la integridad de la información", 2023.



5.3. | Post-quantum cryptography

Criptografía poscuántica: métodos criptográficos resistentes a amenazas de computación cuántica.

La computación cuántica promete revolucionar sectores como la sanidad, las finanzas o la energía, pero también representa una amenaza crítica para la seguridad digital. Los algoritmos criptográficos actuales (RSA, ECC) podrían ser vulnerables ante ordenadores cuánticos capaces de romper claves en minutos. La **criptografía post-cuántica (PQC)** surge como respuesta: un conjunto de algoritmos diseñados para resistir ataques cuánticos y garantizar la confidencialidad a largo plazo ^{23 24}.

España, a través de iniciativas como **Quantum Spain** y la **Estrategia Nacional de Tecnologías Cuánticas 2025–2030**, está impulsando la adopción de estándares de seguridad cuántica en sectores críticos ²³.

5.3.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Criptografía Post-Cuántica
Administración Pública	Protección de datos ciudadanos y comunicaciones oficiales
Energía y Utilities	Seguridad en redes SCADA y contratos energéticos
Finanzas y Seguros	Cumplimiento normativo, protección de transacciones y prevención de fraudes
Industria y Retail	Protección de propiedad intelectual y datos de clientes
Telecomunicaciones y Media	Seguridad en redes 5G y dispositivos IoT
Sanidad	Protección de historiales médicos y consentimientos digitales

5.3.2. Enfoque técnico

5.3.2.1. Algoritmos Post-Cuánticos

- **Lattice-based:** CRYSTALS-Kyber (intercambio de claves), CRYSTALS-Dilithium (firmas digitales)
- **Hash-based:** SPHINCS+
- **Code-based:** Classic McEliece
- **Multivariate:** Rainbow (descartado por vulnerabilidades)

5.3.2.2. Estrategia de Migración

- Inventario criptográfico: identificar algoritmos vulnerables
- Certificados híbridos: transición gradual con doble cifrado
- Pruebas de rendimiento: evaluar impacto en latencia y escalabilidad
- Integración con HSMs y PKIs compatibles con PQC

5.3.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ministerio de Justicia (en exploración)	Implementación de algoritmos PQC en sistemas de firma digital y archivo notarial
Energía y Utilities	Red Eléctrica Española	Protección de redes SCADA con cifrado híbrido PQC-clásico
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Sandbox de criptografía post-cuántica para banca digital y firma electrónica avanzada
Industria y Retail	Inditex	Protección de datos de diseño y clientes con firmas digitales resistentes
Telecomunicaciones y Media	Telefónica	Seguridad cuántica en redes 5G y dispositivos IoT
Sanidad	Hospital Universitario La Paz	Cifrado PQC para historiales médicos y consentimiento digital

5.3.4. Consideraciones de mercado

- Administración Pública:** Requiere alineación con la Estrategia Nacional de Ciberseguridad y el Esquema Nacional de Seguridad (ENS).
- Energía:** Necesita compatibilidad con sistemas industriales y baja latencia.
- Industria:** Debe integrarse con ERPs y sistemas de trazabilidad.
- Finanzas:** Cumplimiento con Banco de España, EBA y normativa europea (DORA).
- Telecomunicaciones:** Escalabilidad y compatibilidad con infraestructuras existentes.
- Sanidad:** Validación clínica, interoperabilidad y cumplimiento del RGPD.

5.3.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

Kelea (infraestructura segura), **CaixaBank Tech** (banca digital), **Procesia** (sanidad digital)

Startups:

- a. **Qilimanjaro Quantum Tech** (Barcelona)
- b. **Multiverse Computing** (Donostia)
- c. **Red Alert Labs** (colaborador en PIQASO)

5.3.6. Estadísticas recientes

El 80% de las organizaciones europeas aún no han iniciado su transición a criptografía post-cuántica ²⁴.

Gartner estima que para 2027, el 60% de las empresas incluirán PQC en sus estrategias de ciberseguridad ²³.

España invertirá más de 1.500 millones de euros en tecnologías cuánticas hasta 2030, incluyendo seguridad post-cuántica ²³.

5.3.7. Referencias

Gartner, “El futuro de la criptografía poscuántica”, 2024.

McKinsey & Company, “Tendencias de seguridad cuántica”, 2023.

Forrester, “Building Resilience with PQC” [Fomento de la resiliencia con PQC], 2023.

IBM Research, “Soluciones criptográficas cuánticas seguras”, 2023.



6.1. | Sustainable IT technology

Tecnología sostenible: aprovechando la tecnología para lograr objetivos ambientales, sociales y de gobernanza (ESG).

La sostenibilidad ya no es solo una cuestión de reputación corporativa, sino un **imperativo estratégico**. En España, las empresas están integrando **tecnología sostenible** en sus operaciones para cumplir con regulaciones europeas como la **CSRD** y responder a la presión de inversores, consumidores y empleados. Tecnologías como **la IA verde, el blockchain para trazabilidad, el cloud sostenible y los gemelos digitales** están siendo adoptadas para reducir huella de carbono, mejorar la eficiencia energética y garantizar la transparencia en la cadena de valor ^{26 27}.

6.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Tecnología Sostenible
Administración Pública	Digitalización verde, reducción de papel, eficiencia energética en CPDs
Energía y Utilities	Optimización de redes, predicción de consumo, reducción de emisiones
Finanzas y Seguros	Modelos de riesgo climático, reporting ESG automatizado, finanzas sostenibles
Industria y Retail	Trazabilidad de cadena de suministro, economía circular
Telecomunicaciones y Media	Redes energéticamente eficientes, reciclaje de dispositivos
Sanidad	Hospitales inteligentes, gestión sostenible de residuos médicos

6.1.2. Enfoque técnico

6.1.2.1. Tecnologías Clave

- **Cloud Sostenible:** Migración a nubes con energía renovable y eficiencia energética.
- **IoT Verde:** Sensores para monitorizar consumo energético y emisiones.
- **Blockchain:** Trazabilidad de materiales y verificación de prácticas sostenibles.
- **IA para Optimización Energética:** Algoritmos que reducen consumo y emisiones.
- **Gemelos Digitales:** Simulación de impacto ambiental de procesos industriales.

6.1.2.2. Arquitectura ESG Integrada

- **Plataformas ESG:** Dashboards para seguimiento de KPIs ambientales y sociales.
- **Integración con ERP y CRM:** Para trazabilidad y cumplimiento normativo.
- **Automatización de Reporting:** Cumplimiento con CSRD, SFDR y taxonomía verde.

6.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ayuntamiento de Sevilla	Plataforma de gestión documental sin papel y CPD con refrigeración pasiva
Energía y Utilities	Iberdrola	Sistema de predicción de consumo energético con IA para reducir emisiones
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Plataforma ESG para reporting automatizado y análisis de riesgo climático
Industria y Retail	Mango	Trazabilidad blockchain de proveedores y materiales ^o sostenibles
Telecomunicaciones y Media	Orange España	Reducción de consumo energético en torres 5G mediante edge computing
Sanidad	Hospital Clínic de Barcelona	Plataforma de gestión de residuos hospitalarios con trazabilidad digital

6.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad, accesibilidad y cumplimiento con la Ley de Contratos del Sector Público.

Energía: Necesita integración con sistemas SCADA y cumplimiento de normativas europeas de emisiones.

Industria: Debe alinear la trazabilidad con estándares como ISO 14001 y GRI.

Finanzas: Cumplimiento con CSRD, SFDR y taxonomía verde de la UE.

Telecomunicaciones: Escalabilidad y eficiencia energética en infraestructuras.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad y protección de datos sensibles.

6.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

Kelea (automatización sostenible), **CaixaBank Tech** (finanzas sostenibles), **Internxt** (almacenamiento verde), **Libelium** (IoT ambiental)

Startups:

- a. **ClimateTrade**: Plataforma blockchain para compensación de huella de carbono
- b. **Aplanet**: Software de gestión ESG
- c. **Green Urban Data**: IA para planificación urbana sostenible

6.1.6. Estadísticas recientes

CaixaBank ha sido incluida en el índice **Dow Jones Sustainability Index** por 13º año consecutivo y recibió una calificación ESG de 2 por Sustainable Fitch ²⁶.

EY estima que el 70% de las empresas españolas aumentarán su inversión en tecnología ESG en 2025 ²⁷.

Gartner prevé que para 2026, el 50% de las estrategias de transformación digital incluirán objetivos ESG medibles ²⁸.

6.1.7. Referencias

Gartner, “Tendencias en tecnología sostenible”, 2024.

McKinsey & Company, “ESG y transformación digital”, 2023.

Forrester, “Tecnología para un futuro más verde”, 2024.

Informe de sostenibilidad de Microsoft, 2023.

ITO Transformation

D7



7.1. | Private cloud

Nube privada: crecimiento de la Inversión Impulsada por cambios en los precios de nube pública y la dominancia de proveedores clave.

La adopción de la nube pública ha sido clave en la transformación digital de las organizaciones españolas. Sin embargo, el aumento de los costes operativos, la complejidad de los modelos de facturación y la dependencia de un número reducido de proveedores están impulsando una **nueva ola de inversión en infraestructuras de nube privada**. Según IDC, más del 60% de las empresas europeas están reevaluando sus estrategias cloud para 2025, priorizando modelos híbridos y privados que ofrezcan mayor control, previsibilidad y cumplimiento normativo ²²

7.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Nube Privada
Administración Pública	Soberanía digital, cumplimiento normativo, eficiencia operativa
Energía y Utilities	Procesamiento local de datos IoT, continuidad operativa
Finanzas y Seguros	Cumplimiento normativo, cifrado avanzado y auditoría de transacciones
Industria y Retail	Control de datos sensibles, integración con legacy
Telecomunicaciones y Media	Edge computing y redes privadas 5G
Sanidad	Protección de datos clínicos, interoperabilidad segura

7.1.2. Enfoque técnico

7.1.2.1. Arquitectura de Nube Privada

- **Infraestructura Virtualizada:** VMware, OpenStack, Nutanix
- **Contenedores y Orquestación:** Kubernetes, Red Hat OpenShift
- **Seguridad Zero Trust:** Microsegmentación, autenticación multifactor y cifrado en tránsito/reposo
- **Monitorización y Gobernanza:** Plataformas de observabilidad y cumplimiento normativo

7.1.2.2. Modelos de Implementación

- **On-Premise:** Infraestructura propia para cargas críticas
- **Hosted Private Cloud:** Servicios gestionados en centros de datos locales
- **Híbrida:** Integración con nubes públicas para elasticidad y recuperación ante desastres

7.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ministerio de Hacienda	Plataforma fiscal sobre nube privada soberana con cifrado nacional
Energía y Utilities	Naturgy	Plataforma de gestión energética con edge cloud privada
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Plataforma bancaria sobre nube privada con cifrado post-cuántico y cumplimiento DORA
Industria y Retail	El Corte Inglés	ERP híbrido con procesamiento local en nube privada
Telecomunicaciones y Media	Cellnex Telecom	Red privada 5G con infraestructura cloud local para baja latencia
Sanidad	Hospital Universitario La Paz	Historia clínica electrónica sobre nube privada con interoperabilidad HL7

7.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere alineación con el Esquema Nacional de Seguridad y normativa de contratación pública.

Energía: Necesita alta disponibilidad, integración con OT y certificaciones ISO 27001.

Industria: Demanda compatibilidad con sistemas legacy y escalabilidad.

Finanzas: Cumplimiento con EBA, DORA y auditoría continua.

Telecomunicaciones: Requiere baja latencia, edge computing y gestión de tráfico intensivo.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad HL7/FHIR y protección de datos sensibles.

7.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

Kelea (infraestructura segura), **CaixaBank Tech** (banca digital), **Procesia** (sanidad digital), **Gigas** (infraestructura)

Startups:

- a. **Stackscale** (Madrid): Infraestructura cloud privada en España
- b. **Arsys Private Cloud**: Soluciones de nube privada gestionada
- c. **OpenNebula**: Plataforma open source para cloud híbrido y edge

7.1.6. Estadísticas recientes

Según IDC, el 65% de las empresas españolas planean adoptar modelos híbridos o privados antes de 2026 ²².

CaixaBank ha invertido más de 5.000 millones de euros en su plan de transformación digital, incluyendo infraestructura cloud privada para servicios críticos ²².

Gartner estima que para 2027, el 40% de las cargas de trabajo empresariales se ejecutarán en entornos de nube privada o híbrida ¹⁵.

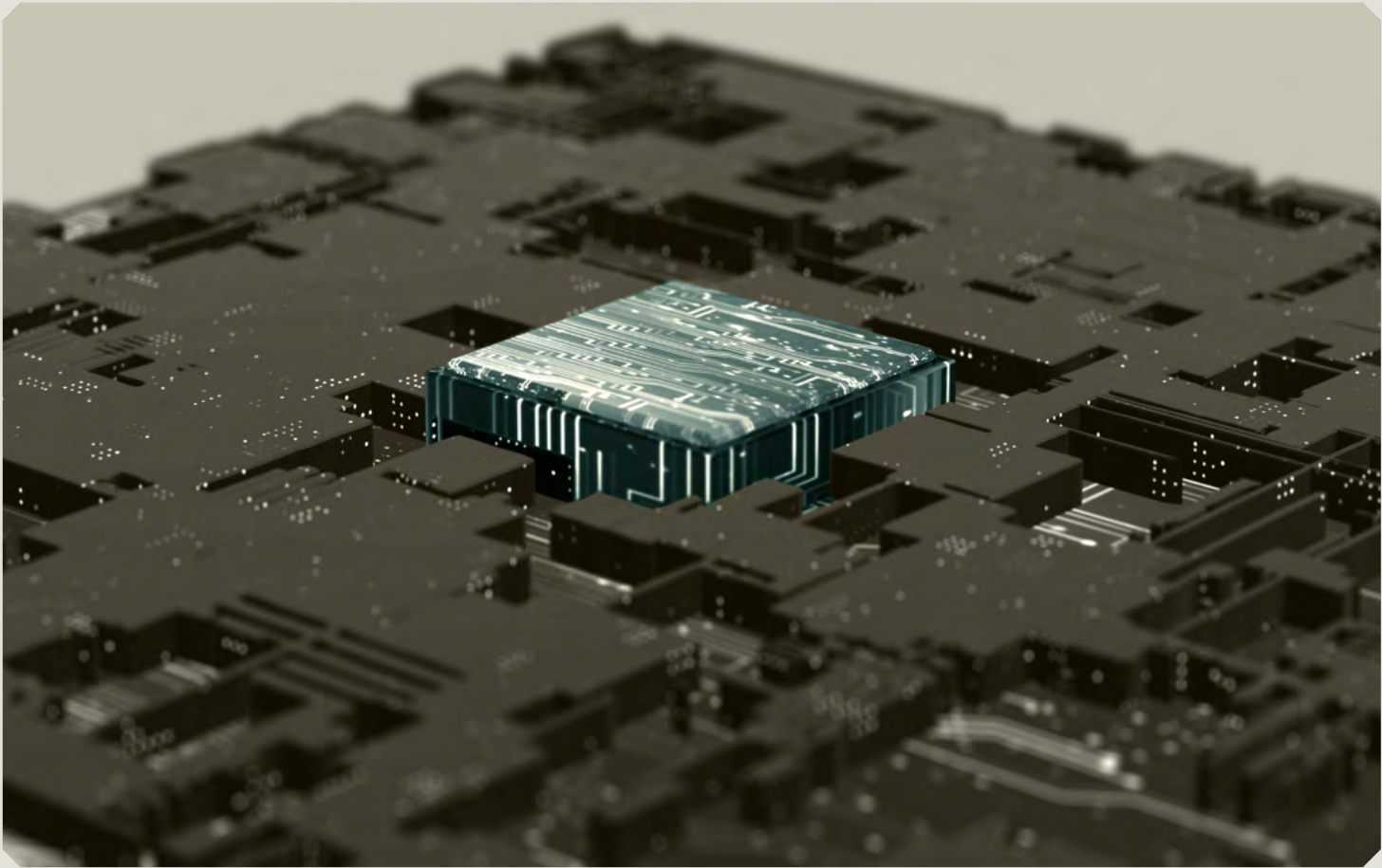
7.1.7. Referencias

Gartner, “Principales tendencias en computación en la nube”, 2024.

McKinsey & Company, “Soluciones de nube híbrida y privada”, 2023.

Forrester, “Navegando por el panorama de la nube privada”, 2024.

Red Hat Research, “Soluciones de código abierto para nubes privadas”, 2023.



7.2. | Hybrid computing

Integración de diferentes modelos de computación para la eficiencia en la resolución de problemas complejos.

La **computación híbrida** combina recursos locales (on-premise), servicios en la nube pública y privada, edge computing y, en algunos casos, capacidades de computación de alto rendimiento (HPC) o cuántica. Este enfoque permite a las organizaciones **optimizar costes, mejorar la resiliencia operativa y acelerar la innovación**. Según Gartner, para 2026, más del 60% de las empresas europeas adoptarán arquitecturas híbridas para cargas críticas ²⁹.

En España, sectores como banca, energía, sanidad y administración pública están liderando esta transformación, impulsados por la necesidad de **escalabilidad, cumplimiento normativo y eficiencia operativa**.

7.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Computación Híbrida
Administración Pública	Integración de sistemas legacy con cloud soberana
Energía y Utilities	Procesamiento en tiempo real con edge y cloud privada
Finanzas y Seguros	Modelado de riesgos, detección de fraudes y cumplimiento normativo
Industria y Retail	Optimización de cadena de suministro con IA híbrida
Telecomunicaciones y Media	Orquestación de redes 5G y edge computing
Sanidad	Interoperabilidad de datos clínicos y simulaciones biomédicas

7.2.2. Enfoque técnico

7.2.2.1. Componentes Clave

- **Cloud Pública y Privada:** Elasticidad y control de datos sensibles.
- **Edge Computing:** Procesamiento local para baja latencia.
- **Contenedores y Orquestación:** Kubernetes, OpenShift.
- **Data Fabric:** Acceso unificado a datos distribuidos.
- **Zero Trust:** Seguridad continua en entornos distribuidos.

7.2.2.2. Arquitectura de Referencia

- **Infraestructura híbrida:** Integración de centros de datos locales con nubes públicas (Azure, AWS, Google Cloud).
- **Plataformas de gestión multicloud:** Para gobernanza, costes y cumplimiento.
- **IA distribuida:** Entrenamiento en cloud, inferencia en edge.

7.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ministerio de Justicia	Integración de sistemas judiciales legacy con cloud soberana
Energía y Utilities	Iberdrola	Plataforma híbrida para predicción de demanda energética en tiempo real
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Plan “Cosmos”: integración de IA generativa y cloud híbrida para eficiencia operativa
Industria y Retail	Inditex	Optimización de logística con IA híbrida y edge computing
Telecomunicaciones y Media	Orange España	Orquestación de red 5G con edge y cloud privada para baja latencia
Sanidad	Hospital Clínic de Barcelona	Simulación biomédica con computación híbrida cuántica-clásica

7.2.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Cumplimiento del ENS y soberanía digital.

Energía: Integración con sistemas SCADA y alta disponibilidad.

Industria: Compatibilidad con sistemas legacy y escalabilidad.

Finanzas: Cumplimiento con DORA, EBA y auditoría continua.

Telecomunicaciones: Baja latencia, edge computing y gestión de datos masivos.

Sanidad: Interoperabilidad HL7/FHIR, protección de datos y validación clínica.

7.2.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

Kelea (infraestructura segura), **CaixaBank Tech** (banca digital), **Procesia** (sanidad digital), **Gigas** (infraestructura cloud)

Startups:

- a. **Multiverse Computing:** Computación cuántica híbrida para finanzas y salud
- b. **OpenNebula:** Plataforma open source para cloud híbrido y edge
- c. **Stackscale:** Infraestructura cloud privada en España

7.2.6. Estadísticas recientes

CaixaBank invertirá 5.000 millones de euros en su plan “Cosmos” para modernizar su plataforma tecnológica con IA y cloud híbrida ¹¹.

Gartner estima que para 2027, el 70% de las cargas de trabajo empresariales se ejecutarán en entornos híbridos o multicloud ²⁹.

IDC prevé que el 65% de las empresas españolas adoptarán arquitecturas híbridas antes de 2026 ¹².

7.2.7. Referencias

Gartner, “El auge de la informática híbrida”, 2024.

Forrester, “Edge and Cloud: A Hybrid Future” (Perímetro y nube: un futuro híbrido), 2023.

McKinsey & Company, “Estrategias para la adopción de TI híbrida”, 2023.

IBM Research, “Nube híbrida y sinergias cuánticas”, 2023.



8.1. | Augmented connected workforce

Fuerza laboral aumentada y conectada: adopción de herramientas digitales para modelos de trabajo remoto e híbrido y el incremento de la productividad.

La **fuerza laboral aumentada y conectada** representa una evolución estratégica en la gestión del talento, combinando tecnologías como **IA, plataformas colaborativas, realidad aumentada (AR), IoT y análisis de datos** para mejorar la productividad, la experiencia del empleado y la eficiencia operativa. Según Gartner, para 2026, el 50% de los trabajadores del conocimiento estarán aumentados por IA en sus tareas diarias ³⁰.

En España, la transformación del trabajo híbrido y remoto ha acelerado la adopción de herramientas digitales que permiten a los empleados colaborar, aprender y tomar decisiones de forma más inteligente y segura.

8.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Fuerza Laboral Aumentada
Administración Pública	Digitalización de procesos, formación remota, colaboración interinstitucional
Energía y Utilities	Mantenimiento remoto, asistencia aumentada en campo
Finanzas y Seguros	Copilotos de IA para atención al cliente, cumplimiento normativo y análisis de riesgos
Industria y Retail	Automatización de tareas repetitivas, formación inmersiva
Telecomunicaciones y Media	Diagnóstico remoto, soporte técnico aumentado
Sanidad	Telemedicina, colaboración clínica en tiempo real, formación quirúrgica virtual

8.1.2. Enfoque técnico

8.1.2.1. Tecnologías Clave

- **IA Generativa y Copilotos:** Asistentes digitales para tareas repetitivas y toma de decisiones.
- **Plataformas de Colaboración:** Microsoft Teams, Google Workspace, Zoom.
- **Realidad Aumentada (AR):** Soporte remoto y formación técnica.
- **IoT y Wearables:** Monitorización de salud y seguridad laboral.
- **Digital Experience Monitoring (DEM):** Análisis de experiencia del empleado en tiempo real.

8.1.2.2. Arquitectura de Integración

- **Infraestructura Cloud-First:** Escalabilidad y acceso remoto seguro.
- **Zero Trust Security:** Protección de dispositivos y usuarios distribuidos.
- **Unified Endpoint Management (UEM):** Gestión remota de dispositivos y cumplimiento de políticas.

8.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Descripción del caso de uso
Administración Pública	Ayuntamiento de Valencia	Plataforma colaborativa para gestión remota de proyectos urbanos
Energía y Utilities	Repsol	Asistencia aumentada para técnicos de campo mediante AR
Finanzas y Seguros	CaixaBank	Copilotos de IA para atención al cliente y análisis de cumplimiento normativo
Industria y Retail	Decathlon España	Formación inmersiva en tienda y automatización de tareas administrativas
Telecomunicaciones y Media	Orange España	Diagnóstico remoto de redes con soporte aumentado
Sanidad	Hospital Universitario 12 de Octubre	Telemedicina colaborativa y formación quirúrgica con realidad extendida

8.1.4. Consideraciones de mercado

- Administración Pública:** Requiere interoperabilidad, accesibilidad y formación digital.
- Energía:** Necesita conectividad en campo y dispositivos robustos.
- Industria:** Integración con sistemas de producción y logística.
- Finanzas:** Cumplimiento normativo y protección de datos sensibles.
- Telecomunicaciones:** Escalabilidad y baja latencia.
- Sanidad:** Validación clínica, interoperabilidad y ética médica.

8.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Españolas:

CaixaBank Tech: IA generativa y automatización de procesos internos, **Kelea:** Transformación organizacional y asistencia aumentada en campo, **Procesia:** Plataformas colaborativas para administración y salud

Startups:

- a. **Seabery:** Formación industrial con realidad aumentada
- b. **Inmersia XR:** Plataformas XR para salud y educación
- c. **Aplanet:** Gestión de impacto social y bienestar laboral

8.1.6. Estadísticas recientes

Según EY, el 70% de las empresas españolas están invirtiendo en herramientas digitales para mejorar la productividad y la experiencia del empleado ³¹.

Gartner estima que para 2026, el 30% de las organizaciones utilizarán IA generativa para aumentar la productividad de sus empleados ³⁰.

IDC prevé que el 65% de las empresas europeas adoptarán plataformas de fuerza laboral conectada antes de 2027.

8.1.7. Referencias

Gartner, “Trends in Augmented Workforce” (Tendencias en la fuerza laboral aumentada), 2024.

McKinsey & Company, “Transformación digital en el lugar de trabajo”, 2023.

Forrester, “Workforce Tools and Productivity Insights” (Herramientas de la fuerza laboral y perspectivas de productividad), 2024.

Microsoft Research, “El papel de las plataformas de colaboración en el trabajo híbrido”, 2023.

Tech for the future

Tecnología que nos prepara
para el futuro