



Innovation Telescope Zoom Perú y Cono Sur

2025

indracompany.com

 **INDRA**
GROUP

Índice

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

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

5.2. Desinformation security	30
Introducción.....	30
5.2.1. Impacto en los negocios.....	30
5.2.2. Enfoque técnico.....	31
5.2.2.1. Tecnologías clave	31
5.2.2.2. Arquitectura de integración	31
5.2.2.3. Plataformas destacadas	31
5.2.3. Casos de uso por mercado	31
5.2.4. Consideraciones de mercado.....	31
5.2.5. Empresas y startups de referencia	32
5.2.6. Estadísticas recientes.....	32
5.2.7. Referencias	32
5.3. Post-quantum cryptography.....	33
Introducción.....	33
5.3.1. Impacto en los negocios	33
5.3.2. Enfoque técnico.....	34
5.3.2.1. Algoritmos post-cuánticos.....	34
5.3.2.2. Estrategia de migración	34
5.3.2.3. Desafíos técnicos	34
5.3.2.4. Herramientas y estándares	34
5.3.3. Casos de uso por mercado	34
5.3.4. Consideraciones de mercado.....	34
5.3.5. Empresas y startups de referencia	35
5.3.6. Estadísticas recientes.....	35
5.3.7. Referencias	35
6. ESG 360	36
6.1. Sustainable IT technology	36
Introducción.....	36
6.1.1. Impacto en los negocios	36
6.1.2. Enfoque técnico.....	37
6.1.2.1. Tecnologías clave	37
6.1.2.2. Arquitectura ESG integrada	37
6.1.2.3. Estándares y marcos	37
6.1.3. Casos de uso por mercado	37
6.1.4. Consideraciones de mercado	37
6.1.5. Empresas y startups de referencia	38
6.1.6. Estadísticas recientes.....	38
6.1.7. Referencias	38

7. ITO TRANSFORMATION.....	39
7.1. Private cloud	39
Introducción.....	39
7.1.1. Impacto en los negocios.....	39
7.1.2. Enfoque técnico	40
7.1.2.1. Arquitectura de nube privada.....	40
7.1.2.2. Modelos de implementación.....	40
7.1.3. Casos de uso por mercado	40
7.1.4. Consideraciones de mercado.....	40
7.1.5. Empresas y startups de referencia.....	41
7.1.6. Estadísticas recientes.....	41
7.1.7. Referencias.....	41
7.2. Hybrid computing.....	42
Introducción.....	42
7.2.1. Impacto en los negocios.....	42
7.2.2. Enfoque técnico	43
7.2.2.1. Componentes clave	43
7.2.2.2. Arquitectura de referencia	43
7.2.2.3. Plataformas destacadas.....	43
7.2.3. Casos de uso por mercado	43
7.2.4. Consideraciones de mercado	43
7.2.5. Empresas y startups de referencia.....	44
7.2.6. Estadísticas recientes	44
7.2.7. Referencias.....	44
8. DIGITAL WORKPLACE.....	45
8.1. Augmented connected workforce.....	45
Introducción.....	45
8.1.1. Impacto en los negocios	45
8.1.2. Enfoque técnico.....	46
8.1.2.1. Tecnologías clave	46
8.1.2.2. Arquitectura de integración	46
8.1.3. Casos de uso por mercado.....	46
8.1.4. Consideraciones de mercado	46
8.1.5. Empresas y startups de referencia	47
8.1.6. Estadísticas recientes	47
8.1.7. Referencias	47

Introducción



En el vertiginoso y en constante cambio panorama de las Tecnologías de la Información (TI) en Perú y el Cono Sur, es esencial que las organizaciones se mantengan al tanto de las tendencias emergentes para asegurar su competitividad, resiliencia y eficiencia operativa. La aceleración digital en la región está siendo impulsada por la adopción de inteligencia artificial generativa, automatización inteligente, sostenibilidad tecnológica y nuevas arquitecturas de ciberseguridad.

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

cambios del mercado, mejorar su propuesta de valor y contribuir a una transformación digital inclusiva y sostenible.

El análisis se ha llevado a cabo mediante una combinación de investigación primaria y secundaria. Se han revisado informes de referencia de consultoras internacionales, así como estudios regionales como el IDC FutureScape Latin America 2024, que proyecta un crecimiento del 11% en el mercado TI de Perú y Chile, y del 7% en Argentina.

Este trabajo se ha complementado con el análisis interno de nuestras unidades de negocio, que ya han identificado oportunidades concretas de innovación a corto y medio plazo, alineadas con las prioridades estratégicas de transformación digital en la región.

I. Principales tendencias identificadas

- **Computación Cuántica en Expansión Temprana:** Aunque aún en etapa exploratoria, la computación cuántica está comenzando a posicionarse como una tecnología estratégica en países como Chile, Argentina y Perú, especialmente en sectores como la banca, la salud y la logística. Universidades, centros de investigación y gobiernos están desarrollando alianzas para explorar su aplicación en criptografía post-cuántica, simulación de materiales complejos y optimización de procesos industriales. La urgencia por actualizar los sistemas de cifrado ante amenazas cuánticas está acelerando la inversión en esta área.
- **Evolución de la Inteligencia Artificial (IA):** La IA continúa su rápida evolución en la región, con un crecimiento sostenido en su adopción por parte de empresas y gobiernos. Se destacan avances en IA generativa, modelos energéticamente eficientes y soluciones hiperpersonalizadas. La IA se está convirtiendo en parte estructural de las operaciones empresariales, con aplicaciones clave en salud, educación, manufactura y servicios financieros.
- **Ciberseguridad Inteligente y Confianza Digital:** La aceleración digital ha elevado la prioridad de la ciberseguridad en el Cono Sur. Las organizaciones están adoptando arquitecturas de confianza cero, IA para detección proactiva de amenazas y estrategias de ciberresiliencia en sus cadenas de suministro. A pesar de los desafíos en infraestructura y talento especializado, la región está avanzando en el fortalecimiento de su soberanía digital, con marcos regulatorios en evolución y mayor inversión pública y privada.
- **Conectividad Avanzada y 5G:** La expansión de las redes 5G y la digitalización de infraestructuras están habilitando el desarrollo de ciudades inteligentes, automatización industrial y servicios públicos más eficientes en países como Uruguay, Chile y Perú. Esta conectividad también potencia la interacción entre dispositivos autónomos, facilitando el crecimiento de los clientes máquina y los sistemas autónomos de decisión.



II. Grado de adopción y madurez

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

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

• Grado de adopción

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

1 = Adopción muy baja o incipiente

2 = Adopción limitada o en fase piloto

3 = Adopción moderada o en expansión

4 = Adopción avanzada o consolidada

5 = Adopción plena o altamente integrada

¿Qué factores influyen en el grado de adopción?

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

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

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

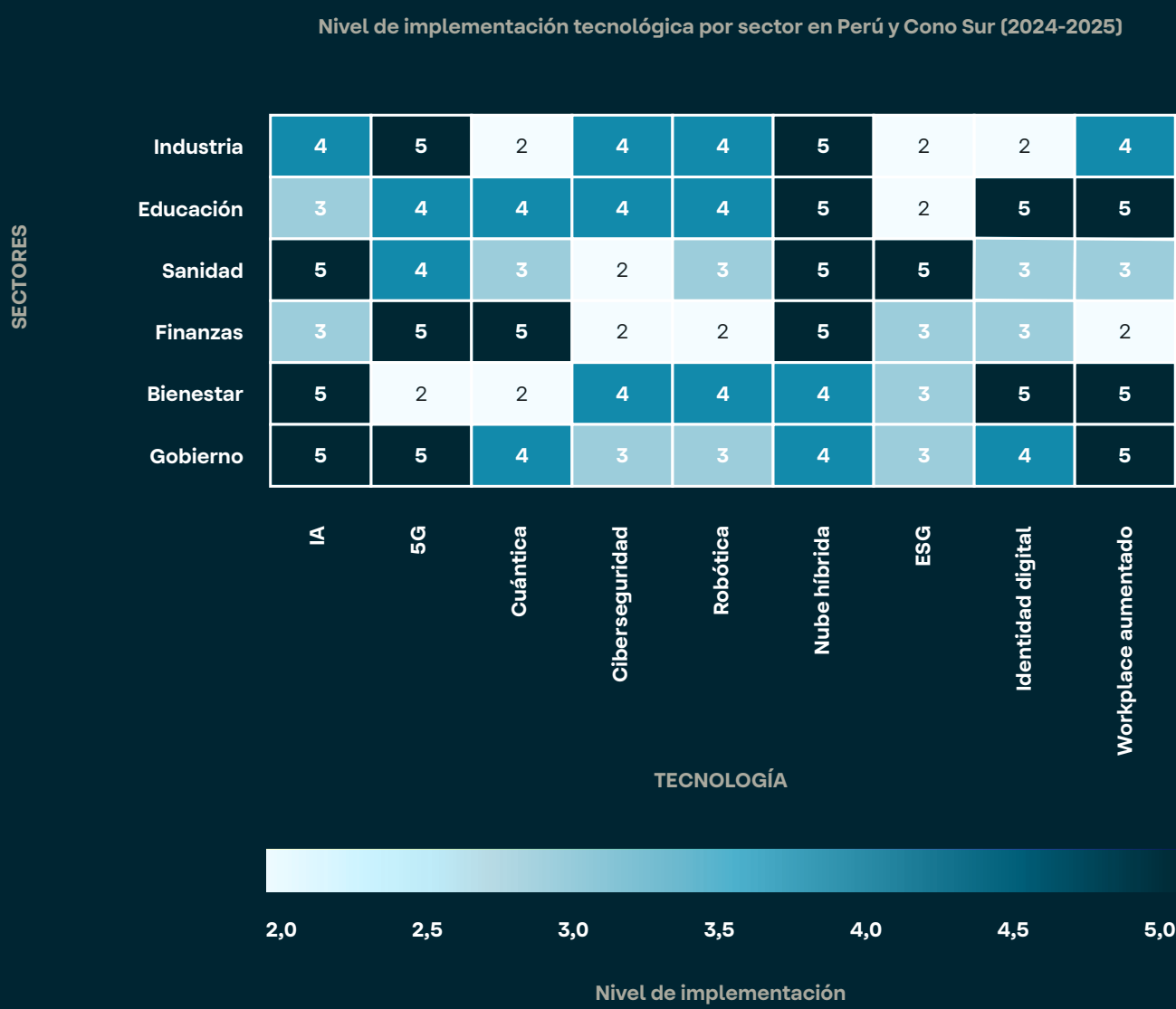
Regulación y políticas: Marcos legales que favorecen o limitan la adopción.

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

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

» Grado de adopción tecnología y sector

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



Cómo interpretarlo:

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

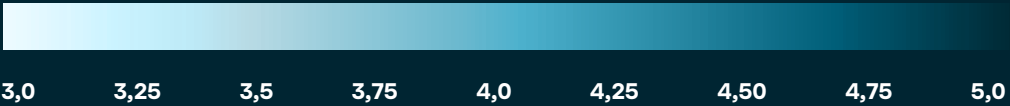
» Comparativa de adopción por sector [global tecnologías]

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

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

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

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



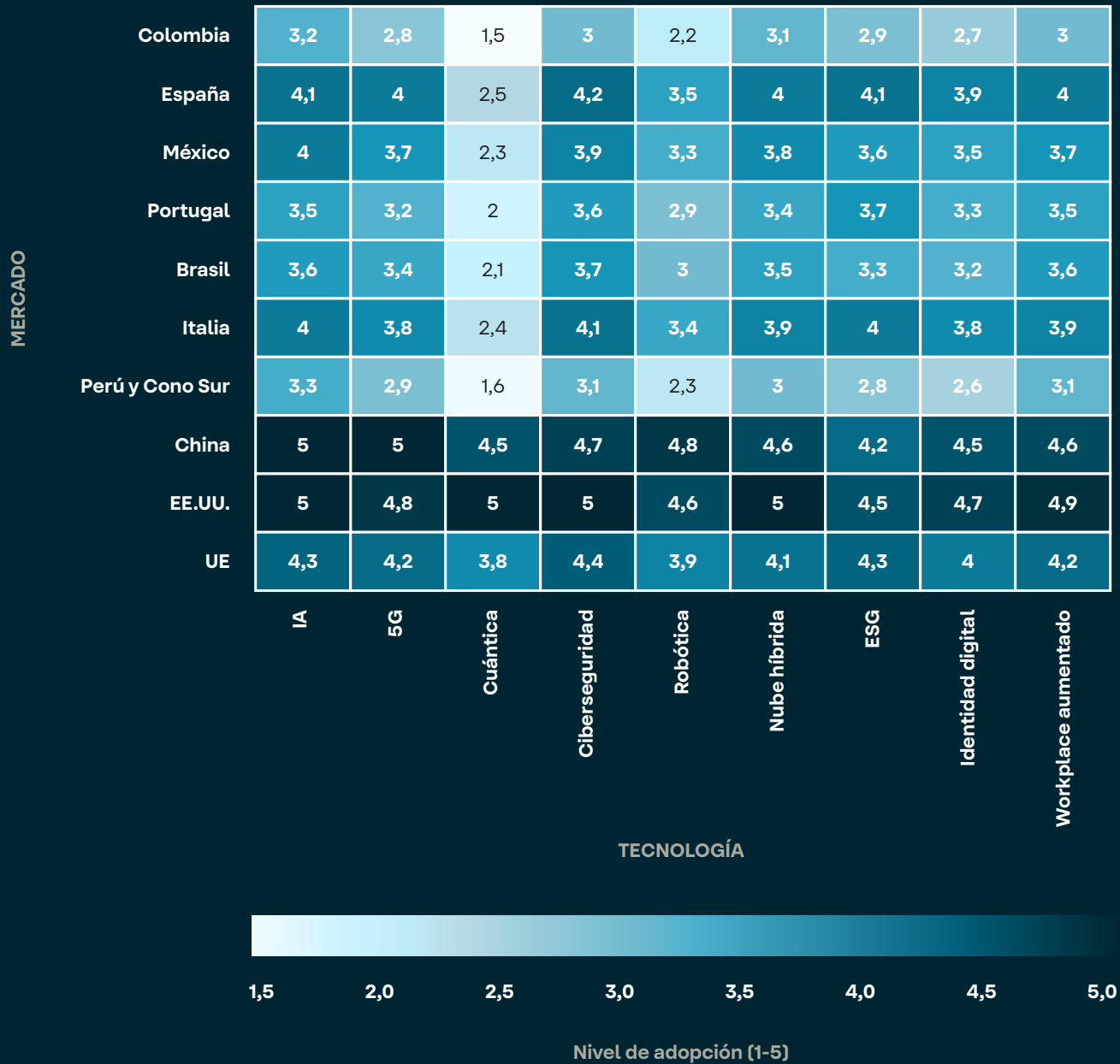
Nivel de adopción (1-5)

» Comparativa de adopción por tecnología [global mercados]

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

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

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





1.1. | Machine customer

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

Los **clientes máquina** son algoritmos, agentes de inteligencia artificial o dispositivos conectados capaces de **tomar decisiones de compra, negociar contratos y ejecutar transacciones** sin intervención humana. Según Gartner, para 2030, los clientes máquina representarán el 20% del gasto total en bienes y servicios ¹.

En América del Sur, esta tendencia está emergiendo en sectores como energía, banca, retail y telecomunicaciones, impulsada por la automatización, la inteligencia artificial y la necesidad de eficiencia operativa en entornos digitales cada vez más complejos.

1.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Machine Customers
Administración Pública	Automatización de compras públicas mediante bots de adquisición. Uso de algoritmos para licitaciones inteligentes.
Energía y Utilities	Sistemas autónomos que negocian tarifas de energía en tiempo real. Clientes máquina en redes inteligentes (smart grids).
Finanzas y Seguros	Robo-advisors que ejecutan inversiones y seguros automáticamente
Industria y Retail	Reposición automática de inventario por algoritmos. Compradores autónomos en marketplaces industriales.
Telecomunicaciones y Medios	Bots que negocian contratos de ancho de banda. Plataformas de medios que compran contenido automáticamente.
Salud	Sistemas que adquieren insumos médicos automáticamente. IA que gestiona compras hospitalarias.

1.1.2. Enfoque técnico

1.1.2.1. Tecnologías clave

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

1.1.2.2. Arquitectura

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

1.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de Uruguay (AGESIC)	Sistema de compras públicas automatizadas con IA y blockchain
Energía	YPF (Argentina)	Equipos de red que solicitan mantenimiento preventivo de forma autónoma
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Robo-advisors que ejecutan inversiones y seguros personalizados
Industria y Retail	Cencosud (Chile)	Robots logísticos que gestionan inventario y pedidos en tiempo real
Telecomunicaciones	Antel (Uruguay)	Dispositivos que negocian recursos de red y QoS automáticamente
Sanidad	Hospital Italiano de Buenos Aires	Equipos médicos que reponen consumibles y programan calibraciones automáticamente

1.1.4. Consideraciones de mercado

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

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

Finanzas: Debe cumplir con normativas locales y estándares internacionales.

Retail: Requiere integración con ERPs y plataformas de logística.

Telecomunicaciones: Necesita baja latencia y redes 5G distribuidas.

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

1.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Globant: IA aplicada a retail y salud.

TCS: Soluciones de automatización para energía.

SONDA: Integración de sistemas públicos.

Startups: Ubidots (IoT), Zippin (retail autónomo), Aria (bots de compra).

1.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2030, más de 15 mil millones de dispositivos actuarán como clientes máquina ¹.

McKinsey reporta que el 35% de las empresas B2B ya están explorando modelos de autoservicio digital con IA ².

EY destaca que la inteligencia artificial es la tecnología con mayor intención de inversión en Latinoamérica para 2025 ³.

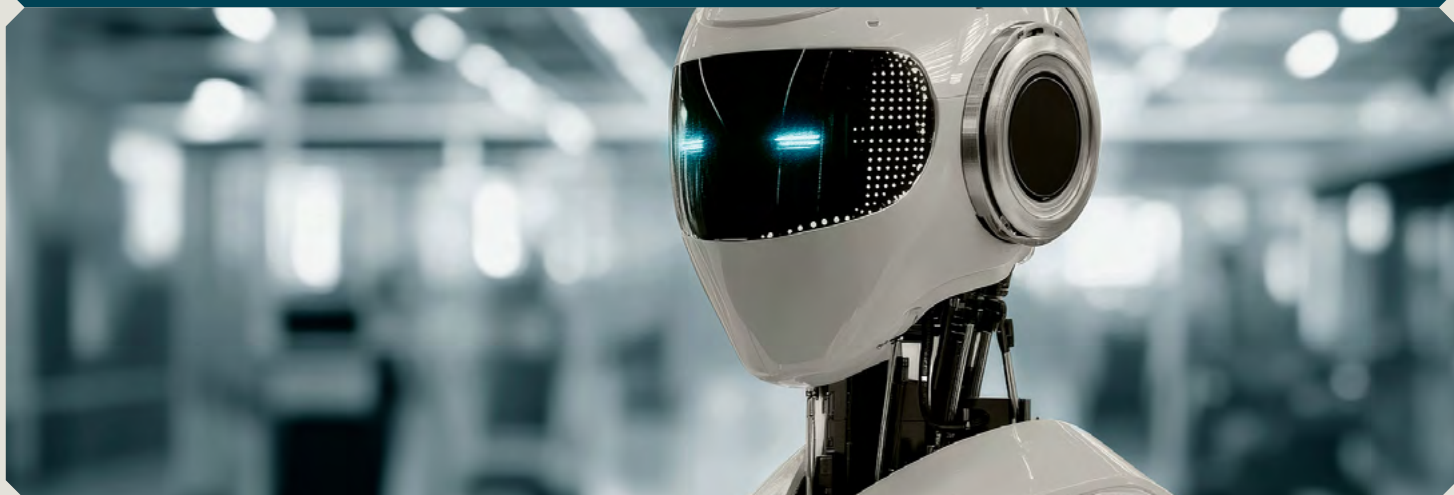
1.1.7. Referencias

Gartner, "Top Trends in AI and B2B Ecosystems," 2024.

McKinsey & Company, "The Future of Autonomous Systems in Business," 2023.

Forrester, "Leveraging Machine Customers for Competitive Advantage," 2024.

IBM Research, "Blockchain and AI for Autonomous Commerce," 2023.



2.1. | Polyfunctional robots

Robots polifuncionales: robots capaces de realizar múltiples tareas.

Los **robots polifuncionales** representan una evolución significativa en la automatización industrial y de servicios. A diferencia de los robots tradicionales diseñados para tareas únicas, estos sistemas son capaces de ejecutar múltiples funciones, adaptarse a nuevos entornos y aprender nuevas tareas sin necesidad de reprogramación. Según Gartner, esta tecnología es una de las principales tendencias estratégicas para 2025, con impacto directo en productividad, eficiencia operativa y colaboración humano-máquina ^{4 5}.

En América del Sur, la escasez de mano de obra calificada, la presión por reducir costos y la necesidad de resiliencia operativa están impulsando la adopción de estos robots en sectores como manufactura, salud, energía y servicios públicos.

2.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Robots Polifuncionales
Administración Pública	Automatización de tareas repetitivas, limpieza urbana, atención ciudadana, gestión documental.
Energía y Utilities	Inspección de infraestructuras, mantenimiento predictivo, monitoreo ambiental en zonas remotas.
Finanzas y Seguros	Automatización de procesos documentales, atención en sucursales y análisis de datos
Industria y Retail	Logística interna, control de calidad, asistencia en manufactura, reposición de inventario.
Telecomunicaciones y Medios	Mantenimiento de redes, soporte técnico automatizado, gestión de inventario de equipos.
Salud	Asistencia quirúrgica, entrega de medicamentos, limpieza hospitalaria, aPolyo en logística clínica.

2.1.2. Enfoque técnico

2.1.2.1. Tecnologías clave

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

2.1.2.2. Arquitectura

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

2.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa	Caso de Uso
Retail	Cencosud (en exploración)	Robots para reposición y conteo de inventario
Energía	ENAP	Inspección autónoma de ductos
Finanzas	Sector, Empresa	Robots de atención en oficinas y procesamiento documental
Finanzas, Banco de Crédito del Perú (BCP)	Robots de atención en oficinas y procesamiento documental	Robots de ensamblaje y empaquetado con cambio automático de herramientas
Salud	Clínica Alemana	Robots de entrega de medicamentos
Gobierno	Municipalidad de Córdoba	Limpieza urbana automatizada
Telecom	Telefónica	Robots de soporte técnico en campo

- Chile: Cencosud implementa robots autónomos en Jumbo y Easy.
- Uruguay: UTE prueba robots para inspección de líneas eléctricas.

2.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere normativa sobre interacción con ciudadanos y protección de datos.

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

Finanzas: Cumplimiento normativo y protección de datos sensibles.

Industria: Integración con sistemas ERP y logística existente.

Telecomunicaciones: Infraestructura 5G y baja latencia.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad y ética médica.

2.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Globant: Desarrollo de soluciones robóticas para logística y retail.

TCS: Integración de robots con plataformas de TI.

SONDA: Automatización en sector público y salud.

Startups destacadas:

a. **Robotnik (España):** Robots móviles industriales.

b. **PAL Robotics (España):** Robots humanoides para retail y salud.

c. **Ava Robotics (EE.UU.):** Robots colaborativos para oficinas.

2.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2027, el 30% de las operaciones de primera línea estarán apoyadas por robots polifuncionales ⁴.

En América del Sur, el 45% de las empresas manufactureras planean invertir en automatización robótica avanzada antes de 2026 ⁵.

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

2.1.7. Referencias

Gartner. [2023]. "Emerging Technologies Analysis: Polyfunctional Robotics."

Deloitte. [2023]. "Trends in Industrial Automation."

Fortune Business Insights. [2023]. "Robotics Market Forecast."

Statista. [2023]. "Robotics Industry Insights."

Data Modernization

03



3.1. | Quantum technologies

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

Las **tecnologías cuánticas** están emergiendo como una disrupción clave en la próxima década. Aunque su despliegue comercial aún está en fase temprana, su potencial en **criptografía post-cuántica, simulación molecular, optimización logística y comunicaciones seguras** está generando creciente interés en América del Sur. En 2025, la ONU declaró el **Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuántica**, reconociendo su impacto en sectores como salud, telecomunicaciones y seguridad de la información ⁷.

Chile, por ejemplo, ha lanzado una hoja de ruta nacional para convertirse en líder regional en tecnologías cuánticas, con aplicaciones en minería, energía renovable, salud y ciberseguridad ^{8 9}.

3.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto Potencial de las Tecnologías Cuánticas
Administración Pública	Seguridad nacional, criptografía cuántica para comunicaciones gubernamentales, simulaciones de políticas públicas.
Energía y Utilities	Optimización de redes eléctricas, simulación de materiales para baterías, predicción de demanda energética.
Finanzas y Seguros	Criptografía post-cuántica, modelado de riesgos y detección de fraudes
Industria y Retail	Logística cuántica, optimización de cadenas de suministro, simulación de nuevos materiales.
Telecomunicaciones y Medios	Criptografía cuántica para comunicaciones seguras, redes cuánticas, detección de fraudes.
Salud	Descubrimiento de fármacos, simulación molecular, análisis genómico avanzado.

3.1.2. Enfoque técnico

3.1.2.1. Tecnologías clave

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

3.1.2.2. Arquitectura de integración

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

3.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Ministerio de Ciencia y Tecnología	Exploración de criptografía cuántica para comunicaciones seguras
Energía	ENEL	Simulación de materiales para baterías de nueva generación
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Evaluación de algoritmos PQC para cifrado de datos bancarios y firma electrónica avanzada
Retail	Globant + Retailers	Optimización de rutas logísticas con algoritmos cuánticos
Telecom	Telefónica + TCS	Pruebas de redes cuánticas para comunicaciones seguras
Salud	Universidad de la República + SONDA	Simulación molecular para descubrimiento de fármacos

3.1.4. Consideraciones de mercado

- Administración Pública:** Requiere normativa sobre soberanía digital y estándares de interoperabilidad.
- Energía:** Necesita integración con sistemas SCADA y validación de modelos predictivos.
- Finanzas:** Debe alinearse con regulaciones locales y estándares internacionales.
- Industria:** Demanda acceso a plataformas cuánticas y formación especializada.
- Telecomunicaciones:** Requiere inversión en infraestructura óptica y nodos QKD.
- Sanidad:** Necesita validación clínica y cumplimiento de normativas de protección de datos.

3.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:

IBM Quantum

IONQ

rigetti

D-WAVE
The Quantum Computing Company

IQEra>

Globant: Exploración de algoritmos cuánticos para logística y salud.

TCS: Consultoría en adopción de plataformas cuánticas.

SONDA: Integración de soluciones cuánticas en salud pública.

Startups destacadas:

a. **QCentroid (Argentina):** Plataforma de acceso a computación cuántica.

b. **Rigetti (EE.UU.):** Hardware cuántico accesible desde la nube.

c. **Zapata Computing:** Software cuántico para empresas.

3.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2030, el 50% de las organizaciones incluirán PQC en sus estrategias de ciberseguridad ¹⁰.

Chile ha financiado más de 300 proyectos de investigación en tecnologías cuánticas desde 1983, con más de 20 mil millones de pesos invertidos ⁸.

El mercado internacional de estas tecnologías tiene un valor proyectado de cientos de miles de millones de dólares para 2040 ⁹.

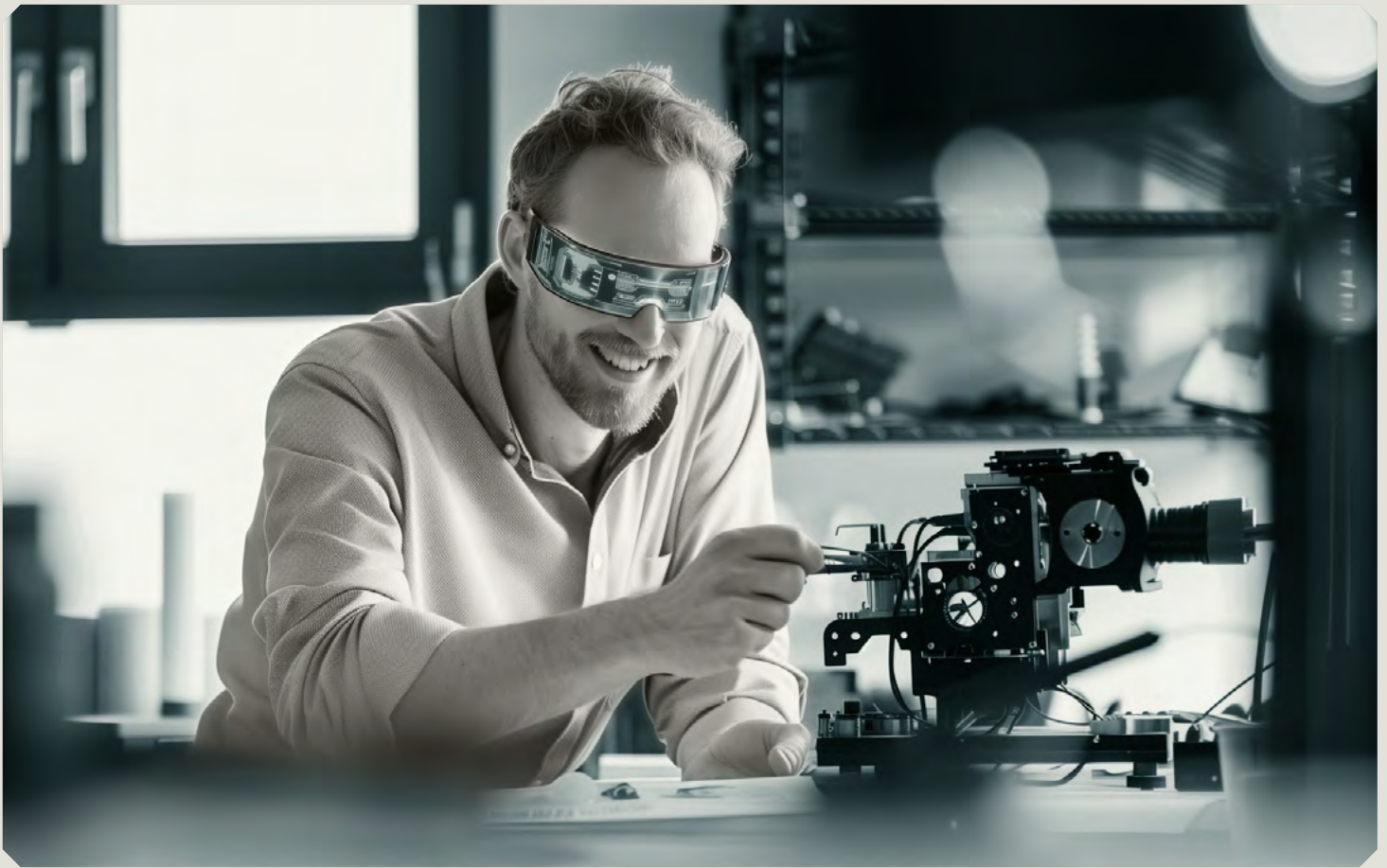
3.1.7. Referencias

Gartner, "Quantum Computing Trends," 2024.

McKinsey & Company, "Unlocking the Potential of Quantum Technologies," 2023.

Forrester, "Quantum Disruption in Business," 2024.

IBM Research, "The Future of Quantum Computing," 2023.



3.2. | Spacial computing

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

La **computación espacial** es una tecnología que fusiona el mundo físico y el digital mediante el uso de **realidad aumentada (AR), realidad mixta (MR), sensores, inteligencia artificial (IA), edge computing y visión por computadora**. Esta convergencia permite crear experiencias inmersivas, interactivas y contextuales que mejoran la toma de decisiones, la productividad y la comprensión del comportamiento humano ^{11 12}.

Según Gartner, para 2028, el 20% de las personas experimentará semanalmente contenido inmersivo basado en ubicación y contexto, frente a menos del 1% en 2023 ¹¹.

3.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Spatial Computing
Administración Pública	Visualización de datos urbanos, planificación territorial inmersiva, capacitación en entornos simulados.
Energía y Utilities	Mantenimiento remoto con realidad aumentada, simulación de redes, entrenamiento en campo.
Finanzas y Seguros	Simulaciones financieras inmersivas, análisis emocional del cliente y asesoramiento virtual
Industria y Retail	Experiencias inmersivas de compra, análisis de comportamiento del consumidor, logística aumentada.
Telecomunicaciones y Medios	Interfaces inmersivas para atención al cliente, visualización de redes, marketing sensorial.
Salud	Cirugías asistidas por AR, entrenamiento médico, visualización de anatomía en 3D.

3.2.2. Enfoque técnico

3.2.2.1. Tecnologías clave

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

3.2.2.2. Arquitectura de integración

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

3.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Municipalidad de Santiago	Visualización 3D de planificación urbana con AR
Energía	YPFB + TCS	Mantenimiento remoto con realidad aumentada en plantas
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Simulaciones financieras inmersivas y asesoramiento virtual con IA conversacional
Retail	Globant + Falabella	Experiencias inmersivas de compra y análisis de emociones
Telecom	Entel + SONDA	Interfaces inmersivas para soporte técnico y marketing
Salud	Clínica Anglo Americana + EY	Entrenamiento quirúrgico con realidad mixta

3.2.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad, accesibilidad y formación digital.

Energía: Necesita dispositivos robustos y conectividad en campo.

Finanzas: Cumplimiento normativo y protección de datos emocionales.

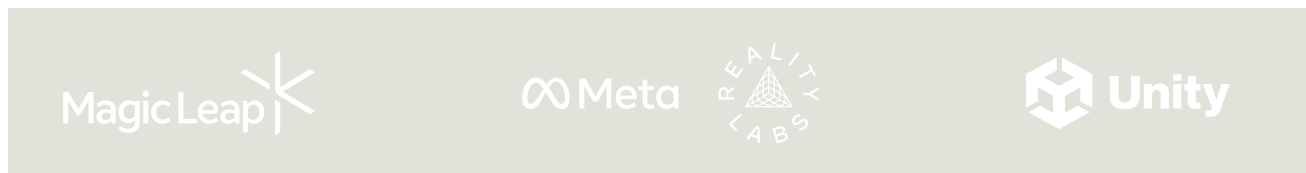
Industria: Integración con sistemas de producción y logística.

Telecomunicaciones: Infraestructura 5G y edge computing.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad y ética médica.

3.2.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Globant: Desarrollo de experiencias inmersivas para retail y salud.

TCS: Integración de plataformas de spatial computing en energía y telecomunicaciones.

SONDA: Soluciones de AR para soporte técnico y capacitación.

Startups destacadas:

a. **ViewAR (Alemania):** Plataforma de AR para retail y logística.

b. **Spatial (EE.UU.):** Espacios colaborativos en realidad mixta.

c. **Ualabee (Argentina):** Visualización de movilidad urbana con datos espaciales.

3.2.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2028, el 20% de las personas tendrá una experiencia inmersiva semanal con contenido contextual ¹¹.

Chile ha lanzado el Centro Espacial Nacional (CEN), que incluye un laboratorio de ciencia de datos y simulación espacial con capacidades de supercomputación para análisis geoespacial y simulación de entornos físicos ¹³.

IDC prevé que el mercado latinoamericano de tecnologías inmersivas crecerá a una tasa compuesta anual del 34% hasta 2027.

3.2.7. Referencias

Gartner. (2023). "Emerging Technologies Analysis: Spatial Computing."

IDC. (2023). "Market Forecast: AR and VR Adoption Trends."

Deloitte. (2023). "Digital Transformation in Manufacturing."

Statista. (2023). "Augmented Reality and Virtual Reality Market Insights."



4.1. | Neurological enhancements

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

La convergencia entre **realidad aumentada (AR)**, **realidad virtual (VR)**, **inteligencia artificial (IA)** y **neurociencia aplicada** está transformando la forma en que las organizaciones abordan la productividad, la salud mental, la formación y la experiencia del cliente. Estas tecnologías permiten **potenciar funciones cognitivas, mejorar la toma de decisiones y personalizar la interacción humano-máquina** ^{14 10}.

Según Gartner, para 2028, el 20% de las personas experimentará semanalmente contenido inmersivo basado en ubicación y contexto, frente a menos del 1% en 2023 ¹⁴.

4.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Neurological Enhancements
Administración Pública	Capacitación inmersiva, simulación de políticas públicas, interfaces cognitivas para atención ciudadana.
Energía y Utilities	Entrenamiento en entornos peligrosos, visualización de redes, monitoreo cognitivo de operadores.
Finanzas y Seguros	Simulaciones financieras inmersivas, asesoramiento emocional y análisis de intención del cliente
Industria y Retail	Análisis emocional del consumidor, experiencias inmersivas de compra, entrenamiento cognitivo de empleados.
Telecomunicaciones y Medios	Interfaces inmersivas para atención al cliente, análisis de engagement emocional, marketing sensorial.
Salud	Rehabilitación neurológica, cirugía asistida por AR, entrenamiento médico en entornos simulados.

4.1.2. Enfoque técnico

4.1.2.1. Tecnologías clave

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

4.1.2.2. Arquitectura de integración

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

4.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Ministerio de Educación + SONDA	Capacitación docente con realidad virtual inmersiva
Energía	ENEL + TCS	Simulación cognitiva de redes eléctricas para operadores
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Simulaciones financieras inmersivas y asesoramiento emocional con IA
Retail	Globant + Cencosud	Análisis emocional del consumidor en tiendas inmersivas
Telecom	Entel + EY	Interfaces cognitivas para atención al cliente con AR
Salud	Clínica Anglo Americana + McKinsey	Rehabilitación neurológica con realidad virtual

4.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere accesibilidad, ética digital y formación.

Energía: Necesita dispositivos robustos y conectividad en campo.

Finanzas: Cumplimiento normativo y protección de datos emocionales.

Industria: Integración con sistemas de producción y logística.

Telecomunicaciones: Infraestructura 5G y edge computing.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad y cumplimiento de normativas de protección de datos.

4.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Globant: Desarrollo de experiencias inmersivas y neurointerfaces para retail y salud.

EY: Consultoría en metaverso, AR/VR y Web3 para telecomunicaciones y gobierno.

TCS: Integración de BBMI y simulaciones cognitivas en energía y manufactura.

Startups destacadas:

- a. **Emotiv (EE.UU.):** Lectura de EEG para análisis emocional.
- b. **Neurable (EE.UU.):** Interfaces neuronales no invasivas.
- c. **NeuroUP (Brasil):** Rehabilitación cognitiva con neurofeedback.

4.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2034, el 30% de los trabajadores del conocimiento utilizarán tecnologías de mejora neurológica para mantener su competitividad ¹⁴.

Estudios clínicos en Argentina y Chile han demostrado que la VR mejora la adherencia terapéutica en rehabilitación neurológica en un 40% ¹⁰.

IDC prevé que el mercado latinoamericano de tecnologías inmersivas crecerá a una tasa compuesta anual del 34% hasta 2027.

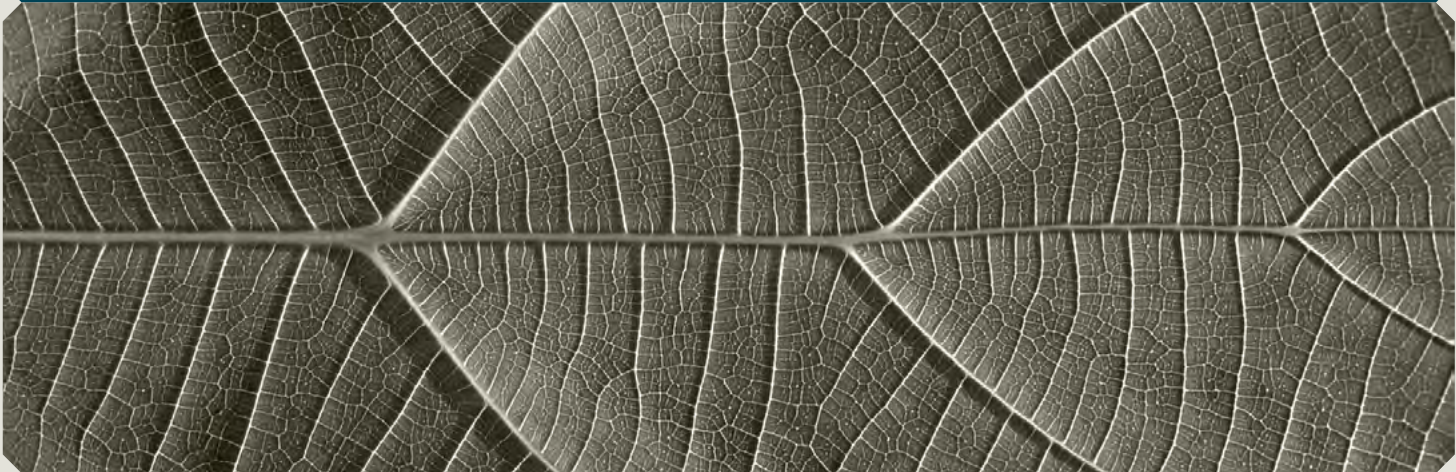
4.1.7. Referencias

Gartner. (2023). "Emerging Technologies Analysis: Cognitive and Neurological Enhancements."

Deloitte. (2023). "Trends in Neurotechnology Adoption."

Fortune Business Insights. (2023). "Neurological Enhancements Market Overview."

Statista. (2023). "Cognitive Technology Market Insights."



5.1. | Digital trust and cybersecurity

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

La transformación digital en América del Sur ha acelerado la necesidad de **infraestructuras seguras, interoperables y confiables**. En un entorno marcado por el aumento de ciberataques, la desinformación y la fragmentación de identidades digitales, tecnologías como **Web3, blockchain, identidad descentralizada (DID) y arquitecturas Zero Trust** están emergiendo como pilares para construir un ecosistema de confianza digital.

Según KPMG, los CISO en América del Sur deben integrar la ciberseguridad con la privacidad y los factores ESG para generar confianza entre clientes, empleados y proveedores ¹⁵. Además, países como Perú han desarrollado estrategias nacionales de seguridad y confianza digital que se actualizan anualmente para adaptarse a los avances tecnológicos ¹⁶.

5.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Web3 y Arquitecturas de Confianza
Administración Pública	Identidad digital soberana, trazabilidad de procesos, votación electrónica segura.
Energía y Utilities	Contratos inteligentes para gestión de energía, trazabilidad de emisiones, ciberseguridad industrial.
Finanzas y Seguros	Onboarding digital seguro, prevención de fraudes, cumplimiento con reguladores locales
Industria y Retail	Autenticación de productos, pagos descentralizados, protección de datos del consumidor.
Telecomunicaciones y Medios	Gestión de identidad digital, protección de datos personales, monetización segura de contenido.
Salud	Historia clínica descentralizada, consentimiento digital, protección de datos biométricos.

5.1.2. Enfoque técnico

5.1.2.1. Tecnologías clave

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

5.1.2.2. Arquitectura de integración

- Gateways Web3 para conectar sistemas tradicionales con redes descentralizadas.
- Plataformas de verificación de contenido y reputación digital.
- APIs federadas para interoperabilidad entre plataformas y servicios.

5.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	RENAPER (en exploración)	Identidad digital soberana basada en blockchain
Energía	ENEL	Contratos inteligentes para gestión de energía renovable
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Onboarding digital con identidad descentralizada y contratos inteligentes antifraude
Retail	Mercado Libre	Autenticación de productos y pagos Web3
Telecom	Entel	Gestión de identidad digital para clientes móviles
Salud	Ministerio de Salud	Historia clínica descentralizada y consentimiento digital

- Argentina: RENAPER y EY desarrollan identidad digital soberana con blockchain.
- Perú: Ministerio de Salud implementa historia clínica descentralizada con consentimiento digital.

5.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad entre organismos y cumplimiento de leyes de protección de datos.

Energía: Alta criticidad exige certificaciones y pruebas de robustez.

Finanzas: Cumplimiento con reguladores locales y estándares internacionales (ISO 27001, NIST).

Industria: Integración con ERPs y sistemas de logística.

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

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

5.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Globant: Desarrollo de soluciones Web3 para retail y salud.

EY: Consultoría en identidad digital y blockchain para gobiernos.

TCS: Integración de contratos inteligentes en energía y manufactura.

SONDA: Ciberseguridad y gestión de identidad en telecomunicaciones.

Startups destacadas:

a. uPort (Consensys): Identidad digital descentralizada.

b. Civic: Verificación de identidad sin custodia.

c. Kleros: Resolución de disputas descentralizada.

5.1.6. Estadísticas recientes

KPMG destaca que la ciberseguridad debe integrarse con privacidad y ESG para generar confianza en América del Sur ¹⁵.

Perú actualiza anualmente su Estrategia Nacional de Seguridad y Confianza Digital para adaptarse a los avances tecnológicos ¹⁶.

Gartner estima que para 2026, el 30% de las grandes organizaciones integrarán tecnologías Web3 para combatir la desinformación y proteger la integridad digital ¹⁷.

70% de los consumidores valoran la transparencia y protección de datos como factores clave de confianza digital.

57% de las empresas han sufrido al menos una brecha de datos en los últimos 3 años.

\$200 mil millones estimados en inversión global en tecnologías Web3 y blockchain para 2030.

- Argentina: RENAPER y EY desarrollan identidad digital soberana con blockchain.
- Perú: Ministerio de Salud implementa historia clínica descentralizada con consentimiento digital.

5.1.7. Referencias

Gartner, "Trends in Digital Trust and Web3," 2024.

McKinsey & Company, "Blockchain and Cybersecurity Innovations," 2023.

Forrester, "Enhancing Security Through Decentralization," 2024.

IBM Research, "Integrating Blockchain in Security Architectures," 2023.



5.2. | Desinformation security

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

La desinformación digital se ha convertido en una amenaza crítica para la estabilidad institucional, la confianza ciudadana y la integridad de los procesos democráticos. En América del Sur, donde el consumo de información en redes sociales supera el promedio global, la desinformación puede amplificarse rápidamente y afectar sectores clave como salud, política, finanzas y medios ¹⁸.

Ante este panorama, tecnologías emergentes como **Web3, blockchain, identidad descentralizada (DID) y arquitecturas Zero Trust** están siendo adoptadas para **verificar la autenticidad de la información, proteger la integridad de los datos y reforzar la transparencia** ^{18 19}.

5.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Seguridad contra la Desinformación
Administración Pública	Protección de procesos electorales, verificación de comunicaciones oficiales, defensa contra campañas de desinformación.
Energía y Utilities	Prevención de rumores sobre cortes o accidentes, protección de reputación ante activismo digital.
Finanzas y Seguros	Prevención de fraudes, suplantación de identidad y manipulación de reputación
Industria y Retail	Defensa contra reseñas falsas, campañas de desprestigio, manipulación de percepción de marca.
Telecomunicaciones y Medios	Validación de contenido, protección de periodistas, trazabilidad de fuentes.
Salud	Combate a la desinformación médica, validación de datos clínicos, protección de reputación institucional.

5.2.2. Enfoque técnico

5.2.2.1. Tecnologías clave

- **Blockchain:** Registro inmutable de contenidos y eventos digitales.
- **Identidad Descentralizada (DID):** Autenticación de emisores de información sin intermediarios.
- **Contratos Inteligentes:** Automatización de reglas de verificación y trazabilidad.
- **Zero Trust Architecture:** Verificación continua de usuarios, dispositivos y fuentes.
- **IA para Detección de Desinformación:** Análisis semántico y detección de patrones de manipulación ¹⁸.

5.2.2.2. Arquitectura de integración

- Plataformas Web3 para gestión de identidades y contenidos verificados.
- Sistemas de verificación de contenido integrados con APIs blockchain y motores de IA.
- Redes de confianza basadas en reputación digital y validación descentralizada.

5.2.2.3. Plataformas destacadas

- Truepic, Deepware Scanner, OriginTrail, Chainlink, Adobe Content Authenticity Initiative.

5.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Ministerio del Interior + EY	Plataforma blockchain para verificación de comunicados oficiales
Energía	ENDE + TCS	Sistema de monitoreo de desinformación en redes sociales sobre cortes eléctricos
Finanzas	Banco de Crédito de Perú + TCS	Onboarding digital con identidad descentralizada y validación antifraude
Retail	Globant + Mercado Libre	Detección de reseñas falsas y protección de reputación de marca
Telecom	Entel + SONDA	Validación de contenido generado por usuarios en plataformas móviles
Salud	Ministerio de Salud + IDC	Plataforma de verificación de información médica y campañas de vacunación

5.2.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad entre organismos y cumplimiento de leyes de protección de datos.

Energía: Integración con sistemas SCADA y validación de alertas en tiempo real.

Finanzas: Cumplimiento con reguladores locales y estándares internacionales.

Industria: Protección de reputación digital y gestión de crisis de comunicación.

Telecomunicaciones: Escalabilidad para grandes volúmenes de contenido y baja latencia.

Sanidad: Validación científica, ética médica y protección de datos clínicos.

5.2.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Globant: Desarrollo de soluciones de reputación digital y análisis de sentimiento.

EY: Consultoría en arquitecturas de confianza para gobiernos y salud.

TCS: Integración de IA y blockchain para monitoreo de desinformación.

SONDA: Soluciones de trazabilidad de contenido y protección de medios.

Startups destacadas:

a. **Truepic:** Verificación de imágenes y videos.

b. **Logically:** Detección de narrativas falsas.

c. **OriginTrail:** Trazabilidad de datos en Web3.

5.2.6. Estadísticas recientes

Según la Cumbre Global sobre Desinformación 2024, la IA generativa ha incrementado la dificultad para distinguir contenido verdadero de manipulado, exigiendo nuevas herramientas de verificación ¹⁹.

Gartner estima que para 2026, el 30% de las grandes organizaciones integrarán tecnologías Web3 para combatir la desinformación y proteger la integridad digital ¹⁸.

Forrester destaca que el uso de IA para fact-checking y análisis semántico será clave para mitigar la manipulación informativa en América Latina ¹⁸.

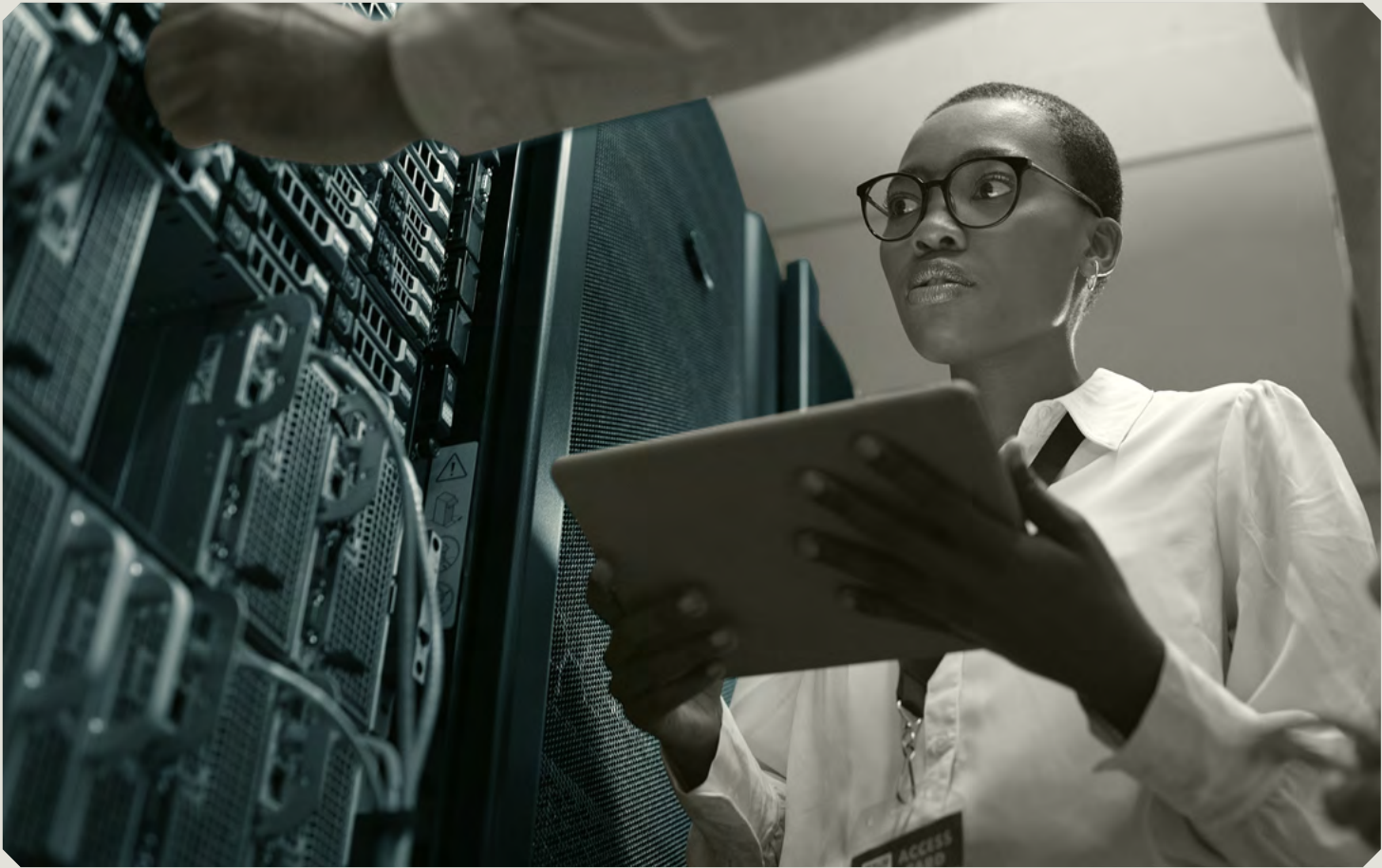
5.2.7. Referencias

Gartner, "Combating Disinformation with AI," 2024.

McKinsey & Company, "Securing Trust in the Digital Age," 2023.

Forrester, "Blockchain and AI for Trust," 2023.

IBM Watson, "AI for Information Integrity," 2023.



5.3. | Post-quantum cryptography

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

La computación cuántica promete resolver problemas complejos con una velocidad sin precedentes, pero también representa una amenaza crítica para los sistemas criptográficos actuales. Algoritmos como RSA y ECC, ampliamente utilizados en banca, salud y gobierno, podrían ser vulnerables ante ataques cuánticos. La **criptografía post-cuántica (PQC)** surge como una solución para garantizar la confidencialidad y la integridad de los datos en un futuro dominado por la computación cuántica ^{20 21}.

5.3.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Criptografía Post-Cuántica
Administración Pública	Protección de identidad digital, comunicaciones gubernamentales seguras, integridad electoral.
Energía y Utilities	Seguridad en redes SCADA, protección de datos de sensores IoT, continuidad operativa.
Finanzas y Seguros	Cumplimiento normativo, protección de transacciones y prevención de fraudes
Industria y Retail	Protección de transacciones, autenticación de productos, privacidad del consumidor.
Telecomunicaciones y Medios	Seguridad de redes 5G, cifrado de extremo a extremo, protección de contenido digital.
Salud	Protección de historiales médicos, consentimiento digital, integridad de datos clínicos.

5.3.2. Enfoque técnico

5.3.2.1. Algoritmos Post-Cuánticos

- **Basados en retículas:** CRYSTALS-Kyber (intercambio de claves), CRYSTALS-Dilithium (firmas digitales)
- **Basados en hash:** SPHINCS+
- **Basados en códigos:** Classic McEliece
- **Multivariantes:** Rainbow (descartado por vulnerabilidades)

5.3.2.2. Estrategia de Migración

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

5.3.2.3. Desafíos técnicos

- Tamaños de clave y firma más grandes.
- Mayor consumo de recursos.
- Reescritura de aplicaciones y protocolos.

5.3.2.4. Herramientas y estándares

- NIST PQC Standardization Project.
- Open Quantum Safe Project.
- Microsoft PQCrypto Library

5.3.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	RENIEC	Migración de identidad digital a algoritmos post-cuánticos
Energía	ENEL	Cifrado post-cuántico en redes de distribución eléctrica
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP) [en exploración]	Sandbox de criptografía post-cuántica para banca digital y firma electrónica avanzada
Retail	Mercado Libre	Protección de pagos y datos de clientes con PQC
Telecom	Entel [en exploración]	Pruebas de cifrado post-cuántico en redes móviles
Salud	Ministerio de Salud	Protección de historiales médicos con algoritmos resistentes a ataques cuánticos

5.3.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Alineación con marcos regulatorios nacionales y soberanía digital.

Energía: Compatibilidad con sistemas industriales y baja latencia.

Finanzas: Cumplimiento con reguladores locales y estándares internacionales (ISO 27001, NIST).

Industria: Integración con sistemas legacy y ERPs.

Telecomunicaciones: Escalabilidad y compatibilidad con infraestructuras existentes.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad y cumplimiento de normativas de protección de datos

5.3.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Globant: Desarrollo de soluciones seguras para e-commerce y salud.

EY: Consultoría en migración criptográfica para gobiernos y banca.

TCS: Integración de PQC en infraestructura crítica.

SONDA: Seguridad en telecomunicaciones y sector público.

5.3.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2030, el 50% de las organizaciones incluirán PQC en sus estrategias de ciberseguridad ²⁰.

En 2025, el NIST publicó tres estándares oficiales de algoritmos post-cuánticos, acelerando su adopción global ²⁰.

Redtrust anticipa que los ataques cuánticos impulsados por IA emergerán a gran escala en 2025, con especial incidencia en los sectores financiero y sanitario ²⁰.

5.3.7. Referencias

Gartner, "The Future of Post-Quantum Cryptography," 2024.

McKinsey & Company, "Quantum Security Trends," 2023.

Forrester, "Building Resilience with PQC," 2023.

IBM Research, "Quantum-Safe Cryptographic Solutions," 2023.



6.1. | Sustainable IT technology

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

La sostenibilidad se ha convertido en un eje estratégico para las organizaciones en América del Sur. Según EY, muchas empresas de la región aún se encuentran en niveles iniciales de madurez ESG, con un enfoque aislado y poco integrado con sus objetivos comerciales ²³. En este contexto, la **tecnología sostenible** —que incluye desde plataformas de monitoreo ambiental hasta inteligencia artificial para eficiencia energética— está siendo integrada en las estrategias de TI para **reducir emisiones, optimizar recursos y generar valor a largo plazo**.

6.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Tecnología Sostenible
Administración Pública	Digitalización verde, reducción de huella de carbono institucional, transparencia y trazabilidad ESG.
Energía y Utilities	Optimización de redes eléctricas, transición energética, monitoreo ambiental con IoT.
Finanzas y Seguros	Modelos de riesgo climático, reporting ESG automatizado, finanzas sostenibles
Industria y Retail	Producción circular, trazabilidad de la cadena de suministro, eficiencia energética en logística.
Telecomunicaciones y Medios	Centros de datos sostenibles, reducción de emisiones en infraestructura, contenido responsable.
Salud	Hospitales inteligentes, gestión eficiente de residuos médicos, acceso equitativo a servicios digitales.

6.1.2. Enfoque técnico

6.1.2.1. Tecnologías Clave

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

6.1.2.2. Arquitectura ESG Integrada

- Plataformas ESG con dashboards para seguimiento de KPIs ambientales y sociales.
- Integración con ERP y CRM para trazabilidad y cumplimiento normativo.
- Automatización de reporting para cumplir con regulaciones como las IFRS S1 y S2.

6.1.2.3. Estándares y marcos

- GRI, SASB, TCFD, ISO 14001, Net Zero Cloud (Salesforce), Microsoft Cloud for Sustainability.

6.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Ministerio del Medio Ambiente	Plataforma digital para trazabilidad de emisiones públicas
Energía	ENEL	Optimización de redes eléctricas con IoT y AI para eficiencia energética
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Plataforma ESG para reporting automatizado y análisis de riesgo climático
Retail	Falabella	Plataforma de trazabilidad ESG en cadena de suministro textil
Telecom	Entel	Migración a centros de datos sostenibles con energía renovable
Salud	Ministerio de Salud	Digitalización de hospitales con enfoque en eficiencia energética y residuos

- Chile: Falabella y Globant desarrollan trazabilidad ESG en cadena textil.
- Argentina: Ucrop.it implementa trazabilidad agrícola sostenible con blockchain.

6.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad, accesibilidad y cumplimiento con normativas locales.

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

Finanzas: Cumplimiento con reguladores locales y estándares internacionales (IFRS, GRI).

Industria: Alineación con estándares como ISO 14001 y economía circular.

Telecomunicaciones: Escalabilidad y eficiencia energética en infraestructuras.

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

6.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



EY: Consultoría ESG para gobiernos y empresas, con foco en descarbonización y economía circular

TCS: Soluciones de eficiencia energética y sostenibilidad en energía y manufactura.

Globant: Desarrollo de plataformas digitales con enfoque en impacto ambiental y social.

SONDA: Modernización de infraestructura pública con criterios de sostenibilidad.

Startups destacadas:

a. Ucrop.it (Argentina): Trazabilidad agrícola sostenible

6.1.6. Estadísticas recientes

Según EY, las empresas latinoamericanas aún muestran un bajo nivel de familiaridad con la definición e implicaciones de una estrategia ESG integrada ²³.

Gartner destaca que más del 60% de los proveedores de software ESG priorizan la facilidad de uso e integración como propuesta de valor clave ²⁴.

En Perú, las energías renovables no convencionales representaron el 5.5% de la matriz energética en 2022, con tendencia creciente ²⁵.

6.1.7. Referencias

Gartner, "Trends in Sustainable Technology," 2024.

McKinsey & Company, "ESG and Digital Transformation," 2023.

Forrester, "Technology for a Greener Future," 2024.

Microsoft Sustainability Report, 2023.

ITO Transformation

D7



7.1. | Private cloud

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

La adopción de la nube ha sido un pilar clave en la transformación digital de las empresas sudamericanas. Sin embargo, el aumento de los costos en la nube pública, la complejidad de los modelos de facturación y la dependencia de un número reducido de proveedores están impulsando una nueva ola de **inversión en alternativas de nube privada**.

Según EY, el 35% de las organizaciones financieras en Latinoamérica ya están al límite o sobrepasan sus proyecciones de gasto en la nube ²⁶. IDC también confirma que la nube híbrida y privada está ganando terreno como modelo preferido en la región ²⁷.

7.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Nube Privada
Administración Pública	Soberanía de datos, cumplimiento normativo, control presupuestario en infraestructura digital.
Energía y Utilities	Baja latencia para sistemas SCADA, seguridad operacional, continuidad de servicios críticos.
Finanzas y Seguros	Optimización de costos, integración con ERPs y protección de datos de clientes
Industria y Retail	Optimización de costos, integración con ERP, protección de datos de clientes y proveedores.
Telecomunicaciones y Medios	Gestión de contenido, almacenamiento seguro, despliegue de servicios edge.
Salud	Protección de datos clínicos, interoperabilidad, cumplimiento de normativas sanitarias.

7.1.2. Enfoque técnico

7.1.2.1. Arquitectura de Nube Privada

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

7.1.2.2. Modelos de Implementación

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

7.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Ministerio de Justicia	Migración de sistemas judiciales a nube privada soberana
Energía	ENDE	Plataforma SCADA sobre nube privada con redundancia regional
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Plataforma bancaria sobre nube privada con cifrado post-cuántico y cumplimiento regulatorio
Retail	Cencosud	Infraestructura híbrida para e-commerce y logística
Telecom	Entel	Nube privada para gestión de contenido y servicios móviles
Salud	Ministerio de Salud	Historia clínica electrónica sobre infraestructura privada certificada

7.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere alineación con marcos regulatorios nacionales y soberanía digital.

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

Finanzas: Cumplimiento con reguladores financieros y auditoría continua.

Industria: Compatibilidad con sistemas legacy y escalabilidad.

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

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

7.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



TCS: Líder en servicios multicloud y nube privada con su plataforma Cloud Exponence

SONDA: Proveedor regional de soluciones de nube privada y centros de datos en LatAm

EY: Consultoría en migración a nube privada para sectores regulados.

Globant: Arquitectura híbrida para retail, salud y medios.

Startups destacadas:

a. Zadara: Infraestructura como servicio privada bajo demanda.

b. Scaleway: Nube privada europea con enfoque en soberanía.

c. Mirantis: Kubernetes y OpenStack para nubes privadas.

7.1.6. Estadísticas recientes

El 66% de las empresas en América Latina ya utiliza modelos de nube híbrida ²⁸.

El 57% de las empresas encuestadas en la región espera que su inversión en servicios cloud crezca entre un 75% y un 100% en los próximos tres años ²⁸.

El 50% de las organizaciones financieras en Latinoamérica alojan menos del 25% de su portafolio de aplicaciones en la nube, pero más del 50% planea migrar una cuarta parte en los próximos tres años ²⁶.

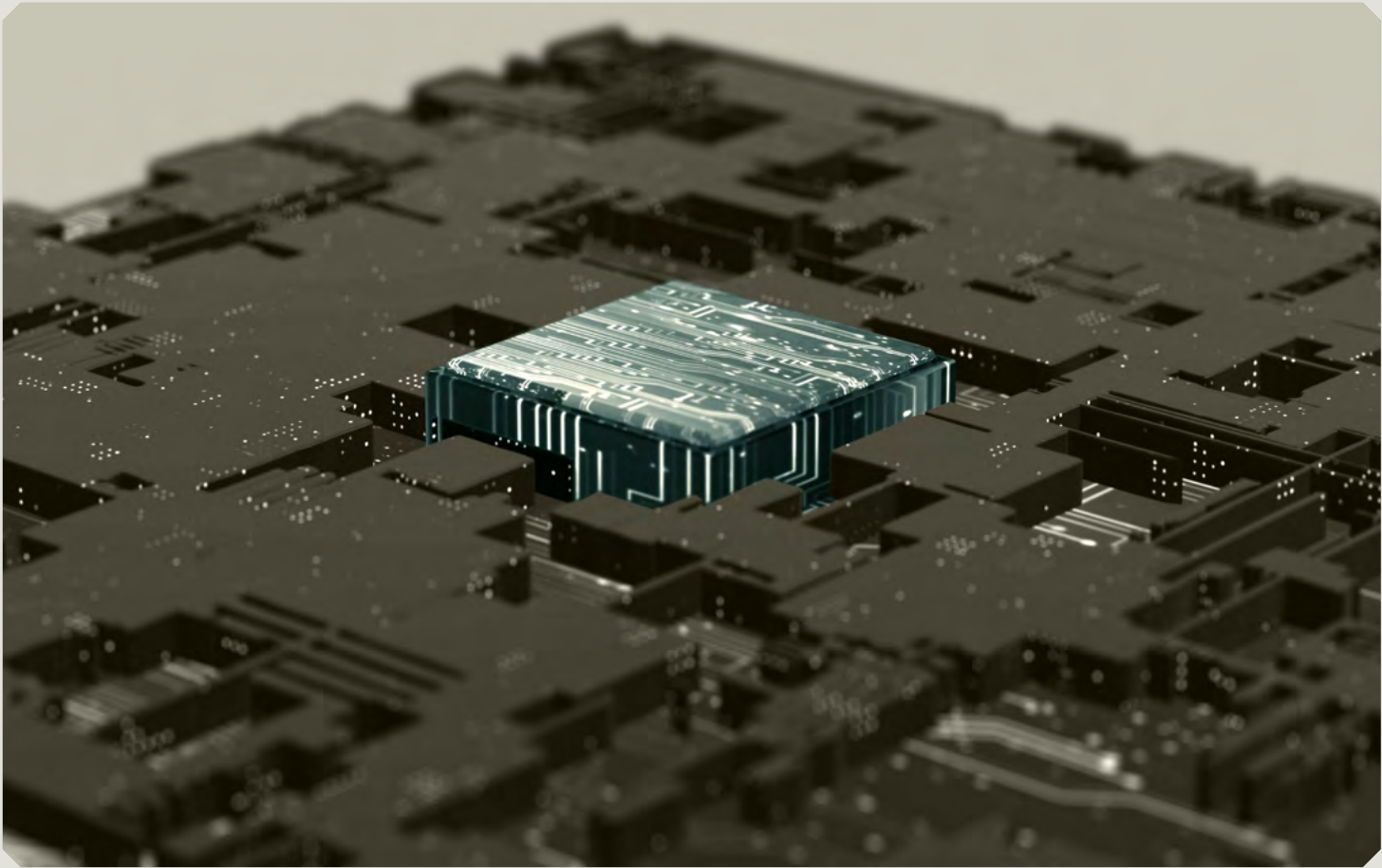
7.1.7. Referencias

Gartner, "Top Trends in Cloud Computing," 2024.

McKinsey & Company, "Hybrid and Private Cloud Solutions," 2023.

Forrester, "Navigating the Private Cloud Landscape," 2024.

Red Hat Research, "Open Source Solutions for Private Clouds," 2023.



7.2. | Hybrid computing

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

La **computación híbrida** combina recursos locales (on-premise), servicios en la nube pública y privada, edge computing y, en algunos casos, capacidades de computación de alto rendimiento (HPC) o cuántica. Este enfoque permite a las organizaciones **optimizar costos, mejorar la resiliencia operativa y acelerar la innovación**. Según Gartner, para 2025, la computación híbrida será una de las principales tendencias estratégicas para resolver casos de uso disruptivos a gran escala ²⁹.

7.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de Hybrid Computing
Administración Pública	Modernización de servicios digitales, interoperabilidad entre agencias, soberanía de datos.
Energía y Utilities	Procesamiento en tiempo real en el edge, simulaciones energéticas, resiliencia operativa.
Finanzas y Seguros	Modelado de riesgos, detección de fraudes y cumplimiento normativo
Industria y Retail	Optimización de logística, análisis predictivo, integración de IA con sistemas ERP.
Telecomunicaciones y Medios	Gestión de tráfico, despliegue de servicios 5G, análisis de datos en tiempo real.
Salud	Diagnóstico asistido por IA, interoperabilidad clínica, procesamiento seguro de datos médicos.

7.2.2. Enfoque técnico

7.2.2.1. Componentes Clave

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

7.2.2.2. Arquitectura de Referencia

- Infraestructura híbrida con integración de centros de datos locales y nubes públicas (Azure, AWS, Google Cloud).
- Plataformas de gestión multicloud para gobernanza, costos y cumplimiento.
- IA distribuida: entrenamiento en cloud, inferencia en edge.

7.2.2.3. Plataformas destacadas

- SONDA Hybrid: Plataforma regional para gestión unificada de entornos híbridos
- TCS Cloud Exponence, Azure Arc, Google Anthos, IBM Hybrid Cloud.

7.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Ministerio de Ciencia	Plataforma híbrida para interoperabilidad de datos científicos
Energía	ENEL	Simulación energética con edge computing y nube privada
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Plataforma híbrida para detección de fraudes y cumplimiento normativo
Retail	Globant	Arquitectura híbrida para e-commerce y análisis predictivo
Telecom	Entel	Gestión de red 5G con edge computing y nube híbrida
Salud	Ministerio de Salud	Diagnóstico por imagen con IA en entorno híbrido seguro

- Perú: Ministerio de Justicia migra sistemas judiciales a nube privada con EY.

7.2.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Cumplimiento de leyes de protección de datos y soberanía digital.

Energía: Integración con sistemas SCADA y alta disponibilidad.

Finanzas: Cumplimiento con reguladores locales y auditoría continua.

Industria: Compatibilidad con sistemas legacy y escalabilidad.

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

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

7.2.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



SONDA: Plataforma **SONDA Hybrid** para gestión de entornos cloud y on-premise en América Latina.

TCS: Soluciones híbridas para energía, manufactura y telecomunicaciones.

EY: Consultoría en transformación digital híbrida para sector público y salud.

Globant: Arquitectura híbrida para retail, medios y servicios financieros.

Startups destacadas:

a. Edgeworx: Plataforma de orquestación edge-cloud.

b. Rescale: HPC híbrido para simulaciones científicas.

c. Run:ai: Gestión de cargas de IA en entornos híbridos.

7.2.6. Estadísticas recientes

Según IDC, el mercado de TI en América Latina crecerá un 11.1% en 2024, impulsado por la adopción de modelos híbridos y edge computing ³⁰.

EY destaca que las juntas directivas en América del Sur priorizan la innovación tecnológica como eje de resiliencia y competitividad para 2025 ³¹.

Gartner estima que para 2026, más del 60% de las empresas adoptarán arquitecturas híbridas para cargas críticas ²⁹.

7.2.7. Referencias

Gartner, "The Rise of Hybrid Computing," 2024.

Forrester, "Edge and Cloud: A Hybrid Future," 2023.

McKinsey & Company, "Strategies for Hybrid IT Adoption," 2023.

IBM Research, "Hybrid Cloud and Quantum Synergies," 2023.



8.1. | Augmented connected workforce

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

La transformación del trabajo en América del Sur está siendo impulsada por la adopción de tecnologías digitales que permiten a los empleados colaborar, aprender y tomar decisiones de forma más inteligente y segura. La **fuerza laboral aumentada y conectada (ACWF)** combina herramientas como **IA, plataformas colaborativas, realidad aumentada (AR), IoT y análisis de datos** para mejorar la productividad, la experiencia del empleado y la eficiencia operativa.

Según EY, el 34% de los trabajadores en América Latina considera cambiar de empleo si no se le ofrece flexibilidad, bienestar y herramientas digitales adecuadas ³². Gartner prevé que para 2026, el 50% de los trabajadores del conocimiento estarán aumentados por IA en sus tareas diarias ³³.

8.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto del Augmented-Connected Workforce
Administración Pública	Digitalización de servicios, colaboración interinstitucional, capacitación remota de funcionarios.
Energía y Utilities	Mantenimiento remoto, monitoreo en campo con AR, soporte técnico en tiempo real.
Finanzas y Seguros	Copilotos de IA para atención al cliente, cumplimiento normativo y análisis de riesgos
Industria y Retail	Capacitación en línea, automatización de procesos, asistencia aumentada en planta.
Telecomunicaciones y Medios	Soporte técnico remoto, gestión de redes distribuidas, colaboración en tiempo real.
Salud	Telemedicina, entrenamiento clínico con realidad mixta, colaboración entre especialistas.

8.1.2. Enfoque técnico

8.1.2.1. Tecnologías Clave

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

8.1.2.2. Arquitectura de Integración

- Infraestructura cloud-first con seguridad Zero Trust.
- Gestión unificada de dispositivos (UEM).
- Integración con sistemas de RRHH, ERP y LMS.

8.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa / Institución	Caso de Uso
Gobierno	Ministerio de Educación	Capacitación docente remota con plataformas colaborativas y AR
Energía	ENEL	Soporte técnico remoto con realidad aumentada para mantenimiento de redes
Finanzas	Banco de Crédito del Perú (BCP)	Copilotos de IA para atención al cliente y análisis de cumplimiento normativo
Retail	Falabella	Entrenamiento inmersivo de personal en tiendas y logística
Telecom	Entel	Gestión de equipos técnicos distribuidos con plataformas conectadas
Salud	Ministerio de Salud	Telemedicina y colaboración clínica entre hospitales regionales

- Perú: Ministerio de Educación usa realidad aumentada para capacitación docente.
- Argentina: Falabella usa simuladores inmersivos para entrenamiento de personal.

8.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad, accesibilidad y formación digital.

Energía: Necesita conectividad en campo y dispositivos robustos.

Finanzas: Cumplimiento normativo y protección de datos sensibles.

Industria: Integración con sistemas de producción y logística.

Telecomunicaciones: Escalabilidad y baja latencia.

Sanidad: Validación clínica, interoperabilidad y ética médica.

8.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



EY: Consultoría en transformación digital del trabajo en sector público y salud.

TCS: Soluciones de workforce aumentado para energía, manufactura y telecomunicaciones.

SONDA: Plataformas de colaboración y soporte técnico remoto en telecomunicaciones.

Globant: Desarrollo de experiencias inmersivas para retail y capacitación.

Startups destacadas:

- a. **TeamViewer Frontline:** AR para asistencia remota en campo.
- b. **RealWear:** Dispositivos portátiles para trabajadores conectados.
- c. **Virbela:** Espacios virtuales colaborativos para trabajo remoto.

8.1.6. Estadísticas recientes

EY reporta que el 34% de los trabajadores en América Latina cambiaría de empleo si no se le ofrece flexibilidad y herramientas digitales adecuadas ³².

Gartner estima que para 2026, el 50% de los trabajadores del conocimiento estarán aumentados por IA en sus tareas diarias ³³.

Según el Panorama Laboral 2025 del Banco Mundial, América Latina generó 27 millones de nuevos empleos entre 2016 y 2024, pero con baja productividad ³⁴.

8.1.7. Referencias

Gartner, "Trends in Augmented Workforce," 2024.

McKinsey & Company, "Digital Transformation in the Workplace," 2023.

Forrester, "Workforce Tools and Productivity Insights," 2024.

Microsoft Research, "The Role of Collaboration Platforms in Hybrid Work," 2023.

Tech for the future

Tecnología que nos prepara
para el futuro