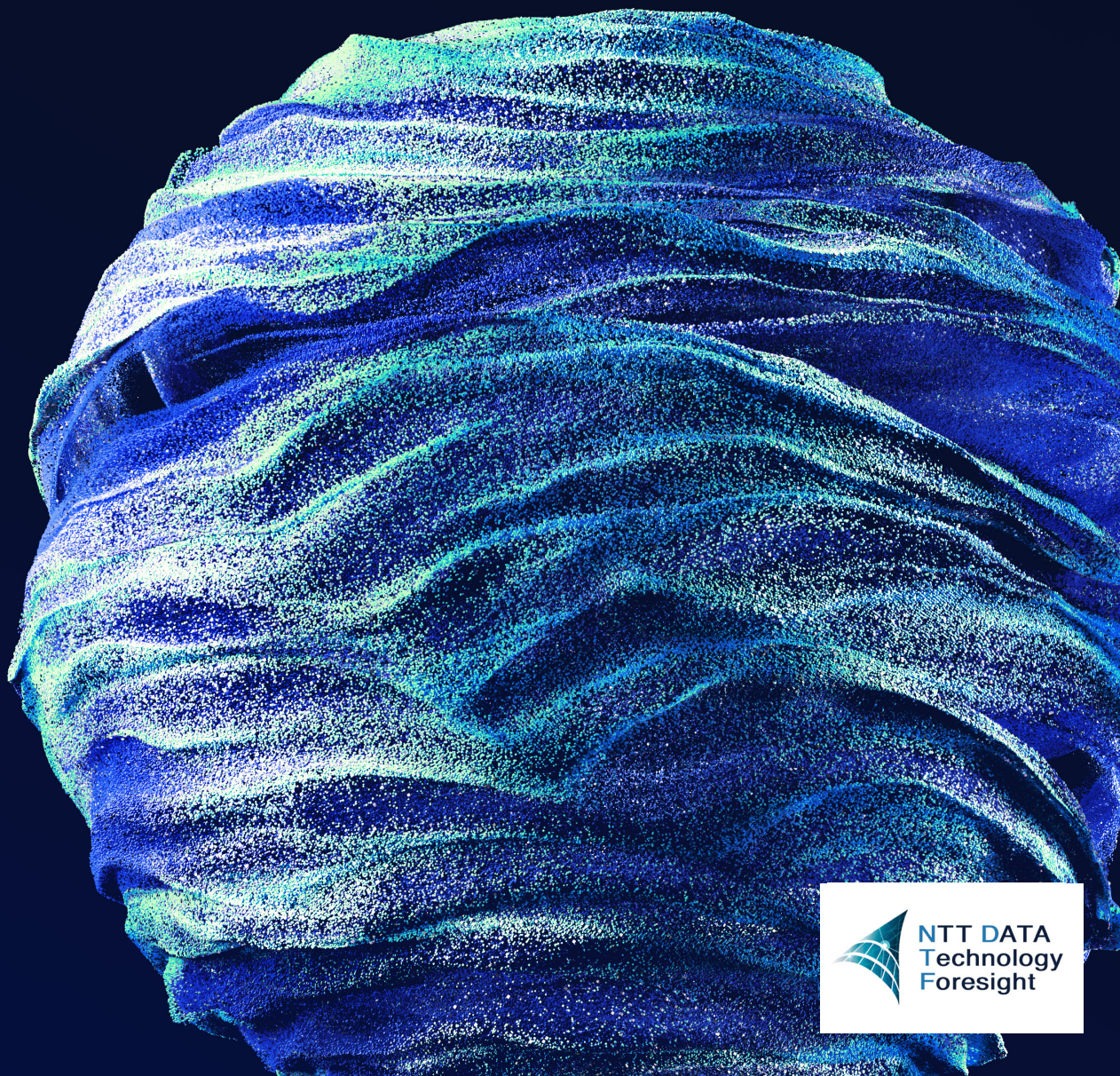


Marzo de 2026

NTT DATA Technology Foresight 2026

Cómo lograr un crecimiento sostenible en la era de la inteligencia masiva



Índice

03 Prólogo

04 Technology Foresight: una ventana hacia el futuro

06 Resumen de macrotendencias: la arquitectura del futuro

08 Autonomía orquestada por el ser humano

18 Capacidad corpórea y emociones

28 Inteligencia en la que confiamos

38 Infraestructura informada

48 Ecosistemas soberanos de silicio

58 De la eficiencia ilusoria a la suficiencia

68 La tecnología en contexto: previsiones para todos los sectores

87 De la teoría a la acción

89 Acerca de la investigación

90 Colaboradores

90 Acerca de NTT DATA

Introducción

En la era de la inteligencia masiva, la IA está al alcance de miles de millones de personas, que hacen uso de ella para procesar información, colaborar y solucionar problemas.

Actualmente, la IA es un motor que impulsa la creatividad humana. Estamos presenciando cómo la autonomía orquestada por el ser humano transforma las empresas: las máquinas gestionan tareas a gran escala, mientras que las personas establecen el rumbo y el propósito. La tecnología ya no es una herramienta fría, sino que se está volviendo empática. Equipados con capacidad corpórea y emocional, los agentes digitales han empezado a entender los contextos humanos mediante señales no verbales, lo que ha convertido las interacciones en algo más natural y centrado en las personas.

Ahora, aspiramos a un futuro donde las personas puedan confiar en la inteligencia. A medida que la IA se integra en la toma de decisiones, tanto a nivel directivo como en la interfaz de usuario, su fiabilidad se vuelve más importante. Para diseñar una inteligencia en la que se pueda confiar, empleamos algoritmos y ecosistemas de datos que tienen como objetivo la responsabilidad ética y la transparencia.

Al mismo tiempo, nuestro entorno está respaldado por una infraestructura informada: una base distribuida y más inteligente, donde la nube solo es una pieza más. Cada vez más, las decisiones urgentes se toman en el borde, lo que exige que las cargas de trabajo se ejecuten en computadoras especializadas, y la soberanía define dónde reside la inteligencia. Las empresas deben construir infraestructuras que se adapten continuamente, enfocadas en el propósito de la organización y en la resiliencia.

El auge de la inteligencia masiva también exige un mayor control sobre los elementos críticos de la cadena de suministro de la tecnología. Los ecosistemas soberanos de silicio están ganando popularidad, ya que las empresas y los países buscan entornos seguros y especializados que se alineen con sus valores. Y, a medida que ampliamos los límites de la productividad, el objetivo ya no es la hipereficiencia a cualquier precio, sino la suficiencia. Los líderes, ahora, antepone la prosperidad duradera a las ganancias a corto plazo.

En NTT DATA, nuestra visión es atrevida y aspiracional, pero también pragmática y cimentada en la realidad. Gracias a nuestro propio asistente de IA basado en la previsión, mejoramos la forma de asesorar a nuestros clientes. Además, permitimos que estos saquen partido a nuestros recursos, de manera que la inteligencia colaborativa (es decir, aquella que fusiona la voluntad humana y la capacidad de las máquinas) impulse cambios positivos. Quienes sepan navegar esta era con confianza, claridad y propósito no sólo se adaptarán al futuro, sino que también contribuirán a crear un mundo más inteligente y sostenible.

Technology Foresight: una ventana hacia el futuro

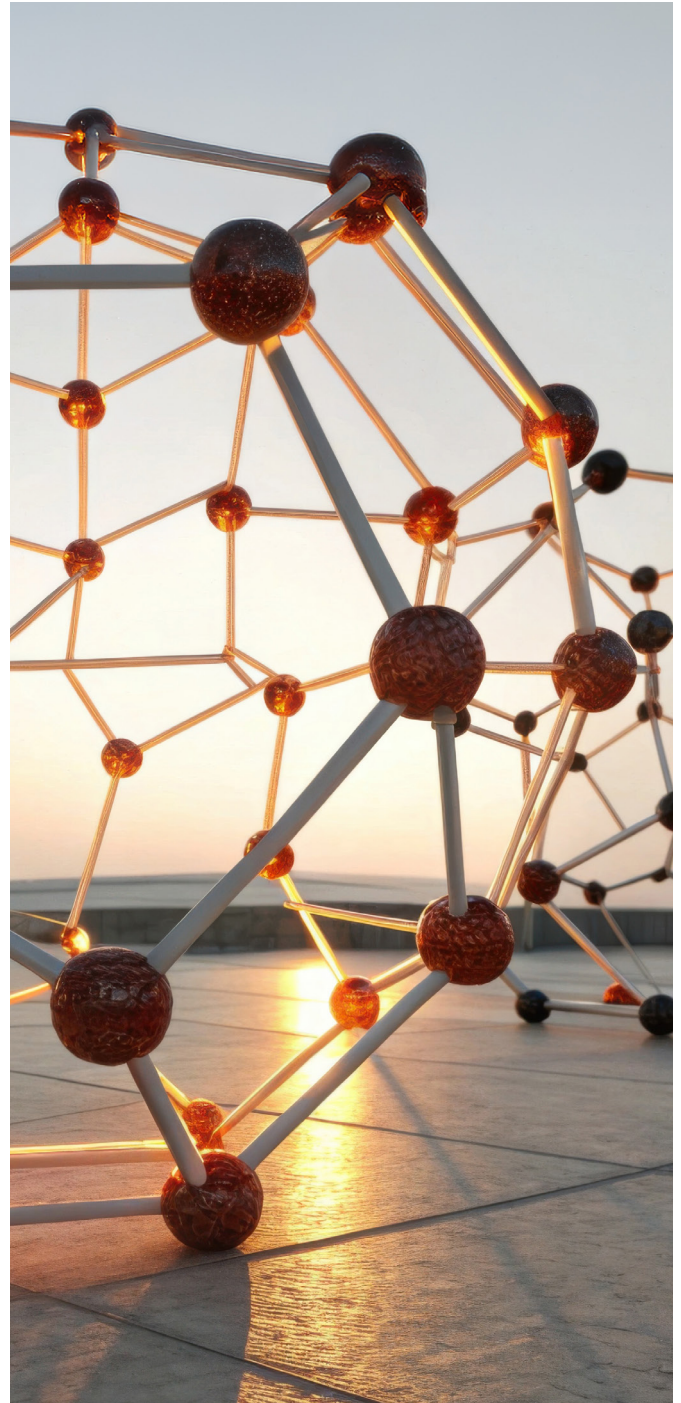
Objetivo y metodología

El objetivo del informe Technology Foresight es proporcionar claridad estratégica en la coyuntura actual de transformación tecnológica y social.

Este estudio no pretende predecir un futuro único, sino explorar los múltiples futuros que pueden derivar del cambio estructural en el que estamos inmersos. Realizamos un análisis continuo de las señales emergentes, las tendencias a largo plazo y las dinámicas comunes a múltiples ámbitos para, así, ayudar a las organizaciones a anticiparse a los cambios no lineales y comprender cómo las fuerzas globales pueden influir en los mercados, las tecnologías y el comportamiento humano.

Nuestra metodología combina el análisis ambiental, el conocimiento de nuestros expertos y el análisis sistémico. Además, aúna perspectivas sociales, económicas, ambientales, geopolíticas y tecnológicas. Hemos seguido un proceso estructurado, impulsado por IA, que permite que los líderes identifiquen señales tempranas, evalúen sus implicaciones y alineen sus decisiones de innovación e inversión con un compromiso social a largo plazo, garantizando que el progreso tecnológico potencie la resiliencia humana a nivel global.

Estos hallazgos convergen en las seis macro tendencias tecnológicas que se analizan en el informe. Pero estas macro tendencias no son avances aislados, sino vías interconectadas de transformación que influyen en cómo se crea, gobierna, integra y escala la inteligencia en todas las sociedades y sectores.





Dando forma a la innovación y la estrategia

Nuestro Technology Foresight actúa como puente estratégico entre el conocimiento y su aplicación práctica.

Este informe conecta las tendencias globales de cambio con diferentes tecnologías y comportamientos emergentes, de tal forma que las organizaciones puedan anticipar áreas de oportunidad y diseñar innovaciones que, además la demanda actual, satisfagan las necesidades futuras. Asimismo, sirve como fuente de información porque identifica áreas que aún están pendientes de explotar, y que pueden ofrecer nuevas propuestas, competencias y modelos de negocio alienados con los posibles escenarios futuros.

Gracias a los hallazgos expuestos en este informe, las organizaciones pueden fortalecer su resiliencia de forma estratégica. La información presentada puede orientar sus decisiones de cartera, sus actividades de capacitación y sus alianzas con otros partners del ecosistema. Así, los líderes podrán priorizar las inversiones más adecuadas y determinar dónde experimentar, especialmente en aquellos casos en los que la preparación tecnológica supere a la preparación organizacional, normativa o social.

En esencia, mediante el informe Technology Foresight, las organizaciones podrán navegar la incertidumbre con confianza, voluntad y responsabilidad, procurando que la innovación siga teniendo un propósito, esté adaptada al futuro y se alinee con la transformación social.

Resumen de macrotendencias: la arquitectura del futuro

Hemos entrado en la era de la inteligencia masiva, donde los sistemas, procesos y productos están cada vez más capacitados para aprender, adaptarse y actuar de forma autónoma. Al mismo tiempo, la IA se ha vuelto accesible para miles de millones de personas.

El informe NTT DATA Technology Foresight 2026 explora cómo esta transformación puede contribuir a un crecimiento focalizado, mediante sistemas que combinen inteligencia y transparencia, emociones y ética, y soberanía y conexión.

Las seis macrotendencias que presentamos en este informe representan la arquitectura de ese futuro. Reflejan la transición desde un paradigma basado en la automatización y la asistencia hasta una era de autonomía y personificación de las máquinas. Este cambio está impulsado por sistemas con inteligencia emocional y gobernados por la ética, y se sustenta en infraestructuras informadas, ecosistemas de hardware soberanos y un renovado compromiso con la sostenibilidad desde la suficiencia.

En conjunto, estas dinámicas anticipan el auge de una inteligencia interconectada y adaptativa que cambiará la forma en la que se genera valor en la sociedad.

“

La inteligencia masiva amplifica el propósito humano cuando está guiada por valores humanos”.

La arquitectura del futuro



Imagen 1: La arquitectura del futuro

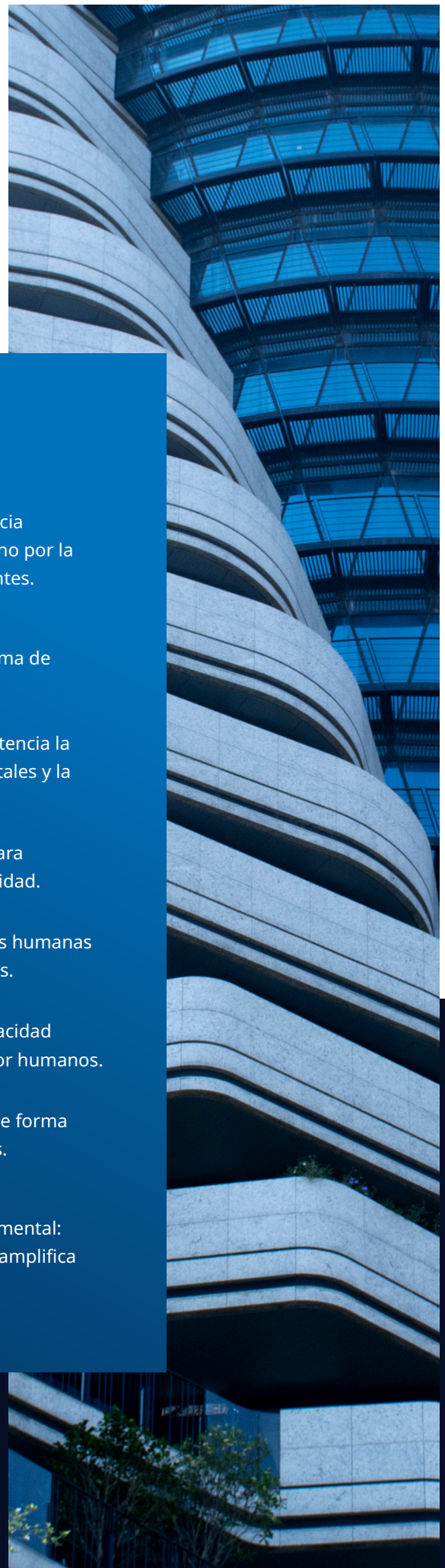
Aunque se presentan como seis macro tendencias diferentes, estas operan como una única transformación convergente. Cada una de las seis tendencias (autonomía, emoción, confianza, infraestructura, soberanía y suficiencia) refuerza al resto y, juntas, constituyen los cimientos de la era de la inteligencia masiva.

La importancia de las personas en la era de la inteligencia masiva

Estas seis macro tendencias demuestran que la era de la inteligencia masiva no está definida por la independencia de las máquinas, sino por la colaboración profunda entre los humanos y los sistemas inteligentes.

- 01** La **autonomía** escala la intención humana, con una toma de decisiones responsable y supervisada.
- 02** La **capacidad corpórea** mejora la interacción, pues potencia la empatía y la conciencia emocional en los sistemas digitales y la acción en el mundo físico.
- 03** La **inteligencia fiable** se basa en el criterio humano para establecer límites de seguridad, equidad y responsabilidad.
- 04** La **infraestructura informada** respalda las prioridades humanas con unos cimientos resilientes, soberanos y adaptativos.
- 05** El **silicio soberano** garantiza que se dispone de la capacidad computacional necesaria para la innovación dirigida por humanos.
- 06** La **suficiencia** procura que la inteligencia evolucione de forma responsable, dentro de los límites ecológicos y sociales.

En conjunto, estas macro tendencias subrayan un principio fundamental: la inteligencia masiva, cuando está guiada por valores humanos, amplifica el propósito humano.



1 Autonomía orquestada por el ser humano

¿Qué es y por qué es relevante?

Los sistemas autónomos son uno de los pilares sobre los que se sustenta la inteligencia masiva

La autonomía ha alcanzado un punto de inflexión. Comenzó como una simple automatización de tareas, pero está evolucionando rápidamente hasta convertirse en una inteligencia adaptativa y orientada a un propósito, capaz de tomar medidas en todas las funciones comerciales, los sistemas físicos y la infraestructura social. Sin embargo, esta aceleración se produce en un momento en que la desconfianza de la sociedad, la presión normativa y las expectativas éticas están aumentando drásticamente.

Así pues, su alineación con la voluntad humana se ha convertido en la nueva frontera estratégica. Las organizaciones ya no pueden depositar su confianza en comportamientos algorítmicos opacos, sino que necesitan sistemas autónomos transparentes, auditables y gobernables, con un comportamiento fácilmente monitorizable y explicable.

A medida que las empresas pasan de proyectos piloto a operaciones autónomas a gran escala (robótica, automatización de decisiones, agentes nativos de IA, etc.), el reto ya no es tanto la capacidad tecnológica como la orquestación responsable. Los sistemas que funcionen serán los que amplifiquen el propósito humano en lugar de reemplazarlo. El objetivo es convertir la autonomía en un tejido colaborativo, donde las personas y los agentes inteligentes coproduzcan resultados que sean fiables y permitan la rendición de cuentas.

A medida que los sistemas autónomos maduran, se están convirtiendo en uno de los pilares fundamentales de la inteligencia masiva, ya que concretan la intención humana en acciones coordinadas y adaptables, en entornos tanto digitales como físicos.

Conceptos básicos

Alineación con la voluntad humana

Los sistemas autónomos actúan de acuerdo a los objetivos y principios éticos definidos por las personas. Amplifican la voluntad humana, ofreciendo resultados que permitan la rendición de cuentas y se ajusten a las prioridades de la empresa y la sociedad.

Colaboración distribuida entre humanos y

Los humanos y los agentes de IA comparten tareas dinámicamente, en función de sus virtudes complementarias, y forman redes cooperativas. En ellas, las personas marcan el rumbo y la IA ejecuta el plan con adaptabilidad.

Autonomía adaptativa en distintos contextos

Los sistemas autónomos actúan de acuerdo a los objetivos y principios éticos definidos por las personas. Amplifican la voluntad humana, ofreciendo resultados que permitan la rendición de cuentas y se ajusten a las prioridades de la empresa y la sociedad.

Infraestructura social de la inteligencia

La autonomía generalizada da lugar a sistemas conectados en los que se apoyan las ciudades, los sectores económicos y las instituciones. Así, se crea una inteligencia colectiva que satisface las necesidades humanas a gran escala.

Autonomía transparente y explicable

Los sistemas deben explicar su razonamiento y sus acciones en términos comprensibles para los humanos, para fomentar la confianza, el cumplimiento normativo y la colaboración efectiva entre las personas y los agentes inteligentes.

Marcos de gobernanza y control ético

La autonomía requiere una supervisión continua, que englobe el cumplimiento normativo, las revisiones éticas, la auditabilidad y la monitorización tanto del comportamiento del sistema como de su impacto social.

Autonomía cognitiva y física

La inteligencia digital y los sistemas corpóreos (robots, vehículos, drones) interactúan con el mundo físico, conectando el razonamiento con acciones en el mundo real.

Supervisión humana continua y ciclos de aprendizaje y feedback

Las personas guían a los sistemas autónomos y aprenden de ellos a cambio. Esto facilita la coevolución, permite tomar mejores decisiones de negocio y genera resultados mejor alineados con las necesidades sociales.

Las diferentes formas de vigilancia humana, que van desde el apoyo supervisado a la toma de decisiones hasta los ecosistemas multiagente autorregulados, influyen en cómo se escala la autonomía.

Arquitectura para la orquestación de la autonomía



Imagen 2: Arquitectura para la orquestación de la autonomía

Panorama tecnológico

El panorama tecnológico de la autonomía orquestada por humanos está definido por un conjunto de capacidades que permiten que los sistemas inteligentes actúen de forma independiente y, al mismo tiempo, permanezcan alineados con la supervisión humana, la intención organizacional y las vías de decisión responsables.

● Actualmente: **Fundamentos de la autonomía guiada por el ser humano**

Las organizaciones están implementando los componentes necesarios para que los sistemas autónomos sigan siendo transparentes y dirigibles, además de estar alineados con el propósito humano.

Los marcos de agentes y las herramientas de orquestación de IA conforman la capa de ejecución. Esta permite que los compañeros de trabajo digitales y los agentes para tareas específicas operen conforme a la voluntad humana y, al mismo tiempo, agilicen la toma de decisiones. Alrededor de este núcleo agéntico, las herramientas de explicabilidad, los marcos de monitorización de modelos y las plataformas de observabilidad de la IA ofrecen la visibilidad necesaria a nivel de auditoría para una implementación responsable. Los canales de feedback humano y las plataformas emergentes de gobernanza de la IA formalizan la supervisión, tratando a los agentes como activos de automatización inteligente gobernados. Al mismo tiempo, los mecanismos de gestión de las alucinaciones de IA ayudan a mantener la previsibilidad de los agentes generativos y reducir los errores de automatización.

La Edge AI extiende la autonomía a entornos físicos (fábricas, vehículos, drones) y brinda inferencia de baja latencia allí donde ocurren las acciones. Los modelos de visión-lenguaje-acción y las capacidades de IA corpórea conectan el razonamiento digital con el comportamiento físico, lo que permite que los robots supervisados por humanos y los dispositivos autónomos colaboren de forma segura en entornos del mundo real.

Las prácticas de IA sostenibles garantizan que estos sistemas puedan escalar dentro de las limitaciones energéticas y computacionales, alineando la autonomía con la suficiencia y la resiliencia a largo plazo.

● A corto plazo: **Escalado de las capas de coordinación y decisión autónoma**

A medida que los sistemas agénticos proliferan, las empresas empiezan a adoptar las capacidades de coordinación necesarias para la autonomía a escala.

Los marcos de orquestación multiagente surgen como un tejido conectivo que permite a los agentes especializados negociar tareas, compartir contexto y escalar decisiones. Los mecanismos autónomos de toma de decisiones determinan dinámicamente cuándo los sistemas actúan independientemente y cuándo se requiere intervención humana, lo que refuerza la seguridad y el cumplimiento normativo. Las capas de razonamiento transparente y las técnicas neurosimbólicas aportan estructura y verificabilidad a la toma de decisiones autónoma. Esto ayuda a las organizaciones a evitar fallos del tipo “agent washing”.

● A largo plazo: **Hacia una inteligencia orquestada a nivel de sistema**

En un horizonte no tan lejano, la autonomía se considerará una capacidad a nivel de sistema, y estará incorporada en las empresas y la sociedad.

Los protocolos de gobernanza autónoma operacionalizarán políticas como código (policy-as-code). Con ello, surgirán sistemas autónomos autorregulados que puedan imponer restricciones, detectar violaciones e iniciar acciones correctivas. Las infraestructuras de inteligencia colectiva coordinarán redes distribuidas de humanos y agentes, lo que dará lugar a una cognición organizacional que se adaptará continuamente al contexto.

La investigación sobre interfaces biodigitales explorará cómo las señales cognitivas humanas podrían integrarse en el tejido de orquestación, mientras que las sociedades de aprendizaje adaptativo extenderán la autonomía a los servicios públicos, la movilidad, la atención médica y los sistemas urbanos. Todo ello transformará la autonomía, que pasará de ser un conjunto de herramientas a una infraestructura social inteligente y compartida.

Radar tecnológico



Imagen 3: Autonomía orquestada por el ser humano: Radar tecnológico

Señales y ecosistema

Señales del mercado

Segmento	Tamaño del mercado en 2024 (en millones de dólares)	Tamaño del mercado en 2029 (en millones de dólares)	CAGR (de 2024 a 2029)
Orquestación de datos	2600	7160	22,2 %
Orquestación de modelos	1740	4510	21,0 %
Orquestación de IA generativa	1350	3810	23,0 %
Orquestación de infraestructura	910	2200	19,4 %
Orquestación multiagente	630	1850	24,1 %

Tabla 1: Autonomía orquestada por el ser humano: tamaño del mercado y previsiones ¹

La demanda de agentes orquestados crece a medida que las empresas pasan de modelos individuales a una autonomía coordinada.

¹ Technavio. *AI Workflow Orchestration Market Analysis, Size, and Forecast 2025–2029*, Julio de 2025.

Señales de adopción empresarial

Gartner predice que hasta un

40 %

de las aplicaciones empresariales incorporarán agentes dedicados a tareas específicas en 2026, frente al **5 %** actual. ²

Para 2029, la IA agéntica resolverá de forma autónoma el

80 %

de los problemas habituales de atención al cliente sin necesidad de intervención humana, lo que reducirá en un **30 %** los costes operativos. ³

El 75%

de los empleados se sienten cómodos trabajando con agentes de IA, pero solo el **30 % se siente cómodo siendo gestionado por ellos.** ⁴

Señales de colaboración sectorial

El mayor impulso se registrará en los sectores de la defensa, la movilidad, la manufactura y la logística, que requieren una autonomía auditable bajo supervisión humana.

Curva de adopción

De 2024 a 2026

Los marcos fundamentales de agentes, los controles con intervención humana y las barreras para la autonomía se convierten en prácticas estándar.

De 2026 a 2028

La orquestación multiagente, las capas de razonamiento transparentes y los flujos de trabajo cognitivos se extienden a todas las operaciones empresariales.

De 2028 a 2030

Los ecosistemas coordinados entre humanos y máquinas y la toma de decisiones autónoma maduran hasta convertirse en funciones críticas.

2030 en adelante

La inteligencia orquestada a nivel de sistema se integra en todos los sectores y forma redes autónomas adaptables y fiables.



² Gartner. Nota de prensa. [Gartner Predicts 40% of Enterprise Apps Will Feature Task-Specific AI Agents by 2026, Up from Less Than 5% in 2025](#). 26 de agosto de 2025.

³ Gartner. Nota de prensa. [Gartner Predicts Agentic AI Will Autonomously Resolve 80% of Common Customer Service Issues Without Human Intervention by 2029](#). 5 de marzo de 2025.

⁴ Workday. Informe. [AI Agents Are Here—But Don't Call Them Boss](#). © 2026.

Señales del mercado

Nombre de la startup	Resumen	Fundada en	Ronda de financiación	Financiación total (USD)
Arize AI	Plataforma de monitorización y observabilidad del aprendizaje automático (ML) diseñada para detectar, solucionar y explicar problemas de rendimiento de los modelos.	2020	Serie C	131 millones
Character.AI	Plataforma conversacional y de compañía basada en IA, que permite a los usuarios diseñar e interactuar con personajes de IA customizados. Estos son capaces de recordar información contextual y se pueden compartir con otras personas.	2021	Serie A	193 millones
Credo AI	Plataforma de gobernanza de la IA que garantiza que los modelos, además de ajustarse a la normativa, sean responsables y éticos.	2020	Serie B	41,3 millones
Crew AI	Mediante un marco multiagente de código abierto basado en Python y una plataforma empresarial, permite a los equipos crear, orquestar e implementar agentes de IA colaborativos para automatizar flujos de trabajo complejos utilizando varios modelos de lenguaje grandes (LLM).	2024	Serie A	18 millones
Fiddler AI	Ofrece una plataforma de IA explicable (XAI) que permite monitorizar, explicar y mejorar los modelos de ML para una mayor transparencia y equidad.	2018	Serie B	63,8 millones
Labelbox	Plataforma para crear, gestionar e iterar datos de entrenamiento de aplicaciones de ML.	2018	Serie D	188,9 millones
LangChain	Marco de código abierto diseñado para simplificar la creación de aplicaciones utilizando LLM.	2022	Serie B	160 millones
LlamaIndex	Marco de datos para conectar fuentes de datos personalizadas con LLM.	2022	Fase de capital riesgo (serie no especificada)	28,5 millones

Tabla 2: Autonomía orquestada por el ser humano: startups relevantes ⁵

⁵ La información aquí presentada se basa en datos obtenidos en Crunchbase (<https://www.crunchbase.com/>). La precisión e integridad de los datos dependen de la fuente y pueden cambiar con el tiempo.

Casos prácticos y aplicaciones

Los siguientes ejemplos ilustran cómo la autonomía orquestada por humanos ya está cambiando la forma en que operan las organizaciones. Estas combinan los sistemas agénticos con la supervisión humana para lograr una inteligencia escalable, confiable y adaptativa.

01 Soporte autónomo a las decisiones y flujos de trabajo de supervisión

Las empresas adoptan agentes supervisados por personas que redactan documentos y escriben código, preparan la información necesaria para tomar decisiones y resuelven solicitudes rutinarias de atención al cliente, todo ello bajo una vigilancia humana auditable.

La toma de decisiones sobre préstamos, las revisiones de reclamaciones, los resúmenes de gestión de casos o los análisis de elegibilidad se realizan de forma autónoma, pero todas las acciones son rastreables: el razonamiento del agente, las fuentes consultadas, las puntuaciones de confianza y la lógica de escalada se recogen en un registro de auditoría verificable.

Las primeras implementaciones muestran una reducción significativa en la latencia de las decisiones y las tasas de error, particularmente en entornos supervisados.

02 Autonomía operativa supervisada por personas en sistemas físicos y digitales

Las organizaciones implementan agentes autónomos y robots que ejecutan tareas operativas (clasificación de amenazas, análisis de laboratorio, inspección o mantenimiento predictivo) bajo una supervisión humana estratégica.

En ciberdefensa, los agentes detectan y categorizan las amenazas antes de orquestar pasos de contención automatizados, y los analistas solo intervienen en escenarios de alto riesgo. En los laboratorios científicos, los sistemas de análisis autónomos procesan los datos y proponen acciones que se someten a verificación humana. En fabricación y logística, los sistemas de IA corpórea de empresas como NEURA Robotics y Auterion coordinan operaciones que implican a múltiples robots, con índices de error más bajos cuando los humanos están involucrados en el ciclo.

Se observa, por tanto, una transición de la gestión manual a la inteligencia distribuida y orquestada. En estos casos, los agentes inteligentes ejecutan el trabajo y los humanos establecen los límites operativos, las normas de seguridad y los umbrales de supervisión.

03 Autonomía coordinada entre ecosistemas físicos

Las ciudades, los operadores de red y los proveedores de movilidad adoptan la autonomía orquestada para coordinar flotas, gestionar la carga energética y optimizar flujos en tiempo real.

Los vehículos autónomos y los drones funcionan con supervisión humana, mientras que los sistemas de control multiagente gestionan la ruta, las condiciones del tráfico o las prioridades de la misión. Las empresas de servicios públicos aplican los mismos principios para garantizar el equilibrio de las redes de distribución eléctrica inteligentes: los agentes predicen la demanda, redirigen los flujos de energía y previenen las sobrecargas, derivando las excepciones a operadores humanos. Las plataformas de movilidad urbana coordinan la circulación, las señales de tráfico y los activos autónomos, integrando los datos, los agentes y el criterio humano en una red unificada de decisiones.

Estos ecosistemas demuestran cómo la autonomía puede convertirse en un tejido de coordinación, abarcando desde los flujos de trabajo digitales hasta el mundo físico. No obstante, la intención, las restricciones y los límites éticos deben estar siempre definidos por las personas.

Escenarios futuros

Se estandarizarán las salas de control de la IA

Las empresas instalarán salas de control de IA, donde los equipos monitorizarán el comportamiento de los agentes, los riesgos de alucinaciones y los flujos de trabajo cognitivos, de forma muy similar a como funcionan hoy los centros de operaciones de red (NOC) y los centros de operaciones de seguridad (SOC).



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Las organizaciones verán esto como un gasto adicional en materia de cumplimiento? ¿O lo entenderán como una ventaja estratégica?
- ¿Madurarán las herramientas de observabilidad en tiempo real lo bastante rápido como para darle soporte?

Los flujos de trabajo cognitivos reemplazarán a los mapas de procesos

Las organizaciones pasarán de una automatización de procesos de estilo BPM (gestión de procesos de negocio) a una automatización de la cadena de razonamiento. Los agentes de IA negociarán tareas, escalarán decisiones y adaptarán los flujos de trabajo de manera dinámica.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Pueden llegar a ser los marcos cognitivos (memoria, planificación) lo suficientemente fiables como para usarse en las operaciones centrales?
- ¿Aceptarán las empresas flujos de trabajo impredecibles pero más adaptables?

Autonomía limitada por presupuestos de riesgo humanos

Las empresas asignarán a cada agente autónomo un "presupuesto de riesgo" que definirá bajo qué nivel de incertidumbre puede actuar, de manera similar a como funcionan los límites de riesgo financiero.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Impondrán los órganos reguladores umbrales de autonomía?
- ¿Se podrá cuantificar y auditar la incertidumbre con suficiente precisión como para poder poner esto en práctica?



Conclusiones estratégicas



Trata la autonomía como un ecosistema gobernado, no como una colección de agentes

Las organizaciones deben buscar la autonomía orquestada, diseñando sus agentes, modelos y flujos de trabajo para que operen bajo normas de supervisión, rutas de escalamiento y registros de auditoría claros.

Dado que los agentes integrados en las aplicaciones empresariales son cada vez más comunes, los líderes deben establecer desde el principio marcos de gobernanza que eviten implementaciones fragmentadas y de alto riesgo.



Invierte en supervisión humana, una capacidad esencial

Los despliegues más exitosos son aquellos en los que los humanos siguen siendo los responsables de orquestar la estrategia. La autonomía supervisada reduce las tasas de error y previene fallos de gobernanza que pueden contribuir a la cancelación de proyectos agénticos.

En lugar de reemplazar a los equipos humanos, los líderes deben priorizar la formación, definir ciclos de feedback y designar nuevos roles que gestionen los sistemas autónomos.



Dota de autonomía a los sistemas operativos y físicos para lograr una resiliencia medible

Desde la ciberdefensa hasta el sector industrial o la movilidad, la autonomía ofrece importantes mejoras de rendimiento cuando se combina con inferencia de baja latencia en el borde e IA corpórea.

Las organizaciones deben identificar aquellas operaciones críticas donde la autonomía puede reducir la latencia de las decisiones y favorecer la continuidad bajo estrés.



- ¿Estamos diseñando una autonomía capaz de escalar los objetivos humanos, o simplemente estamos automatizando tareas?
- ¿Están nuestros profesionales preparados para orquestar, supervisar y aprender de los sistemas autónomos en lugar de competir con ellos?
- ¿Podemos explicar y justificar (ante los clientes, los órganos reguladores y la sociedad) las decisiones autónomas si los resultados son cuestionables o perjudiciales?

2 Capacidad corpórea y emociones

¿Qué es y por qué es relevante?

Sistemas que responden a los datos y la experiencia humana

La IA ya no se limita a interfaces de texto o tareas aisladas, sino que está evolucionando y adoptando formas emocionales, corpóreas y socialmente receptivas. Los humanos digitales, los robots humanoides y las interfaces conscientes se están convirtiendo en parte de nuestra vida cotidiana, desde la educación y la atención médica hasta la movilidad y los servicios públicos. Este cambio surge en un momento crucial, justo cuando las sociedades se enfrentan a problemas como la soledad y la escasez de profesionales cualificados, y a una creciente demanda de experiencias más inclusivas y centradas en el ser humano.

Los sistemas emocionalmente conscientes son una vía para la confianza y la interacción empática, pues permiten que las máquinas interpreten los gestos, el tono y el afecto humanos y respondan de maneras que resulten intuitivas y útiles.

A nivel social, estas habilidades transforman la prestación de servicios y cambian las expectativas en cuanto a sistemas digitales: la empatía sintética se convierte en un impulsor estructural del bienestar, la productividad y la accesibilidad.

Pero, a medida que la IA emocional se integra en la infraestructura social, su diseño ético se vuelve más urgente, por lo que se necesitan normas sólidas de privacidad, autenticidad y representación humana.

Al dotar de conciencia emocional y capacidad de interacción corpórea a la inteligencia artificial, se expande la dimensión relacional de la inteligencia masiva: los sistemas pueden responder no solo a los datos, sino también a la propia experiencia humana.



Conceptos básicos

Sistemas emocionalmente responsivos como infraestructura social

Las tecnologías afectivas evolucionan, pasando de herramientas aisladas a componentes fundamentales de la educación, la atención médica, la movilidad y la gobernanza. La empatía se incorpora a los ecosistemas digitales.

Empatía sensoriomotora y bucles de feedback afectivo

Los sistemas interpretan señales multimodales (expresión facial, postura, tono) y ajustan sus respuestas en tiempo real, creando bucles de feedback recíprocos que aumentan la comprensión y la confianza.

De la interacción emocional a la transformación estructural

La inteligencia afectiva cambia la forma en la que funcionan los servicios y las relaciones, incorporando el diseño basado en las emociones a los sistemas sociales, industriales e institucionales.

Coevolución de las empatías humana y sintética

A medida que la empatía artificial madura, las expectativas emocionales humanas cambian, transformando la comunicación, el aprendizaje y la conexión social.

Transformación socioeconómica mediante la digitalización afectiva

Las infraestructuras conscientes de las emociones apoyan la creación de nuevos modelos de inclusión, resiliencia y accesibilidad. Gracias a ellas, la empatía se convierte en un motor de progreso social y económico.

Presencia emocional y corpórea en entornos humanos

Los agentes sintéticos utilizan la voz, el movimiento y los gestos para transmitir presencia y empatía, creando espacios compartidos intuitivos tanto en los entornos físicos como en los virtuales.

La emoción sintética como catalizador de la confianza y la comunicación

La emoción simulada mejora la claridad y la señalización de intenciones, fortaleciendo la confianza a largo plazo en las interacciones personales, organizacionales y sociales.

Ecosistemas de trabajo y colaboración emocionalmente

La conciencia emocional mejora la productividad y el bienestar en entornos de trabajo híbridos. Con ello, se consigue una cultura laboral más empática y unos entornos de trabajo digitales más sostenibles.

Diseño ético y social de sistemas emocionales

La IA emocional exige normas sólidas de privacidad, transparencia y autonomía para garantizar la inclusión, la seguridad y la integridad en sistemas emocionalmente sensibles.

La transición hacia agentes corpóreos pone la emoción en primer plano, haciendo que las interacciones pasen de ser meros intercambios funcionales a compromisos relacionales.

Espectro de interacción corpórea



Imagen 4: Espectro de interacción corpórea



Panorama tecnológico

La capacidad corpórea y emocional es posible gracias al uso de sensores multimodales, interfaces expresivas e inteligencia emocional sintética, tecnologías que están madurando rápidamente. Esto hace que la IA evolucione, dejando atrás la simple interacción cognitiva en favor de sistemas relacionales y empáticos, capaces de percibir, interpretar y responder al afecto humano en distintos contextos.

● Actualmente: Capacidades maduras que forman la infraestructura emocional actual

Las implementaciones actuales se basan en marcos de computación afectiva, reconocimiento de emociones, análisis de sentimientos en tiempo real y detección de afectos multimodales. Todo ello ayuda a mejorar la precisión con respecto a los modelos unimodales.

Los sensores de afecto en wearables clínicamente validados, como los de actividad electrodérmica (EDA) o los de variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), detectan el estrés con hasta un 84 % de precisión. Estas herramientas tienen aplicaciones en la atención médica, el bienestar y la movilidad.⁶

La interacción emocionalmente receptiva se apoya en tecnologías de síntesis de voz-emoción, asistentes virtuales avanzados, compañeros de IA y plataformas de aprendizaje y bienestar adaptables, que reducen el tiempo de soporte y mejoran los índices de retención y bienestar.

La corporeidad de la inteligencia es posible gracias a la robótica social y de cuidados, así como a los dispositivos de respuesta háptica. Los mecanismos de protección anti-deepfakes y seguridad afectiva garantizan la integridad emocional y previenen la manipulación.

● A corto plazo: Tecnologías de escalado que permiten la interacción emocional corpórea

La próxima ola trae una corporeidad más profunda y una inteligencia multimodal más rica.

La IA corpórea, los agentes conversacionales corpóreos y los marcos de empatía sensoriomotora ayudan a crear sistemas que respondan no solo a las señales emocionales, sino también al movimiento, la postura y el contexto.

Los humanos digitales desarrollan interfaces adaptativas y emocionalmente expresivas. Los motores de emociones sintéticas, los sistemas de gemelos afectivos y los marcos de copilotos empáticos permiten el modelado emocional longitudinal y la adaptación consciente del contexto.

En la capa de inteligencia, los modelos de visión-lenguaje-acción unifican la percepción, la comunicación y la acción. Con ello se puede lograr la orquestación emocionalmente informada de tareas digitales y físicas.

● A largo plazo: Tecnologías de frontera que crean entornos afectivos autónomos

El desarrollo a largo plazo apunta a sistemas con capacidad de adaptación emocional autónoma.

Los agentes generalistas corpóreos combinan la percepción multimodal, la acción y el razonamiento afectivo. Las interfaces neuroadaptativas ajustan los entornos o las interacciones en función de la carga cognitiva y emocional.

Los coprocesadores de empatía sintéticos brindan inferencia emocional de baja latencia a los dispositivos periféricos. Los entornos afectivos autónomos —aplicables desde en lugares de trabajo hasta en centros de atención médica— adaptan continuamente la iluminación, el sonido y los flujos de interacción en función de los estados emocionales colectivos.

⁶ Kyriakou K, Resch B, Sagl G, et al. *Detecting Moments of Stress from Measurements of Wearable Physiological Sensors*. *Sensors* (Basel). 2019;19(17):3805. Publicado el 3 de septiembre de 2019. doi:10.3390/s19173805

Radar tecnológico

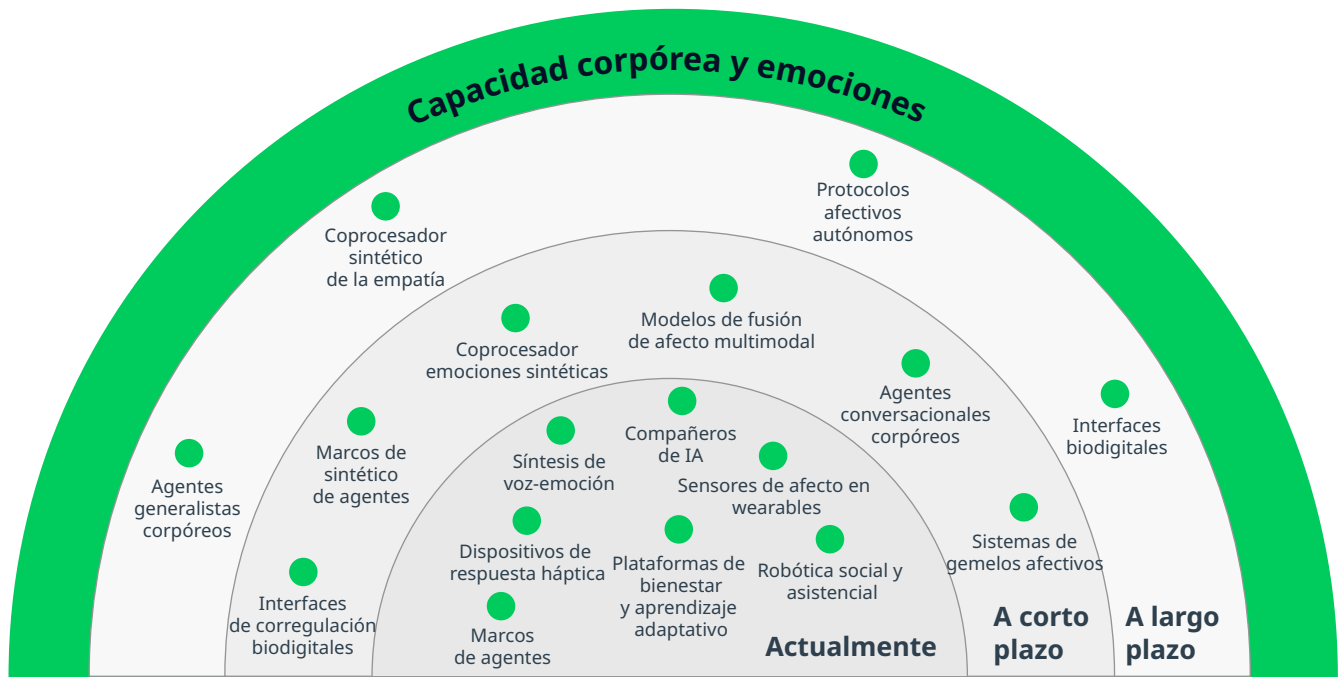


Imagen 5: Capacidad corpórea y emociones: Radar tecnológico

Señales y ecosistema

Señales del mercado

Segmento	Tamaño del mercado en 2024 (en millones de dólares)	Tamaño del mercado en 2029 (en millones de dólares)	CAGR (de 2024 a 2029)
Computación afectiva	88 570	347 430	31,4 %
IA de emociones	5990	17 420	23,8 %
Avatares humanos digitales	5290	32 720	43,9 %
Analíticas de emociones	3910	9260 *	18,2 %

Tabla 3: Capacidad corpórea y emociones: tamaño del mercado y previsiones ⁷

La IA emocional y los humanos digitales crecen rápidamente, a medida que los diferentes sectores incorporan la interacción consciente de los afectos en los modelos de servicio.

⁷ Fuentes:

Informes de Technavio. Global Affective Computing Market 2025–2029; Global Emotion AI Market 2025–2029; Global Digital Human Avatar Market 2025–2029; Global Emotion Analytics Market 2024–2028

Señales de adopción empresarial

En 2025, la IA emocional se describe como "fundamental", y el

88 %

de los profesionales del marketing afirman utilizarla a diario en su trabajo.⁸

La monitorización de la experiencia del cliente ya es la principal área de aplicación de la IA emocional, y representa más del

31 %

de la demanda total.⁹

La interacción con el paciente constituye un

62 %

del uso de IA en la atención médica (incluidos los humanos digitales), mientras que la eficiencia administrativa supone el **60 %**.¹⁰

Señales de colaboración sectorial

Los sectores donde se observa una mayor actividad son la atención sanitaria, la seguridad automatizada, la educación, la experiencia del cliente (CX) y el cuidado de personas mayores, que dependen de la precisión emocional y la confianza.

Curva de adopción

- **De 2024 a 2026**
La detección emocional multimodal se convierte en el estándar técnico.
- **De 2026 a 2028**
Los humanos digitales, los agentes de realidad extendida (XR) y las interfaces adaptables a las emociones entran en fase de producción.
- **De 2028 a 2030**
La IA emocional se convierte en parte de nuestra infraestructura social, integrada en la asistencia, la movilidad, la educación y la experiencia del cliente.
- **2030 en adelante**
La empatía sintética y la corregulación entre humanos e IA redefinen los modelos de interacción social.



^{8,9} Electro IQ. *Emotion AI Statistics by Market Size, Segmental Analysis, Impact, Usage and Facts (2025)*, 29 de noviembre de 2025.

¹⁰ Market.US. *Global AI-Powered Digital Humans Market Size, Share and Analysis Report*. Diciembre de 2025.

Startups relevantes

Nombre de la startup	Resumen	Fundada en	Ronda de financiación	Financiación total (USD)
Empatica	Desarrolla biomarcadores digitales y sistemas de IA con sensores wearable para el seguimiento de la salud, especialmente en casos de epilepsia y estrés.	2011	Serie B	35,6 millones
Furhat Robotics	Diseña y desarrolla robots sociales con características humanas y capacidades de inteligencia artificial conversacional.	2014	Semilla	9,8 millones
HeyGen	Proporciona herramientas de IA para generar videos de avatares con calidad de estudio, traducciones sincronizadas con los labios en varios idiomas y clips personalizados para marketing, ventas, formación y comunicaciones internas.	2020	Serie A	74 millones
Hume AI	Centrada en construir una IA empática, utilizando modelos entrenados con expresiones emocionales y verbales humanas.	2021	Serie B	72,8 millones
Intuition Robotics	Desarrolla compañeros digitales empáticos y robots sociales como ElliQ para mejorar la vida de personas mayores.	2016	Fase de capital riesgo (serie no especificada)	83 millones
LuxAI	Se especializa en soluciones robóticas disruptivas para la educación, la salud y el entretenimiento.	2018	Fase de subvenciones	71 400
Ultraleap	Desarrolla tecnologías de seguimiento manual y respuesta háptica para la computación inmersiva (realidad aumentada/virtual, metaverso, etc.).	2013	Serie D	166,8 millones

Tabla 4: Capacidad corpórea y emociones: startups relevantes ¹¹

¹¹ La información aquí presentada se basa en datos obtenidos de Crunchbase (<https://www.crunchbase.com/>). La precisión e integridad de los datos dependen de la fuente y pueden cambiar con el tiempo.

Casos prácticos y aplicaciones

Los siguientes ejemplos ilustran la irrupción de la capacidad corpórea y emocional en sectores donde el bienestar humano, la confianza y la interacción de alta calidad son fundamentales.

01 Asistentes de atención y bienestar adaptables a las emociones

Los agentes emocionalmente sensibles sirven de apoyo al personal sanitario, ya que permiten una detección continua del estrés, la ansiedad o la carga cognitiva mediante señales multimodales (voz, señales faciales, EDA/HRV).

Entre estos agentes encontramos los robots asistenciales, los asistentes terapéuticos y los sistemas wearable de seguimiento de emociones. La evidencia clínica muestra que los wearables afectivos reducen las cargas de trabajo de monitorización, mientras que los agentes virtuales conscientes de las emociones disminuyen el tiempo de atención al paciente y favorecen la adhesión al tratamiento.

Estos sistemas potencian la capacidad del personal, permiten una intervención temprana y brindan compañía empática en el cuidado de personas mayores, el tratamiento de enfermedades crónicas y los entornos de apoyo a la salud mental.

02 Interacción y colaboración empresarial emocionalmente consciente

Las herramientas empresariales de próxima generación integran el reconocimiento de emociones en la colaboración diaria.

Los facilitadores de reuniones con conciencia emocional detectan el riesgo de desconexión, frustración o agotamiento, ajustando el flujo de interacción u ofreciendo indicaciones de apoyo. Los coaches de liderazgo afectivo brindan a los directivos la información emocional que necesitan en tiempo real, lo que ayuda a mejorar la comunicación, reducir los conflictos y fortalecer el bienestar del equipo, disminuyendo así el riesgo de agotamiento entre los equipos híbridos.

En educación y formación, los tutores emocionalmente adaptables responden a la confusión o al estrés, aumentando el interés de los alumnos y mejorando los resultados del aprendizaje.

03 Servicios basados en las emociones y personalización de la experiencia

Los sistemas conscientes de las emociones transforman las experiencias de atención al cliente, ya que responden a las emociones de los usuarios en tiempo real.

La recuperación afectiva en la atención al cliente mejora gracias a la capacidad para identificar la frustración de forma temprana. Esto permite a los humanos digitales o los agentes de IA ajustar el tono, escalar de manera proactiva o adaptar las soluciones.

La monitorización de las emociones de los conductores se está convirtiendo en una función clave para la seguridad en la movilidad, y se espera que la mayoría de los vehículos nuevos incluyan esta capacidad.

Mientras tanto, el mundo del ocio y la interacción con el cliente siguen evolucionando con la aparición de agentes de entretenimiento y acompañamiento personalizados y emocionalmente sensibles, que utilizan los motores de emociones sintéticas y la expresión adaptativa para crear experiencias inmersivas, empáticas o de apoyo.

Escenarios futuros

Los paneles de control de los lugares de trabajo integrarán métricas afectivas

Los sistemas de IA comenzarán a rastrear el sentimiento, el estrés y el ambiente de trabajo en tiempo real, introduciendo estas métricas en los paneles operativos o de RR. HH.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Autorizarán los empleados la motorización emocional?
- ¿Cuál será la postura de las normativas de privacidad con respecto a las señales afectivas?

Los humanos digitales se convertirán en gatekeepers operativos

Los humanos digitales, por su estabilidad emocional y consistencia, trabajarán de cara al cliente y se ocuparán del onboarding, la clasificación de solicitudes y consultas, la formación y la reducción de conflictos.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Cómo responderán los clientes a los personajes de IA con capacidades emocionales?
- ¿Mantendrán los modelos emocionales la coherencia en todas las modalidades y contextos?

Los sistemas de influencia conductual estarán regulados a nivel farmacéutico

Los gobiernos clasificarán algunos tipos de ingeniería de influencia afectiva como "intervenciones conductuales" sujetas a regulación.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Quién decide qué constituye una influencia dañina o beneficiosa?
- ¿Es posible llegar a consensos globales con respecto a la regulación afectiva de la IA?



Conclusiones estratégicas



Dota de inteligencia emocional a todos los sistemas que interactúen con humanos

El reconocimiento de emociones, la detección multimodal y las interfaces emocionalmente adaptables ya no son algo experimental. Se están convirtiendo en funciones muy demandadas en la asistencia médica, la educación, la atención al cliente y la colaboración empresarial.

En primer lugar, las organizaciones deberían integrar las señales afectivas en sus productos y flujos de trabajo existentes, ya que esto genera mejoras cuantificables en la relación con el cliente, la satisfacción y el rendimiento. Lo ideal es empezar implementándolas en áreas de bajo riesgo, como la recuperación del servicio.



Trata los datos emocionales como activos altamente sensibles

Las señales emocionales (como la tensión de la voz, los movimientos faciales, la biometría o las microexpresiones) tienen implicaciones psicológicas y conductuales que requieren una gestión más estricta que los datos personales tradicionales.

Las empresas deben establecer políticas de datos emocionales cuanto antes: protocolos de consentimiento claros, requisitos de transparencia, procesos de mitigación de sesgos y garantías contra la manipulación, entre otras. La integridad emocional se convertirá en un diferenciador clave en aquellos sectores donde la confianza es prioritaria.



Prepárate para adoptar agentes con inteligencia emocional que colaboren en el trabajo, la formación y los cuidados

Los humanos digitales, los copilotos afectivos y los asistentes corpóreos pronto operarán junto a los empleados en funciones de coaching, asesoramiento, bienestar y servicios directos.

Por lo tanto, las organizaciones deben comenzar a diseñar flujos de trabajo híbridos, formar a sus directivos para interpretar la información emocional y establecer límites entre la empatía humana y la sintética.

Los primeros en adoptar esta tecnología obtendrán ventajas significativas en cuanto a resiliencia de la plantilla, implicación del cliente y personalización del servicio.



- ¿Cómo puede nuestra empresa asegurarse de que sus sistemas con inteligencia emocional mejoran el bienestar y la autonomía humanos, y de que no influyen en nuestras emociones de maneras que no puedan supervisarse o explicarse completamente?
- ¿Dónde está la línea entre la asistencia empática y la manipulación emocional? ¿Quién debe responsabilizarse del cumplimiento de esos límites?
- ¿Estamos preparados para tratar las emociones y los datos afectivos como activos altamente sensibles durante todo su ciclo de vida?

3 Inteligencia fiable

¿Qué es y por qué es relevante?

El pilar estabilizador de la inteligencia masiva

A medida que los sistemas de IA ganan autonomía y están más interconectados e integrados en las operaciones críticas, la confianza se vuelve una capa operativa esencial para la civilización digital. Las organizaciones se enfrentan a ciberamenazas cada vez más adaptables, a un rápido crecimiento de la desinformación generada por la IA y a una mayor dependencia de modelos opacos. Al mismo tiempo, la autonomía y las capacidades emocionales, que ya están apareciendo en todos los sectores, amplían los desafíos de integridad, seguridad y transparencia.

La inteligencia fiable se convierte así en un pilar no solo para la gobernanza empresarial, sino para la sociedad. Es la base de la transparencia, la responsabilidad y la confianza a gran escala.

Por lo tanto, es necesario un cambio: hay que pasar de la ciberseguridad convencional a ecosistemas de defensa adaptables, proactivos y de autoaprendizaje, que protejan tanto los datos como la inteligencia de las máquinas.

Las arquitecturas de zero trust, la transparencia cognitiva y los rastreos verificables de la procedencia de los datos ya no son un ideal al que aspirar: son requisitos ineludibles para la seguridad, la regulación y la confianza social.

Los sistemas que prosperarán serán aquellos cuya inteligencia sea explicable, esté protegida y se alinee con los valores humanos, garantizando así que el progreso se construya sobre unos cimientos basados en la confianza y la garantía del cumplimiento ético.

Conceptos básicos

Sistemas de IA adaptables y resilientes

Los sistemas de autoevaluación y detección de anomalías mantienen el rendimiento en condiciones de incertidumbre, lo que garantiza la continuidad en entornos operativos donde los patrones de amenazas son dinámicos.

Arquitecturas de zero trust

Cada usuario, dispositivo y algoritmo se autentica y valida continuamente. De esta manera, la confianza es menos implícita y se reducen las superficies de ataque.

Ciberdefensa activa y seguridad predictiva

La IA anticipa ataques, simula comportamientos adversariales y organiza contramedidas adaptativas.

Gobernanza y supervisión ética de los sistemas inteligentes

Las políticas y las estructuras institucionales fomentan la equidad, la responsabilidad y el cumplimiento normativo de las operaciones de IA.

Resiliencia social e institucional a través de las redes de confianza

Adoptar redes de inteligencia, estándares y marcos interorganizacionales compartidos refuerza la seguridad y la resiliencia colectivas.

Transparencia cognitiva e inteligencia explicable

Entender cómo la IA llega a sus conclusiones es fundamental para la verificación, la rendición de cuentas y el comportamiento predecible del sistema.

Autenticidad y alineación del conocimiento artificial

Los datos, modelos e inferencias deben estar protegidos frente a las manipulaciones y alineados con los objetivos humanos. Para ello, hacen falta mecanismos que detecten las desviaciones, la intoxicación y la desinformación.

Garantía de la integridad y la procedencia de los datos

La verificación criptográfica y la trazabilidad y el linaje de los datos preservan el origen y la coherencia de la información en todos los sistemas.

Colaboración persona-máquina y calibración de la confianza

Las interfaces transparentes ayudan a las personas a calibrar su dependencia a la IA, buscando el equilibrio entre confianza y supervisión.

Aspectos culturales y psicológicos de la confianza digital

Comprender las expectativas sociales contribuye al diseño de sistemas que se perciban como justos, fiables y controlables.

La fiabilidad aporta estabilidad a la inteligencia masiva. Gracias a ella, los sistemas (cada vez más autónomos, conectados y adaptables) pueden seguir siendo transparentes y seguros, alineándose con los valores humanos.

Pipeline de la confianza

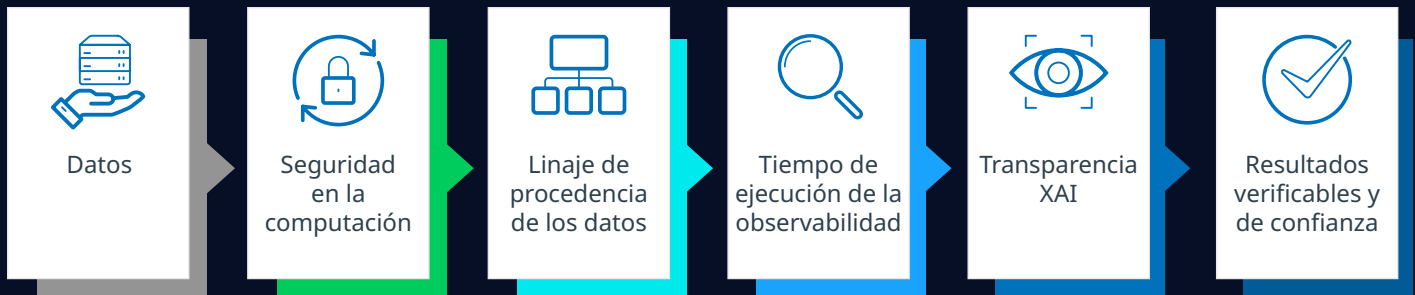
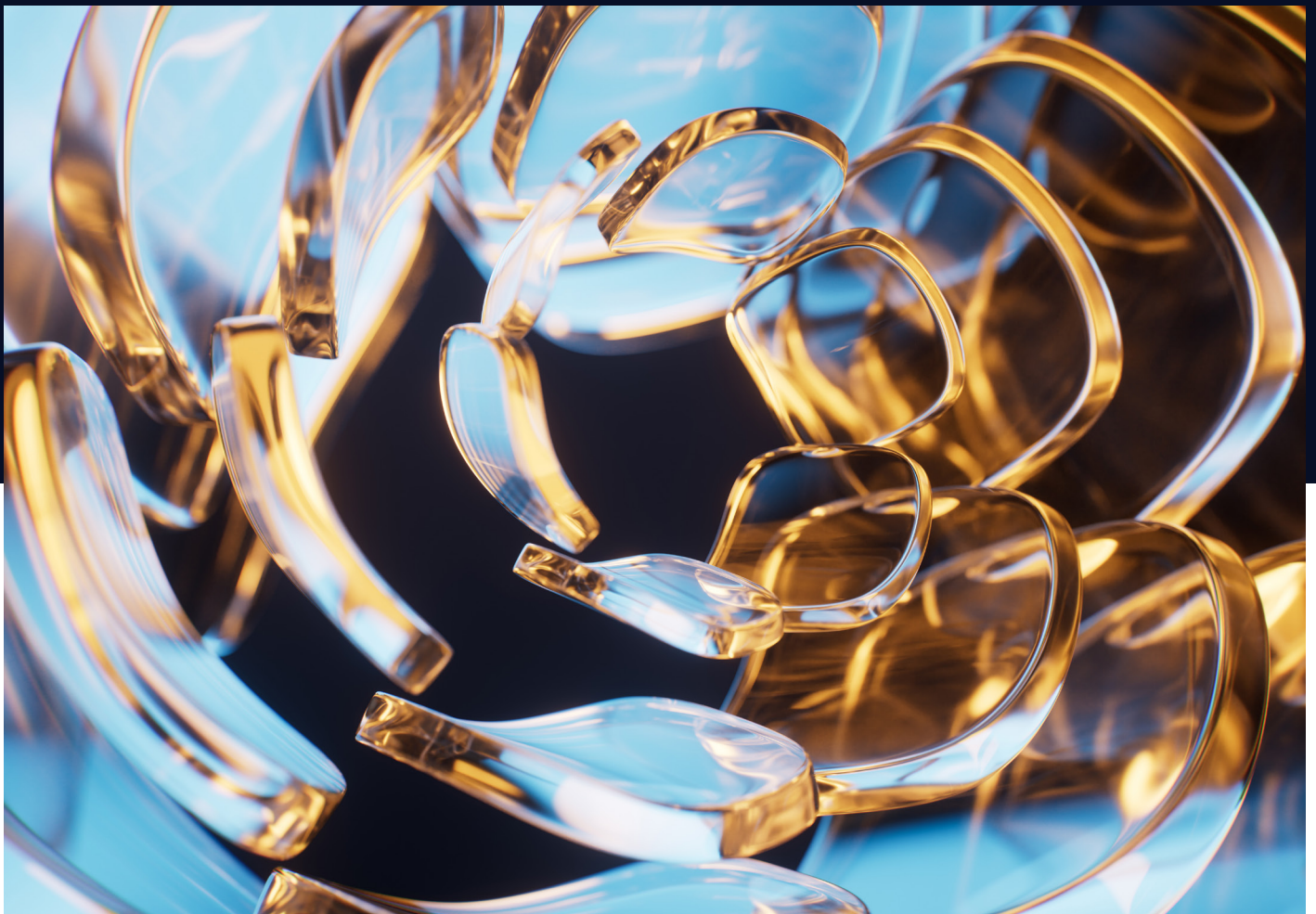


Imagen 6: Pipeline de la confianza



Panorama tecnológico

Para que podamos confiar en la inteligencia, el panorama tecnológico debe comprender un conjunto de capacidades que hagan que los sistemas inteligentes sean transparentes, verificables y seguros por diseño.

● Actualmente: **Fundamentos básicos de la confianza**

Las organizaciones están implementando controles fundamentales que garantizan la integridad y la responsabilidad en todos los sistemas de IA.

Estos incluyen IA explicable (XAI), herramientas de interpretación de modelos, plataformas de auditoría y cumplimiento de la IA y sistemas de procedencia y linaje de los datos. En conjunto, estos elementos permiten obtener evidencias de calidad y auditables que ayudan a cumplir con la normativa. Las medidas de protección básicas, como la seguridad de zero trust, las infraestructuras de identidad centradas en la privacidad y el cifrado homomórfico para la IA, protegen los flujos de datos sensibles. Con el auge de la manipulación multimodal, es imprescindible seguir los estándares de la Coalición para la Procedencia y Autenticidad del Contenido (C2PA), así como adoptar modelos de cadena de confianza y medidas de protección contra deepfakes. Las pruebas de penetración con IA refuerzan la solidez de los sistemas frente a ataques, mientras que la gestión de alucinaciones mantiene la previsibilidad y el alineamiento de los sistemas generativos.

● A corto plazo: **Escalado de la gobernanza y aseguramiento del tiempo de ejecución**

A medida que la IA se vuelve más autónoma, las empresas van ampliando sus capacidades para poner en práctica la confianza a gran escala.

Las plataformas de observabilidad y auditabilidad de la IA facilitan una monitorización continua de la deriva, el linaje y el comportamiento de inferencia. Asimismo, los marcos de gobernanza y cumplimiento permiten definir límites operativos seguros para los agentes de IA. Los flujos de trabajo de gobernanza de datos continúan evolucionando, ya que la IA ayuda a automatizar la gobernanza, el riesgo y el cumplimiento (GRC), y se pueden adoptar agentes de cumplimiento de políticas y modelos de autovalidación que detecten y corrijan inconsistencias. Para garantizar su resiliencia a largo plazo, las organizaciones integran sistemas de cifrado resistentes a la computación cuántica, respaldados por redes de confianza interorganizaciones emergentes que compartirán señales e información sobre amenazas.

● A largo plazo: **Infraestructura de confianza a nivel de sistema**

La confianza se extenderá más allá de las empresas individuales y abarcará las infraestructuras digitales compartidas.

Los registros globales de confianza de la IA verificarán la identidad, la procedencia y el cumplimiento de los modelos más allá de las fronteras organizativas. Mientras tanto, los protocolos de trazabilidad cognitiva estandarizarán la forma en que se registran las decisiones en ecosistemas de IA complejos. A nivel social, los cortafuegos de desinformación potenciados por IA actuarán como capas de protección contra los sofisticados ataques de medios sintéticos y de influencia.

Radar tecnológico



Imagen 7: Inteligencia en la que confiamos: Radar tecnológico

Señales y ecosistema

Señales del mercado

Segmento	Tamaño del mercado en 2024 (en millones de dólares)	Tamaño del mercado en 2029 (en millones de dólares)	CAGR (de 2024 a 2029)
Gestión de la confianza, el riesgo y la seguridad de la IA (TRISM)	2340	6220 *	21,6 %
Observabilidad de la IA	1200	3600 *	24,6 %
IA en ciberseguridad	28 000 *	79 800 *	21,7 %

Tabla 5: Capacidad corpórea y emociones: tamaño del mercado y previsiones ¹²

Las funciones de confianza están convergiendo en plataformas unificadas, que incluyen la gobernanza, la observabilidad, los registros de procedencia y la ciberseguridad.

¹² Fuentes:

GlobalNewswire. 2025. *AI Trust, Risk and Security Management Trends Analysis and Growth Forecasts, 2025-2030: Market to Reach \$7.44 Billion - Generative AI Foundation Models Spur Demand for Advanced AI TRISM Tools*. 21 de mayo de 2025.

Market Intelo. *AI Observability Market Research Report 2033*. 2025.

Fortune Business Insights. 2026. *Artificial Intelligence in Cybersecurity Market Size, Share & Industry Analysis*, 9 de febrero de 2026.

Señales de adopción empresarial

En 2028, para cumplir con los requisitos de la AI Bill of Materials (BOM), el

85 %

de los productos de datos incluirán un catálogo de materiales que indicará cómo se han recopilado, editado y limpiado los datos, y cómo se obtuvo el consentimiento.¹³

El 90 %

de las empresas adoptarán marcos de gobernanza de agentes de IA en un plazo de **18 meses**.¹⁴



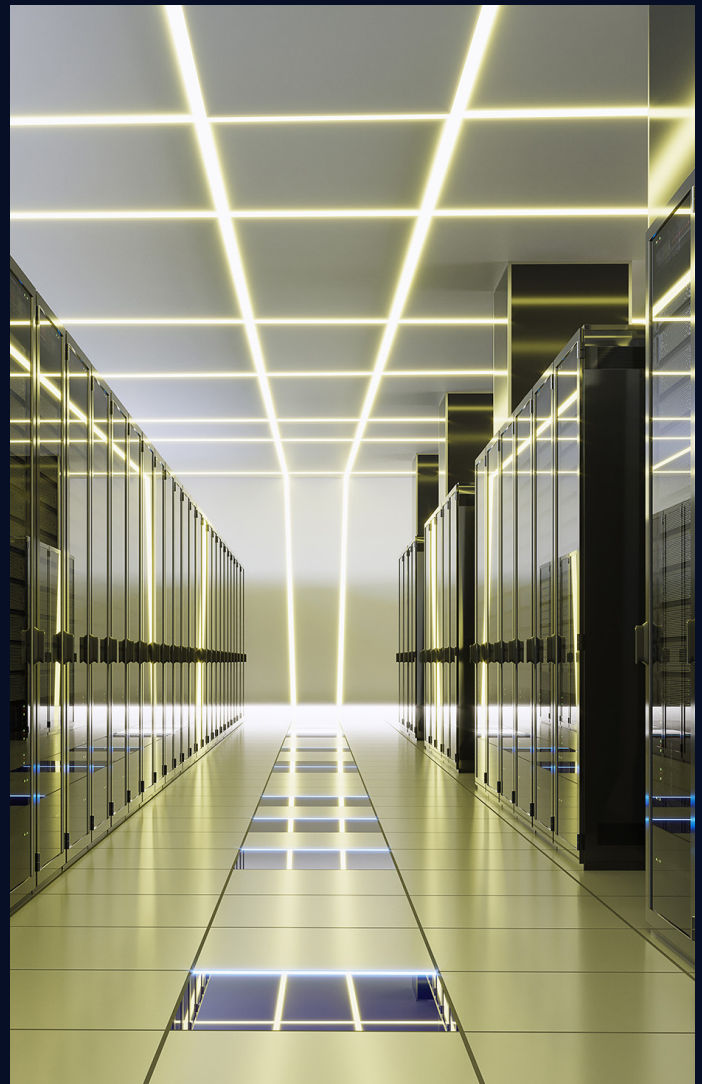
La monitorización continua sustituye a la validación periódica, y **los stacks de confianza se consolidan como la arquitectura empresarial estándar**.

Señales de colaboración sectorial

La inteligencia fiable está más extendida en los servicios financieros, la atención médica, el sector público y las plataformas digitales, donde se requiere una verificación del comportamiento y la procedencia de la IA.

Curva de adopción

- De 2024 a 2026**
La gobernanza basada en la generación de evidencias, los registros de procedencia y la monitorización continua se convierten en requisitos básicos.
- De 2026 a 2028**
Las arquitecturas de confianza, que combinan seguridad, observabilidad y trazabilidad, están ampliamente institucionalizadas en las empresas.
- De 2028 a 2030**
La confianza se convierte en infraestructura operativa, y permite tomar decisiones verificables con IA en ámbitos regulados y críticos para la seguridad.
- 2030 en adelante**
Surgen redes de confianza federadas que respaldan la validación entre organizaciones y la IA global.



¹³ IDC. 2024. [IDC FutureScape: Worldwide Security and Trust 2025 Predictions](#). Octubre de 2024

¹⁴ Everest Group. Webinar. [AI Safety: The Next Frontier in Trust & Safety](#). 28 de octubre, 2025

Startups relevantes

Nombre de la startup	Resumen	Fundada en	Ronda de financiación	Financiación total (USD)
Alma Security	Orientada al desarrollo de plataformas de protección de aplicaciones nativas de la nube (CNAPP), que protegen tanto las aplicaciones como los entornos de la nube.	2022	Fase semilla/ etapa temprana	5,5 millones
Aporia	Plataforma para monitorizar, explicar y validar modelos de aprendizaje automático en producción.	2019	Serie A (adquirida)	30 millones
FairNow	Su centra en el cumplimiento automatizado y la gestión de riesgos para un uso responsable de la IA y el aprendizaje automático en las empresas.	2023	Fase semilla/ etapa temprana	3,5 millones
Qodo	Proporciona herramientas y plataformas para el cumplimiento normativo y la gobernanza de los datos.	2022	Serie A	50,6 millones
Scribe Security	Plataforma de seguridad y cumplimiento normativo para la cadena de suministro del software, centrada en la catalogación de materiales de software (SBOM).	2021	Fase semilla/ etapa temprana	7 millones
Theom	Plataforma de gobernanza del acceso a los datos. Utiliza modelos de seguridad basados en grafos para proteger los datos en entornos en la nube.	2020	Serie A	36,4 millones
WitnessAI	Proporciona herramientas para auditar, evaluar y garantizar la seguridad y el uso ético de los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM).	2023	Apoyo sin capital	27,5 millones
Xapien	Ofrece una plataforma de investigación basada en IA para la diligencia debida, el cumplimiento normativo y la verificación de antecedentes.	2018	Serie A	18,5 millones

Tabla 6: Inteligencia en la que confiamos: startups relevantes ¹⁵

¹⁵ La información aquí presentada se basa en datos obtenidos en Crunchbase (<https://www.crunchbase.com/>). La precisión e integridad de los datos dependen de la fuente y pueden cambiar con el tiempo.

Casos prácticos y aplicaciones

Los siguientes ejemplos ilustran cómo el auge de la inteligencia fiable permite nuevas aplicaciones intersectoriales que combinen la gobernanza, la información de procedencia, la explicabilidad y la seguridad adaptativa.

01 Garantía continua de IA en los flujos de trabajo regulados

Las empresas están integrando directamente plataformas de auditoría y certificación de la IA, información sobre la procedencia de los modelos, seguimiento de versiones y capas de explicabilidad en sus sistemas de toma de decisiones.

Cada decisión tomada por el modelo (aprobaciones de préstamos, recomendaciones de triaje médico o evaluaciones de elegibilidad) genera evidencias de calidad y auditables como, por ejemplo, metadatos sobre el origen, el consentimiento y la versión del modelo.

Las señales de alerta predictivas indican derivas en el modelo o irregularidades en la imparcialidad, mientras que las evaluaciones de equipo rojo se ejecutan automáticamente en segundo plano. Por lo general, es necesario tener constancia de los datos que se han utilizado para entrenar un producto de IA, por lo que el aseguramiento continuo ha pasado de ser un plus a convertirse en un requisito estructural del cumplimiento normativo.

02 Anticipación adaptable de amenazas y operaciones de IA seguras

Las organizaciones están implementando inteligencia predictiva sobre amenazas, analíticas de fiabilidad del comportamiento, análisis predictivos de amenazas y detección automatizada de vulnerabilidades para proteger sus ecosistemas de IA.

Los modelos aprenden continuamente de los patrones adversariales, simulan ataques y detectan anomalías en el comportamiento de usuarios, agentes y sistemas.

Así se pasa de la simple defensa reactiva a la ciberdefensa activa y la seguridad predictiva. Aquí, la IA anticipa las amenazas, coordina las contramedidas y valida la integridad de los datos mediante funciones de procedencia.

03 Conocimiento fiable y asistentes de verificación

Las empresas están adoptando asistentes de verificación que incorporan capas de explicabilidad, procedencia del contenido y señales de autenticidad C2PA para proteger sus flujos de información.

Estos asistentes validan afirmaciones, detectan contenido sintético o manipulado y generan citas rastreables para comunicaciones internas y externas.

La verificación de la procedencia y la detección de medios sintéticos son fundamentales para preservar la autenticidad, la transparencia y la confianza social en los ecosistemas interconectados.

Escenarios futuros

La verificación de la procedencia del contenido se convertirá en una función básica

La mayoría del contenido empresarial (informes, decisiones, flujos de datos) requerirá sellos de procedencia criptográficos (C2PA, cadena de confianza).



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿La adopción de esta tecnología estará motivada por la normativa o por la presión competitiva?
- ¿Será posible ampliar las verificaciones de procedencia sin ralentizar las operaciones?

Los índices de confianza en la IA registrarán las decisiones de contratación

Las empresas adquirirán sistemas de IA basándose en métricas de confianza estandarizadas: solidez, transparencia, riesgo de uso indebido e integridad de la procedencia.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Quién definirá los estándares globales de confianza? ¿La ISO? ¿Los gobiernos? ¿Las alianzas sectoriales?
- ¿Reflejarán los índices de confianza el riesgo de manera fidedigna o estarán manipulados?

La integridad y seguridad frente a la computación cuántica acabarán con la dependencia de los proveedores

Los sistemas de gestión de identidades con resistencia cuántica permitirán que los agentes de IA, los datos y los perfiles de gobernanza se muevan de forma segura entre nubes y ecosistemas soberanos.



Incertidumbres principales en este escenario

- A nivel geopolítico, ¿serán los estándares globales de seguridad cuántica una vía de convergencia o de fragmentación?
- ¿Podrán los proveedores resistir la presión del mercado por mantener la identidad como una propiedad exclusiva?



Conclusiones estratégicas



Convierte la confianza en una capacidad básica del sistema, no solo en una capa de cumplimiento normativo

Las organizaciones deben pasar de las auditorías periódicas a una garantía continua de la IA. Para ello, han de integrar la explicabilidad, la información de procedencia, la monitorización de desviaciones y la generación automatizada de pruebas directamente en los flujos de trabajo de la IA. La confianza se convierte en un requisito operativo que determina si la IA puede escalar de forma segura en entornos de alto riesgo.



Refuerza la seguridad de la IA antes de escalar su autonomía

A medida que los sistemas de IA se vuelven más autónomos, las empresas deben reforzarlos con inteligencia predictiva antiamenazas, análisis de confianza basados en el comportamiento y detección automatizada de vulnerabilidades. Proteger los modelos, los datos y los flujos de trabajo de los agentes de IA contra la intoxicación, la manipulación y los riesgos de los medios sintéticos es esencial para preservar la integridad de los sistemas.



Establece redes de confianza entre organizaciones

Ninguna organización puede defenderse en solitario de los riesgos que plantea la evolución de la IA. Los estándares de procedencia compartida, los marcos para la autenticidad del contenido y los intercambios de información fiable se están convirtiendo en una infraestructura clave, que permite a los diferentes sectores coordinar sus defensas y acelerar su adaptación a la normativa.



- Si mañana tuviéramos que verificar de manera independiente todas las decisiones tomadas con IA en nuestra empresa, ¿podrían nuestras herramientas actuales de IA proporcionarnos las evidencias fiables y auditables necesarias para hacerlo?
- ¿Podrán nuestros mecanismos de confianza estar siempre actualizados, al ritmo que exigen las amenazas adaptativas, la deriva de los modelos y la manipulación generada por IA?
- ¿Están nuestros marcos de gobernanza diseñados para modelos individuales, o para ecosistemas en los que los agentes, los datos y las decisiones actúan conjuntamente?

4 Infraestructura informada



¿Qué es y por qué es relevante?

El sustrato operativo de la inteligencia masiva

La infraestructura digital está experimentando una profunda transformación. Las capas de infraestructura que antes eran sistemas de back-end pasivos se están convirtiendo en sistemas cognitivos, preventivos y soberanos. Con ellos, está cambiando la forma en la que las organizaciones gestionan las cargas de trabajo, los recursos y la resiliencia. Esta transformación ocurre en un momento en el que la demanda de capacidad de procesamiento está creciendo exponencialmente, impulsada por la IA, los dispositivos conectados y la inteligencia distribuida. A la vez, se están intensificando las limitaciones en materia de energía, soberanía y sostenibilidad.

La infraestructura informada proporciona una ventaja estratégica: la capacidad de detectar, modelar, simular y

optimizar entornos completos antes de tomar decisiones.

La computación de alto rendimiento, la continuidad edge-to-cloud y la simulación cuántica permiten a los gobiernos y las empresas pasar de operaciones reactivas a bases digitales predictivas, resilientes y transparentes. Dado que, cada vez más, los países buscan autonomía sobre los datos y la computación, la infraestructura informada se está convirtiendo en la columna vertebral tanto de la innovación como de la soberanía.

También funciona como sustrato operativo de la inteligencia masiva: es un entorno donde la computación, la conectividad y la detección aprenden y se optimizan continuamente para respaldar la actividad inteligente a todos los niveles.

Conceptos básicos

Sistemas de infraestructura cognitiva

La IA, el IoT y la inteligencia continua transforman las infraestructuras en sistemas adaptables que detectan, aprenden y se optimizan en tiempo real.

Ecosistemas de toma de decisiones mejorados con IA

Los motores híbridos de análisis y razonamiento permiten tomar decisiones en tiempo real que estén basadas en la evidencia y busquen un equilibrio entre agilidad, costes y sostenibilidad.

Bases para la soberanía digital

Los ecosistemas transparentes, seguros e interoperables otorgan control a los países y las empresas sobre los datos, la computación y la gobernanza de la infraestructura.

Continuidad interconectada entre lo digital y lo físico

Los gemelos digitales y los sensores conectan los sistemas físicos con los modelos virtuales, y esto da lugar a una simulación avanzada, operaciones predictivas y entornos más seguros.

Diseño de infraestructuras preventivas y resilientes

El modelado predictivo identifica los puntos críticos con antelación e integra la resiliencia en la planificación y las operaciones.

Computación de alto rendimiento y simulación reforzada con computación cuántica

Los modelos computacionales avanzados permiten simular sistemas complejos (ciudades, redes eléctricas, logística, materiales, etc.) y hacer pruebas virtuales antes de tomar decisiones en el mundo real.

Infraestructura híbrida fluida

La nube, el borde y los dispositivos interactúan como un entorno unificado, lo que permite una optimización completa, desde el nivel de los sensores hasta el control estratégico.

Optimización sostenible de los sistemas

La inteligencia continua permite optimizar las emisiones, los recursos, la equidad y la eficiencia, tratándolos como resultados operativos cuantificables.

Marcos de confianza y gobernanza adaptables

La supervisión transparente, las salvaguardas éticas de la IA y la participación fomentan la confianza en la infraestructura automatizada.

Integración sociotécnica para unos resultados centrados en las personas

Una infraestructura tiene éxito cuando permite el acceso equitativo, la inclusión y el bienestar humano.

En esencia, al adoptar una infraestructura informada se logra un modelo distribuido donde la inteligencia a escala de la nube, la inferencia local y la detección en el dispositivo operan como un todo coordinado.

Capas de la infraestructura informada

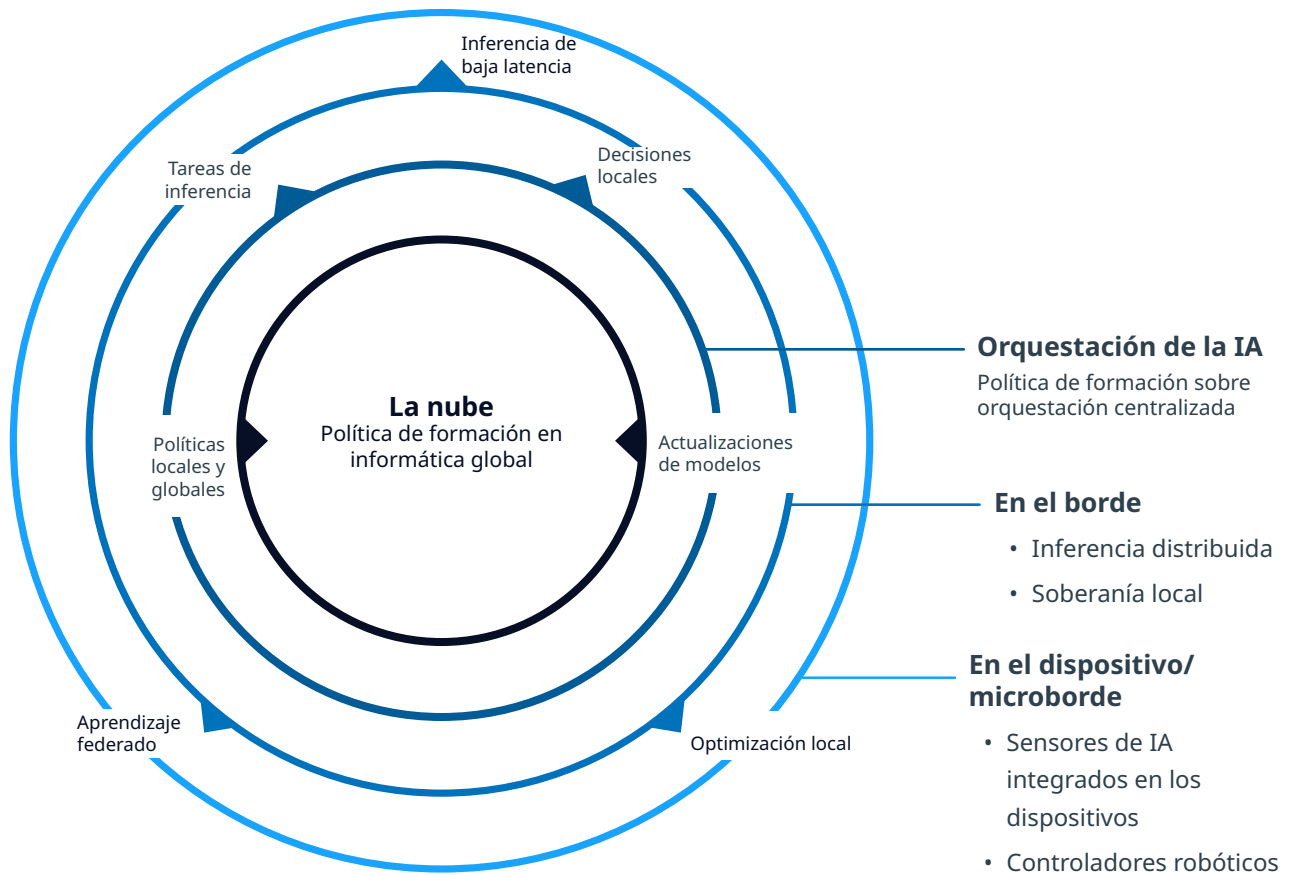


Imagen 8: Capas de la infraestructura informada



Panorama tecnológico

La infraestructura informada es fruto de la intersección entre la computación optimizada por IA, las arquitecturas híbridas cloud-edge y las bases digitales soberanas. Su panorama tecnológico evolucionará de la siguiente manera.

● Actualmente: **Las bases de la infraestructura inteligente**

Las organizaciones están reforzando las capas centrales de sus ecosistemas, en preparación para un entorno operativo donde el uso de IA sea intensivo.

Esta transformación se está acelerando, ya que cada vez más cargas de trabajo exigen inteligencia en tiempo real y a nivel edge, pero solo una pequeña parte de las empresas ha modernizado su infraestructura lo suficiente como para soportar la IA a gran escala.

En este contexto, las herramientas de orquestación cloud-edge son esenciales para distribuir las cargas de trabajo de forma inteligente, mientras que las iniciativas locales de nube soberana son vitales para garantizar el control jurisdiccional y el manejo de datos conforme a la normativa. Los estándares de datos abiertos y la interoperabilidad permiten, además, una integración perfecta entre sistemas híbridos. En conjunto, estas tecnologías conforman el entorno de base para una infraestructura conectada, que cumpla con las normativas y pueda dar soporte a las operaciones emergentes impulsadas por la IA.

● A corto plazo: **Escalar la transparencia, la sostenibilidad y la inteligencia distribuida**

A medida que la IA se integra más profundamente en las operaciones, la infraestructura debe evolucionar para brindar mayor transparencia, resiliencia e inteligencia distribuida.

Las infraestructuras autorreparables y preventivas aportan resiliencia predictiva, mejorando la fiabilidad y reduciendo los periodos de inactividad imprevistos. Esto se complementa con una orquestación híbrida de la nube, el borde y los dispositivos, que permite que las cargas de trabajo se ejecuten de forma óptima en entornos físicos y digitales distribuidos.

Para proteger los datos a la vez que se incrementa la inteligencia en el borde, las organizaciones utilizan aprendizaje federado y analíticas de protección de la privacidad, lo que les permite obtener información valiosa allí donde se crean los datos sin comprometer el cumplimiento normativo. En paralelo, aumenta la infraestructura de computación sostenible, a medida que las empresas adoptan operaciones con conciencia energética. Esto demuestra que la sostenibilidad está cada vez más integrada en el diseño de la infraestructura, en lugar de verse como un mero requisito normativo.

Para gestionar esta complejidad, los motores de gobernanza adaptativa incorporan explicabilidad, auditabilidad y automatización de políticas en todos los sistemas impulsados por IA. Colectivamente, estas capacidades transforman la gestión de la infraestructura, pasando de una administración reactiva a una inteligencia distribuida y coordinada de forma proactiva, con mejoras operativas cuantificables.

● A largo plazo: **Hacia ecosistemas de infraestructura autónomos y soberanos**

Con el tiempo, la infraestructura evolucionará hasta conformar un entramado altamente autónomo, alineado con los intereses soberanos y globalmente interoperable.

Las capas de infraestructura cognitiva integrarán IA, computación de alto rendimiento y redes de sensores para respaldar la predicción y optimización continuas en todos los sistemas. A medida que estas capacidades maduren, surgirán ecosistemas de infraestructura totalmente autónomos que coordinarán los flujos de computación, energía y datos con una intervención humana mínima.

Esto no se limitará a organizaciones individuales: los marcos de infraestructura global interoperables permitirán la colaboración transfronteriza en cuanto a recursos de computación, prácticas de sostenibilidad y gobernanza digital. Al mismo tiempo, las redes de computación soberanas proporcionarán a los países y regiones un control duradero de las capacidades críticas de IA, lo que garantizará la resiliencia digital a largo plazo. Estas tendencias apuntan a que la infraestructura se convertirá en una capa operativa inteligente y estratégica para las economías y sociedades futuras.

Radar tecnológico

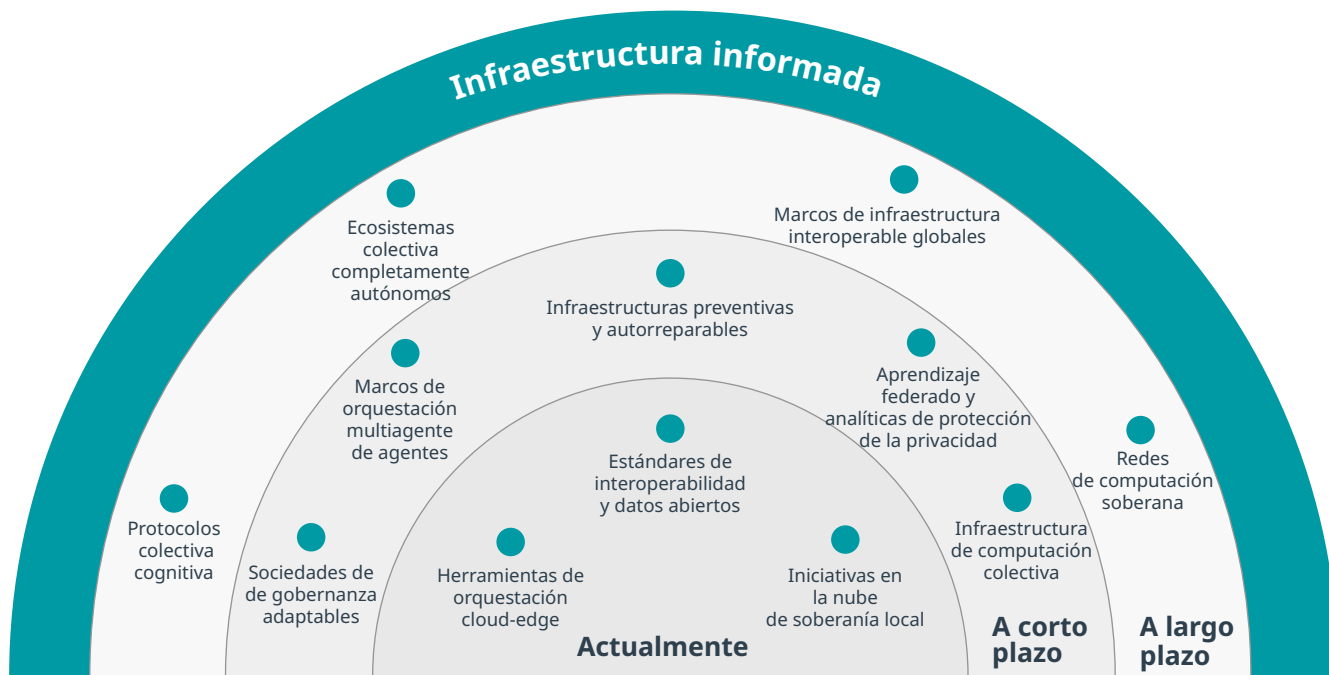


Imagen 9: Infraestructura informada: Radar tecnológico

Señales y ecosistema

Señales del mercado

Segmento	Tamaño del mercado en 2024 (en millones de dólares)	Tamaño del mercado en 2029 (en millones de dólares)	CAGR (de 2024 a 2029)
Infraestructura de Edge AI	3 650	11 370	25,5 %
Infraestructura global de IA	56 970	186 270	26,7 %
Mercado de infraestructuras	8090	32 970	32,4 %
Mercado de computación híbrida	830	2710	26,8 %

Tabla 7: Infraestructura informada: tamaño del mercado y previsiones ¹⁶

Las funciones de confianza están convergiendo en plataformas unificadas, que incluyen la gobernanza, la observabilidad, los registros de procedencia y la ciberseguridad.

¹⁶ Fuentes:

Technavio, Global AI Edge Infrastructure Market 2025-2029.

The Business Research Company, Global AI Infrastructure Market Report 2025; Global Composable Infrastructure Market Report 2025.

Señales de adopción empresarial

Entre el

75 % y el
85 %

de los prototipos de IA generativa fracasan debido a deficiencias en la infraestructura.¹⁷

Aproximadamente el

20 %

de las infraestructuras están actualizadas para soportar cargas de trabajo de IA.¹⁸



La nube soberana y la interoperabilidad **aceleran la adopción de infraestructuras auditables.**

Señales de colaboración sectorial

La infraestructura informada es más sólida en aquellos sectores donde la latencia, la soberanía y la resiliencia son más importantes: manufactura, sector público, energía, telecomunicaciones, finanzas y atención médica.

Curva de adopción

- **De 2024 a 2026**
Se acelera la adopción de arquitecturas híbridas cloud-edge, zonas de nube soberana y plataformas con gran capacidad de telemetría.
- **De 2026 a 2028**
La inferencia distribuida, los gemelos digitales y la infraestructura autorreparable se extienden a diversos sectores.
- **De 2028 a 2030**
La orquestación autónoma y con visión de sostenibilidad permite la optimización en tiempo real de la computación, la energía y las operaciones.
- **2030 en adelante**
Los ecosistemas de infraestructura inteligentes y soberanos serán un elemento fundamental para la resiliencia tanto nacional como empresarial.



^{17,18} Everest Group. Informe. Navigating AI Infrastructure: the Backbone of the AI-Driven Era. 13 de septiembre de 2024.

Startups relevantes

Nombre de la startup	Resumen	Fundada en	Ronda de financiación	Financiación total (USD)
Airbyte	Plataforma de integración de datos de código abierto (ETL/ELT)* que permite replicar datos de diversas fuentes y almacenes de datos.	2020	Serie B	181,5 millones
Intential	Plataforma de automatización de bajo código, orientada específicamente a la gestión y orquestación de la infraestructura de red e IT.	2014	Etapas de crecimiento	25,5 millones
Liqid	Empresa de infraestructura componible que proporciona software para agrupar y asignar dinámicamente GPU, CPU, soluciones de almacenamiento y redes para IA, computación de alto rendimiento (HPC) y otras cargas de trabajo con un uso intensivo de datos en centros de datos.	2013	Post-serie C	160 millones
OpenDrives	Proveedor de soluciones de almacenamiento de alto rendimiento y servicios de gestión de datos para el sector empresarial, la industria del entretenimiento y los medios de comunicación.	2011	Serie B	31 millones
Rafay	Plataforma de operaciones de Kubernetes para automatizar y gestionar aplicaciones contenerizadas en múltiples clústeres y nubes.	2017	Serie B	33 millones
Systalyze	Startup de infraestructura y optimización de IA que analiza y corrige las ineficiencias en las cargas de trabajo de la IA, para que las empresas puedan ejecutar modelos de forma más rápida y económica en su propia infraestructura.	2025	—	—

Tabla 8: Infraestructura informada: startups relevantes ¹⁹

* Por sus siglas en inglés: ETL: extracción, carga y transformación | ELT: extracción, transformación y carga

¹⁹ La información aquí presentada se basa en datos obtenidos en Crunchbase (<https://www.crunchbase.com/>). La precisión e integridad de los datos dependen de la fuente y pueden cambiar con el tiempo.

Casos prácticos y aplicaciones

Los siguientes ejemplos ilustran cómo una infraestructura informada ayuda a las empresas a orquestar entornos complejos que combinan lo físico y lo digital, gracias a la inteligencia continua, la computación híbrida cloud-edge y las bases digitales soberanas.

01 Infraestructura pública inteligente: ciudades predictivas, eficientes y soberanas

Las ciudades y los organismos públicos están adoptando soluciones para el mantenimiento predictivo de los bienes públicos, la gestión inteligente del tráfico y la optimización del tratamiento del agua y los residuos, lo que mejora la fiabilidad de los servicios y permite un uso más eficiente de los recursos.

La orquestación cloud-edge, combinada con los gemelos digitales, permite a los operadores de infraestructura detectar fallos con antelación, optimizar los flujos en tiempo real y testar las intervenciones virtualmente antes de su implementación. Estos sistemas funcionan cada vez más con plataformas de nube soberana, lo que favorece el cumplimiento normativo, la residencia de los datos y la colaboración segura entre organismos.

02 Operaciones industriales adaptables: gemelos digitales, edge AI y sistemas de autorreparación

Las empresas de fabricación, logística y energía están implementando gemelos digitales industriales e inferencia de edge AI en entornos híbridos cloud-edge para lograr una toma de decisiones de baja latencia y unas operaciones más resilientes.

La infraestructura de observabilidad y autorreparación basada en IA permite la optimización continua de las líneas de producción, el mantenimiento predictivo de los equipos y la recuperación autónoma tras las interrupciones.

Por su parte, la adopción de arquitecturas de computación distribuida, telemetría en tiempo real e infraestructura predictiva reduce los tiempos de inactividad y mejora el rendimiento de las redes industriales.

03 Ecosistemas de energía y datos sostenibles y distribuidos

Los proveedores y las grandes compañías energéticas están contribuyendo al avance de la gestión dinámica de la energía, las estrategias de centros de datos con cero emisiones netas y los corredores digitales soberanos, que coordinan la computación, el almacenamiento y la producción y la distribución en todas las regiones.

Los gemelos digitales modelan las emisiones y el comportamiento energético a escala de la red eléctrica, mientras que la planificación con criterios de sostenibilidad distribuye las cargas de trabajo según la disponibilidad de energía y la intensidad de emisiones. La orquestación híbrida cloud-edge permite la optimización de la energía a nivel local, contribuye al equilibrio de la red eléctrica y favorece la integración de fuentes renovables distribuidas.

La gran inversión actual en infraestructuras informáticas sostenibles y operaciones optimizadas energéticamente se debe, por un lado, a la presión normativa y, por otro, al crecimiento continuo de las tecnologías de infraestructura con conciencia energética.

Escenarios futuros

La autorremediación se convertirá en la opción por defecto para las operaciones en la nube

La mayoría de los incidentes en la nube se resolverán sin intervención humana. Los equipos de operaciones, que actualmente se dedican a resolver problemas, pasarán a validar políticas.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Aceptarán las empresas una menor supervisión humana?
- ¿Exigirán los organismos reguladores la intervención humana en las cargas de trabajo críticas?

Las redes de gemelos digitales reemplazarán la monitorización tradicional

Las empresas adoptarán los gemelos digitales de infraestructura en tiempo real, y los utilizarán como fuente de información operativa fidedigna. Estos permitirán simular cambios antes de implementarlos.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Podrán los gemelos digitales ser lo suficientemente fidedignos como para considerarse fiables a gran escala?
- ¿Serán la latencia o el coste de simulación factores limitantes?

Las arquitecturas edge sustituirán a los enfoques centrados en la nube

La computación se orquestará desde el borde hacia dentro. La nube servirá como núcleo de coordinación, no de computación centralizada.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Será la inteligencia de orquestación lo bastante madura como para que los chips de silicio optimizados para el procesamiento edge sustituyan a la computación GPU centralizada en la mayoría de las decisiones en tiempo real?
- ¿Adoptarán las organizaciones la orquestación distribuida o temerán perder el control?



Conclusiones estratégicas



Trata la infraestructura como una capa de inteligencia estratégica, no como una herramienta técnica

Las organizaciones deben evolucionar y pasar de bases de IT estáticas a arquitecturas híbridas cloud-edge, optimizadas con IA y ricas en telemetría. Esto conlleva actualizar de forma proactiva las redes, el almacenamiento y la computación para potenciar la inferencia en tiempo real, la soberanía y la sostenibilidad.



Integra la soberanía y la interoperabilidad en las decisiones de arquitectura

Puesto que se ha acelerado la adopción de la nube soberana y los estándares de interoperabilidad se han vuelto imprescindibles, las decisiones que se tomen sobre la infraestructura deben garantizar la gobernanza, el control jurisdiccional y la modularidad de los proveedores. Invertir en estándares abiertos, componibilidad y silicio especializado reduce el riesgo de dependencia y prepara a las organizaciones para los cambios normativos.



Operacionaliza la sostenibilidad mediante la inteligencia, no mediante la elaboración de informes

La planificación con conciencia energética y los gemelos digitales están transformando las consideraciones ambientales, sociales y de gobernanza (ESG), que han pasado de verse como una carga impuesta por la normativa a fomentar la optimización operativa en tiempo real. Las organizaciones que integren la sostenibilidad en sus operaciones de infraestructura —y no solo en los paneles de control— reducirán de manera cuantificable los costes, el consumo de energía y las emisiones.



- Si nuestra infraestructura pudiera optimizarse de manera autónoma, con conciencia energética, y estuviera alineada con la soberanía, ¿cómo rediseñaríamos nuestro modelo operativo para aprovecharlo?
- ¿Tenemos claro qué decisiones deben automatizarse mediante infraestructuras inteligentes y cuáles deben seguir tomando las personas?
- ¿Hasta qué punto es resiliente nuestra estrategia de infraestructura frente a las interrupciones en el suministro energético, los acontecimientos geopolíticos o la soberanía regulatoria?

5 Ecosistemas soberanos de silicio

¿Qué es y por qué es relevante?

El hardware necesario para la inteligencia masiva

Las tensiones geopolíticas, la fragilidad de las cadenas de suministro, la demanda de computación potenciada con IA y las crecientes preocupaciones en materia de seguridad nacional han hecho de los semiconductores un activo estratégico fundamental. Controlar los semiconductores es sinónimo de controlar la capacidad informática, los flujos de datos, la inteligencia y la influencia geopolítica. Por lo tanto, los países y las industrias están redoblando sus esfuerzos para desarrollar ecosistemas de semiconductores integrales, desde el diseño de chips y la fotónica hasta la fabricación, el empaquetado y el reciclaje.

Este cambio de tendencia cobra importancia ahora que los modelos tradicionales de suministro global ya no pueden garantizar la resiliencia, la estabilidad de costes y la competitividad tecnológica.

Al mismo tiempo, los rápidos avances en IA, computación de alto rendimiento y arquitecturas de última generación requieren una computación especializada y heterogénea que las cadenas de suministro tradicionales no pueden proporcionar por sí solas. Los ecosistemas de silicio soberanos abren una vía para el liderazgo en innovación, la independencia tecnológica, la fabricación sostenible y la colaboración ventajosa.

Además, constituyen la base de hardware de la inteligencia masiva, pues proporcionan la computación especializada, resiliente y de alto rendimiento necesaria para los sistemas autónomos, que gestionan una gran cantidad de datos y están distribuidos globalmente.

Conceptos básicos

Los semiconductores habilitan la IA y la computación de alto rendimiento

Los chips alimentan la IA y la computación de alto rendimiento, por lo que definen la competitividad de la innovación basada en datos.

Soberanía de los datos y control de la infraestructura digital

Contar con una base de silicio sólida y fiable es clave para crear ecosistemas digitales seguros y soberanos.

Cadenas de suministro sostenibles y éticas

El abastecimiento responsable, el reciclaje y la fabricación eficiente a nivel energético influyen en la competitividad futura de los semiconductores.

Diseño y fabricación acelerados por IA

La IA acorta los ciclos de desarrollo de chips y mejora el rendimiento, aumentando la resiliencia y la agilidad.

Redes globales resilientes y adaptables

Los ecosistemas de semiconductores flexibles y colaborativos permiten un equilibrio entre la soberanía y los flujos de innovación globales.

Autonomía industrial y tecnológica

La capacidad de producción nacional de semiconductores reduce la dependencia externa y fortalece la capacidad de innovación de los países.

Ecosistemas de innovación y colaboración

Las alianzas público-privadas y con el sector académico aceleran la innovación en el ámbito de los chips, siempre en consonancia con las prioridades nacionales.

Ventajas competitivas impulsadas por la tecnología

El liderazgo en la fabricación avanzada y la creación de propiedad intelectual (PI) impulsa la influencia global.

La fotónica es la próxima frontera de soberanía de los semiconductores

La integración óptica permite una computación ultrarrápida y energéticamente eficiente, necesaria en aplicaciones de última generación.

La soberanía en el sector del silicio no es una capacidad aislada, sino un sistema de palancas estratégicas que abarca el diseño, la fabricación, los materiales, la integración, el conocimiento y la energía.

Componentes de la soberanía

01 **Diseño y soberanía de la propiedad intelectual**

Control sobre las arquitecturas de chips, los aceleradores, los núcleos de PI y las herramientas de ingeniería.

02 **Soberanía en el empaquetado avanzado y la integración**

Chipleths, integración 2.5D/3D y ensamblaje de sistemas heterogéneos.

03 **Soberanía en la fabricación y los procesos**

Acceso a nodos avanzados y especializados de fabricación y a un profundo conocimiento de los procesos.

04 **Soberanía académica, del conocimiento y del talento**

Capacidad de I+D a largo plazo, universidades, laboratorios público-privados y programas de formación de personal.

05 **Soberanía de materiales, equipos y suministros**

Control de los minerales críticos, las obleas de silicio, las herramientas de litografía y los ecosistemas de proveedores.

06 **Soberanía energética y medioambiental**

Energía estable y baja en emisiones de carbono, disponibilidad de agua, refrigeración e instalaciones de fabricación sostenibles.

Imagen 10: Componentes de la soberanía



Panorama tecnológico

Los ecosistemas de silicio soberanos son posibles gracias a un conjunto de tecnologías de fabricación que avanzan rápidamente. Se basan en arquitecturas informáticas heterogéneas, hardware fiable y una aceleración energéticamente eficiente. Estas tecnologías transforman el silicio, que pasa de ser una mercancía globalizada a convertirse en una infraestructura gestionada estratégicamente. El silicio proporciona una capacidad de computación segura, de alto rendimiento y soberana que se destina a la IA, la computación de alto rendimiento y los sistemas nacionales críticos.

● Actualmente: Capacidades maduras que conforman la infraestructura informática soberana

Los despliegues actuales se basan en la fabricación avanzada de semiconductores, en modelos de fundición fiables y en centros regionales de semiconductores, respaldados por una inversión pública masiva.

Estas capacidades refuerzan la soberanía manufacturera y reducen la exposición a cadenas de suministro globales saturadas.

El rendimiento y la flexibilidad son posibles gracias a las arquitecturas de chiplets y los chips aceleradores de IA, que se espera que dominen los centros de datos y las implementaciones en la nube soberana a medida que la demanda de IA aumente exponencialmente.

La transparencia y la fiabilidad soberanas se sustentan en raíces de confianza de hardware seguro, computación confidencial y modelos de trazabilidad de semiconductores. Al mismo tiempo, la fabricación sostenible de chips y el empaquetado avanzado ofrecen mejoras en el rendimiento por vatio, lo que contribuye a alcanzar los objetivos de resiliencia y eficiencia energética.

● A corto plazo: Tecnologías de escalado que permiten la IA soberana y la computación distribuida

La nueva generación introduce mayor inteligencia, seguridad y sostenibilidad en todo el ciclo de vida del silicio.

El diseño de chips asistido por IA y la fabricación acelerada por IA acortan los ciclos de desarrollo y aumentan el rendimiento. Esto es crucial a medida que aumenta la complejidad del diseño y la demanda nacional de computación de IA soberana. La edge AI y la inferencia escalable permiten que la computación soberana se extienda a emplazamientos industriales, sistemas de movilidad e infraestructuras nacionales, alineando los semiconductores con la autonomía y las necesidades operativas en tiempo real.

La sostenibilidad se convierte en un proceso sistémico, gracias a la computación con conciencia del carbono y la fabricación neutra en carbono. De este modo, los países pueden equilibrar el crecimiento de la computación con el cumplimiento de los compromisos medioambientales.

Se intensifican las medidas de seguridad: las plataformas de IA basadas en silicio, el cifrado cuántico seguro y la criptografía post-cuántica (PQC) protegen las cargas de trabajo nacionales contra amenazas avanzadas y emergentes, lo que facilita el cumplimiento de la normativa sobre soberanía y residencia de los datos.

En la capa de la arquitectura, la integración híbrida fotónica-electrónica comienza a desbloquear interconexiones de alto ancho de banda y bajo consumo energético para la computación de alto rendimiento y la infraestructura de nube soberana.

● A largo plazo: Tecnologías de vanguardia que dan lugar a una computación soberana autónoma y de alto rendimiento

El desarrollo a largo plazo apunta a arquitecturas de silicio capaces de soportar entornos de computación nacionales y autónomos.

Las arquitecturas de computación óptica y fotónica de silicio a gran escala ofrecerán un altísimo rendimiento y la eficiencia energética mejorará drásticamente, lo que potenciará la simulación, la modelización climática y las cargas de trabajo de IA de última generación.

Mientras tanto, los chips neuromórficos avanzados y de inspiración biológica introducirán modelos de computación analógica de impulsos, basados en eventos, que permitirán la detección en tiempo real, la robótica autónoma y los sistemas edge nacionales con limitaciones energéticas a una escala sin precedentes.

Conjuntamente, estas tecnologías de vanguardia sentarán las bases para una computación soberana que no solo será segura y autodeterminada, sino también adaptable, ultraeficiente y capaz de impulsar las infraestructuras futuras de inteligencia nacional.

Radar tecnológico



Imagen 11: Ecosistemas soberanos de silicio: Radar tecnológico

Señales y ecosistema

Señales del mercado

Segmento	Tamaño del mercado en 2024 (en millones de dólares)	Tamaño del mercado en 2029 (en millones de dólares)	CAGR (de 2024 a 2029)
Semiconductores	540 700 *	892 600 *	10,6 % *
Nube soberana	124 100 *	377 700 *	24,6 %
Chips de IA	120 000	500 000	35,0 %

Tabla 9: Ecosistemas soberanos de silicio: tamaño del mercado y previsiones ²⁰

*Estimaciones

La demanda de computación impulsada por la IA está alimentando la inversión soberana en semiconductores a una escala sin precedentes.

²⁰ Fuentes:

World Semiconductor Trade Statistics. Nota de prensa. [Global Semiconductor Market Approaches \\$1T in 2026](#), 2 de diciembre de 2025.

Fortune Business Insights. [Semiconductor market size, share and industry analysis, 2026-2034](#), 9 de febrero de 2026.

Fortune Business Insights. [Sovereign cloud market size, share and industry analysis, 2026-2034](#), 9 de febrero de 2026.

Everest Group. Thematic Report. [From Silicon to Strategy: Mapping the AI Chip Value Chain](#), 2 de septiembre de 2025

Señales de adopción empresarial

Los servidores con acelerador integrado son la infraestructura preferida para las plataformas de IA, y representan el

70 %

del gasto total en infraestructura de IA para servidores.²¹

La ley CHIPS and Science Act destina aproximadamente

52 700 millones de dólares

a la fabricación e investigación de semiconductores en EE. UU., en forma de incentivos, financiación para I+D y programas de empleo.²²



La UE, como parte de su política industrial, puso en marcha la Ley Europea de Chips. Su objetivo es reforzar la capacidad de producción de semiconductores y la I+D relacionada en los Estados miembros, con incentivos públicos, financiación y apoyo normativo.

Señales de colaboración sectorial

La necesidad de silicio soberano es mayor en los sectores de defensa, telecomunicaciones, automoción y automatización industrial, que requieren computación fiable y de alto rendimiento.

Curva de adopción

De 2025 a 2027

Las deficiencias en materia de soberanía se hacen evidentes a medida que la demanda de computación fiable y de alto rendimiento sobrepasa a las cadenas de suministro existentes.

De 2027 a 2029

Algunos países y empresas perfeccionan sus plataformas de silicio soberanas, ocupándose del diseño, la fabricación y el empaquetado a nivel nacional.

De 2029 a 2032

Las arquitecturas heterogéneas y energéticamente eficientes (chipelets, fotónica o aceleradores de IA) se convierten en la base de computación más extendida.

De 2032 en adelante

Las redes de computación soberanas y los ecosistemas avanzados de silicio influyen en las alianzas globales y las estructuras de poder de la economía digital.



²¹ IDC. Nota de prensa. Artificial Intelligence Infrastructure Spending to Surpass the \$200Bn USD Mark in the Next 5 years. According to IDC, 18 de febrero de 2025.

²² National Institute of Standards and Technology (NIST). Federal Programs Supporting the U.S. Semiconductor Supply Chain and Workforce. 18 de marzo de 2024.

Startups relevantes

Nombre de la startup	Resumen	Fundada en	Ronda de financiación	Financiación total (USD)
Axelera AI	Desarrollador de hardware de IA de ultrabajo consumo y alto rendimiento para aplicaciones edge.	2021	Serie B/ayudas públicas	203 millones
Lightmatter	Diseña y fabrica chips informáticos fotónicos, que utilizan luz en lugar de electricidad para una computación de IA y aprendizaje automático más rápida y eficiente.	2017	Serie D	850 millones
Silicon Catalyst	Incubadora/aceleradora centrada exclusivamente en impulsar empresas emergentes de hardware de semiconductores.	2015	No disponible (fase aceleradora)	—
Xscape Photonics	Desarrolla tecnología avanzada de fotónica de silicio para que la comunicación y la computación de datos sean más rápidas y disfruten de mayor eficiencia energética.	2022	Serie A	57 millones

Tabla 10: Ecosistemas soberanos de silicio: startups relevantes ²³

²³ La información aquí presentada se basa en datos obtenidos en Crunchbase (<https://www.crunchbase.com/>). La precisión e integridad de los datos dependen de la fuente y pueden cambiar con el tiempo.

Casos prácticos y aplicaciones

Los siguientes ejemplos ilustran cómo los ecosistemas soberanos de silicio se están convirtiendo, por medio de políticas industriales y del control de las cadenas de suministro, en un importante recurso para los países. Son necesarios para diversas infraestructuras críticas, así como para el sector industrial y los sistemas globales.

01 Redes de computación de IA soberanas para infraestructuras críticas

Para ofrecer soporte a sectores regulados como la atención médica, las finanzas, el transporte y los servicios públicos, los gobiernos están implementando plataformas de soberanía de IA. Se trata de clústeres nacionales de aceleradores de IA (GPU y otros aceleradores diseñados específicamente para este fin) construidos sobre chips de fundición fiables e infraestructuras de nube soberana.

Los aceleradores de IA de bajo consumo energético y la computación verde basada en la fotónica permiten que los diferentes sectores ejecuten modelos de alto rendimiento con un consumo de energía significativamente menor. Gracias a ello, pueden cumplir con la normativa de sostenibilidad y, a la vez, reducir su dependencia de proveedores de computación extranjeros.

Esta red de computación soberana funciona como infraestructura crítica compartida para la economía digital: permite realizar análisis que preserven la privacidad, crear gemelos digitales nacionales, optimizar la movilidad autónoma y fomentar la colaboración segura entre sectores.

02 Sistemas nacionales de edge-control y autonomía industrial segura

Los sectores de la fabricación, la energía, la movilidad y la logística están adoptando la inferencia segura de edge AI, utilizando componentes electrónicos de producción local y controladores industriales de confianza.

Así se logra la autonomía operativa de fábricas, redes eléctricas, centros de transporte, puertos y sistemas de logística de defensa. En estos entornos, la latencia, la seguridad y el riesgo geopolítico no permiten depender del silicio externo o de servicios en la nube.

Los módulos compatibles con criptografía post-cuántica y el hardware de identidad soberana protegen cada dispositivo, mientras que la inferencia en el borde permite la detección de anomalías en tiempo real, el mantenimiento predictivo y la toma de decisiones autónoma en múltiples sectores.

El resultado es una infraestructura nacional resiliente, que permite que las decisiones críticas en materia de seguridad se tomen dentro de los límites soberanos.

03 Plataformas estratégicas de silicio para el espacio, las telecomunicaciones y las alianzas globales

Los operadores de telecomunicaciones, las agencias aeroespaciales y el sector de la defensa adoptan redes de comunicación seguras, aceleradores de IA soberanos y chips tolerantes a la radiación para alimentar los sistemas espaciales y de satélites nacionales.

Estas plataformas soberanas de silicio favorecen los enlaces satelitales cifrados, la respuesta coordinada ante desastres, la monitorización del clima, la seguridad marítima y las comunicaciones transfronterizas críticas.

Contar con chips y sistemas de control propios otorga una ventaja a los países en la diplomacia de la innovación: les permite formar alianzas estratégicas por los semiconductores, influir en la regulación y utilizar el silicio soberano como un activo en las negociaciones comerciales y las asociaciones internacionales.

Todo tipo de sectores, desde la agricultura y los seguros hasta la logística y la minería, dependen de estos sistemas espaciales y de comunicación soberanos, ya que posibilitan unos servicios de precisión y una conectividad resiliente.

Escenarios futuros

Los proveedores de nube crearán mercados de chipelets

Los proveedores de servicios en la nube ofrecerán configuraciones modulares de chipelets para que las organizaciones puedan adaptar los aceleradores a sus cargas de trabajo.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Madurarán los estándares de chipelets lo suficientemente rápido como para lograr una amplia compatibilidad?
- ¿Aceptarán los dueños de la propiedad intelectual una configurabilidad significativa?

Las zonas de computación regionales modificarán la huella global de la nube

Los países crearán centros de computación regionales y soberanos, cuyas cadenas de suministro serán obligatoriamente nacionales. Esto obligará a las nubes a distribuir geopolíticamente las cargas de trabajo de IA.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Se logrará un rendimiento competitivo con las inversiones nacionales?
- ¿Será fiable la portabilidad de datos o modelos entre diferentes zonas soberanas?

Los sistemas neuromórficos, cuánticos y fotónicos redefinirán el paradigma de la computación

Cuando la escalabilidad tradicional alcance su límite, las empresas implementarán aceleradores neuromórficos y fotónicos para cargas de trabajo de inferencia y planificación con un bajo consumo energético.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Madurarán los ecosistemas de software con la suficiente rapidez como para dar soporte a estas arquitecturas?
- ¿Es posible lograr una orquestación de hardware heterogénea fluida?



Conclusiones estratégicas



Trata el silicio como una infraestructura crítica para los países y las empresas

Las organizaciones deben asumir que su nivel de control sobre los chips, los aceleradores y la capacidad de computación segura determinará su capacidad para operar, innovar y cumplir con los requisitos de soberanía. Por lo tanto, si quieren garantizar su resiliencia a largo plazo, deben priorizar las alianzas con fábricas de fundición de confianza, ecosistemas de empaquetado nacionales y proveedores de nube soberana.



Desarrolla una estrategia de computación heterogénea y eficiente a nivel energético

Las empresas pueden escalar sus cargas de trabajo de IA de forma sostenible y rentable gracias a las arquitecturas de chiplets, los aceleradores de IA de bajo consumo energético y los sistemas basados en la fotónica. Si quieren reducir su dependencia de cadenas de suministro de un solo proveedor o de una sola región, deben diseñar arquitecturas que prioricen la modularidad, la combinación de aceleradores y la inferencia en el borde.



Integra la confianza basada en hardware en todas las implementaciones de IA e infraestructura

El hardware de identidad segura, los módulos compatibles con criptografía post-cuántica y los controladores industriales de confianza deben ser la base de cualquier aplicación de IA o de infraestructura crítica. Esto favorece la integridad de los datos, la seguridad operativa y el cumplimiento normativo en sistemas distribuidos, desde fábricas y redes energéticas hasta redes de transporte y servicios nacionales.



- Si, durante seis meses, nuestra organización perdiera el acceso a nuestro suministro actual de chips o aceleradores en la nube, ¿qué parte de nuestra IA, tecnología operativa e infraestructura digital podríamos seguir utilizando? ¿Qué tendría que ser soberano para que pudiéramos seguir siendo resilientes?
- ¿Estamos diseñando nuestras cargas de trabajo de IA e infraestructura para que ofrezcan portabilidad en entornos de computación heterogéneos y soberanos?
- ¿Qué partes de nuestro ecosistema de silicio debemos controlar directamente? Y, por el contrario, ¿en qué casos las alianzas estratégicas permiten una mayor resiliencia que la propiedad total?

6 De la eficiencia ilusoria a la suficiencia

¿Qué es y por qué es relevante?

Un nuevo enfoque de la evolución de la inteligencia masiva

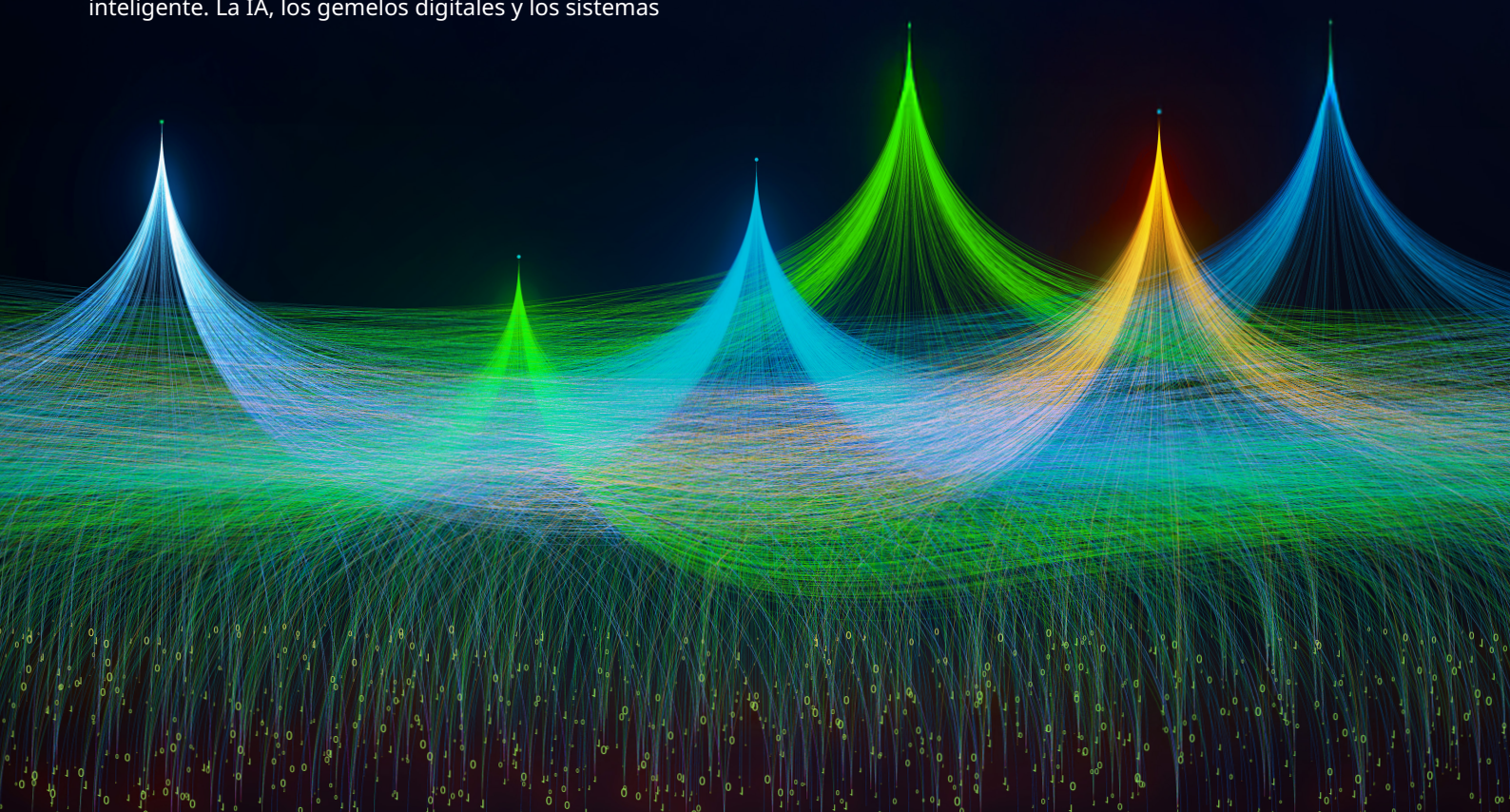
Tras varias décadas priorizando la velocidad, la escala y la optimización de costes, el crecimiento empresarial basado en la eficiencia está tocando techo. La inestabilidad climática, la escasez de energía, la presión normativa y las expectativas sociales requieren un modelo notablemente distinto, que priorice la resiliencia, la suficiencia a largo plazo y la alineación con los criterios ecológicos. La suficiencia está cobrando importancia porque la eficiencia, por sí sola, ya no puede garantizar la estabilidad ni la credibilidad. De hecho, en algunos casos, la eficiencia puede aumentar el riesgo sistémico, dado que antepone las ganancias a corto plazo a toda costa, independientemente de las limitaciones globales.

El paradigma de la suficiencia nos lleva a entender la tecnología como una herramienta de moderación inteligente. La IA, los gemelos digitales y los sistemas

de recursos integrados no deben emplearse para crecer infinitamente, sino para identificar unos umbrales óptimos.

Este enfoque ofrece valor para todos, pues tiene un impacto ambiental menor, impulsa la resiliencia comunitaria, y da lugar a mejores condiciones laborales y prácticas comerciales más fiables. La suficiencia supone un cambio cultural y estratégico: el progreso ya no significa siempre crecer "más", sino hacerlo de manera intencionada, responsable y sostenible.

La suficiencia también nos lleva a replantearnos la forma en la que evoluciona la inteligencia colectiva, procurando que los sistemas inteligentes operen dentro de los límites ecológicos y sociales. La clave está en enfocar las capacidades en la resiliencia a largo plazo, y no en la expansión descontrolada.



Conceptos básicos

La suficiencia como actitud estratégica

Las organizaciones pasan de maximizar la producción a optimizar la suficiencia a largo plazo, dentro de los límites ecológicos. De este modo, preparan sus modelos de negocio para el futuro.

Responsabilidad ambiental integrada

Los impactos del ciclo de vida (en las emisiones de carbono, la biodiversidad o los recursos hídricos) se evalúan y mitigan en cada etapa de la planificación, el diseño y la operación.

Ciclos de transparencia y credibilidad

Las herramientas digitales (el IoT, el análisis del ciclo de vida, el blockchain, etc.) garantizan que el desempeño en materia de sostenibilidad sea rastreable y auditable.

Gobernanza adaptable y responsabilidad compartida

Diseñar los estándares y las métricas de forma conjunta ayuda a alinear las decisiones operativas con los objetivos sociales.

Gestión sistémica de los recursos

La gestión integrada de la energía, el agua y los materiales minimiza el impacto total del uso de recursos en todos los sistemas.

La resiliencia por encima de la optimización

El rendimiento prioriza la adaptabilidad y la solidez por encima de la reducción de costes.

Beneficios colaterales para la humanidad y el medioambiente

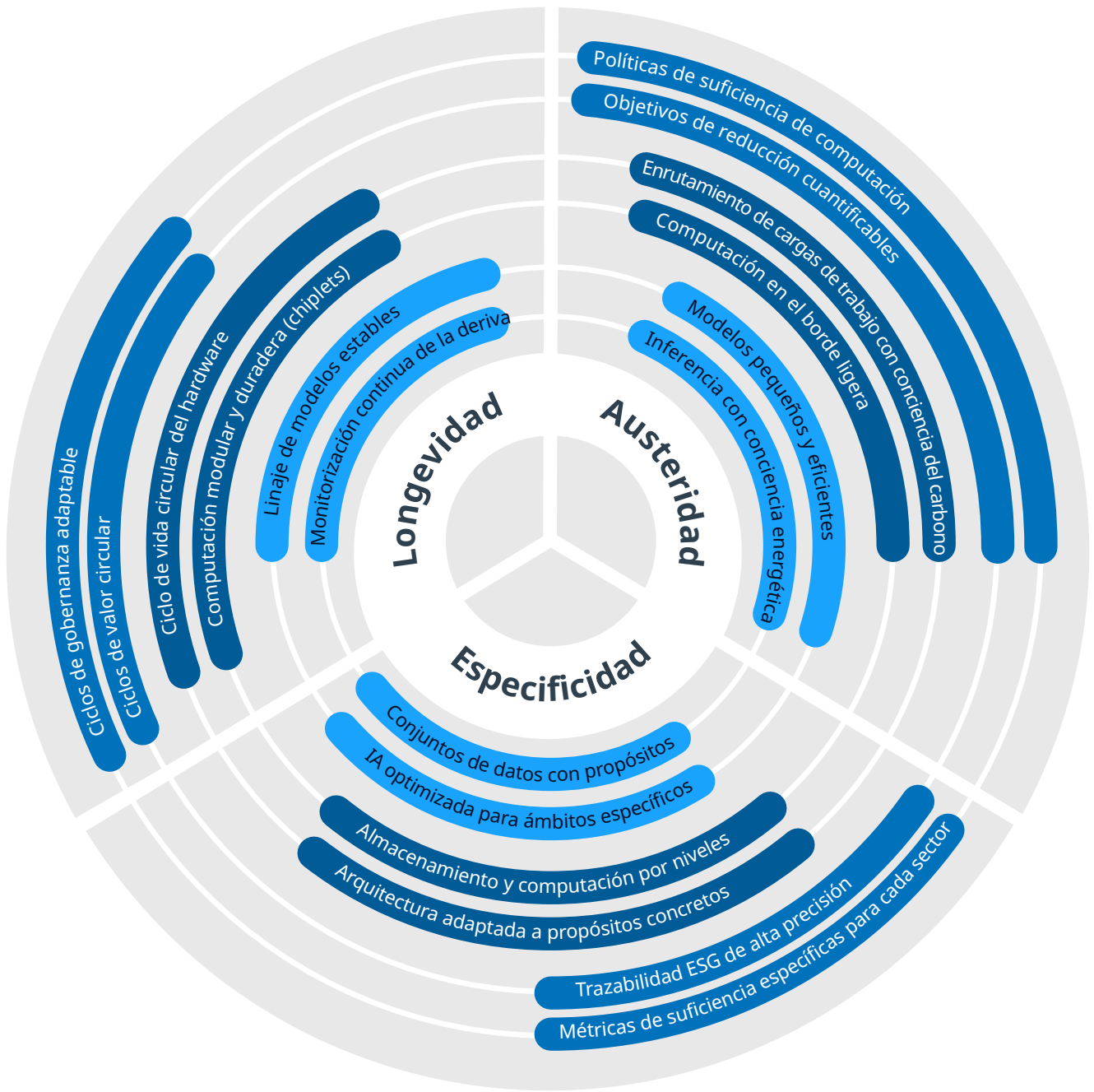
La suficiencia mejora las condiciones laborales, la resiliencia de las comunidades y la salud de los ecosistemas.

Facilitadores tecnológicos para escalar con responsabilidad

La IA, la automatización y los gemelos digitales identifican umbrales de suficiencia óptimos y vinculan la eficiencia local con las transiciones sistémicas.

El círculo de suficiencia recoge las dimensiones clave de la suficiencia tecnológica, y muestra cómo la IA, la infraestructura digital y la gobernanza deben evolucionar para equilibrar el rendimiento con un uso de los recursos responsable y sostenible a largo plazo.

Ciclo de suficiencia



Suficiencia social y gobernanza
(La capa de alineación sistémica)

Suficiencia de la infraestructura y los sistemas digitales
(La base de la arquitectura)

Suficiencia de datos e IA
(La base de inteligencia)

Imagen 12: Ciclo de suficiencia tecnológica

Panorama

El panorama tecnológico de la macro tendencia "de la eficiencia ilusoria a la suficiencia" engloba aquellas capacidades que permiten a las organizaciones pasar de la optimización progresiva a la reducción verificable y medible.

● Actualmente: **Sistemas de reducción operativa**

Las organizaciones están implementando tecnologías que les permiten ahorrar recursos de forma inmediata y cuantificable.

Los sistemas de monitorización de recursos basados en IoT y los sistemas de gestión energética potenciados con IA proporcionan una visibilidad continua de los patrones de consumo, lo que ayuda a reducir el desperdicio de energía y agua y la generación de residuos en pocos años. En el desarrollo de productos y servicios, los sistemas de fabricación circular, las plataformas de diseño sostenible y las prácticas de sostenibilidad por diseño aportan durabilidad y reparabilidad, y permiten diseñar con un uso mínimo de recursos.

A nivel de infraestructura, los edificios inteligentes y los marcos de ciudades inteligentes optimizan el uso de recursos para la calefacción, la refrigeración, la iluminación, la movilidad y los servicios públicos. Asimismo, los sistemas de gestión de energías renovables coordinan flujos de energía con bajas emisiones de carbono. Las plataformas de contabilidad de carbono con IA y los sistemas circulares de gestión de activos de IT proporcionan los datos auditables necesarios para cumplir con los requisitos y estándares definidos, por ejemplo, por la Directiva sobre informes de sostenibilidad corporativa (CSRD), la Directiva sobre la debida diligencia en materia de sostenibilidad corporativa (CSDDD) y el Consejo de Normas Internacionales de Sostenibilidad (ISSB). El foco ya no es la presentación de informes, sino la reducción basada en evidencia.

● A corto plazo: **Circularidad predictiva y computación baja en carbono**

A medida que madura la suficiencia, las empresas empiezan a adoptar sistemas para la optimización predictiva de los recursos en toda la cadena de valor.

La computación con conciencia del carbono y los centros de datos con cero emisiones netas reducen el impacto ambiental de las operaciones digitales, ya que alinean las cargas de trabajo con la disponibilidad de energía baja en carbono. Las redes totalmente fotónicas se perfilan como un elemento clave para mitigar la latencia y la pérdida de energía, pues permiten la distribución dinámica (y con bajas emisiones) de las cargas de trabajo entre centros de datos y regiones. Los gemelos digitales para la sostenibilidad modelan los flujos de energía, materiales y emisiones antes de que se produzcan los cambios, y las organizaciones pueden prever los resultados de las reducciones.

Los ecosistemas industriales avanzan gracias a la fabricación de chips neutros en carbono, la logística circular aumentada por IA y la innovación en materiales bajos en carbono. Esto prolonga la suficiencia en las cadenas de suministro, la industria manufacturera y la infraestructura de semiconductores. Todas estas capacidades apoyan la predicción del informe: el mercado de software de economía circular y sostenibilidad crecerá de forma constante hasta 2030.

● A largo plazo: **Infraestructura de suficiencia a nivel de sistema**

En el futuro, la suficiencia pasará de ser una práctica empresarial a formar parte de la infraestructura social.

Los gemelos digitales planetarios integrarán los sistemas climáticos, económicos y de infraestructura para poder modelar rutas de suficiencia a largo plazo dentro de los límites planetarios. Los simuladores de políticas de suficiencia basados en IA permitirán a los gobiernos y las ciudades testar estrategias de reducción de la demanda, compras circulares e intervenciones regulatorias antes de su implementación. A nivel energético, las fuentes de bajas emisiones de carbono de nueva generación, en particular la fusión nuclear, serán probablemente los pilares de un suministro de energía estable, abundante y compatible con la suficiencia. Todavía no se han empezado a comercializar, pero los avances en simulación, control de plasma e informática de materiales, impulsados por la IA y la computación cuántica, están acelerando la evolución de la fusión, que llegará a convertirse en una infraestructura energética desplegable.

Los materiales biointeligentes y las economías regenerativas descentralizadas prometen otra transición, en este caso hacia la creación de valor regenerativo. Los materiales, la energía y los ciclos de producción serán inherentemente circulares. Estos avances futuros concuerdan con el énfasis que pone el informe en la gobernanza adaptable, los beneficios comunes para el ser humano y el medioambiente y la resiliencia sistémica como indicadores últimos de suficiencia.

Radar tecnológico



Imagen 13: De la eficiencia ilusoria a la suficiencia: Radar tecnológico

Señales y ecosistema

Señales del mercado

Segmento	Tamaño del mercado en 2024 (en millones de dólares)	Tamaño del mercado en 2029 (en millones de dólares)	CAGR (de 2024 a 2029)
Tecnología verde y sostenibilidad	23 100	65 300 *	23,1 %
Economía circular	465 200 *	794 400 *	11,3 %
Servicios de consultoría de sostenibilidad	36 400 *	114 200 *	25,7 %
Software de gestión de la sostenibilidad/ESG	3210 *	6880 *	16,7 %

Tabla 11: De la eficiencia ilusoria a la suficiencia: tamaño del mercado y previsiones ²⁴

Con la evolución de la suficiencia, el foco ya no está en el cumplimiento normativo sino en la reducción operativa cuantificable.

²⁴ Fuentes:

Grand View Research, [Market Analysis Report: Green Technology & Sustainability Market \(2025–2030\)](#).

The Business Research Company, [Circular Economy Market Report 2026](#), Marzo de 2026.

Mordor Intelligence, [Sustainability Consulting Services Market Size & Share Analysis – Growth Trends and Forecast \(2026–2031\)](#), Enero de 2026.

Grand View Research, [Market Analysis Report: Sustainability Management Software Market \(2024–2030\)](#).

Señales de adopción empresarial

Para mediados de 2025, más de

1400

empresas se habían fijado objetivos de cero emisiones netas, lo que significa que el **38 %** de las organizaciones cuentan con objetivos de este tipo. ²⁵

Para 2030, más del

65 %

de las empresas globales utilizarán software de ESG basado en agentic AI para un abastecimiento más sostenible. ²⁶



La normativa y los órganos reguladores (la CSRD, el ISSB, la Comisión de Bolsa y Valores de EE. UU., etc.) **están promoviendo los flujos de datos de ESG verificables y la trazabilidad.**

Señales de colaboración sectorial

La fabricación, las finanzas, el retail, la atención médica, la logística y la energía son los sectores que encabezan la adopción de la trazabilidad, la inteligencia del ciclo de vida y la reducción verificada.

Curva de adopción

De 2024 a 2026

Los sistemas de datos ESG, las plataformas de trazabilidad y la inteligencia del ciclo de vida se popularizan rápidamente, impulsados por la normativa.

De 2026 a 2028

La suficiencia operativa se extiende gracias al diseño circular, el uso inteligente de recursos en los procesos y la optimización que permiten los gemelos digitales.

De 2028 a 2030

Las reducciones verificadas de consumo energético, materiales utilizados y emisiones se convierten en indicadores de rendimiento estándar.

2030 en adelante

La suficiencia se convierte en un modelo operativo estructural y en el principio por el que se guían la inversión, la innovación y la resiliencia a largo plazo.



^{25, 26} Science Based Targets, [Data and Trends - Science Based Targets Initiative](#).

Startups relevantes

Nombre de la startup	Resumen	Fundada en	Ronda de financiación	Financiación total (USD)
Akselos	Plataforma tecnológica de simulación que utiliza gemelos digitales para activos industriales (industria naviera, infraestructura energética, etc.).	2012	Serie A/B	29,5 millones
CleanHub	Plataforma que ayuda a las marcas a financiar y gestionar la recuperación de residuos plásticos del medioambiente.	2020	Fase de capital semilla/capital riesgo	11,9 millones
Felt	Herramienta web colaborativa para el mapeo y la visualización de datos geoespaciales.	2021	Fase de capital riesgo (serie no especificada)	34,5 millones
Neara	Plataforma de software que utiliza gemelos digitales e IA para modelar, simular y gestionar redes complejas de servicios públicos e infraestructuras.	2016	Serie C	60,8 millones
Rheaply	Plataforma empresarial para el intercambio interno de recursos y la gestión de activos que promueve la circularidad y la sostenibilidad.	2015	Fase de capital riesgo (serie no especificada)	32,8 millones
TwinUp	Crea gemelos digitales geoespaciales en tiempo real para ciudades, infraestructuras e industrias. Con ellos, los responsables de tomar las decisiones pueden simular, supervisar y optimizar sistemas físicos de forma virtual.	2022	No especificada	7 millones

Tabla 12: De la eficiencia ilusoria a la suficiencia: startups relevantes ²⁷

²⁷ La información aquí presentada se basa en datos obtenidos de Crunchbase (<https://www.crunchbase.com/>). La precisión e integridad de los datos dependen de la fuente y pueden cambiar con el tiempo.

Casos prácticos y aplicaciones

Los siguientes ejemplos ilustran cómo la suficiencia se está convirtiendo en un modelo operativo práctico en todos los sectores, gracias a la inteligencia digital, las cadenas de valor circulares y los datos ambientales verificables.

01 Infraestructura de uso inteligente de recursos: microrredes para la suficiencia y edificios basados en datos

Las empresas y las ciudades están implementando modelos de microrredes para la suficiencia, que optimizan la generación, el almacenamiento y el consumo local de energía.

Los sistemas de gestión energética basados en IA equilibran las cargas entre la energía solar, la eólica, la de hidrógeno, las baterías y la red eléctrica. Así, las comunidades pueden operar dentro de los umbrales de suficiencia definidos por ellas mismas, en lugar de maximizar siempre el rendimiento.

En paralelo, la gestión de edificios basada en datos aprovecha la monitorización mediante IoT, los gemelos digitales y el análisis predictivo para reducir la demanda de calefacción, refrigeración e iluminación.

Estas funciones permiten disminuir notablemente el consumo energético en todo tipo de instalaciones, al mismo tiempo que generan auditabilidad para los informes de CSRD e ISSB.

02 Producción circular y cadenas de suministro con bajo nivel de residuos: IA para minimizar el desperdicio

La industria manufacturera está incorporando cada vez más ciclos de producción circulares, que se basan en analíticas del ciclo de vida, sistemas de trazabilidad de materiales e IA para la minimización del desperdicio.

Utilizando gemelos digitales, se simulan los ciclos de vida de los componentes para determinar si estos deben repararse, remanufacturarse o reciclarse. Así, en lugar de eliminar un producto al concluir su vida útil, se adoptan ciclos regenerativos.

Las redes logísticas integran rutas circulares mejoradas con IA para optimizar las cargas, coordinar la logística inversa y reducir la pérdida de material en los almacenes y flujos de transporte. Estos sistemas transforman las cadenas de suministro lineales en ecosistemas circulares con un menor consumo de recursos.

03 Toma de decisiones con conciencia planetaria: agricultura de precisión y paneles de control de límites planetarios

La agricultura de precisión utiliza el análisis de terrenos con IA, las imágenes multiespectrales y la optimización del microrriego para aumentar el rendimiento. Esto, además, reduce el consumo de agua, fertilizantes y combustible, orientando la productividad agrícola a la suficiencia en lugar de a la maximización.

Estos sistemas ponen el foco en la gestión sistémica de los recursos y ayudan a estabilizar el uso de insumos ante las crecientes restricciones medioambientales.

A una escala más amplia, los paneles de control de límites planetarios integran datos de satélites, inventarios de emisiones, métricas de uso del agua e indicadores de circularidad para guiar a los responsables de la toma de decisiones hacia la suficiencia.

Con todo ello se crea un índice de suficiencia global que avisa de cuándo los sistemas se están acercando a sus límites ecológicos. Los gobiernos y las empresas utilizan estos paneles de control para alinear las políticas, el aprovisionamiento y las decisiones de inversión con los umbrales ambientales verificados.

Escenarios futuros

El enrutamiento de cargas de trabajo con conciencia de carbono se convertirá en el estándar

Las cargas de trabajo de la nube y la IA se trasladarán automáticamente a regiones con menor intensidad de carbono, aunque haya que sacrificar la latencia o pagar un precio más elevado.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Estarán dispuestos los consumidores a hacer concesiones en términos de latencia a cambio de una computación más ecológica?
- ¿Se estandarizarán las API de energía y carbono en todas las regiones?

Las políticas de suficiencia de computación sustituirán a la optimización de costes

Las empresas impondrán límites al consumo de computación por modelo, equipo o cliente, y la innovación dejará de centrarse en el escalado para enfocarse en la eficiencia.



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Podrán las nuevas arquitecturas reducir el consumo de energía de computación lo bastante rápido como para no alcanzar los máximos establecidos?
- ¿Infringirán las empresas las políticas de suficiencia debido a las presiones de la competencia?

Los modelos pequeños se convertirán en el nuevo estándar

Para cubrir sus necesidades, las empresas optarán por modelos de lenguaje pequeños, hiperespecializados y específicos de cada ámbito en lugar de por modelos generales, creando así una economía de IA "post-escala".



Incertidumbres principales en este escenario

- ¿Alcanzarán las herramientas y la gestión del ciclo de vida con modelos pequeños la madurez industrial suficiente?
- ¿Con qué rapidez podrán las organizaciones pasar de modelos LLM generalistas a modelos SLM verticales?



Conclusiones estratégicas



Pasa de la optimización a la reducción absoluta

La eficiencia ya no basta. Las empresas deben rediseñar sus operaciones, productos e infraestructuras para reducir de manera verificable sus emisiones y su consumo total de energía y materiales, en lugar de conformarse con mejoras graduales. Para ello, es necesario incorporar la suficiencia por diseño a la investigación, el desarrollo de productos, el aprovisionamiento, la producción, la prestación de servicios y el desmantelamiento.



Construye una infraestructura digital que permita la trazabilidad y la rendición de cuentas

La normativa actual exige datos medioambientales de alta fidelidad y auditables. Las empresas deben priorizar los pipelines de datos de ESG, las plataformas de contabilidad de carbono, los análisis del ciclo de vida y los sistemas de gestión de activos circulares, a fin de sentar unas bases sólidas para el cumplimiento normativo y las decisiones de reducción. Las evidencias digitales, y no las estimaciones, determinarán tanto la preparación para el cumplimiento normativo como la credibilidad en el mercado de capitales.



Extiende la circularidad a todas las cadenas de valor

La suficiencia se vuelve escalable cuando la IA, los gemelos digitales y la trazabilidad se utilizan para poner en marcha flujos circulares de reparación, reutilización, remanufactura y recuperación. De hecho, los sistemas industriales que han adoptado ciclos circulares y analíticas para la minimización de residuos ya están logrando reducciones significativas en la pérdida de materiales. Para lograr una mayor eficiencia a corto plazo y una mayor resiliencia a la larga, las empresas han de integrar la circularidad en el diseño de la cadena de suministro, la logística, los ciclos de vida de los activos de IT y los procesos de fabricación.



- Si la eficiencia ya no es el camino para lograr la alineación climática, ¿qué partes de nuestro modelo operativo deben cambiar drásticamente (no optimizarse, sino reinventarse) para producir "lo suficiente", y no siempre "más"?
- ¿Qué partes interesadas definen qué es la suficiencia para nuestra organización y cómo se gestionan dichos límites con el paso del tiempo?
- ¿Estamos preparados para rediseñar productos, servicios e incentivos en torno a la durabilidad, la reutilización y la moderación, incluso si esto supone un desafío para nuestros modelos de ingresos a corto plazo?

La tecnología en contexto: previsiones para todos los sectores

Estas seis macro tendencias se entienden del todo cuando se analiza el modo en que están transformando los diferentes sectores. La inteligencia masiva afecta a cada sector de una forma única porque cada uno tiene entornos regulatorios, perfiles de clientes, realidades operativas y presiones competitivas diferentes.

Las perspectivas que presentamos ilustran cómo la convergencia tecnológica está transformando los sectores, y revelan que las mismas seis macro tendencias se manifiestan de manera diferente dependiendo de las cadenas de valor, los marcos regulatorios y los modelos operativos.

La interacción entre la autonomía, los sistemas con capacidad emocional, la inteligencia fiable, la infraestructura soberana y el diseño basado en la suficiencia influye no solo en la competitividad, sino también en la resiliencia de sectores enteros: desde fábricas y hospitales hasta bancos, ecosistemas de movilidad, redes de telecomunicaciones y aseguradoras.

El siguiente mapa de calor muestra en qué sectores tienen un impacto mayor estas seis macro tendencias, y ofrece una perspectiva intersectorial antes de pasar a profundizar en cada perspectiva.

Mapa de calor de relevancia de las tendencias

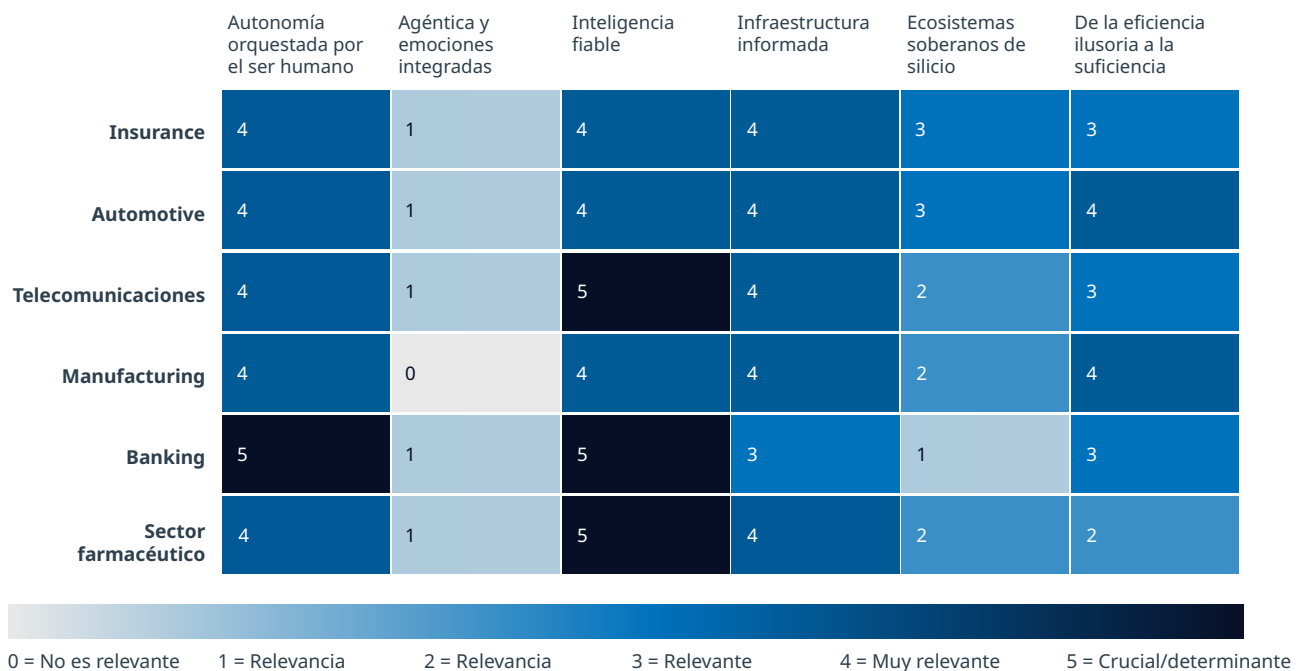


Imagen 14: Mapa de calor de relevancia de las tendencias

Perspectivas del sector

Insurance

El sector asegurador ha comenzado 2026 teniendo que hacer frente a la inflación derivada del riesgo sistémico, las presiones relacionadas con la distribución integrada, los requisitos de soberanía de datos y la disrupción operativa provocada por la IA, la automatización y el IoT.

La gravedad de las catástrofes naturales provocadas por el cambio climático, la acumulación de riesgos cibernéticos, los riesgos asociados a la longevidad y la fragmentación geopolítica aumentan la brecha de protección, mientras que la capacidad de reaseguro se reduce y el capital se encarece.

Pese a todo esto, los clientes del sector esperan experiencias integradas, preventivas, emocionalmente inteligentes e hiperpersonalizadas, que a menudo tienen que ofrecerse mediante plataformas de terceros. La competencia del sector insurtech está acelerando esta transformación: el acceso a datos en tiempo real y la detección continua de riesgos permiten rediseñar la fijación de precios, la suscripción de pólizas y la gestión de siniestros.

El sector busca la resiliencia predictiva, preventiva y basada en datos para reducir las indemnizaciones a posteriori, algo posible gracias a los agentes inteligentes, los gemelos digitales y los ecosistemas de socios.

Principales retos del sector



Inflación por el riesgo sistémico y resiliencia de las carteras

Los riesgos climáticos, cibernéticos, de longevidad y geopolíticos sobrepasan a los modelos tradicionales. Es necesario recopilar datos más completos, implementar gemelos digitales y desarrollar estrategias de reaseguro más eficientes.



Distribución integrada, dinámicas de plataforma y confianza del cliente

El acceso a los servicios se está desplazando hacia plataformas de retail, movilidad y finanzas. Esto exige una integración nativa mediante API, una mayor transparencia económica y una interacción que tenga en cuenta las emociones.



Suscripción de riesgos, gestión de siniestros y operaciones optimizadas con IA

La automatización aumenta la velocidad y la precisión, pero es necesario garantizar la explicabilidad, el control de los sesgos y la equidad, y contar con la confianza de los organismos reguladores.



Ciberseguridad, soberanía de datos y cumplimiento normativo por diseño

Los ciberataques interrelacionados, los reglamentos de privacidad y las normativas de localización están impulsando la modernización basada en arquitecturas modulares y seguras por diseño.



Prevención, modelos circulares e integración de la sostenibilidad

El IoT, la telemática, los wearables y los datos de comportamiento favorecen la prevención continua y permiten a las aseguradoras fijar precios basándose en los resultados.

Relevancia de las tendencias en la cadena de valor de los seguros

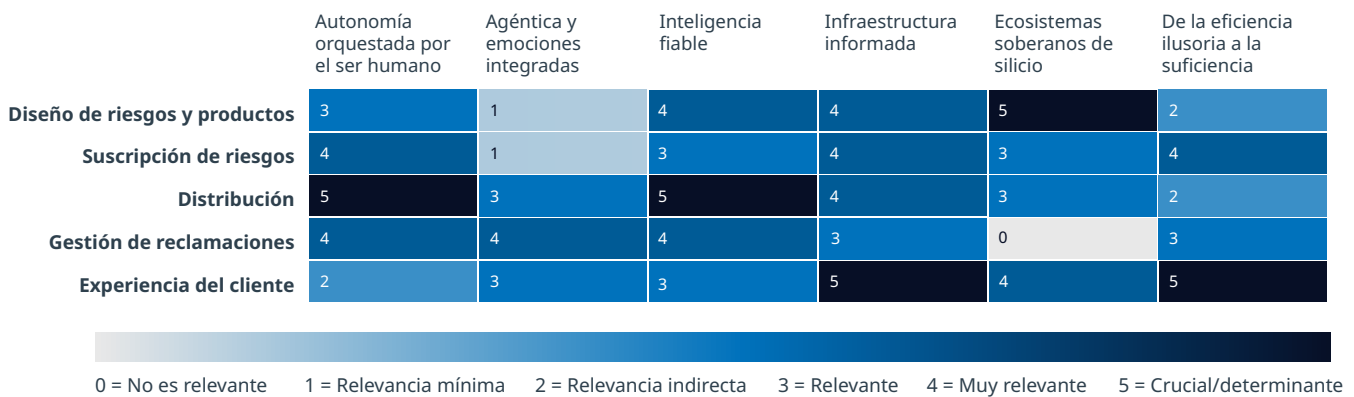


Imagen 15: Cadena de valor de los seguros: Mapa de calor de relevancia de las tendencias

Factores que impulsan la transformación

Operaciones de seguros agénticas y automatización guiada por humanos

Los agentes de IA coordinan los flujos de trabajo de suscripción de riesgos, gestión de siniestros y administración en múltiples etapas, por lo que aumentan la velocidad y la coherencia sin comprometer la rendición de cuentas humana, la

Inteligencia y prevención de riesgos de alta resolución

El análisis geoespacial, los gemelos digitales, el IoT, la telemática, los wearables y las bioseñales proporcionan información casi en tiempo real sobre los riesgos físicos, cibernéticos y conductuales. Esto hace que la fijación de precios, la prevención y la

Modelos de distribución integrados y nativos de API

Las plataformas basadas en API permiten integrar los seguros de manera fluida en los sectores de la movilidad, el retail y la banca y en las relaciones con los socios. Así, el crecimiento deja de basarse

Interacción con el cliente que tenga en cuenta las emociones y el comportamiento

El análisis de las emociones y el comportamiento permite personalizar la comunicación, las intervenciones preventivas y las interacciones relacionadas con los siniestros, lo que fortalece la

IA fiable, ciberseguridad y gobernanza de decisiones

Los modelos explicables, la gobernanza del ciclo de vida de la IA, la detección de deepfakes y las ciberdefensas adaptables garantizan que las decisiones sobre suscripción de riesgos y gestión de

Infraestructura informada, modular y adaptada al ecosistema

Las arquitecturas híbridas cloud-edge, las capas de datos interoperables y los servicios modulares permiten a las aseguradoras escalar la IA, integrar partners rápidamente y responder dinámicamente a

Computación soberana, residencia de datos y preparación post-cuántica

El procesamiento local, la computación confidencial, los proveedores de infraestructura diversificados y la preparación temprana post-cuántica refuerzan el cumplimiento, la resiliencia y la continuidad operativa en un

Aplicaciones prácticas en el sector

Gemelo de riesgos geospaciales e IA fiable

Una aseguradora global crea un gemelo digital de riesgos geospaciales que se actualiza continuamente e integra imágenes satelitales, modelos 3D propios, mapas de riesgos, datos históricos de pérdidas e información sobre su exposición al riesgo. Antes de que se produzcan eventos catastróficos, los equipos simulan el riesgo de concentración, la gravedad de las pérdidas y las estrategias de reaseguro. Durante y después de siniestros a gran escala, mediante modelos fiables

Resultados

- Estimación de pérdidas más rápida y precisa
- Atención al cliente temprana
- Reducción del fraude
- Decisiones de cartera más resilientes
- Información transparente para órganos reguladores y reaseguradoras

Prioridades estratégicas

01

Desarrollar sistemas de inteligencia de riesgos para que las carteras sean más resilientes

Para orientar la suscripción de riesgos, la fijación de precios, la acumulación y la asignación de capital, es preciso integrar datos geospaciales, de IoT,

02

Industrializar una agentic AI responsable en toda la cadena de valor

Para las operaciones de suscripción de riesgos, gestión de reclamaciones y fraudes y atención al cliente, se deben

03

Adoptar modelos integrados, guiados por emociones y centrados en la prevención

Utilizar analíticas de comportamiento, biometría, telemática y API integradas favorece la prevención

Automotive

El sector automotriz arranca el 2026 sometido a una intensa presión por electrificarse de forma rentable, ampliar la producción de vehículos definidos por software (SDV), garantizar el suministro de baterías y semiconductores y sortear la fragmentación geopolítica en los diferentes stacks tecnológicos y de fabricación.

La adopción de los vehículos eléctricos sigue en aumento, pero los márgenes de beneficio se quedan cortos debido a los costes de las baterías, los cambios en las subvenciones, la inmadurez de las redes de carga y la fuerte competencia mundial, en particular la de los fabricantes de equipos originales (OEM) chinos.

Los vehículos se están convirtiendo en plataformas digitales que están siempre conectadas, lo que genera nuevas expectativas en materia de ciberseguridad, soberanía de datos y calidad del software. Los nuevos comportamientos en materia de movilidad (como las suscripciones, el uso compartido y los patrones de carga doméstica) están transformando aún más los modelos de ingresos.



Principales retos del



Rentabilidad de los vehículos eléctricos, economía de las baterías y circularidad

Los fabricantes de OEM deben mejorar la rentabilidad unitaria mediante la reutilización de plataformas, la diversidad



Fiabilidad de los SDV y calidad de la transmisión inalámbrica (OTA)

Los vehículos con software avanzado requieren sólidas metodologías DevOps/MLOps, análisis de seguridad, certificaciones de silicio y calidad en



Semiconductores, cadena de suministro y resiliencia geopolítica

La diversificación de proveedores, el diseño conjunto de chips, la fabricación localizada y la mitigación de riesgos en las redes de suministro reducen la exposición



Infraestructuras de carga, integración energética y experiencia del cliente

La carga fiable, la información tarifaria inteligente y los servicios energéticos habilitados para la comunicación "vehículo a todo" (V2X) son esenciales para la satisfacción



Ciberseguridad, protección y gobernanza de los datos

Los reglamentos de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, la Organización Internacional de Normalización y la Sociedad de Ingenieros Automotrices, así como las normas de consentimiento de datos y las arquitecturas seguras por diseño,

Relevancia de las tendencias en la cadena de valor de la automoción

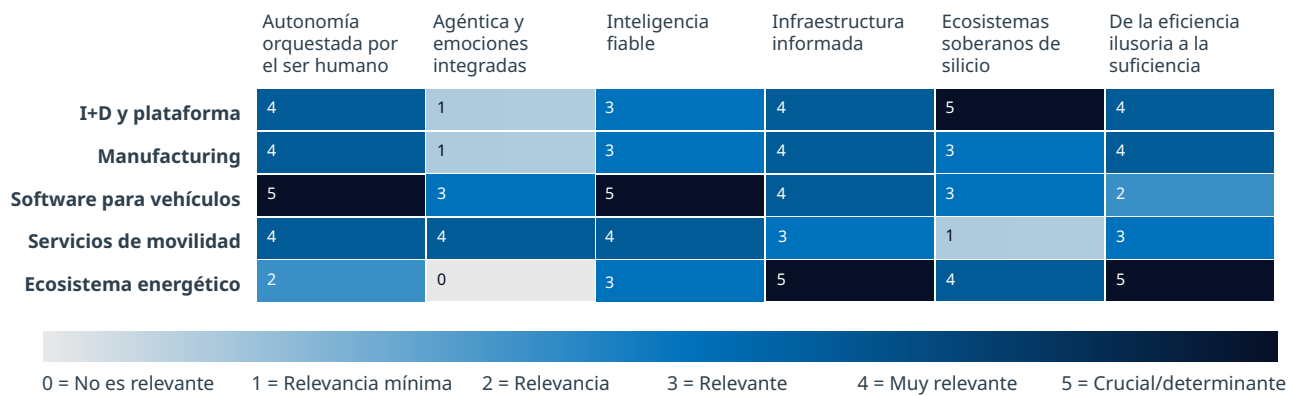


Imagen 16: Cadena de valor del sector de la automoción: Mapa de calor de relevancia de las tendencias

Factores que impulsan la transformación

Operaciones agénticas de vehículos, fábricas y flotas

Los agentes de IA coordinan la planificación de la producción, el control de calidad, la implementación de actualizaciones OTA y los ajustes de comportamiento de la flota. Mediante estas mejoras, se consigue una respuesta más rápida y una optimización continua, a la vez que se mantiene la supervisión humana de la seguridad y el cumplimiento normativo.

Gemelos digitales de alta fidelidad a lo largo del ciclo de vida del producto

Los gemelos digitales de vehículos, plantas, baterías y flotas simulan el rendimiento, los defectos y el consumo de energía, con lo que se reducen los riesgos de lanzamiento, se acelera el desarrollo, se optimizan los costes y se aumenta la fiabilidad en todo el ciclo de vida.

Plataformas de vehículos definidas por software y evolución continua

Las arquitecturas DevOps/MLOps industrializadas, las arquitecturas de SDV modulares y los pipelines OTA seguros permiten la actualización frecuente de las funciones y la monetización sin comprometer la seguridad, la calidad y la confianza del cliente.

Experiencias dentro del vehículo que tienen en cuenta las emociones y el contexto

La detección del estado del conductor, la IA afectiva y los asistentes contextuales personalizan las interacciones, reducen las distracciones y fomentan la adopción de servicios y las suscripciones digitales.

Software fiable, ciberseguridad y seguridad funcional

Las arquitecturas de vehículo seguras por diseño, los ciclos de vida de software trazables y la validación de los sistemas críticos para la seguridad protegen a los vehículos, los clientes y las marcas frente al aumento de la conectividad y la autonomía.

Ecosistemas energéticos y de recarga informados

Gracias al análisis en tiempo real, se pueden coordinar los vehículos, las infraestructuras de carga, las señales de la red eléctrica y los sistemas de energía doméstica. Así, aumenta la disponibilidad, se reducen los costes y se optimiza la experiencia del propietario del vehículo.

Stack soberano y resiliente de semiconductores y computación

El silicio codesarrollado para el sector automotriz, las fuentes dobles de aprovisionamiento y la computación localizada reducen la vulnerabilidad ante shocks de oferta y restricciones geopolíticas, a la vez que mejoran el rendimiento por vatio en los SDV.

Sistemas de materiales circulares y sostenibles

Los pasaportes de producto, la inteligencia sobre reciclaje y los pipelines de reutilización impulsados por IA contribuyen a la descarbonización, la estabilidad de los materiales y la credibilidad en materia ESG.

Aplicaciones prácticas en el sector

Gemelo de software y actualizaciones OTA fiables

Un fabricante global de OEM crea un gemelo digital de software que integra arquitecturas de SDV, datos de campo, registros de sensores, resultados de simulaciones y casos de seguridad. Antes de los lanzamientos OTA, los equipos simulan el rendimiento, las interacciones de seguridad, las desviaciones y el impacto en el cliente. El gemelo se actualiza utilizando modelos de IA fiables —validados con información sobre su origen, certificaciones de ciberseguridad y pruebas— a medida que llegan los datos de la flota, que recomiendan ajustes en los umbrales, la localización o la implementación.

Resultados

- Ciclos de lanzamiento más rápidos
- Menos defectos
- Menor riesgo de retirada
- Mayor tasa de suscripción
- Mayor confianza regulatoria

Prioridades estratégicas

01

Industrializar las operaciones de SDV y operaciones ágenticas, transversalmente, en el producto y la producción

Es prioritario unificar los flujos de trabajo de ingeniería, fabricación, calidad y OTA con gemelos digitales y autonomía controlada.

02

Construir una plataforma resiliente y soberano de materiales de computación y energía.

Para garantizar la estabilidad y el rendimiento, se requieren baterías seguras, semiconductores resilientes, flujos de datos alojados en nubes soberanas y ecosistemas energéticos integrados.

03

Adoptar modelos de ingresos centrados en el ciclo de vida y orientados a la experiencia

Para maximizar el valor a largo plazo, se deben aprovechar las posibilidades de la telemetría, la inteligencia emocional, la carga inteligente y las suscripciones transparentes.



Telecomunicaciones

El sector de las telecomunicaciones comienza 2026 sometido a presiones simultáneas de crecimiento, gestión de costes y soberanía.

Aunque el tráfico continúa aumentando, los ingresos están estancados, y existe una presión estructural por reducir el coste por bit. Los operadores deben equilibrar el despliegue independiente del 5G, la expansión de la fibra óptica, la madurez de la red de acceso de radio (RAN) abierta y las migraciones a la telco cloud con un gasto de capital sostenido.

Al mismo tiempo, las empresas requieren 5G privado, computación en el borde de acceso múltiple (MEC), segmentación de red, integración de IoT y unas garantías basadas en APIs. Para satisfacer estas demandas, los operadores deben dejar de ser meros proveedores de conectividad para convertirse en plataformas de servicios basadas en los resultados.

La volatilidad de los precios de la energía, las expectativas de sostenibilidad, las presiones geopolíticas sobre el espectro radioeléctrico, las alianzas en la nube y el suministro de silicio están llevando a las empresas de telecomunicaciones a operar como proveedores de infraestructura crítica. Los clientes esperan interacciones fluidas y centradas en apps, mientras que los desarrolladores demandan redes abiertas y programables.

Estas fuerzas aceleran su transformación de empresas de telecomunicaciones a empresas tecnológicas, donde el software, la IA, la automatización y los ecosistemas de plataformas son los ejes de la competitividad.

Principales retos del sector



Monetización del 5G, la MEC y las API

Los operadores deben convertir la segmentación de red, las redes inalámbricas privadas y las API programables en productos y servicios escalables para empresas y desarrolladores.



Economía de redes, automatización y reducción de costes unitarios

La IA para operaciones de IT (AIOps), las redes autónomas y los núcleos nativos de la nube son esenciales para revertir la erosión del coste por bit y, al mismo tiempo, mejorar la fiabilidad.



Experiencia del cliente, experiencias integradas y paquetes justos

La diferenciación se basa cada vez más en planes transparentes, interacciones con análisis de sentimiento y paquetes de servicios (incluidos el contenido OTT y la priorización del tráfico) que fortalecen la fidelidad y reducen la pérdida de clientes.



Seguridad, resiliencia y soberanía de los datos

El aumento de la superficie de ataque y las nuevas normativas exigen un modelo de zero trust, procesamiento local, aseguramiento de la cadena de suministro y continuidad operativa.



Dependencia de los semiconductores, la nube y los proveedores

La creciente influencia de los hiperescaladores y los fabricantes de chips exige diversidad de silicio, opciones de nube soberana y madurez de RAN abierta.

Relevancia de las tendencias en la cadena de valor del sector de las telecomunicaciones

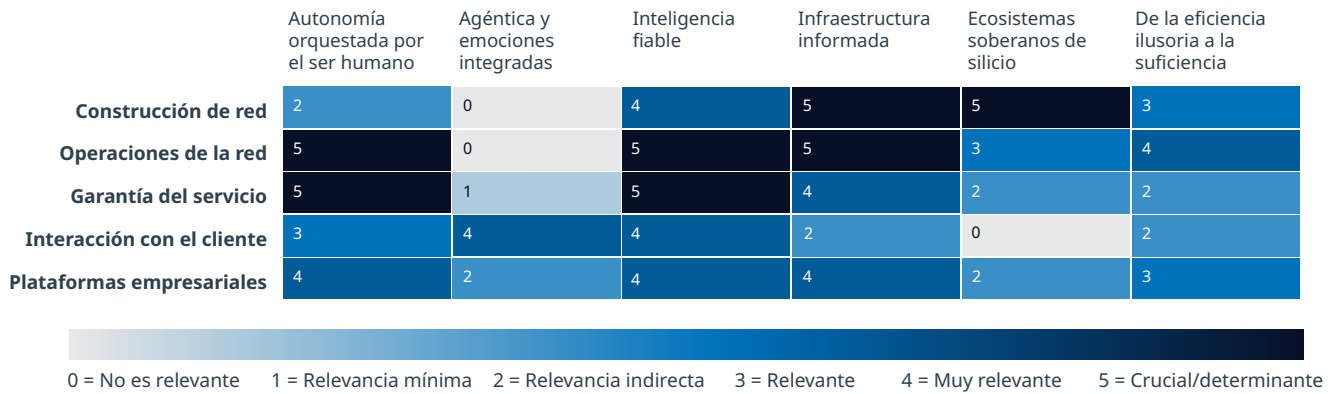


Imagen 17: Cadena de valor de las telecomunicaciones: Mapa de calor de relevancia de las tendencias

Factores que impulsan la transformación

Operaciones de red agénticas y automatización guiada por humanos

El control de circuito cerrado basado en IA permite automatizar el aseguramiento, la optimización y la recuperación de las redes RAN, de transporte y de núcleo, por lo que mejora la fiabilidad y la velocidad. Las personas, mientras tanto, siguen siendo las responsables de la seguridad, las políticas y la escalada.

Redes programables, API y servicios basados en resultados

La segmentación de redes, las redes inalámbricas privadas, el MEC y las API estandarizadas permiten ofrecer las capacidades de red como servicios programables, para que empresas y desarrolladores puedan consumir, bajo demanda, unos niveles garantizados de latencia, fiabilidad y seguridad.

Infraestructura de red informada y en tiempo real

La telemetría continua, los gemelos digitales, el AIOps y la inteligencia edge-cloud convierten las redes en sistemas automonitorizados, capaces de optimizar su rendimiento, su uso de energía y su eficiencia de implementación en tiempo real.

Experiencia del cliente, recorridos integrados y paquetes de servicios

La atención al cliente centrada en las aplicaciones, las interacciones que tienen en cuenta las emociones y los paquetes de servicios integrados en el ecosistema (contenido OTT, integración de servicios, etc.) fidelizan al cliente y reducen la tasa de abandono de consumidores y empresas.

Seguridad, resiliencia y operaciones de red soberanas

Las arquitecturas zero trust, el procesamiento regional, el aseguramiento de la cadena de suministro y los planes probados de continuidad protegen las crecientes superficies de ataque de la IT/OT, y posicionan a las empresas de telecomunicaciones como operadores de infraestructura nacional crítica.

Nube, silicio y diversificación de proveedores

La RAN abierta, las estrategias multinube y la diversificación del suministro de silicio reducen la dependencia de los proveedores de hiperescala y los fabricantes de chips. Además, preservan el control de costes, el rendimiento y la autonomía estratégica a largo plazo.

Aplicaciones prácticas en el sector

Aseguramiento de la IA en circuito cerrado para los SLA empresariales

Un operador europeo implementa un sistema de aseguramiento de circuito cerrado basado en IA para clientes privados de 5G y MEC. La telemetría en tiempo real procedente de la RAN, el transporte y el borde se combina con los parámetros del SLA para detectar anomalías, predecir la congestión, ajustar las configuraciones de los segmentos de red y redirigir el tráfico de forma autónoma. Cuando se superan los umbrales establecidos, el sistema notifica a los clientes, implementa medidas correctivas y registra los pasos seguidos para su auditoría.

Resultados

- Mayor cumplimiento del SLA
- Menor tiempo medio de reparación (MTTR)
- Menor tasa de abandono o rotación de clientes
- Mayor eficiencia energética
- Transparencia total para los órganos reguladores y los clientes corporativos

Prioridades estratégicas

01

Industrializar las redes autónomas con IA fiable

Para conseguirlo, es necesario implementar AIOps, gemelos digitales y aseguramiento de circuito cerrado en todos los dominios de red con marcos de explicabilidad, linaje y seguridad.

02

Pasar de la mera conectividad a las API y los servicios basados en resultados

El desarrollo de plataformas automatizadas de comercialización y entrega para ofrecer segmentación de redes, MEC, 5G privado y API de puerta de enlace abierta es clave, ya que desbloquea capacidades de red programables con garantías de calidad de servicio.

03

Gestionar las redes como una infraestructura soberana y sostenible

Para cumplir con la normativa, se puede reducir el consumo de energía por bit, regionalizar las cargas de trabajo críticas, diversificar el silicio y garantizar la alineación soberana entre la nube y el borde.



Manufacturing

El sector de manufactura comenzó el 2026 inmerso en una fase de volatilidad estructural, marcada por las perturbaciones en la cadena de suministro, la fragmentación geopolítica, las presiones inflacionarias, la escasez de mano de obra y el aumento de los costes energéticos.

La transformación digital es esencial, pero a menudo se ve ralentizada por sistemas heterogéneos, datos obsoletos y una escalabilidad desigual en las redes de múltiples plantas. Al mismo tiempo, los rápidos avances en IA física, inteligencia agéntica, toma de decisiones en tiempo real y automatización inteligente están transformando las operaciones de las fábricas, que empiezan a adoptar modelos de producción adaptables, resilientes y más centrados en el ser humano.

Principales retos del sector



Escalar el retorno de la inversión (ROI) de las fábricas inteligentes en plantas heterogéneas

Para aumentar la productividad, calidad y autonomía en diversos emplazamientos, reduciendo a la vez el consumo en energético, se requieren datos, cadenas de herramientas y modelos operativos estandarizados.



Aumentar la resiliencia de la cadena de suministro en entornos volátiles

Las interrupciones persistentes y la concentración de proveedores exigen una diversificación de las fuentes de suministro, visibilidad en tiempo real y respuestas ágiles que equilibren los costes y el capital circulante.



Transformar las plantillas y la colaboración entre personas y máquinas

La escasez de especialistas en automatización y datos obliga al reciclaje profesional y a adoptar nuevos modelos de colaboración entre humanos y máquinas, a medida que la autonomía se expande.



Datos de base y confianza ciberfísica

El escalado de la IA depende de datos unificados y controlados, y de una seguridad robusta de las tecnologías de la información y operativas (IT/OT). Esto garantiza la trazabilidad, el tiempo de actividad y el despliegue de modelos ajustados a la normativa.



Sostenibilidad, eficiencia energética y eficiencia de capital

Los objetivos de suficiencia, circularidad y descarbonización influyen en las decisiones sobre productos, recursos e inversiones, a medida que convergen los costes y el rendimiento en materia de carbono.

Relevancia de las tendencias en la cadena de valor del sector

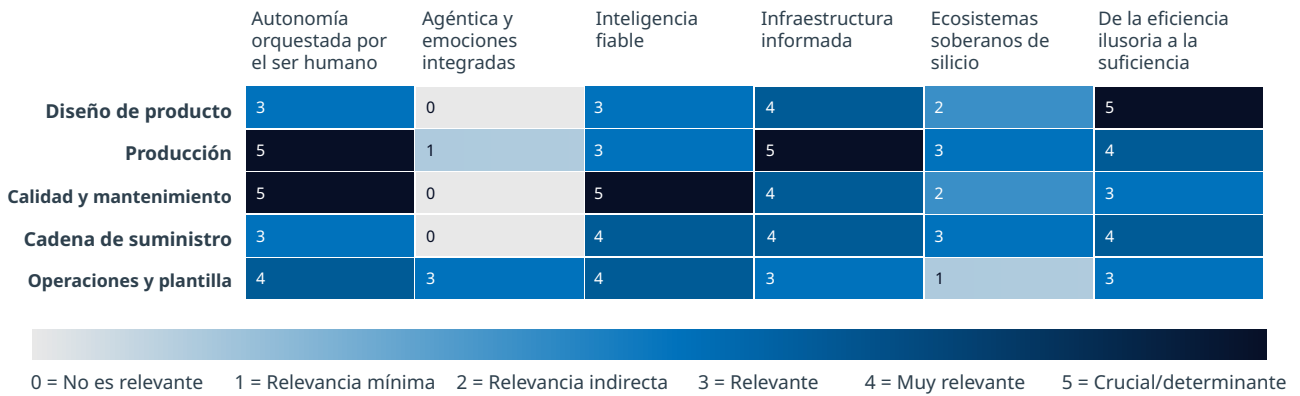


Imagen 18: Cadena de valor del sector manufacturing: Mapa de calor de relevancia de las tendencias

Factores que impulsan la transformación

Operaciones de fábrica agénticas y automatización guiada por humanos

Los agentes de IA coordinan la planificación, la producción, la calidad y la respuesta en máquinas, líneas y plantas. Esto permite adaptarse más rápido a la disrupción, pero las personas deben seguir siendo las responsables de la seguridad, la ética y el trade-off en el rendimiento.

Datos industriales de base unificados e interoperabilidad

Las capas de datos en tiempo real con compatibilidad multiproveedor conectan las máquinas, los sistemas OT, los sistemas de ejecución de fabricación y las plataformas y aplicaciones de gestión de operaciones de fabricación (MES/MOM). Así se crea una base escalable para las analíticas, los gemelos digitales y la replicación del valor entre plantas.

IA física, robótica y automatización flexible

La inteligencia artificial integrada en máquinas, robots y células autónomas permite diseños de producción adaptativos, una mayor capacidad de respuesta en lotes pequeños y una colaboración más segura entre humanos y máquinas, sin necesidad de reconfigurar constantemente la línea de producción.

Infraestructura de fabricación informada y en tiempo real

Las arquitecturas cloud-edge, la telemetría continua y los gemelos digitales operativos optimizan el rendimiento, el consumo de energía, el mantenimiento y la estabilidad de los lanzamientos en todas las plantas y redes de suministro.

IA fiable, seguridad ciberfísica y gobernanza

Los modelos explicables, la seguridad de IT/OT por diseño, la trazabilidad y los controles de acceso basados en políticas protegen la integridad, la calidad y el tiempo de actividad de la producción a medida que aumentan la autonomía y la conectividad.

Producción basada en la suficiencia y las operaciones circulares

La capacidad de producción optimizada, las plataformas modulares, la reutilización de materiales y la optimización con conciencia energética están transformando el sector manufacturero, que pasa de la simple eficiencia a operaciones resilientes, sostenibles y con una gestión eficaz del capital.

Aplicaciones prácticas en el sector

Respuesta en tiempo real ante interrupciones gracias a la IA y el almacenamiento unificado

Un fabricante global de bienes de consumo despliega un espacio de datos unificado (JDS) en sus plantas, creando una capa operativa en tiempo real que coordina los datos de las máquinas, las señales de calidad, los parámetros de proceso y la información de la cadena de suministro. Cuando se producen interrupciones (desviación de equipos, falta de componentes o retrasos de los proveedores), los agentes de IA recomiendan de inmediato las mejores acciones a seguir, desde la reprogramación hasta la búsqueda de fuentes de suministro alternativas.

Resultados

- La gestión de interrupciones ya no se basa en gestionar emergencias, sino en buscar una resiliencia continua y automatizada
- Reducción del tiempo de inactividad, el desperdicio y el capital de trabajo

Prioridades estratégicas

01

Construir una base de datos escalable (un espacio de datos unificado con gobernanza)

Para favorecer la replicabilidad entre plantas, el mantenimiento predictivo, el uso de gemelos digitales y el control automatizado, es prioritario implementar una capa de datos unificada y con compatibilidad multiproveedor.

02

Operacionalizar la toma de decisiones autónoma y agéntica

Se deben implementar agentes de IA para la planificación, la programación, el mantenimiento y la respuesta de la cadena de suministro, sin dejar de lado la gobernanza humana y los controles de seguridad.

03

Diseñar para una producción flexible con robótica híbrida

Combinar operadores humanos, cobots y humanoides puede aumentar la agilidad, paliar la escasez de mano de obra y reducir el tiempo de inactividad.

Banking

La banca ha comenzado el 2026 sometida a presiones estructurales en materia de costes, confianza, cumplimiento normativo y crecimiento.

La dinámica competitiva se intensifica a medida que crecen las empresas fintech, se popularizan las finanzas integradas, proliferan las billeteras digitales y los pagos migran a rutas instantáneos y de cuenta a cuenta.

El Reglamento de Resiliencia Operativa Digital (DORA), la Directiva de Sistemas de Redes y de Información 2 (SRI 2), el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), el Marco para el Acceso a Datos Financieros (FIDA) de la UE y los paquetes contra el blanqueo de capitales (AML) son solo algunas de las estrictas normativas que han entrado en vigor, y que obligan a los bancos a gestionar la nube, los datos, la IA y los ecosistemas como infraestructuras críticas reguladas.

Además, siguen creciendo las expectativas de los clientes, que buscan transacciones instantáneas, comisiones transparentes, asesoramiento personalizado y un servicio con inteligencia emocional. Mientras tanto, la necesidad de divulgar información climática, alinear la taxonomía, optimizar la liquidez y estabilizar los depósitos genera una incertidumbre macroeconómica adicional.

A medida que surgen monedas digitales de bancos centrales (CBDC) e infraestructuras cuánticas y fotónicas en fase inicial, los bancos deben modernizar sus plataformas de core bancario, sus herramientas de IA fiable, sus métodos de pago, su gestión de riesgos y sus ecosistemas. Y, al mismo tiempo, deben demostrar resiliencia operativa y soberanía.



Principales retos del sector



Modernización de la infraestructura central, de pagos y digital

Los bancos deben modernizar sus sistemas de core, sus plataformas de pago, sus arquitecturas en la nube y sus bases de datos para potenciar los servicios en tiempo real y la digitalización del dinero, incluyendo las monedas, wallets e identidades digitales y las liquidaciones basadas en registros contables.



Complejidad de la ciberseguridad, el fraude y los delitos financieros

Las crecientes amenazas en materia de identidad, pagos y API requieren autenticaciones continuas, análisis de red y modelos explicables y auditables.



Escrutinio regulatorio, soberanía y resiliencia operativa

Los organismos reguladores exigen controles auditados, procesamiento dentro de la región, trazabilidad transparente y una gestión de terceros rigurosa.



IA fiable, personalización y toma de decisiones éticas

Para el asesoramiento personalizado, la suscripción de riesgos y la prestación de servicios, se necesita una IA gobernada con estrictos controles de consentimiento, equidad, idoneidad y mitigación de sesgos.



Transformación del go-to-market y gestión de márgenes

Las finanzas abiertas, los canales integrados y el comportamiento cambiante de los clientes exigen nuevos motores de precios, arquitecturas de productos y estrategias centradas en el valor de vida del cliente (CLV).

Relevancia de las tendencias en la cadena de valor del sector bancario

	Autonomía orquestada por el ser humano	Capacidad agéntica y emociones	Inteligencia fiable	Infraestructura informada	Ecosistemas soberanos de silicio	De la eficiencia ilusoria a la suficiencia
Core bancario y pagos	4	0	5	5	4	3
Riesgo y cumplimiento	4	0	5	4	2	3
Atención al cliente	4	4	4	2	0	2
Producto y precios	5	1	4	3	1	4
Plataformas de ecosistemas	4	2	4	4	2	3



0 = No es relevante 1 = Relevancia mínima 2 = Relevancia indirecta 3 = Relevante 4 = Muy relevante 5 = Crucial/determinante

Imagen 19: Cadena de valor del sector bancario: Mapa de calor de relevancia de las tendencias

Factores que impulsan la transformación

Operaciones bancarias agénticas y automatización guiada por humanos

Los agentes de IA orquestan procesos de múltiples pasos en áreas como los pagos, la incorporación de clientes, la atención al consumidor, las finanzas y las operaciones. Así contribuyen a aumentar la velocidad y la eficiencia, pero manteniendo la aprobación humana, la segregación de funciones y la auditabilidad.

Modernización del core bancario, los pagos y los registros en tiempo real

Los cores orientados a eventos, las infraestructuras de pago instantáneo y las capacidades modernas de contabilidad permiten el procesamiento en tiempo real y el uso de dinero programable. Además, ofrecen soporte escalable para las monedas digitales, los wallets y la innovación en materia de liquidación.

IA fiable para la toma de decisiones, la gestión de riesgos y la personalización

Los modelos de IA gobernada potencian la suscripción de riesgos, la prevención del fraude, los recobros y la sugerencia de próximas acciones. Incorporan explicabilidad, controles de equidad, trazabilidad y monitorización continua para cumplir con las expectativas regulatorias y de confianza del cliente.

Identidad digital, autenticación y gestión del consentimiento

La autenticación continua, las identidades digitales sólidas y la gestión del consentimiento son la base del acceso seguro a cuentas, API, wallets y procesos integrados en todos los canales y ecosistemas de socios.

Infraestructura bancaria informada, resiliente y soberana

Las arquitecturas de streaming, las operaciones centradas en la observabilidad, la tolerancia frente a fallos multinube y el procesamiento local garantizan la disponibilidad continua de los servicios, el cumplimiento normativo y la rápida recuperación en cargas de trabajo bancarias críticas.

Modelos de distribución integrados y basados en plataformas

Las arquitecturas basadas en API permiten a los bancos distribuir pagos, créditos y servicios a través de plataformas y ecosistemas de terceros. El crecimiento se basará en ofrecer experiencias contextuales, integradas y adaptadas al uso.

Ciberseguridad y defensa contra delitos financieros a gran escala

El análisis avanzado de fraudes, la lucha contra el blanqueo de capitales basada en grafos, las señales de comportamiento y las ciberdefensas coordinadas protegen los flujos de pago de alta velocidad y las interfaces abiertas. Además, garantizan que las investigaciones sean auditables y estén preparadas para cumplir con los requisitos regulatorios.

Aplicaciones prácticas en el sector

Control de fraudes y delitos financieros en los pagos instantáneos

Un banco de primer nivel implementa una plataforma de control del fraude y el blanqueo de capitales en tiempo real, que utiliza datos de pagos en tiempo real, huellas digitales de dispositivos, patrones de comportamiento e información contextual del cliente. Los agentes de IA clasifican el riesgo, coordinan las medidas que se deben

Resultados

- Menores pérdidas por fraude y falsos positivos
- Mejora de la experiencia del cliente
- Costes de investigación reducidos
- Capacidad para cumplir con normativas estrictas

Prioridades estratégicas

01

Industrializar la IA fiable y con capacidad agéntica en el core, la gestión de riesgos y las operaciones

En ámbitos como la atención, los pagos, la AML, la verificación de identidades de clientes y la suscripción, se deben implementar agentes de IA gobernada con un alcance claramente delimitado, mecanismos de trazabilidad, aprobaciones y controles de privacidad y equidad.

02

Realizar las operaciones bancarias en una infraestructura informada, soberana y siempre disponible

Para cumplir con los requisitos de resiliencia operativa y cumplimiento normativo, se deben adoptar arquitecturas centradas en la transmisión de datos, estrategias de resiliencia multinube y zonas de computación soberanas.

03

Dar forma a las nuevas fórmulas financieras (instantáneas, abiertas, de CBDC o de activos tokenizados)

Es importante modernizar los pagos con inteligencia ISO 20022, controles de fraude en tiempo real, orquestación de finanzas abiertas y preparación para las CBDC y los activos tokenizados.



Sector farmacéutico

El sector farmacéutico arrancó 2026 sometido a diferentes presiones: una importante expiración de patentes, regímenes de precios y accesos más estrictos (como la Ley de Reducción de la Inflación en EE. UU. y la Evaluación de Tecnologías Sanitarias) y una creciente complejidad en las modalidades de productos biológicos, la terapia celular y génica (CGT) y los conjugados anticuerpo-fármaco (ADC).

Las expectativas en materia de desempeño digital, datos y ESG continúan creciendo. Al mismo tiempo, los pipelines evolucionan hacia terapias de alta ciencia y alto coste, mientras los pagadores exigen valor en el mundo real y los reguladores intensifican su escrutinio sobre el uso de la IA, la integridad de los datos y el cumplimiento de las GxP (Good [x] Practices).

Las operaciones deben volverse más ágiles y resilientes, ya que la fabricación multimodal, las cadenas de suministro frágiles y los estrictos requisitos de calidad coinciden con el aumento de los costes y las presiones de acceso.

Principales retos del sector



Productividad del pipeline y toma de decisiones basada en evidencia

Debido a las modalidades de alta ciencia y el aumento de los costes de desarrollo, cada vez es más importante invertir con una intención clara, obtener información predictiva con antelación y tomar decisiones más rápidas sobre si seguir adelante o no.



Modernización de los ensayos clínicos y el acceso de los pacientes

Los modelos de ensayos descentralizados y digitales, los requisitos de diversidad y las nuevas expectativas normativas afectan al reclutamiento, al diseño y a la generación de evidencias en el mundo real.



Agilidad de fabricación y escalabilidad de modalidades

Los productos biológicos, las CGT, los ADC y las redes multimodales requieren una producción flexible y validada, respaldada por gemelos digitales, inteligencia de calidad y excelencia en la transferencia de tecnología.



IA fiable, gobernanza de datos y cumplimiento normativo

Ampliar la IA a los ámbitos clínico, de I+D y de fabricación exige un riguroso linaje de modelos, además de consentimiento, privacidad, explicabilidad y flujos de datos multirregionales seguros.



Cadena de suministro, sostenibilidad y fragmentación global

La escasez de principios activos, las presiones geopolíticas, los mandatos de descarbonización y la divulgación de información ESG exigen operaciones globales, transparentes y resilientes.

Relevancia de las tendencias en la cadena de valor farmacéutica

	Autonomía orquestada por el ser humano	Capacidad agéntica y emociones	Inteligencia fiable	Infraestructura informada	Ecosistemas soberanos de silicio	De la eficiencia ilusoria a la suficiencia
Descubrimiento e I+D	4	0	4	4	3	2
Ensayos clínicos	5	3	5	4	1	2
Manufacturing	4	0	4	5	3	4
Cadena de suministro	2	0	4	4	4	3
Participación del paciente	3	5	5	2	0	2

0 = No es relevante 1 = Relevancia mínima 2 = Relevancia indirecta 3 = Relevante 4 = Muy relevante 5 = Crucial/determinante

Imagen 20: Cadena de valor del sector farmacéutico: Mapa de calor de relevancia de las tendencias

Factores que impulsan la transformación

Agentic I+D orquestación clínica y operativa

Los agentes de IA coordinan los flujos de trabajo del descubrimiento, los ensayos clínicos, la seguridad y la fabricación en múltiples etapas, acelerando la toma de decisiones. Mientras tanto, la supervisión, la rendición de cuentas en materia de calidad y el control normativo siguen recayendo en las personas.

Gemelos digitales para ensayos clínicos e integración de evidencias del mundo real

Los entornos de pruebas virtuales aúnan diseños de protocolo, datos históricos de ensayos, evidencias del mundo real e información sobre el rendimiento de los centros, lo que permite simular resultados, anticipar riesgos y optimizar el registro de pacientes, la diversidad y la ejecución en tiempo real.

Sistemas de fabricación adaptables y sensibles a la modalidad

Los gemelos digitales, el análisis avanzado y la automatización flexible permiten escalar rápidamente y fomentan la transferencia entre productos biológicos, terapias génicas y celulares, conjugados anticuerpo-fármaco y redes multimodales, al tiempo que protegen el cumplimiento de las normas GMP y el rendimiento.

Inteligencia artificial fiable, gobernanza de datos y modelos de grado regulatorio

Los modelos explicables, el seguimiento del linaje, los artefactos de validación y la gobernanza del ciclo de vida garantizan que la IA se pueda escalar de forma segura en el I+D, los ensayos clínicos, la farmacovigilancia y la fabricación, cumpliendo con los requisitos GxP.

Relevancia de las tendencias en la cadena de valor farmacéutica

Las arquitecturas híbridas cloud-edge, la observabilidad en tiempo real y el procesamiento regional permiten compartir datos de forma segura, llevar a cabo operaciones más resilientes y fomentar la colaboración ajustada a las normativa en los ecosistemas globales del I+D y el suministro.

Interacción digital centrada en el paciente y generación de evidencias

Mediante enfoques digitales, como el eConsent, el eSource, los wearables y los biomarcadores digitales, es posible una interacción continua con el paciente y una recogida constante de datos, lo que mejora el acceso, la adherencia y la extracción de información útil tanto en la fase de desarrollo como después de la salida al mercado.

Aplicaciones prácticas en el sector

Gemelo para ensayos clínicos e IA fiable

Una compañía farmacéutica global crea un gemelo digital para ensayos clínicos, en el que ha integrado el diseño de protocolos, datos históricos de ensayos, evidencias del mundo real y resultados in situ. Antes de la admisión del primer paciente, los equipos simulan las curvas de registro, los objetivos de diversidad, el riesgo in situ y las desviaciones del protocolo. Utilizando modelos de IA fiables, validados con un linaje completo, se actualiza continuamente el gemelo digital con datos del mundo real. De este modo, se pueden recomendar diferentes acciones: activar emplazamientos de sustitución, ajustar los horarios de visita, etc.

Resultados

- Bloqueo de base de datos más rápido
- Mayor diversidad
- Menor número de modificaciones
- Mayor preparación frente a inspecciones
- Transparencia total para reguladores y socios

Prioridades estratégicas

01

Industrializar la IA en toda la cadena de valor de forma fiable

Es prioritario establecer un marco unificado de gobernanza de modelos y gestión de riesgos de modelos (MRM) que abarque el descubrimiento, los ensayos, la seguridad, la fabricación y la previsión.

02

Construir productos de datos validados y con infraestructura informada

Se debe invertir en gemelos digitales, observabilidad entre IT y OT y productos de datos certificados para acelerar la generación de evidencias y mejorar la calidad de las decisiones.

03

Rediseñar los modelos operativos en torno al acceso, la sostenibilidad y el talento

Es necesario alinear las funciones médicas, de acceso al mercado y de evidencia del mundo real con acuerdos basados en el valor; integrar los criterios ESG en la gobernanza de proveedores, y desarrollar capacidades digitales y de IA para operaciones clínicas, químicas, de fabricación y controles (CMC) y farmacovigilancia (PV).

De la teoría a la acción

Mapa de convergencia

Este mapa de convergencia ilustra cómo las seis macro-tendencias se entrecruzan para conformar un ecosistema de transformación unificado; un modelo para la empresa del futuro. El mapa revela conexiones dinámicas: la innovación tecnológica, la soberanía digital y la sostenibilidad se superponen y se refuerzan mutuamente, convirtiéndose en motores inseparables del progreso.

Entendiendo estas seis macro-tendencias como componentes independientes de la inteligencia masiva, las empresas pueden dejar de tomar medidas aisladas y empezar a desarrollar estrategias coherentes que alineen la tecnología, el propósito y la resiliencia a largo plazo.

Mapa de convergencia de las seis macro-tendencias

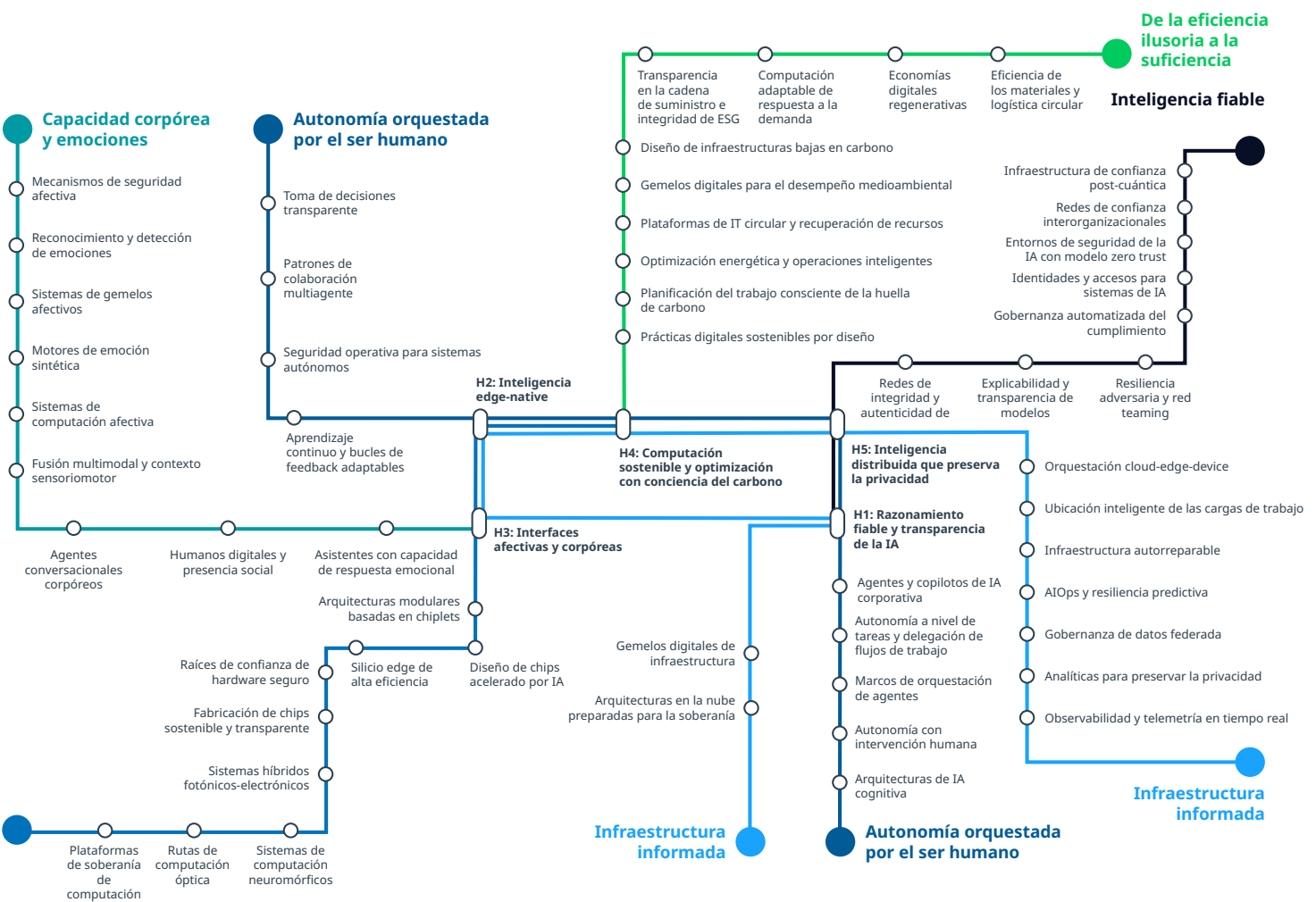


Imagen 21: Mapa de convergencia de las seis macro-tendencias

Capacidades estratégicas

Para seguir siendo competitivas en un panorama cada vez más complejo, las organizaciones deben desarrollar capacidades estratégicas que aumenten el potencial humano y refuercen sus activos tecnológicos.

Este viaje de transformación comienza por impulsar la inteligencia humana, es decir, por pasar de la automatización a una verdadera simbiosis entre las personas y la IA. Al mismo tiempo, se deben adoptar modelos de diseño orientados al crecimiento ético, en los que la transparencia, la confianza y los principios regenerativos sean la norma. También es esencial desarrollar unos cimientos interconectados que garanticen infraestructuras interoperables, fluidas y soberanas. En paralelo, las organizaciones también deben crear culturas preparadas para la previsión estratégica, que integren la prevención, la experimentación, el desarrollo de habilidades y la agilidad en todas las actividades. Por último, deben acelerar los ecosistemas de colaboración, forjando alianzas que trasciendan las fronteras tradicionales para crear redes de valor adaptables.

Un enfoque informado para gestionar el potencial tecnológico

Aunque las posibilidades y el potencial de las macro tendencias tecnológicas que hemos explorado en este informe son apasionantes, debemos permanecer alerta ante sus riesgos potenciales.

Las incertidumbres siempre persistirán, pero esforzarse por comprender los escenarios futuros puede disminuir la probabilidad de enfrentarse a retos inesperados y puntos ciegos.

A medida que estas seis macro tendencias converjan, redefinirán nuestra forma de trabajar y transformarán la tecnología. Esta pasará de automatizar tareas a potenciar las capacidades humanas, permitiendo así que las personas y los sistemas inteligentes creen valor conjuntamente, de maneras más adaptativas y éticas y orientadas a un propósito.

En NTT DATA estamos preparados para ayudarte

Nuestros servicios abarcan las áreas de consultoría empresarial y tecnológica, datos e inteligencia artificial y soluciones sectoriales, así como el desarrollo, la implantación y la gestión de aplicaciones, infraestructuras y conectividad.

También somos uno de los principales proveedores de infraestructura digital y de IA del mundo.

NTT DATA forma parte del Grupo NTT, que invierte más de 3000 millones de dólares cada año en I+D para ayudar a las organizaciones y a la sociedad a avanzar con confianza y sostenibilidad hacia el futuro digital.



Acerca de la investigación

La metodología utilizada en el informe *NTT DATA's Technology Foresight 2026* combina prácticas de investigación rigurosas con recursos internos exclusivos para explorar y perfeccionar las macro tendencias emergentes en el sector tecnológico.

Gracias a las amplias inversiones del Grupo NTT en investigación básica y aplicada, nuestro equipo tiene acceso directo a innovaciones de vanguardia en diversos campos, lo que nos ofrece un conocimiento profundo de los avances tecnológicos y sus posibles aplicaciones.

Un componente clave del proceso es el uso de nuestra plataforma interna de inteligencia de mercado, que agrega y analiza datos de diversas fuentes, incluyendo previsiones de mercado, observaciones de analistas e información pública sobre inversiones y colaboraciones. Este enfoque automatizado y basado en datos garantiza que la selección de tendencias se base en evidencias objetivas.

La metodología se perfecciona consultando a una red mundial de expertos en tecnología y negocios del Grupo NTT. Estos especialistas aportan conocimientos localizados y específicos de su campo y contribuyen a afinar las macro tendencias a través de un enfoque colaborativo y multidisciplinario.

Por último, se emplean técnicas de prospectiva estratégica para trasladar estas macro tendencias y casos prácticos a escenarios futuros, examinando sus implicaciones para las personas, las empresas y la sociedad. Este proceso estructurado e iterativo garantiza que las macro tendencias identificadas sean tecnológicamente sólidas y contextualmente relevantes.

Colaboradores

Colaboradores editoriales:

Hisashi Yoshida

Cynthia Yumiko Staub

Rena Oi

Valentina Contini

Oliver Köth

Alberto Acuto

Otros colaboradores:

Raoul Heese

Iris Pfeifer

Amulya Bhatia

Diana Hauser

Bettina Wegner

Doris Bruder

Volker Ganz

Markus Lunz

Johannes Wetterich

Dennis Tischer

Afkar Alam Khan

Tobias Brecht

Christian Koch

Filippo Capocasale

César Zayas

Gadhu Sundaram

Mireia Vilaplana

Victor León Marambio

Pablo Sáez Nunez

Enno Kätelhön

Cornelio Walter

Bernd Pape

Andreas Schlüter

Tobias Schmidt

Martin Pözl

Andreas Möbs

Rouven Steibli

Ruzica Lovric

Aylin Lindmayer

Carlos Ordoñez Sánchez

Richard Calvo López

Rahul Maheshwari

Amit Unde

Maria Cione

Carlos Galve Pellicero

Natasha Horwitz

Kate Owendale

Retha Duvenage

Jessica Brink

Anneli Brooks-Smith

Stefania Vita

Sara Alvarellós Navarro

José Carlos Chávez Peinado

Raquel Serradell Muñoz

Aranxa Luisa Pino Baez

Lucia Ciordia Navarro

Paula van Huyssteen

Jessica Acar

Georg Kerpert

Daniela Florio

Visita nttdata.com para saber más.

NTT DATA es una compañía de servicios empresariales y tecnológicos líder en IA e infraestructuras digitales, con más de 30 000 millones de dólares de facturación anual. Aceleramos el éxito de nuestros clientes y generamos un impacto positivo en la sociedad desde un enfoque de innovación responsable. Somos Global Top Employer y contamos con expertos en más de 70 países. NTT DATA forma parte del Grupo NTT.



