



Innovation Telescope Zoom México

2025

indracompany.com

 **INDRA**
GROUP

Índice

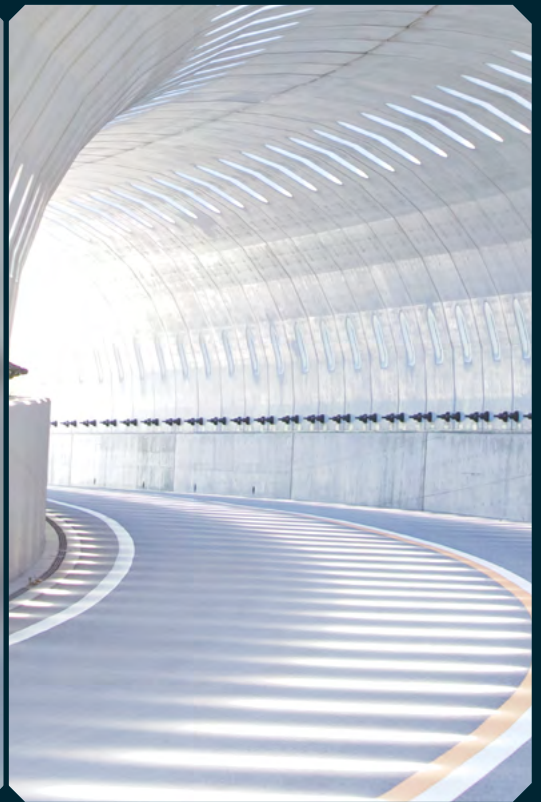
INTRODUCCIÓN.....	6
I. Principales tendencias identificadas	7
II. Grado de adopción y madurez.....	8
• Grado de adopción	8
» Grado de adopción tecnología y sector	9
» Comparativa de adopción por sector (global tecnologías).....	10
» Comparativa de adopción por tecnología (global mercados)	11
1. AI VALUE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

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

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

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

Introducción



En el vertiginoso y en constante cambio mundo de las Tecnologías de la Información (TI) en México, mantenerse al tanto de las tendencias emergentes se ha convertido en una prioridad estratégica para las organizaciones públicas y privadas. La aceleración digital, impulsada por tecnologías como la inteligencia artificial generativa, la automatización inteligente, la ciberseguridad avanzada y la sostenibilidad tecnológica, está redefiniendo los modelos de negocio, los servicios públicos y la experiencia del cliente en el país.

Este documento presenta un análisis exhaustivo de las principales tendencias tecnológicas que están moldeando el futuro del sector TI en México 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 competitividad y contribuir

a una transformación digital inclusiva, segura 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 del Plan Nacional de Desarrollo Digital, la Agenda Digital de México y el Informe de Tendencias Tecnológicas 2024 de IDC Latinoamérica, que destaca que más del 60% de las empresas mexicanas están acelerando su adopción de tecnologías emergentes como IA, nube híbrida y automatización inteligente.

Este trabajo se ha complementado con el análisis interno de nuestras unidades de negocio, que han identificado oportunidades concretas de innovación a corto y medio plazo, alineadas con las prioridades estratégicas del país y las actividades de mejora de la oferta prioritaria.

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 México, especialmente en sectores como la banca, la salud y la logística. Universidades, centros de investigación y organismos públicos están desarrollando iniciativas para explorar su aplicación en criptografía post-cuántica, simulación de materiales complejos y optimización de procesos industriales. La computación cuántica representa una amenaza para los métodos de cifrado actuales, lo que está acelerando la inversión en soluciones resilientes.
- **Evolución de la Inteligencia Artificial (IA):** La IA continúa su rápida evolución en México, con un crecimiento sostenido en su adopción por parte de empresas y entidades públicas. Se destacan avances en IA generativa, modelos energéticamente eficientes y soluciones hiperpersonalizadas. En 2024 el 65% de las organizaciones a nivel global ya utilizan IA generativa de forma regular, y México no es la excepción, con aplicaciones en salud, educación, manufactura y servicios financieros.
- **Ciberseguridad Inteligente y Confianza Digital:** La digitalización acelerada ha elevado la prioridad de la ciberseguridad en México. 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, el país está avanzando en el fortalecimiento de su soberanía digital, en línea con las estrategias del gobierno federal y la Agenda Nacional de Ciberseguridad.
- **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. 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.

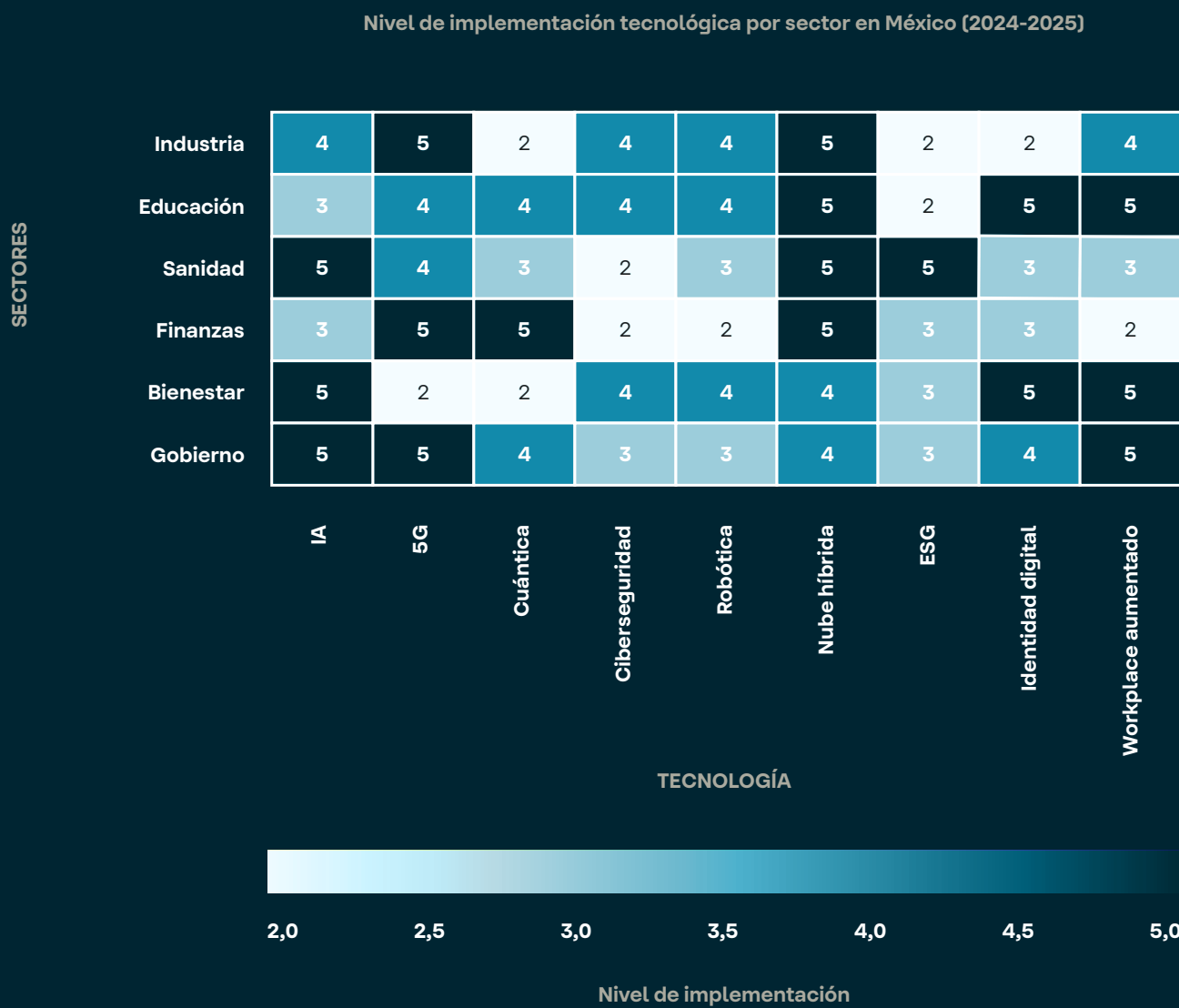
Regulación y políticas: Marcos legales que favorecen o limitan la adopción.

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 **mapa de calor** que muestra el **nivel de implementación tecnológica por sector en México**, basado en datos estimados para el período **2024-2025**:



Cómo interpretarlo:

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

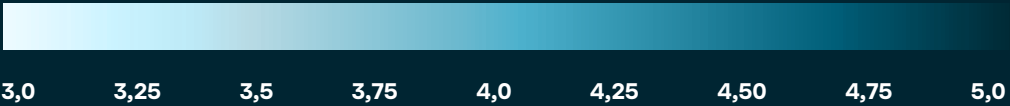
» Comparativa de adopción por sector [global tecnologías]

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

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

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

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



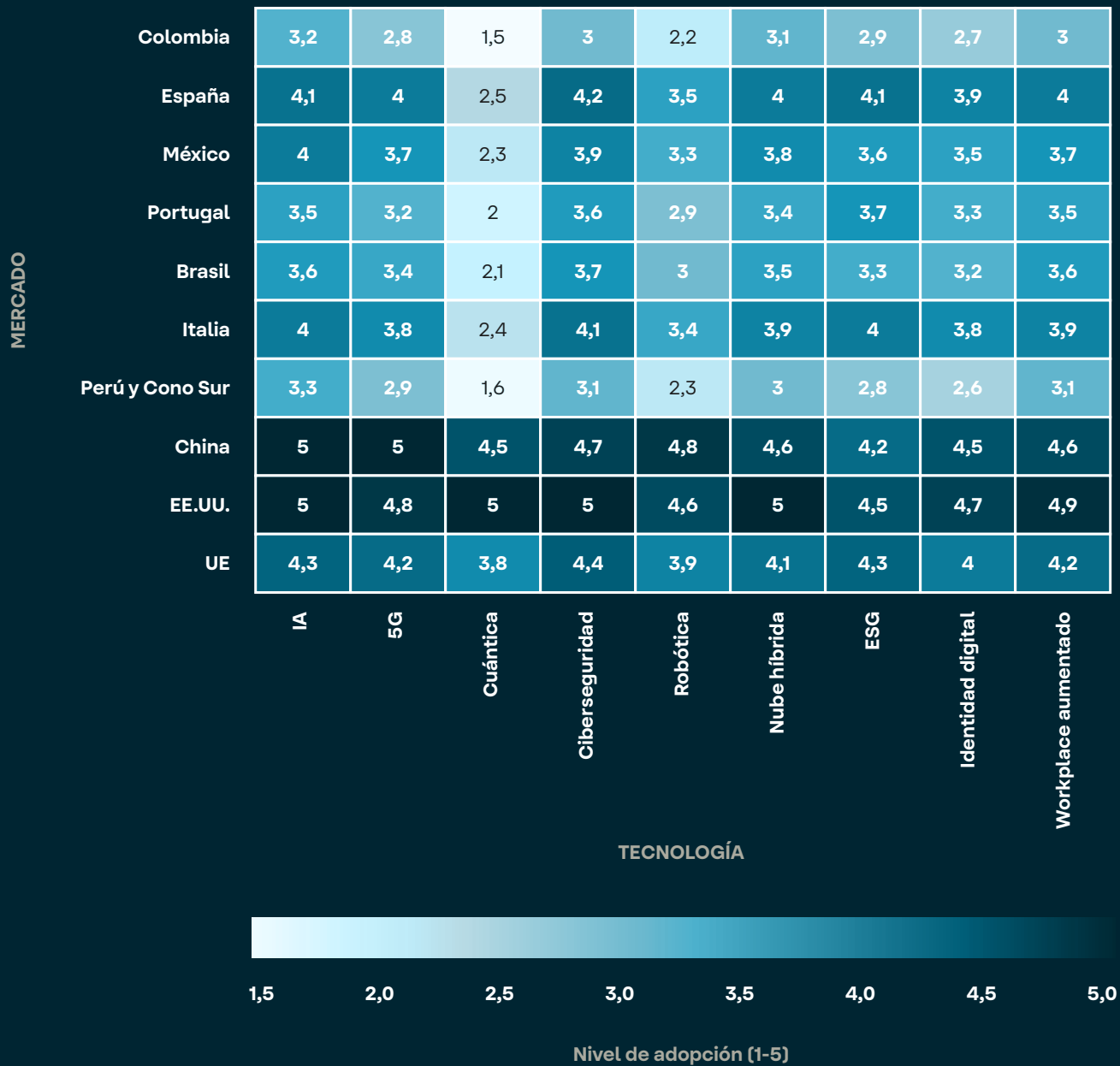
Nivel de adopción (1-5)

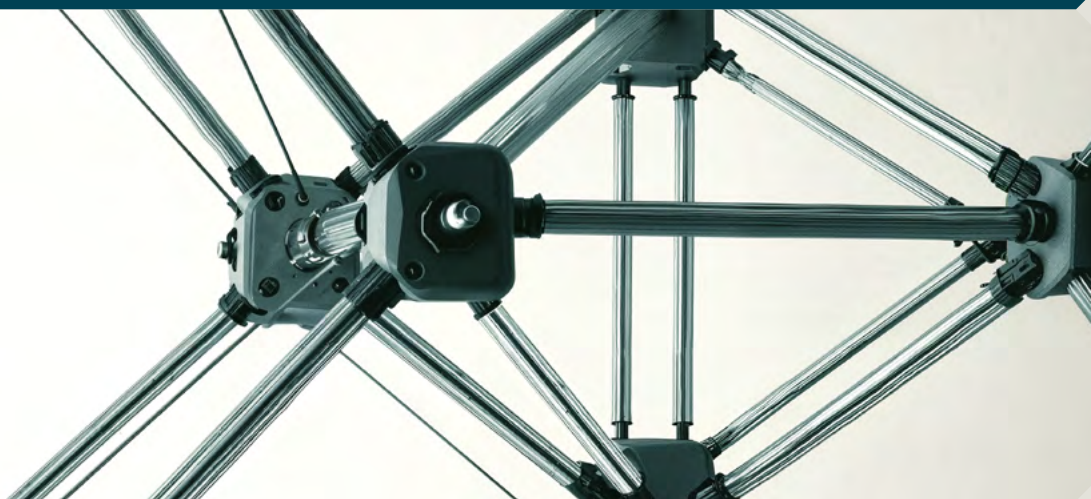
» Comparativa de adopción por tecnología [global mercados]

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

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

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





1.1. | Machine customer

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

Los **clientes máquina** son 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 México, esta tendencia se está acelerando 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 ².

1.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de los Clientes Máquina
Administración Pública	Automatización de compras gubernamentales, mantenimiento predictivo y gestión de contratos
Energía y Utilities	Equipos que solicitan mantenimiento o energía de forma autónoma
Finanzas y Seguros	Robo-advisors que ejecutan inversiones y seguros automáticamente
Industria y Retail	Robots que gestionan inventario y realizan pedidos a proveedores
Telecomunicaciones y Medios	Dispositivos que negocian ancho de banda o servicios de contenido
Sanidad	Equipos médicos que reponen suministros o programan calibraciones automáticamente

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	SAT (Servicio de Administración Tributaria) [en exploración]	Sistema de compras públicas automatizadas con IA y blockchain
Energía	CFE (Comisión Federal de Electricidad)	Equipos de red que solicitan mantenimiento preventivo de forma autónoma
Finanzas	BBVA México	Robo-advisors que ejecutan inversiones y seguros personalizados
Industria y Retail	Bimbo	Robots logísticos que gestionan inventario y pedidos en tiempo real
Telecomunicaciones	Telmex	Dispositivos que negocian recursos de red y QoS automáticamente
Sanidad	IMSS	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 de la CNBV y Banxico.

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:



Mexicanas:

IDS Comercial (automatización financiera), **Auronix** (bots conversacionales), **Kubo Financiero** (IA en fintech), **Globant México** (transformación digital).

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 ¹.

EY México identifica la automatización inteligente como una de las cinco prioridades estratégicas para 2025 ².

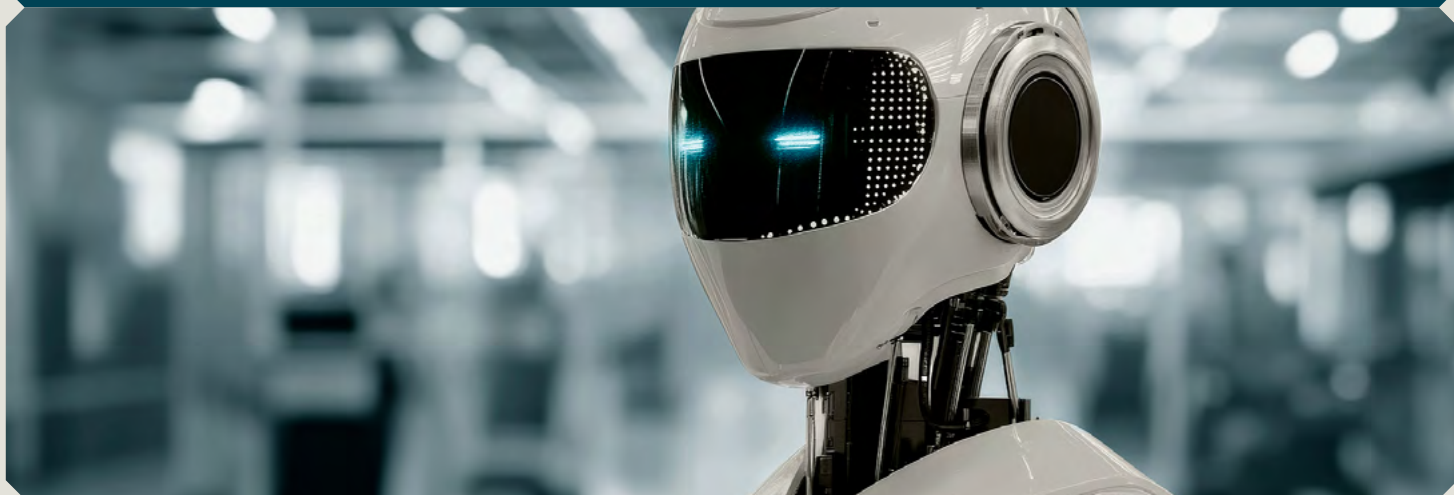
1.1.7. Referencias

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** son sistemas autónomos diseñados para ejecutar múltiples tareas, adaptarse a nuevos entornos y aprender nuevas funciones sin necesidad de reprogramación. Según Gartner, esta tecnología es una de las **principales tendencias estratégicas para 2025**, con un impacto directo en la productividad, la eficiencia operativa y la colaboración humano-máquina ^{3 4}.

En México, la escasez de mano de obra calificada, la presión por reducir costes 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	Aplicaciones Estratégicas
Administración Pública	Automatización de atención ciudadana, limpieza, vigilancia y mantenimiento
Energía y Utilities	Inspección de infraestructuras, mantenimiento predictivo y operaciones en entornos peligrosos
Finanzas y Seguros	Automatización de procesos documentales, atención en sucursales y análisis de datos
Industria y Retail	Logística, control de calidad, atención al cliente y formación de empleados
Telecomunicaciones y Medios	Instalación de equipos, soporte técnico y entrega de contenidos inmersivos
Sanidad	Asistencia a pacientes, entrega de medicamentos, desinfección y aPolyo quirúrgico

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
Administración Pública	Gobierno de Jalisco	Robots de atención ciudadana y limpieza urbana autónoma en edificios gubernamentales
Energía	CFE (Comisión Federal de Electricidad)	Robots para inspección de líneas eléctricas y mantenimiento en subestaciones
Finanzas	BBVA México	Robots de atención en oficinas y procesamiento documental
Industria y Retail	Grupo Bimbo	Robots logísticos y de reposición en almacenes y centros de distribución
Telecomunicaciones	Telmex	Robots técnicos para instalación de fibra y mantenimiento de red
Sanidad	IMSS	Robots de desinfección, entrega de medicamentos y asistencia quirúrgica en hospitales públicos

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:



Mexicanas:

IDS Comercial (automatización financiera), **Roomie IT** (robots de servicio), **Auronix** (bots conversacionales), **Globant México** (transformación digital).

2.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2027, el 30% de las operaciones de primera línea estarán apoyadas por robots polifuncionales ³.

En México, el 45% de las empresas manufactureras planean invertir en automatización robótica avanzada antes de 2026 ⁴.

EY México reporta que los robots polifuncionales ofrecen un ROI más rápido que los monofuncionales, al ampliar su utilidad y adaptabilidad ⁵.

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 México. En 2025, la ONU celebrará el **Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas**, reconociendo un siglo de avances desde la formulación de la teoría cuántica 6.

México, a través de instituciones como el **CINVESTAV**, la **UNAM** y el **Centro de Investigación en Computación del IPN**, está desarrollando capacidades en computación cuántica, algoritmos híbridos y criptografía resistente a ataques cuánticos.

3.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Aplicaciones Estratégicas
Administración Pública	Comunicaciones seguras entre dependencias, protección de datos ciudadanos y soberanía digital
Energía y Utilities	Simulación de redes eléctricas, predicción de demanda y optimización de consumo
Finanzas y Seguros	Criptografía post-cuántica, modelado de riesgos y detección de fraudes
Industria y Retail	Optimización de cadenas de suministro, simulación de materiales y logística inteligente
Telecomunicaciones y Medios	Infraestructura de distribución de claves cuánticas (QKD) y protección de contenidos
Sanidad	Simulación molecular para descubrimiento de fármacos, análisis genómico y diagnóstico asistido por IA cuántica

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	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de México (SEGOB)	Proyecto piloto de comunicaciones seguras entre dependencias con algoritmos post-cuánticos
Energía	CFE	Simulación cuántica de redes eléctricas para optimización de carga y predicción de picos
Finanzas	BBVA México	Evaluación de algoritmos PQC para cifrado de datos bancarios y firma electrónica avanzada
Industria	Grupo Bimbo	Algoritmos cuánticos para optimización logística y predicción de demanda
Telecomunicaciones	Telmex	Desarrollo de infraestructura QKD para comunicaciones seguras en redes 5G
Sanidad	IMSS (en exploración)	Simulación cuántica de proteínas para investigación en oncología personalizada

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 de la CNBV y Banxico.
- 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:



Mexicanas:

IDS Comercial (automatización financiera), **CINVESTAV** (investigación cuántica), **UNAM** (algoritmos híbridos), **Globant México** (transformación digital).

3.1.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2030, el 50% de las organizaciones incluirán PQC en sus estrategias de ciberseguridad ⁷.

México participa en iniciativas regionales para el desarrollo de capacidades cuánticas en América Latina, con aPolyo de la CEPAL y la UNESCO ⁷.

La ONU ha proclamado 2025 como el **Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas**, lo que impulsará la inversión y colaboración científica global ⁸.

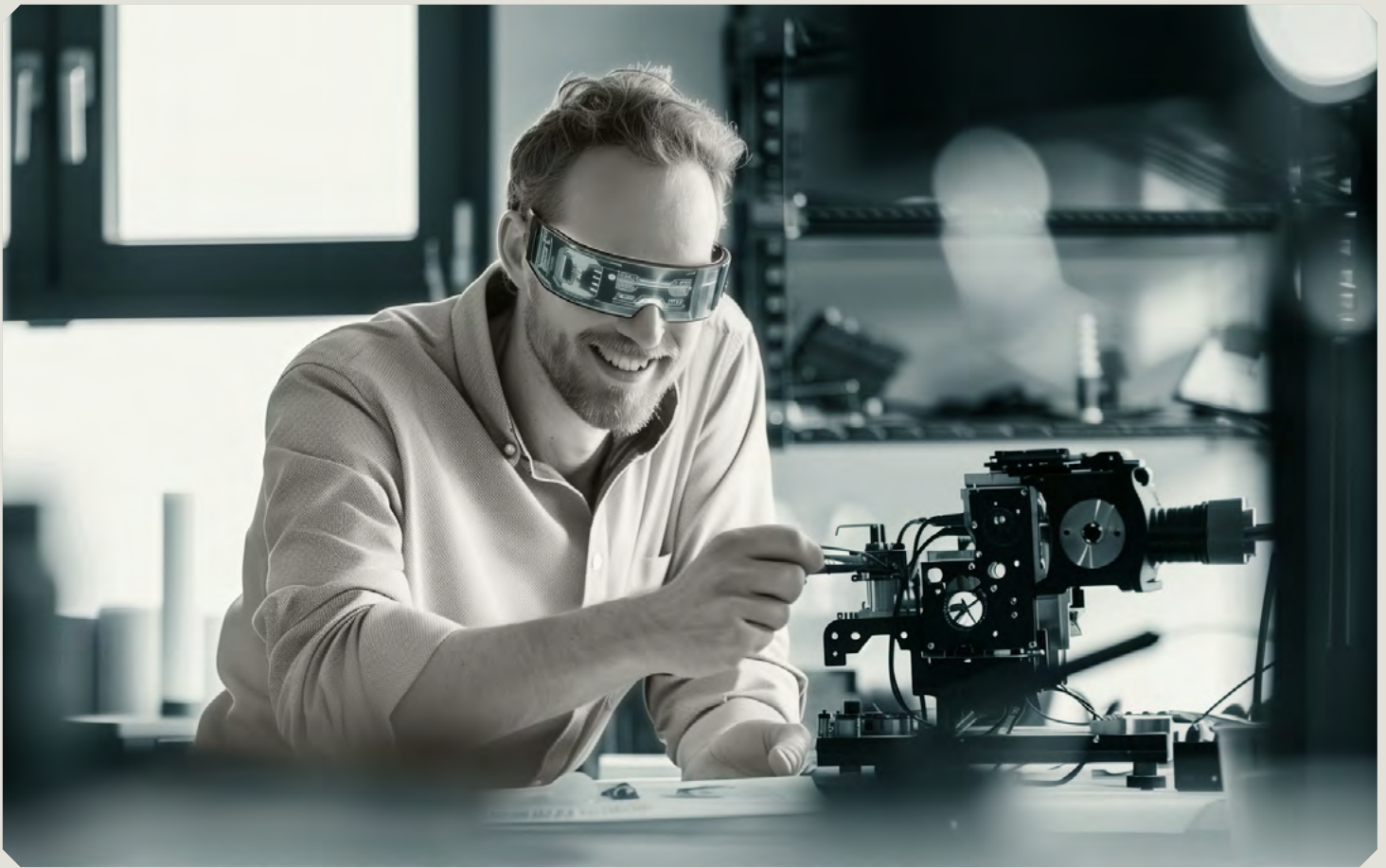
3.1.7. Referencias

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 (RA), realidad mixta (RM), 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 ⁸.

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 ⁸.

3.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Aplicaciones Estratégicas
Administración Pública	Simulación urbana, formación inmersiva de funcionarios y atención ciudadana aumentada
Energía y Utilities	Visualización de infraestructuras, mantenimiento asistido por RA y análisis predictivo
Finanzas y Seguros	Simulaciones financieras inmersivas, análisis emocional del cliente y asesoramiento virtual
Industria y Retail	Optimización de layouts, formación técnica, análisis de comportamiento del consumidor
Telecomunicaciones y Medios	Creación de contenidos inmersivos, personalización cognitiva y soporte técnico virtual
Sanidad	Diagnóstico asistido por RA, rehabilitación cognitiva, simulación quirúrgica y formación médica

3.2.2. Enfoque técnico

3.2.2.1. Tecnologías clave

- **Realidad Aumentada (RA) y Realidad Mixta (RM):** 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, Meta Quest.**
- Integración con sistemas empresariales (ERP, CRM, LMS).
- Gemelos digitales para simulación de entornos físicos y procesos.

3.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de Nuevo León	Simulación urbana con RA para planificación de infraestructura y participación ciudadana
Energía	CFE	Mantenimiento de redes con asistencia RA y visualización de datos en campo
Finanzas	BBVA México	Simulaciones financieras inmersivas y asesoramiento virtual con IA conversacional
Industria y Retail	Grupo Bimbo	Optimización de rutas logísticas y análisis de flujo de clientes con sensores espaciales
Telecomunicaciones	Telmex	Creación de contenidos inmersivos y soporte técnico con realidad aumentada
Sanidad	IMSS	Diagnóstico por imagen con RA y rehabilitación cognitiva con entornos virtuales

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:



Mexicanas:

IDS Comercial (automatización financiera), **Roomie IT** (robots de servicio), **Auronix** (bots conversacionales), **Globant México** (experiencias inmersivas).

3.2.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2028, el 20% de las personas tendrá una experiencia inmersiva semanal con contenido contextual ⁸.

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

Forrester destaca que las empresas que integran RA/RM en sus procesos de atención al cliente aumentan la satisfacción en un 25% y reducen los tiempos de resolución en un 30%.

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.

Las **mejoras neurológicas** a través de tecnologías inmersivas están redefiniendo la forma en que las personas interactúan con la información, los entornos y los servicios. La convergencia entre **realidad aumentada (AR)**, **realidad virtual (VR)**, **inteligencia artificial (IA)** y **interfaces cerebro-máquina** está permitiendo **potenciar funciones cognitivas, mejorar la toma de decisiones y personalizar la experiencia del usuario** ^{9 10}.

En México, estas tecnologías están siendo adoptadas en sectores como salud, educación, industria y servicios financieros, con aplicaciones que van desde la rehabilitación cognitiva hasta la formación inmersiva y el análisis emocional del consumidor.

4.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Aplicaciones Estratégicas
Administración Pública	Formación inmersiva de funcionarios, simulación de políticas públicas y atención ciudadana aumentada
Energía y Utilities	Visualización de infraestructuras, mantenimiento asistido por AR y reducción de carga cognitiva en campo
Finanzas y Seguros	Simulaciones financieras inmersivas, asesoramiento emocional y análisis de intención del cliente
Industria y Retail	Formación técnica, análisis de comportamiento del consumidor y diseño de espacios inteligentes
Telecomunicaciones y Medios	Creación de contenidos personalizados según respuesta neurológica y soporte técnico inmersivo
Sanidad	Rehabilitación cognitiva, simulación quirúrgica, diagnóstico asistido y formación médica avanzada ⁹

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.
- **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	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de Jalisco	Formación inmersiva para funcionarios públicos y simulación de escenarios urbanos
Energía	CFE	Mantenimiento de redes con AR y monitorización cognitiva de técnicos
Finanzas	BBVA México	Simulaciones financieras inmersivas y asesoramiento emocional con IA
Industria y Retail	Grupo Bimbo	Análisis de comportamiento del consumidor con sensores neurológicos y RA
Telecomunicaciones	Telmex	Personalización de contenidos según respuesta neurológica y soporte técnico con AR
Sanidad	IMSS	Rehabilitación cognitiva con VR y diagnóstico asistido por IA y neurofeedback ²

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 la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

4.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Startups mexicanas:

Roomie IT, NeuroSmart, Inmersys, Neuroboost (rehabilitación cognitiva, AR/VR, interfaces cerebro-máquina).

4.1.6. Estadísticas recientes

El mercado de realidad aumentada en México crecerá a una tasa anual compuesta del 42,3% entre 2025 y 2034 ¹¹.

Gartner estima que para 2034, el 30% de los trabajadores del conocimiento utilizarán tecnologías de mejora neurológica para mantener su competitividad ¹.

Las soluciones inmersivas han demostrado mejorar la retención de conocimiento en un 75% frente a métodos tradicionales de formación ¹⁰.

4.1.7. Referencias

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

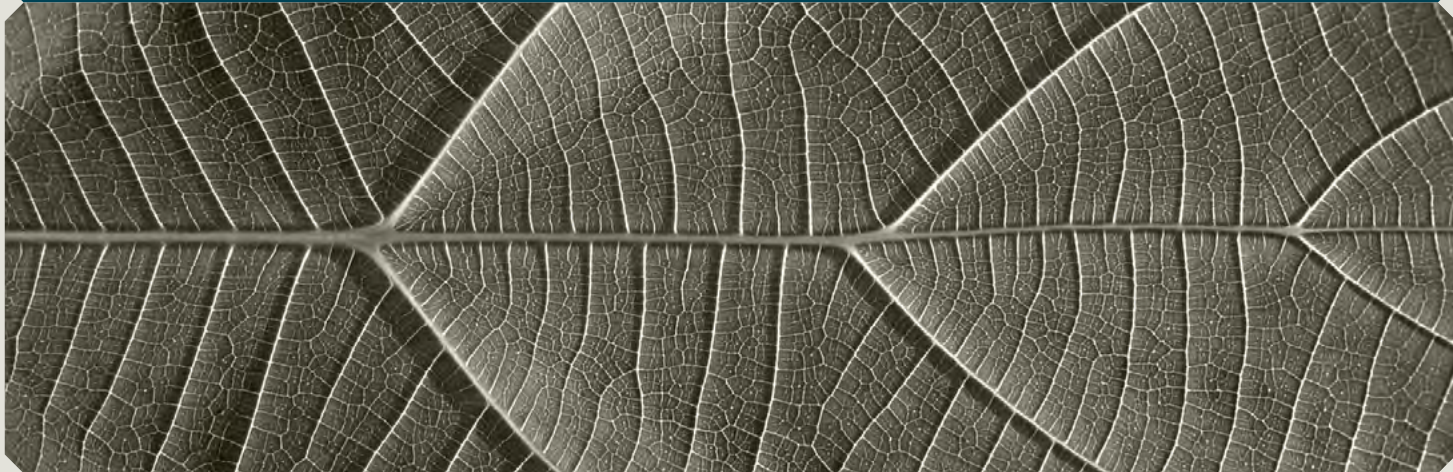
Deloitte. (2023). "Trends in Neurotechnology Adoption."

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

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

Digital Identity Onboarding/Signature

D5



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.

En un entorno digital cada vez más complejo, la **confianza digital** se ha convertido en un activo estratégico. En México, el aumento de ciberataques, la desinformación y la fragmentación de identidades digitales están impulsando a las organizaciones a adoptar **tecnologías emergentes como Web3, blockchain, identidad descentralizada (DID) y arquitecturas Zero Trust** para proteger sus activos, usuarios y reputación.

Según EY México, los líderes cibernéticos de alto rendimiento están adoptando marcos de confianza cero, autenticación sin contraseña y tecnologías descentralizadas para innovar sin comprometer la seguridad ¹⁴. IDC también destaca que las empresas mexicanas enfrentan una escasez de talento en ciberseguridad y deben adoptar enfoques más automatizados y basados en datos para proteger sus operaciones ¹⁵.

5.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Aplicaciones Estratégicas
Administración Pública	Identidad digital soberana, trazabilidad de documentos y protección contra suplantación
Energía y Utilities	Protección de infraestructuras críticas, validación de eventos operativos y cumplimiento normativo
Finanzas y Seguros	Onboarding digital seguro, prevención de fraudes y cumplimiento con CNBV y Banxico
Industria y Retail	Protección de datos de clientes, trazabilidad de productos y gestión de reputación digital
Telecomunicaciones y Medios	Verificación de contenido, detección de deepfakes y protección de redes sociales corporativas
Sanidad	Consentimiento digital, interoperabilidad segura y protección de datos clínicos sensibles

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	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de México (SEGOB) (en exploración)	Plataforma de identidad digital soberana basada en blockchain para servicios públicos ¹⁴
Energía	CFE	Validación descentralizada de eventos críticos en redes eléctricas
Finanzas	BBVA México	Onboarding digital con identidad descentralizada y contratos inteligentes antifraude
Industria	Grupo Bimbo	Trazabilidad de proveedores y productos con blockchain y reputación digital
Telecomunicaciones	Telmex	Verificación de integridad de contenidos y autenticación de dispositivos con Web3
Sanidad	IMSS	Consentimiento digital y compartición segura de datos clínicos con blockchain

5.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad entre organismos y cumplimiento de la Ley General de Protección de Datos Personales.

Energía: Alta criticidad exige certificaciones y pruebas de robustez.

Finanzas: Cumplimiento con CNBV, Banxico 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:



Startups mexicanas:

Shokworks, Truora, Kolonus (blockchain, identidad digital, reputación descentralizada).

5.1.6. Estadísticas recientes

Según IDC, el 70% de las organizaciones mexicanas planea aumentar su inversión en ciberseguridad en 2025 ¹⁵.

EY México destaca que los “creadores seguros” están adoptando Web3 y Zero Trust como pilares de su estrategia digital ¹⁴.

Gartner estima que para 2026, el 30% de las grandes organizaciones integrarán tecnologías Web3 para combatir la desinformación y proteger la integridad digital ⁵.

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 gobiernos, empresas y ciudadanos. En México, donde el uso de redes sociales es alto y la polarización informativa creciente, las campañas de desinformación pueden afectar desde elecciones hasta la reputación de marcas. Según Gartner, para 2028, el 50% de las empresas adoptará soluciones específicas para combatir la desinformación, frente a menos del 5% en 2024 ¹².

La integración de tecnologías **Web3** — como blockchain, identidad descentralizada (DID) y contratos inteligentes— junto con **arquitecturas de confianza Zero Trust**, está emergiendo como una solución clave para **verificar la autenticidad de la información, proteger la integridad de los datos y reforzar la transparencia** ¹³.

5.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Aplicaciones Estratégicas
Administración Pública	Verificación de comunicados oficiales, trazabilidad de documentos y protección contra suplantación
Energía y Utilities	Prevención de campañas de desinformación sobre apagones o incidentes operativos
Finanzas y Seguros	Prevención de fraudes, suplantación de identidad y manipulación de reputación
Industria y Retail	Protección de marca frente a fake reviews y campañas de boicot digital
Telecomunicaciones y Medios	Verificación de contenidos, detección de deepfakes y protección de redes sociales corporativas
Sanidad	Combate a la desinformación médica, validación de fuentes clínicas y protección de datos sensibles

5.2.2. Enfoque técnico

5.2.2.1. Tecnologías clave

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

5.2.2.2. Arquitectura de integración

- Plataformas Web3 para 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.

5.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de México (SEGOB)	Plataforma blockchain para verificar comunicados oficiales y prevenir suplantaciones ¹⁴
Energía	CFE	Sistema de alertas verificadas sobre incidencias energéticas con trazabilidad blockchain
Finanzas	BBVA México	Onboarding digital con identidad descentralizada y validación antifraude
Industria	Grupo Bimbo	Protección de marca frente a campañas de desinformación mediante IA y reputación digital
Telecomunicaciones	Telmex	Plataforma de detección de deepfakes y verificación de contenido multimedia
Sanidad	IMSS	Sistema de validación de fuentes médicas y control de desinformación sanitaria

5.2.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere interoperabilidad entre organismos y cumplimiento de la Ley General de Protección de Datos Personales.

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

Finanzas: Cumplimiento con regulaciones de la CNBV y Banxico.

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:



Startups mexicanas:

Shokworks, Truora, Kolonus (blockchain, identidad digital, reputación descentralizada)

5.2.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2028, el 50% de las empresas adoptará soluciones específicas para combatir la desinformación ¹².

En México, el 62% de los usuarios de internet ha estado expuesto a noticias falsas, según datos de la Asociación de Internet MX ¹³.

EY México identifica la ciberseguridad y la confianza digital como prioridades estratégicas para 2025 ¹⁴.

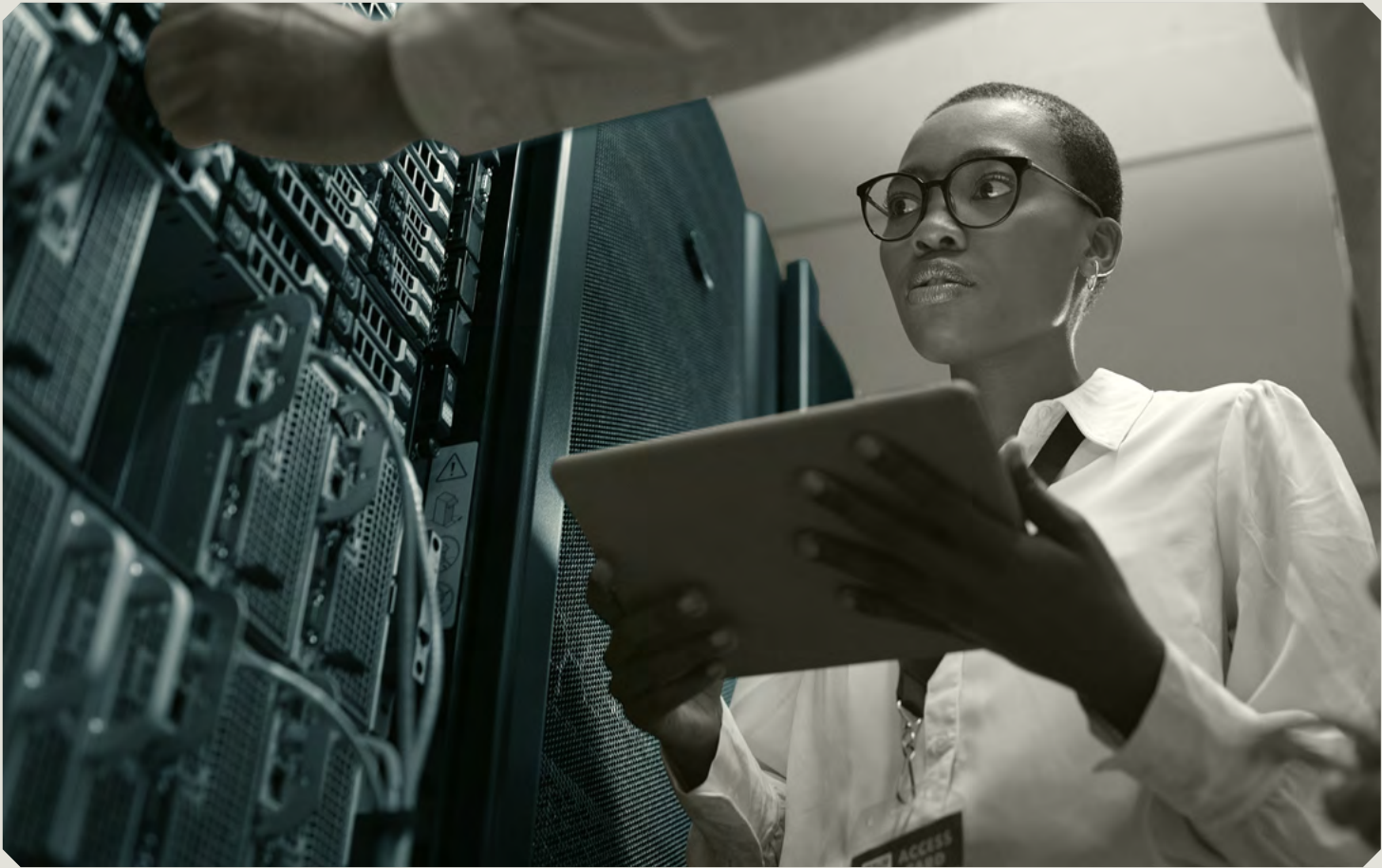
5.2.7. Referencias

Gartner, "Combatting 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 revolucionar industrias enteras, 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 ^{16 17}.

En México, sectores estratégicos están comenzando a evaluar e implementar algoritmos resistentes a la cuántica, anticipándose a la amenaza de “capturar ahora, descifrar después”, que permitiría a los atacantes almacenar datos cifrados hoy para descifrarlos en el futuro ¹⁶.

5.3.1. Impacto en los negocios

Sector	Aplicaciones Estratégicas
Administración Pública	Protección de datos ciudadanos, comunicaciones interinstitucionales y sistemas de identidad digital
Energía y Utilities	Seguridad en redes SCADA, sensores IoT y sistemas de control de infraestructuras críticas
Finanzas y Seguros	Cumplimiento normativo, protección de transacciones y prevención de fraudes
Industria y Retail	Protección de propiedad intelectual, trazabilidad de productos y datos de clientes
Telecomunicaciones y Medios	Seguridad en redes 5G, cifrado de contenidos y protección de datos de usuarios
Sanidad	Protección de historiales médicos, consentimientos digitales y datos genómicos sensibles ¹⁷

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

5.3.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de México (SEGOB)	Evaluación de algoritmos PQC en sistemas de identidad digital y comunicaciones seguras
Energía	CFE	Pruebas de cifrado post-cuántico en redes SCADA y sensores IoT
Finanzas	BBVA México	Sandbox de criptografía post-cuántica para banca digital y firma electrónica avanzada
Industria	Grupo Bimbo	Protección de propiedad intelectual y datos de clientes con cifrado resistente a cuántica
Telecomunicaciones	Telmex	Integración de PQC en redes 5G y cifrado de extremo a extremo en servicios digitales
Sanidad	IMSS	Integración de PQC en redes 5G y cifrado de extremo a extremo en servicios digitales

5.3.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Alineación con la Estrategia Nacional de Ciberseguridad y la Ley General de Protección de Datos Personales.

Energía: Compatibilidad con sistemas industriales y baja latencia.

Finanzas: Cumplimiento con CNBV, Banxico 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:



Mexicanas:

IDS Comercial (infraestructura segura), **CINVESTAV** (investigación cuántica), **UNAM** (algoritmos híbridos), **Globant México** (transformación digital).

5.3.6. Estadísticas recientes

Gartner estima que para 2027, el 60% de las empresas incluirán PQC en sus estrategias de ciberseguridad ⁶.

En 2025, el NIST publicó los primeros estándares oficiales de algoritmos post-cuánticos, acelerando su adopción global ¹⁶.

En México, los sectores financiero y sanitario lideran la adopción de PQC, según Redtrust y OCD Tech ^{16 18}.

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 mexicanas. Más del 50% de las empresas en el país ya cuentan con una estrategia ESG, y el 72% ha implementado acciones de transición energética ¹⁹. 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, eficiencia energética en edificios públicos, transparencia en datos ESG
Energía y Utilities	Optimización de redes inteligentes, reducción de emisiones, gestión de recursos hídricos
Finanzas y Seguros	Modelos de riesgo climático, reporting ESG automatizado, finanzas sostenibles
Industria y Retail	Trazabilidad de la cadena de suministro, economía circular, eficiencia energética
Telecomunicaciones y Medios	Centros de datos sostenibles, reducción de huella de carbono digital, reciclaje de dispositivos
Salud	Hospitales inteligentes, gestión eficiente de residuos médicos, telemedicina con bajo impacto ambiental

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 la CSRD.

6.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Empresa	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de Jalisco	Plataforma de gestión energética de edificios públicos con IoT y cloud verde
Energía	CFE	Gemelos digitales para optimizar redes eléctricas y reducir emisiones ²⁰
Finanzas	BBVA México	Plataforma ESG para reporting automatizado y análisis de riesgo climático
Industria y Retail	Grupo Bimbo (en exploración)	Blockchain para trazabilidad de proveedores y materiales sostenibles
Telecomunicaciones	Telmex	Optimización energética de redes y centros de datos con IA
Sanidad	IMSS	Hospital inteligente con gestión energética y digitalización de procesos clínicos

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 CNBV, SFDR y taxonomía verde.

Industria: Alineación con estándares como ISO 14001 y GRI.

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:



Mexicanas:

IDS Comercial (automatización ESG), **Enlight** (energía solar), **Clarity AI** (análisis ESG), **Globant México** (transformación digital sostenible)

Startups mexicanas:

Ecolana, **GreenTank**, **Kilimo** (tecnología para economía circular, eficiencia hídrica y trazabilidad ESG)

6.1.6. Estadísticas recientes

El 72% de las empresas mexicanas ha implementado acciones de transición energética y el 66% de economía circular ¹⁹.

El 44% de las empresas considera necesario invertir en herramientas digitales para cumplir con su estrategia ESG ¹⁹.

EY México destaca que las empresas con estrategias ESG integradas están mejor posicionadas para generar valor sostenible ¹⁹.

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 mexicanas. 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 IDC, México lidera en la región en inversión tecnológica, priorizando modelos híbridos que combinan lo mejor de la nube pública y privada ²¹.

7.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Beneficios Estratégicos de la Nube Privada
Administración Pública	Soberanía de datos, cumplimiento normativo y control sobre infraestructuras críticas
Energía y Utilities	Baja latencia, integración con sistemas SCADA y seguridad operacional
Finanzas y Seguros	Cumplimiento con CNBV y Banxico, cifrado avanzado y auditoría de transacciones
Industria y Retail	Optimización de costos, integración con ERPs y protección de datos de clientes
Telecomunicaciones y Medios	Edge computing, procesamiento de datos en tiempo real y reducción de latencia
Sanidad	Protección de datos clínicos, interoperabilidad y cumplimiento de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados

7.1.2. Enfoque técnico

- **Private Cloud On-Premise o Hosted:** Infraestructura dedicada gestionada internamente o por terceros locales.
- **Arquitectura Híbrida:** Combinación de nubes públicas y privadas para balancear costos y rendimiento.
- **Software-Defined Infrastructure (SDI):** Automatización de recursos de red, almacenamiento y cómputo.
- **Cloud Management Platforms (CMP):** Herramientas para gobernanza, monitoreo y orquestación multi-cloud.
- **Edge Computing + Private Cloud:** Procesamiento local para aplicaciones de baja latencia y alta disponibilidad.

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 Cliente	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de Jalisco	Migración de servicios cívicos a nube privada soberana
Energía	Comisión Federal de Electricidad [CFE]	Plataforma de monitoreo energético en nube privada híbrida
Finanzas	BBVA México	Plataforma bancaria sobre nube privada con cifrado post-cuántico y cumplimiento regulatorio
Industria	Cemex	Gestión de datos industriales en infraestructura privada
Retail	Grupo Bimbo	Plataforma de e-commerce y logística en nube privada
Telecomunicaciones	Telmex	Orquestación de red 5G sobre infraestructura privada
Salud	Hospital Ángeles	Historia clínica electrónica en nube privada certificada

7.1.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Requiere alineación con la Estrategia Digital Nacional y normativas de contratación pública.

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

Finanzas: Cumplimiento con CNBV, Banxico y auditoría continua.

Industria: Compatibilidad con sistemas legacy y escalabilidad.

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

7.1.5. Empresas y startups de referencia

Globales:



Mexicanas:

IDS Comercial (infraestructura segura), **KIO Networks** (data centers), **Alestra** (servicios cloud), **Globant México** (transformación digital).

Startups mexicanas:

KIO Networks, Netsoft, Cloud Seguro (infraestructura privada, seguridad, servicios gestionados).

7.1.6. Estadísticas recientes

Según IDC, la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) para la adopción de soluciones de nube en México es del 31.9% hasta 2025 ²¹.

El 50% de las empresas mexicanas planea ejecutar una gran proporción de sus aplicaciones productivas en la nube para 2025 ²¹.

EY México reporta que el 41.7% de las empresas ha alcanzado un nivel medio de madurez digital, con la nube como uno de los pilares clave ²².

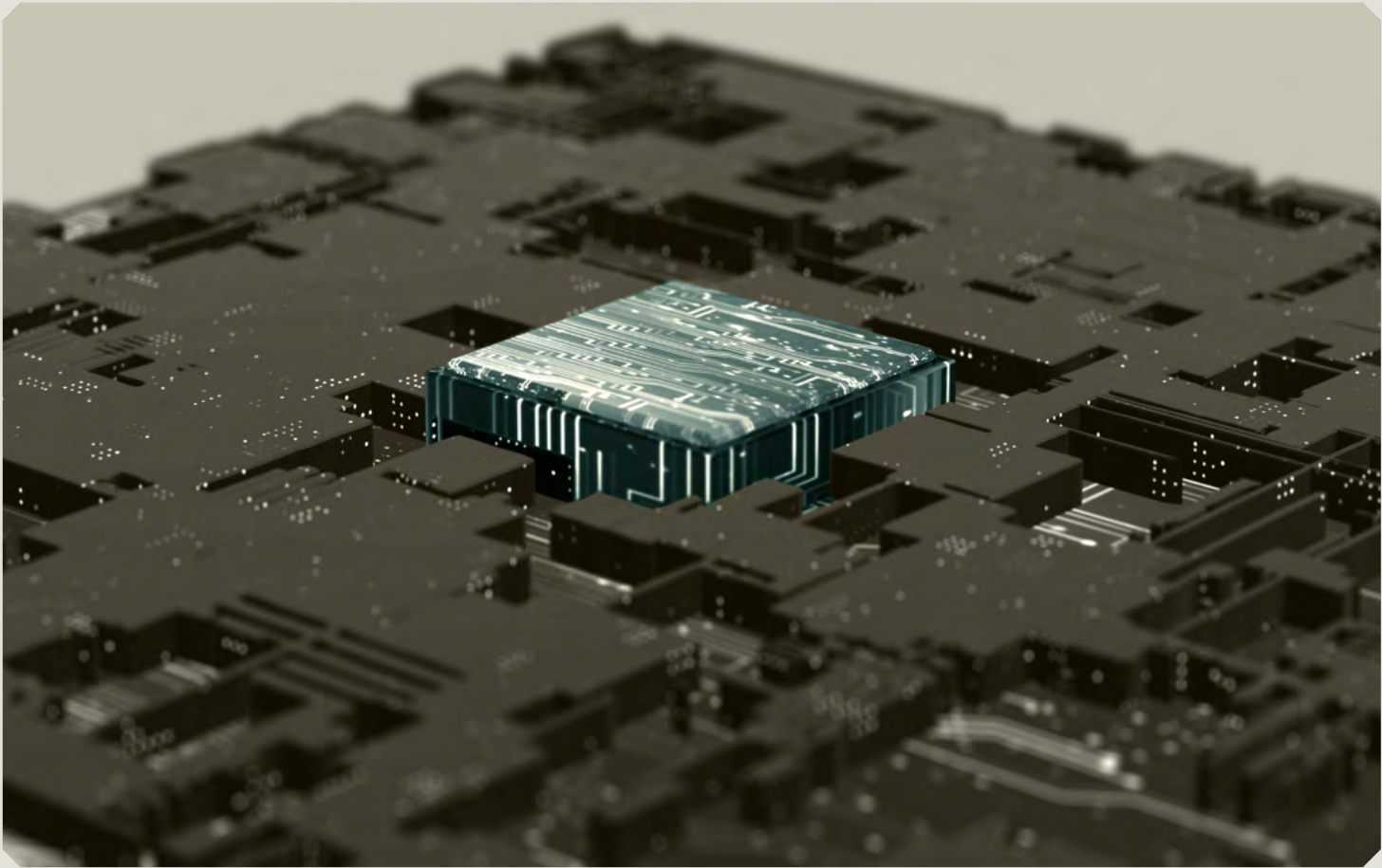
7.1.7. Referencias

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 ²⁴. En México, sectores como banca, energía, salud y administración pública están liderando esta transformación, impulsados por la necesidad de **escalabilidad, cumplimiento normativo y eficiencia operativa**.

7.2.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Computación Híbrida
Administración Pública	Interoperabilidad entre sistemas, servicios digitales más ágiles y seguros.
Energía y Utilities	Monitoreo en tiempo real, mantenimiento predictivo, eficiencia energética.
Finanzas y Seguros	Modelado de riesgos, detección de fraudes y cumplimiento normativo
Industria y Retail	Automatización de procesos, integración de IoT con ERP, logística inteligente.
Telecomunicaciones	Gestión de redes 5G, análisis de tráfico, orquestación de servicios digitales.
Salud	Procesamiento seguro de datos clínicos, interoperabilidad de historiales, IA para diagnóstico.

7.2.2. Enfoque técnico

- **Arquitectura Multinube:** Integración de AWS, Azure, GCP con soluciones locales.
- **Edge Computing:** Procesamiento cercano a la fuente de datos para reducir latencia.
- **Contenedores y Orquestación:** Kubernetes, Docker, OpenShift para escalabilidad y portabilidad.
- **IA Distribuida:** Modelos entrenados en la nube y ejecutados localmente.
- **Middleware de Integración:** APIs, ESB, iPaaS para conectar sistemas heterogéneos.

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.

7.2.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de Jalisco	Plataforma de interoperabilidad de servicios ciudadanos
Energía	Comisión Federal de Electricidad	Monitoreo de redes con edge computing y analítica predictiva
Finanzas	BBVA México	Plataforma híbrida para detección de fraudes y cumplimiento normativo
Industria	Grupo Bimbo	Integración de IoT con ERP en arquitectura híbrida
Retail	Liverpool	Plataforma omnicanal con microservicios y nube híbrida
Telecomunicaciones	Telcel	Gestión de red 5G con edge computing y AI
Salud	Hospital ABC	Diagnóstico asistido por IA en arquitectura híbrida

7.2.4. Consideraciones de mercado

Administración Pública: Cumplimiento de la Ley General de Protección de Datos Personales y soberanía digital.

Energía: Integración con sistemas SCADA y alta disponibilidad.

Finanzas: Cumplimiento con CNBV, Banxico 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

IDS Comercial:

Fábrica de software, soluciones empresariales y nube híbrida.

Globales:



Mexicanas:

IDS Comercial (infraestructura híbrida), **KIO Networks** (cloud y data centers), **Alestra** (servicios cloud), **Globant México** (transformación digital).

Startups:

- a. **Kubo Financiero:** Infraestructura híbrida para servicios financieros.
- b. **Arkangel AI:** IA médica distribuida.
- c. **Nowports:** Logística inteligente con arquitectura híbrida.

7.2.6. Estadísticas recientes

Según EY México, solo el 41.7% de las empresas ha alcanzado un nivel medio de madurez digital, con la nube híbrida como uno de los pilares clave ²².

Gartner estima que para 2026, más del 60% de las empresas adoptarán arquitecturas híbridas para cargas críticas ²⁴.

IDC destaca que México lidera en la región en inversión tecnológica, priorizando modelos híbridos y edge computing ²⁵.

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 **fuerza laboral aumentada y conectada** representa una evolución estratégica en la gestión del talento, combinando tecnologías como **IA, plataformas colaborativas, realidad aumentada (AR), IoT y análisis de datos** para mejorar la productividad, la experiencia del empleado y la eficiencia operativa. Según IDC, el 2025 será un año de transformación para el mercado laboral mexicano, donde las organizaciones que integren tecnología y humanidad prosperarán en un entorno competitivo ²⁶.

8.1.1. Impacto en los negocios

Sector	Impacto de la Fuerza Laboral Aumentada
Administración Pública	Digitalización de procesos, colaboración interinstitucional, capacitación inmersiva
Energía y Utilities	Mantenimiento remoto, asistencia en campo con AR, monitoreo en tiempo real
Finanzas y Seguros	Copilotos de IA para atención al cliente, cumplimiento normativo y análisis de riesgos
Industria y Retail	Automatización de tareas, formación inmersiva, gestión de inventario inteligente
Telecomunicaciones y Medios	Soporte técnico remoto, gestión de redes, colaboración distribuida
Salud	Telemedicina, asistencia quirúrgica remota, formación médica con realidad extendida

8.1.2. Enfoque técnico

- **Plataformas de Trabajo Digital:** Microsoft 365, Google Workspace, Slack, Zoom integradas con IA.
- **Realidad Aumentada y Virtual (AR/VR):** Formación inmersiva, asistencia remota, simulaciones.
- **IoT y Edge Computing:** Sensores para monitoreo de condiciones laborales y productividad.
- **Workforce Analytics:** Análisis de desempeño, bienestar y colaboración.
- **Automatización Inteligente (RPA + IA):** Reducción de tareas repetitivas y mejora de flujos de trabajo.

8.1.2.1. Tecnologías Clave

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

8.1.2.2. Arquitectura de Integración

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

8.1.3. Casos de uso por mercado

Sector	Cliente	Caso de Uso
Administración Pública	Gobierno de la Ciudad de México	Plataforma colaborativa para trabajo híbrido en dependencias
Energía	Comisión Federal de Electricidad [CFE]	Mantenimiento remoto con AR y asistencia en campo
Finanzas	BBVA México	Copilotos de IA para atención al cliente y análisis de cumplimiento normativo
Industria	Grupo Bimbo	Formación inmersiva y automatización de procesos logísticos
Retail	Liverpool	Gestión de inventario con IoT y capacitación con realidad virtual
Telecomunicaciones	Telmex	Soporte técnico remoto con realidad aumentada
Salud	Hospital Ángeles	Telemedicina y formación médica con simuladores virtuales

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:



Mexicanas:

IDS Comercial (automatización financiera), **Auronix** (bots conversacionales), **Roomie IT** (robots de servicio), **Globant México** (experiencias inmersivas)

Startups mexicanas:

Roomie IT, **Inmersys**, **Neuroboost** (realidad aumentada, formación inmersiva, IA aplicada al trabajo).

8.1.6. Estadísticas recientes

Según IDC, el 47% de las empresas mexicanas priorizará el trabajo remoto e híbrido en 2025, y más del 50% enfrentará escasez de talento ²⁶.

EY México destaca que la transformación digital y la mejora en productividad son prioridades internas clave para los próximos tres años ².

Gartner estima que para 2026, el 50% de los trabajadores del conocimiento estarán aumentados por IA en sus tareas diarias ¹.

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