



# Perfil de la oferta costarricense *especializada en tecnologías 4.0*

**Erick J. Apuy**

Dirección de Inteligencia Comercial  
Octubre 2019

La **Cuarta Revolución Industrial** constituye un **mercado global de más de 665 mil millones de USD** y representa un proceso de transformación que impacta diferentes esferas de la vida humana, no solo en un ámbito **productivo**, sino también socioeconómico, laboral y cultural, donde la fuerza de cambio es siempre la **tecnología**.

En este contexto, **Costa Rica** participa con un sector TIC experimentado e integrado por cerca de 450 empresas, del cual el **12% (56 empresas)** se identificó desarrollan servicios basados en **tecnologías vinculadas a la Industria 4.0**, intensivas en valor agregado. Este **segmento** de la oferta genera **970 empleos** directos, **mayormente PYME (80%)** y con una **cartera de servicios especializados** compuesta por más de **19 categorías tecnológicas 4.0**, con mayor participación de **Cloud Computing** (54% de las empresas), **Big Data** (50%), **Internet de las cosas** (46%), **Inteligencia Artificial** (36%) y **RPA** (36%), entre otras.

Las **experiencias** de este segmento están concentradas mayormente en **clientes de tamaño grande (89%)** y en **verticales de servicios (65%)**, mismas características que comparten con la totalidad de empresas TICs, pero **diferenciados** por mostrar mayor vinculación con **clientes en bienes** (35% de empresas 4.0 vs 11% empresas TICs total), es decir, que son más exitosos en vender a demanda de un perfil de manufactura, agrícola o alimentaria, sectores tradicionalmente lejanos al consumo TIC local.

En este ámbito específicamente de **bienes**, se evidencia que RPA, Automatización, Cloud Computing, X-Reality y Big Data son las **tecnologías más demandadas**; mientras que dispositivos médicos, alimentario y agrícola los **sectores** que demandan un mayor número de estas tecnologías. **En Costa Rica**, se identifican aplicaciones de alto valor agregado y **escalabilidad a nivel internacional** de casos de éxito importantes, como **IoT en sector agrícola** (sensores y drones en áreas de producción) y en sector **ciencias de la vida** (control automatizado de hornos especializados para implantes médicos); así como **Big Data** en industria **alimentaria** para la identificación de **patrones de consumo** y tendencias del mercado, en entre otros casos.

**Para una mayor vinculación con empresas en bienes**, se recomienda a la **oferta: i)** un acercamiento personalizado y una mayor comprensión del giro de negocio del cliente; **ii)** desarrollo de protocolos exhaustivos de resguardo de datos; y **iii)** visibilizar y mercadear el potencial de las tecnologías en distintos sectores. Para la **demanda: i)** priorizar las necesidades según la tecnología; **ii)** explorar modelos de negocio basados en co-creación; y **iii)** desarrollar cultura organizacional más proclive a la aplicación de tecnologías 4.0 en la empresa.

# Metodología

- 1. Identificación de empresas TIC's costarricenses cuya oferta de servicios está basada en tecnologías vinculadas a la Industria 4.0**
- 2. Diseño y aplicación de una encuesta a este grupo de empresas especializadas:**
  - Tamaño de la muestra: 56 empresas
  - Tecnologías vinculadas a Industria 4.0 identificadas: 19 categorías
  - Perfil de los entrevistados: 75% CEOs / 15% CTOs / 10% otros gerenciales
- 3. Desarrollo de entrevistas presenciales y virtuales a empresas de este subsector, así como a diferentes entidades del ecosistema tecnológico costarricense**
- 4. Procesamiento y modelado de datos**
- 5. Desarrollo de informe final**

# Objetivo principal

**Conocer la experiencia del segmento de la oferta costarricense de servicios de tecnologías 4.0 con el fin de precisar el potencial de escalabilidad internacional de su modelo de negocio**

## Objetivos específicos

- 1. Contextualizar el mercado global, segmentos y aplicaciones de las principales tecnologías vinculadas a industria 4.0, como ciberseguridad, inteligencia artificial y blockchain, entre otros.**
- 2. Conocer las características actuales de oferta costarricense de tecnologías 4.0 en términos de modelo de negocio; cartera de servicios especializados y productos de propiedad intelectual.**
- 3. Identificar el perfil de cliente de este sector y los principales ejemplos de la aplicación de soluciones basadas en tecnologías 4.0 en sectores productivos de bienes de la economía costarricense.**

# Contenido

## ***CAPÍTULO 1***

**El entorno global de la Industria 4.0**

## ***CAPÍTULO 2***

**Perfil de la oferta costarricense de tecnologías 4.0**

## ***CAPÍTULO 3***

**Aspectos clave para una mayor vinculación entre oferta y demanda 4.0**

## La Cuarta Revolución Industrial

- El mundo vive una transformación vertiginosa, en donde un conjunto de nuevas tecnologías basadas en TIC's está cambiando radicalmente la manera en que producimos, consumimos, comercializamos y trabajamos. A este proceso de cambios socioeconómicos se le conoce como La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0.
- El término surge en Alemania a principios de la década de 2010, acuñado por un grupo multidisciplinario de especialistas convocados por el gobierno de este país para diseñar un programa de mejora de la productividad de la industria manufacturera.
- A pesar de que muchas de las tecnologías que hoy convergen ya existían, la gran diferencia está basada en la forma en que se combinan para generar disrupciones significativas en una amplitud de verticales productivas de bienes y servicios.
- El Foro Económico Mundial identifica 8 diferentes ámbitos en los cuales se desarrollan e impactan las fuerzas del cambio, que no solo consisten en planteamientos tecnológicos y productivos, sino también en esferas sociales, laborales y éticos. Para efectos de este estudio, el análisis estará centrado en el ámbito tecnológico en materia de oferta, demanda y sus características.

## Tecnologías vinculadas a la Industria 4.0

- En el ámbito tecnológico, la Industria 4.0 está vinculada a una serie de categorías disruptivas cuya aplicación en diferentes sectores posee el potencial para revolucionar la economía y sociedad a nivel global, así como generar un impacto económico producto del reajuste en las industrias y reacomodo de la fuerza laboral.

# Principales hallazgos:



- La **Industria 4.0 está vinculada** a una serie de **categorías disruptivas** cuya aplicación en diferentes sectores posee el potencial para revolucionar la economía y sociedad a nivel global, así como generar un impacto económico producto del reajuste en las industrias y reacomodo de la fuerza laboral. Las principales son:
  - **Internet de las cosas:** redes de sensores de bajo costo para la recolección de datos, monitoreo, toma de decisiones y optimización de procesos.
  - **Internet móvil:** dispositivos informáticos móviles y conectividad a internet más económica y capaz.
  - **Impresión 3D:** técnicas de fabricación aditiva para crear objetos mediante la impresión de capas de material basadas en modelos digitales.
  - **Automatización del trabajo:** sistemas de software inteligentes que pueden realizar tareas de trabajo del conocimiento que involucran comandos no estructurados y juicios sutiles.
  - **Robótica avanzada:** robots más capaces utilizados para automatizar tareas o procesos humanos.
  - **Genómica avanzada:** secuenciación de genes de bajo costo, análisis de big data y biología sintética.
  - **Computación en la nube:** uso de hardware y software entregados mediante una red o internet.
  - **Vehículos autónomos:** navegar y maniobrar con intervención humana reducida o nula.
  - **Energías renovables:** generación de energía a partir de fuentes renovables de bajo impacto ambiental.
  - **Almacenamiento de energía:** sistemas que almacenan energía de manera inteligente para uso posterior.
  - **Materiales avanzados:** materiales designados para mostrar características o funcionalidades superiores.
  - **Blockchain:** tecnología de contabilidad distribuida basada en sistemas criptográficos.

# Principales hallazgos:



- **A partir de lo anterior, se identifican las categorías tecnológicas de mayor valor agregado y potencial económico de interés para este análisis y su vinculación con Costa Rica:**
- **Cloud computing (valor de mercado 272.000 millones de USD en 2018)**  
Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:
  - Cloud Business Process Services (BPaaS)
  - Cloud Application Infrastructure Services (PaaS)
  - Cloud Application Services (SaaS)
  - Cloud Management and Security Services
  - Cloud System Infrastructure Services (IaaS)
- **Internet de las cosas (valor de mercado 190.000 millones de USD en 2018)**  
Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:
  - Data Management
  - Remote Monitoring
  - Network Bandwidth Management
  - Real-Time Streaming Analytics
  - Seguridad
- **Ciberseguridad (valor de mercado 116.000 millones de USD en 2018)**  
Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:
  - Seguridad empresarial
  - Endpoint security
  - Seguridad en la nube
  - Seguridad de redes y telecomunicaciones
  - Seguridad móvil y apps



# Principales hallazgos:



- **Big Data & analytics (valor de mercado 36.800 millones de USD en 2018)**  
Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:
  - Almacenamiento de datos analíticos no relacionales
  - Plataformas de software cognitivo
  - Analíticas de contenido
  - Enterprise Data Warehouse Optimization
  - Servicios de TI
- **Inteligencia artificial (valor de mercado 9.900 millones de USD en 2018)**  
Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:
  - Machine Learning
  - Natural Language Processing
  - Context-Aware Computing
  - Computer Vision
- **Impresión 3D (valor de mercado 190.000 millones de USD en 2018)**  
Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:
  - Prototyping
  - Functional Part Manufacturing
  - Tooling
- **X-Reality (valor de mercado 7.900 millones de USD en 2018)**  
Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:
  - Software Development Kits
  - Cloud-Based Services
  - VR Content Creation
- **Simulación (valor de mercado 7.160 millones de USD en 2018)**

# Principales hallazgos:



- **Blockchain (valor de mercado 1.600 millones de USD en 2018)**

Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:

- Pagos e intercambios
- Contratos inteligentes
- Documentación
- Identidad digital
- Supply Chain Management
- Governance, risk, compliance management

- **Automatización robótica de procesos (valor de mercado 1.300 millones de USD en 2018)**

Principales segmentos de mercado desarrollados actualmente en el mundo:

- Bots programables
- Herramientas de autoaprendizaje
- Bots cognitivos o de automatización inteligente
- Decision Support and Management Solutions

- **En términos de crecimiento, se muestran a continuación las tecnologías con una mayor tasa de crecimiento proyectado (CAGR) en el período 2018-2025:**

1. Blockchain (+47%)
2. Inteligencia artificial (+37%)
3. Internet de las cosas (+29%)
4. X-Reality (+28%)
5. Impresión 3D (+20%)
6. Automatización robótica de procesos (+17%)
7. Big Data & analytics (+16%)
8. Cloud computing (+13%)
9. Simulación (+13%)
10. Ciberseguridad (+11%)

# Principales hallazgos:



## Perfil de las empresas costarricenses especializadas en tecnologías 4.0

- El parque empresarial TIC costarricense está integrado por un aproximado de **450 empresas**, de las cuales **cerca del 12% de ellas** desarrollan servicios basados en tecnologías vinculadas a la Industria 4.0.
- El **80% de las empresas en este segmento son PYMEs** (6 a 100 trabajadores), con una mayoría de empresas pequeñas (73%) quienes concentran la mayor parte del empleo (61%). En promedio, las empresas en este sector tienen un promedio de 17 colaboradores.
- La oferta está concentrada en el Valle Central, mayormente en **San José (73%)**. Una particularidad es la existencia de **centros de operación** o estaciones de trabajo descentralizadas, ubicadas principalmente en zonas como **Perez Zeledón; Valle de Occidente (San Ramón, Naranjo); Ciudad Quesada y Limón**. Esta metodología, mediante un trabajo cercano y bien coordinado, permite la captura de **talento humano regional** y especialmente una **estructura de costos** más competitiva.

## Tecnologías 4.0 desarrolladas por este sector

- La oferta 4.0 costarricense está compuesta por más de **16 categorías**, donde cerca de la mitad del sector desarrolla servicios de **cloud computing (54%), big data (50%), IoT (46%) e Inteligencia Artificial (36%)**. Por su naturaleza, estas primeras tres están ampliamente vinculadas en su operación, especialmente a cloud computing por ser un tipo de back-end de servicio.

## Tecnologías 4.0 desarrolladas por este sector

- **Cloud computing** concentra la mayor cantidad empleos (624 puestos; 64% del total). **Sistemas de integración** refleja personal ocupado en varias otras tecnologías secundarias para la empresa (95% de puestos).

# Principales hallazgos:



## Composición de las ventas del sector

- Las categorías tecnológicas vinculadas a la industria 4.0, identificadas en esta investigación, están presentes en el **73% del total de ventas del sector**.
- **La mayoría de las empresas (65%)** tiene una oferta de servicios basada principalmente en Tecnologías 4.0, ya que representan entre el 80-100% de sus ingresos. **4 de cada 10 empresas** de este segmento desarrollan una actividad profundamente especializada, ya que el 100% de sus ventas son producto de estas tecnologías.
- Estos datos reflejan que la oferta de servicios del sector (a nivel cualitativo, know-how, especialización, diversificación de su cartera) está en línea y sustentada también a nivel de ventas 4.0.
- El **total** de las ventas de empresas cuya especialización es **ciberseguridad** está basada en 4.0, lo cual refleja un perfil especializado e intensivo en valor agregado relacionado con la categoría. Solo la mitad de las ventas en **sistemas de integración** corresponde a esta u otras tecnologías 4.0, misma situación que el caso de **blockchain**. Estas características reflejan una **complementariedad** de empresas ubicadas en estas categorías con otros servicios en el ámbito general de TICs.

## Ventas según características de los clientes

- Cerca de **9 de cada 10 clientes** del sector son **empresas de gran tamaño** (mayor apertura a implementar tecnologías disruptivas) y pertenecen principalmente (65%) a verticales productivas en servicios.
- Las empresas cuya especialización indicada es **cloud computing** poseen la mayor cantidad de clientes PYME (53%), seguido de **ciberseguridad** (22%) y **blockchain** (20%). Solo el **35%** de los clientes del segmento 4.0 pertenece a **bienes**, no obstante esto refleja una **vinculación más profunda** con respecto al comportamiento de la totalidad del sector TICs costarricense, que alcanza solo el **11%**.

# Principales hallazgos:



- El **38% de empresas** no posee clientes en bienes, evidencia a su vez retos país para vincular al 4.0 de forma más efectiva con demandantes en áreas como manufactura, agrícola o alimentos.
- **Banca y finanzas** es el principal foco de demanda en servicios para la oferta 4.0 (56% de sus clientes) y **alimentario** (40%) en bienes; comportamiento muy similar al total del sector TICs. **Prácticamente toda la oferta 4.0** (98%) posee clientes en servicios, pero **solo 62% de ellos los tienen en bienes**.
- **Agrícola**, sector con escasa vinculación tecnológica, muestra una **mejor demanda cuando se trata de 4.0**, especialmente por un mayor consumo en **Internet de las cosas (estaciones meteorológicas, sensores en plantación, drones de monitoreo, etc)**.
- En promedio, los clientes en **sectores de bienes consumen el 57% de las categorías tecnológicas 4.0** (11 categorías), donde dispositivos médicos adquiere la totalidad de ellas y compra al 35% de proveedores del sector.
- **En clientes ubicados en industria alimentaria**, Big Data es cada vez más empleado para identificar insights clave sobre eficiencia productiva, preferencias del consumidor y tendencias del mercado, a su vez vinculado a cloud computing como plataforma soporte.
- **En clientes ubicados en sector agrícola**, exploran de manera lenta pero progresiva la aplicación de tecnologías, entre ellas, IoT destaca así como su enlace con Cloud Computing y Big Data para el procesamiento posterior de datos

## Perfil de exportación del sector

- El **80% de las empresas del sector exportan** servicios basados en tecnologías 4.0. El 56% de las ventas promedio de Tecnologías 4.0 son a clientes locales, mientras que el restante **44% corresponde a exportación**.

# Principales hallazgos:



- Este segmento muestra **una menor participación en exportaciones (80% de las empresas) que con respecto al total del sector TIC (88%)**, esto se explica debido a la mayor especialización de sus servicios, así como también por parte de la demanda.
- Para el **18% de las empresas que exportan**, sus ventas al exterior no están basadas en Tecnologías 4.0, ya que el 100% de ellas las realizan a nivel local. Esto refleja experiencia y capacidad exportadora, no obstante retos en términos de captación de clientes con necesidades más especializadas.
- **Estados Unidos (40% de las empresas), México (27%) y Colombia (21%)** representan los principales destinos de exportación.

## Perspectivas futuras sobre la oferta 4.0

- Si bien el sector denota un buen nivel de especialización, comprende también que estas tecnologías son evolutivas y que gran parte de su valor agregado radica también en los ámbitos de intersección con otras plataformas tecnológicas. No obstante, casi la mitad del sector (42%) no se especializa en la categoría que considera posee mayor potencial a futuro, lo cual podría reflejar un futuro reajuste de la oferta.
- **Big Data e IoT** son las categorías mejor evaluadas en términos de mayor potencial futuro (18% de las empresas lo considera), seguido de RPA e Inteligencia Artificial.
- El **58%** de las empresas del sector considera que desarrolla actualmente la misma categoría tecnológica que a futuro posee también el mayor potencial.

## Consideraciones varias

- 1. Diversificar los modelos de negocio:** la vinculación con la demanda local e internacional no está basada necesariamente en términos de categorías/plataformas tecnológicas, sino en modelos de negocio centrados en una relación más cercana y especializada con el cliente, con los cuales resulta necesario en ámbitos del 4.0 el desarrollo de:
  - o Prototipos de prueba;
  - o Una mayor comprensión de la dinámica productiva del cliente;
  - o Amplio acceso y empoderamiento de datos del cliente, muchos de ellos sensibles;
  - o Modelos de cooperación y venta no solo basados en dinero sino además en dinámicas de co-creación e inversión conjunta.
  - o Un mayor esfuerzo por visibilizar y cuantificar retornos de inversión y ahorros basados en productividad/costos operativos.
- 2. Aplicar la tecnología vs desarrollarla:** si bien las categorías tecnológicas presentadas son disruptivas e intensivas en valor agregado, es claro como las empresas se perfilan entre aquellas que principalmente (más no exclusivamente) se dedican a aplicar, comercializar y generar servicio sobre soluciones de terceros en estos ámbitos; versus aquellas que si bien también lo hacen mantienen un eje principal basado en desarrollo de propiedad intelectual y productos propios. Dinámicas identificadas:
  - o Alta participación en cloud computing producto de una alta aplicación de soluciones de terceros, lo cual es comprensible dada la naturaleza de plataforma y soporte de esta categoría.
  - o Limitados desarrollos propios en ciberseguridad. Actualmente es más un ámbito de consultoría y comercialización de productos de terceros.
  - o IoT refleja actividad importante en desarrollos a nivel de firmware y sistemas empujados.

# Principales hallazgos:



3. **IoT como ecosistema:** el 46% de la oferta 4.0 costarricense desarrolla Internet de las Cosas y se posiciona como la tercer categoría con mayor presencia.
  - o Actualmente, Costa Rica es el segundo país de América Latina con mejor preparación para la implementación de IoT, según un estudio de Deloitte y del Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina.
  - o El perfil de las empresas en esta categoría es intensiva en experimentación, desarrollo de soluciones propias y muestra una vinculación interesante en ámbitos no tradicionales del 4.0 a nivel local, como sectores agrícola, pecuario y pesca.
  - o Iniciativas locales como: i) Mecsoft (consorcio de empresas vinculadas al IoT); e IoTRepublik (hub tecnológico y de negocios especializado en este ámbito) reflejan que existe en el país condiciones para potenciar y diversificar al IoT como ecosistema productivo, vinculable tanto con sectores de bienes y servicios en C.R. y mercados internacionales.
  
3. **One Stop Shop 4.0:** resulta clara la necesidad de disponer a nivel local de una plataforma o Marketplace que permita a las empresas ubicadas en demanda, especialmente PYMES y aquellas en sectores menos vinculados a tecnología, identificar potenciales socios especializados en la oferta 4.0 cuyo perfil y disponibilidad de soluciones tecnológicas se ajusten a la necesidad particular de la empresa.
  - o En el caso de aquellas empresas de la demanda de mayor tamaño y perfil multinacional, si bien se identificó que las decisiones de compra de tecnologías 4.0 provienen en muchos casos de oficinas centrales en el exterior, sí es claro también que sí disponen de capacidad y margen de acción para adquirir determinadas soluciones locales en estos ámbitos, no obstante, son muy claros en que tienen un limitado conocimiento de la oferta local, por lo que resaltan la importancia de contar con una plataforma de este tipo.





## CAPÍTULO 1

# ***El entorno global de la Industria 4.0***



# ***¿Qué es la Cuarta Revolución Industrial?***

El mundo vive una transformación vertiginosa, en donde un conjunto de nuevas tecnologías basadas en TIC's está cambiando radicalmente la manera en que producimos, consumimos, comercializamos y trabajamos. A este proceso de cambios socioeconómicos se le conoce como La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0



1



**La primera Revolución Industrial (1760's-1840's)**

Desarrollo de la mecanización de la manufactura, máquinas a vapor y herramientas industriales

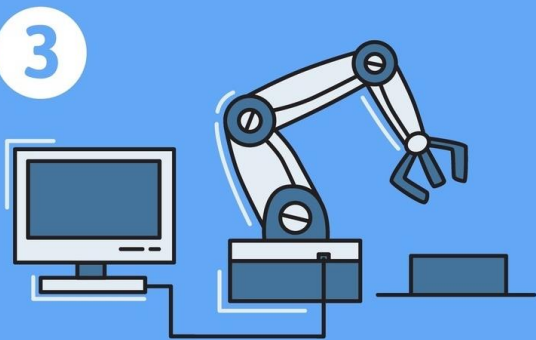
2



**La Revolución Tecnológica (1870's-1930's)**

Industrialización, electrificación y producción de bienes en líneas de ensamble

3



**La Revolución Digital (1970-hoy)**

Automatización electrónica digital, internet, telecomunicaciones masivas, sistemas sociales digitales

4



**La Cuarta Revolución Industrial (hoy)**

Interacción de tecnologías digitales, sistemas ciber-físicos, internet de las cosas, redes en la nube

## ¿Qué cambia actualmente con respecto al pasado?

A pesar de que muchas de las tecnologías que hoy convergen ya existían, la gran diferencia está basada en la forma en que se **combinan** para generar **disrupciones significativas** en una **amplitud** de verticales productivas de bienes y servicios.

## ¿Cómo surge la “Industria 4.0”?

El término surge en **Alemania** a principios de la década de 2010, acuñado por un grupo multidisciplinario de especialistas convocados por el gobierno de este país para diseñar un programa de mejora de la productividad de la industria manufacturera.

## ¿Cuál es la esencia de la disrupción tecnológica actual?

Los procesos productivos están mutando debido a la irrupción de la **economía digital** y su fusión con los **mundos físicos y biológicos** que ya conocemos, según se muestra:

### Bienes nativos digitales:

Referido a la **economía digital** que comprende desde procesos virtuales de intermediación mediante apps o plataformas del ecommerce hasta el contenido que los usuarios suben y comparten en internet

### Fusión con ámbitos físicos o biológicos:

Referido a la aplicación de sensores de naturaleza digital a todo lo que **no es nativo digital**, desde una máquina en la empresa (internet de las cosas o sistemas ciber-físicos) hasta a un ser vivo, dando lugar a la bioingeniería

## Contexto:

El ritmo de cambio es más acelerado que en las revoluciones previas.

No obstante muchas de estas tecnologías son aún desconocidas por las empresas.

Poseen amplitud de usos en sectores diversos y tienen un fuerte efecto de *desborde* hacia el resto de la economía.

Promueven la innovación tanto en procesos como en productos.

Promueve que las diferencias entre agro, industria y servicios tiendan a reducirse.



## La Industria 4.0 se caracteriza por:

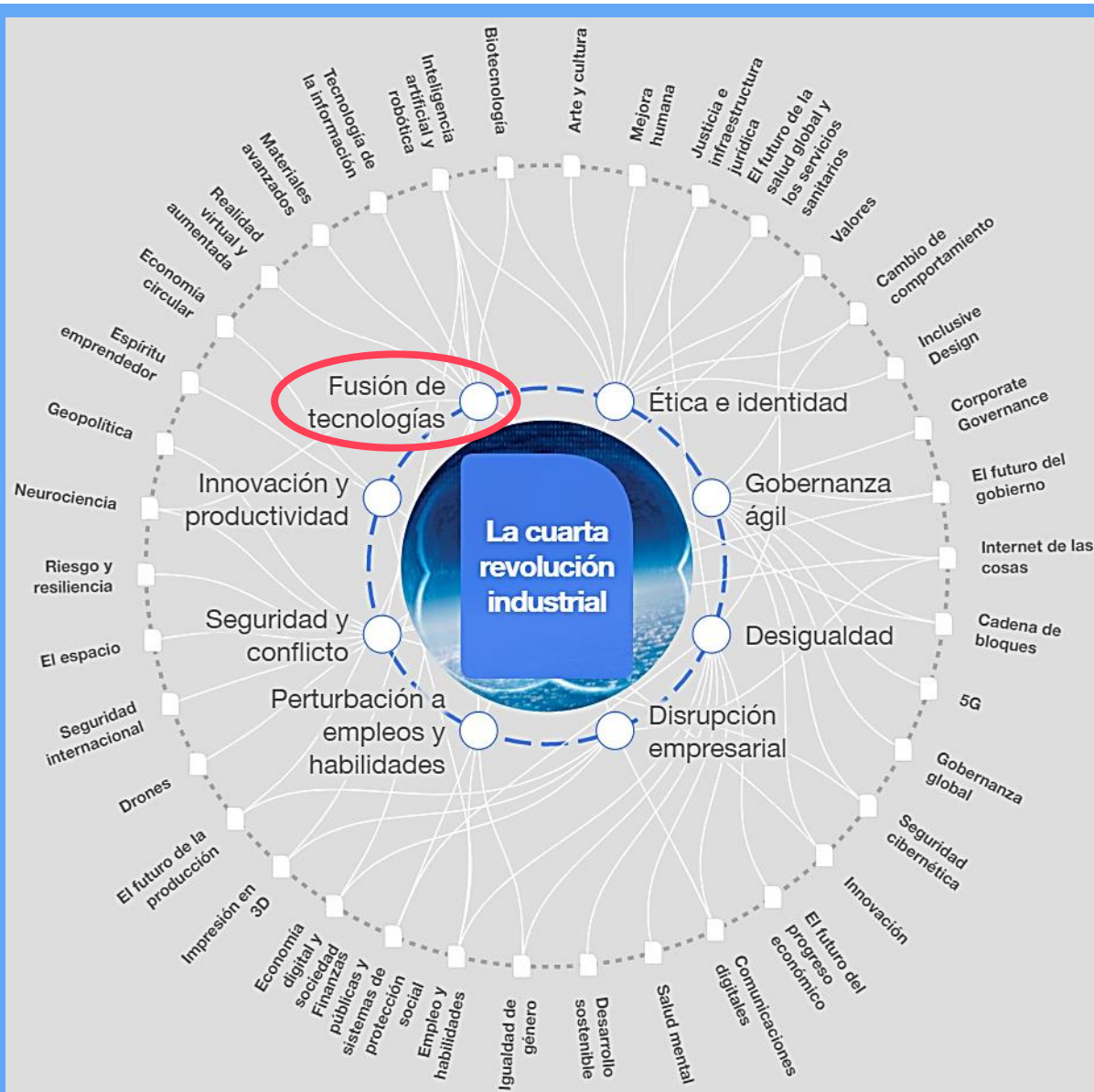
1. **Convergencia de capacidades** de fabricación avanzada, tecnologías digitales e Internet de las Cosas
2. **Integración** de los clientes y el resto de socios de la empresa en procesos de **alto valor agregado**
3. **Colaboración de personas** con sistemas embebidos, máquinas total o parcialmente autónomas y sistemas de sistemas



## El desarrollo de estos tres ámbitos implica:

- La **individualización** del producto, servicios y procesos.
- Sistemas trabajando en red, resultantes en estructuras complejas y **sistemas ciber-físicos**
- Nuevas formas de creación de valor, **modelos de negocio** y servicios asociados
- **Evolución** de los aspectos de seguridad, organización, procesos y diseño
- Impacto en la **productividad humana** y en los **ciclos** de Innovación





## Ámbitos del análisis 4.0:

- El **Foro Económico Mundial** identifica 8 diferentes ámbitos en los cuales se desarrollan e impactan las **fuerzas del cambio**, que no solo consisten en planteamientos tecnológicos y productivos, sino también en **esferas sociales, laborales y éticos**.
- Para efectos de este estudio, el análisis estará centrado en el ámbito **tecnológico en materia de oferta, demanda y sus características**.
- Para ello, resulta esencial identificar cuáles constituyen las principales **categorías tecnológicas** que representan fuerzas de cambio y transformación en esta cuarta revolución industrial.

A partir del panorama global anterior, se identifican las categorías tecnológicas de mayor valor agregado y potencial económico, de interés para este análisis y su vinculación con Costa Rica, considerando a las Industria 4.0 en este caso desde la perspectiva de la oferta y aplicación de estas plataformas

## Categorías de tecnologías 4.0 identificadas para este análisis:

Automatización  
robótica de  
procesos

Big Data &  
analytics

Blockchain &  
sistemas  
criptográficos

Ciberseguridad

Cloud  
computing

Impresión 3D

Inteligencia  
Artificial

Internet de las  
cosas

Simulación e  
integración

X Reality



En el ámbito tecnológico, la Industria 4.0 está vinculada a una serie de categorías disruptivas cuya aplicación en diferentes sectores posee el potencial para revolucionar la economía y sociedad a nivel global, así como generar un impacto económico producto del reajuste en las industrias y reacomodo de la fuerza laboral

## Principales ámbitos tecnológicos vinculados a la Industria 4.0:

Tecnología	Descripción	Impacto económico a 2025 (billones de USD)
1. Internet de las cosas	<b>Redes de sensores</b> de bajo costo para la recolección de datos, monitoreo, toma de decisiones y optimización de procesos	\$36,0
2. Internet móvil	Dispositivos informáticos móviles y <b>conectividad</b> a internet más económica y capaz	\$26,7
3. Impresión 3D	Técnicas de fabricación aditiva para <b>crear objetos</b> mediante la impresión de capas de material basadas en modelos digitales	\$11,1
4. Automatización del trabajo	Sistemas de software inteligentes que pueden realizar tareas de <b>trabajo del conocimiento</b> que involucran comandos no estructurados y juicios sutiles	\$9,0
5. Robótica avanzada	Robots más capaces con sentidos mejorados, destreza e inteligencia utilizada para <b>automatizar tareas o procesos humanos</b>	\$9,0
6. Genómica avanzada	Secuenciación de genes de bajo costo, análisis avanzado de <b>big data</b> y biología sintética	\$7,6
7. Computación en la nube	Uso de recursos de <b>hardware y software</b> entregados mediante una red o Internet	\$4,7
8. Vehículos autónomos	Vehículos que pueden navegar y maniobrar con intervención humana reducida o nula	\$4,2
9. Energías renovables	Generación de energía a partir de fuentes renovables de bajo impacto ambiental	\$3,6
10. Almacenamiento de energía	Aparatos o sistemas que almacenan energía de manera <b>inteligente</b> para uso posterior	\$2,6
11. Materiales avanzados	Materiales designados para mostrar características o funcionalidades superiores	\$1,3
12. Blockchain	Tecnología de contabilidad distribuida basada en <b>sistemas criptográficos</b>	\$1,2



A partir del panorama global anterior, se identifican las categorías tecnológicas de mayor valor agregado y potencial económico, de interés para este análisis y su vinculación con Costa Rica, considerando a las Industria 4.0 en este caso desde la perspectiva de la oferta y aplicación de estas plataformas

### Categorías de Tecnologías 4.0 identificadas para este análisis:

Tecnología	Segmentos de mercado/modelos de negocio principales	Valor de mercado (millones USD)	Crecimiento proyectado (millones USD)
<b>1. Cloud computing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloud Business Process Services (BPaaS)</li> <li>• Cloud Application Infrastructure Services (PaaS)</li> <li>• Cloud Application Services (SaaS)</li> <li>• Cloud Management and Security Services</li> <li>• Cloud System Infrastructure Services (IaaS)</li> </ul>	<b>\$272.000</b> (2018)	<b>\$623.300</b> (2025)
<b>2. Internet de las cosas (IoT)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Management</li> <li>• Remote Monitoring</li> <li>• Network Bandwidth Management</li> <li>• Real-Time Streaming Analytics</li> <li>• Seguridad</li> </ul>	<b>\$190.000</b> (2018)	<b>\$1.102.600</b> (2025)
<b>3. Ciberseguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad empresarial</li> <li>• Endpoint security</li> <li>• Seguridad en la nube</li> <li>• Seguridad de redes y telecomunicaciones</li> <li>• Seguridad móvil y apps</li> </ul>	<b>\$116.000</b> (2018)	<b>\$241.000</b> (2025)
<b>4. Big Data &amp; analytics</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de datos analíticos no relacionales</li> <li>• Plataformas de software cognitivo</li> <li>• Analíticas de contenido</li> <li>• Enterprise Data Warehouse Optimization</li> <li>• Servicios de TI</li> </ul>	<b>\$36.800</b> (2018)	<b>\$104.300</b> (2025)

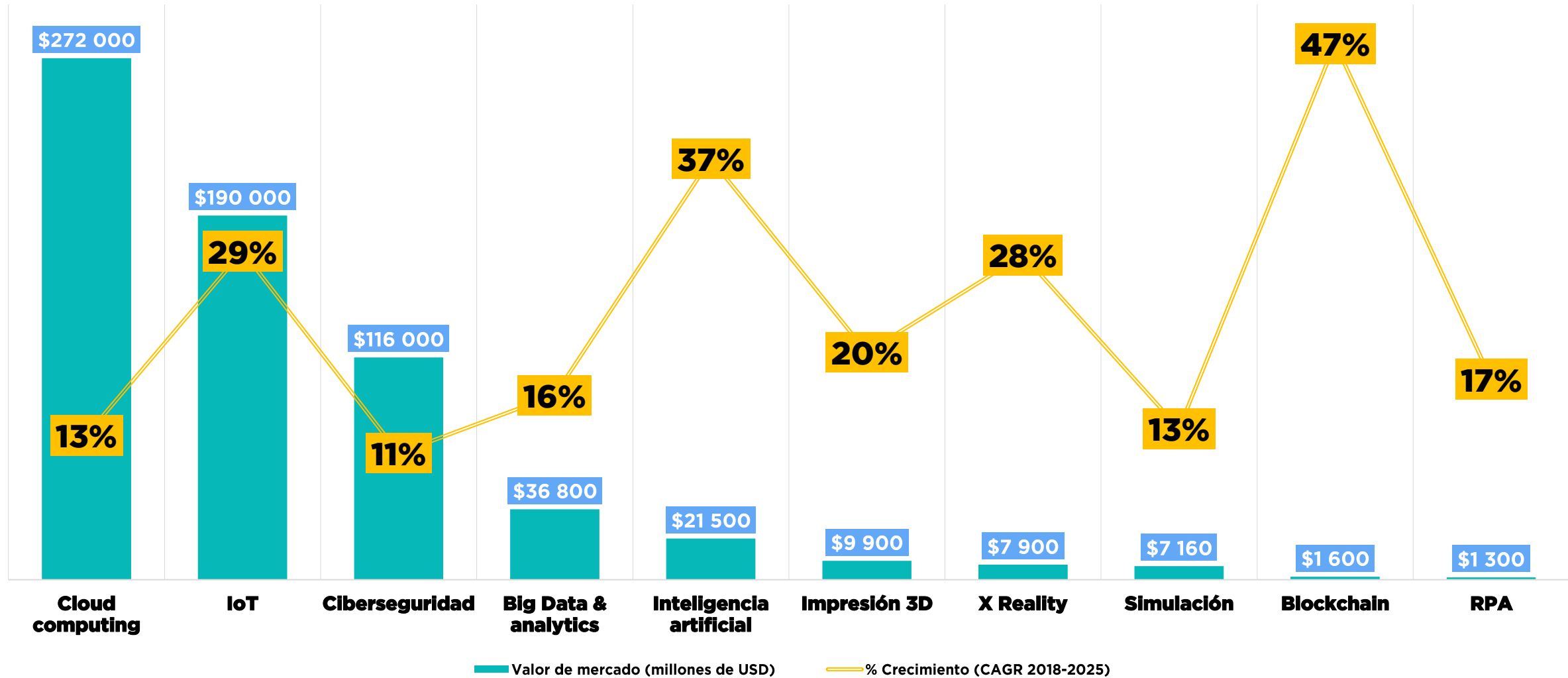
A partir del panorama global anterior, se identifican las categorías tecnológicas de mayor valor agregado y potencial económico, de interés para este análisis y su vinculación con Costa Rica, considerando a las Industria 4.0 en este caso desde la perspectiva de la oferta y aplicación de estas plataformas

### Categorías de Tecnologías 4.0 identificadas para este análisis:

Tecnología	Segmentos de mercado/modelos de negocio principales	Valor de mercado (millones USD)	Crecimiento proyectado (millones USD)
5. <b>Inteligencia artificial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Machine Learning</li> <li>Natural Language Processing</li> <li>Context-Aware Computing</li> <li>Computer Vision</li> </ul>	<b>\$21.500</b> (2018)	<b>\$190.600</b> (2025)
6. <b>Impresión 3D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prototyping</li> <li>Functional Part Manufacturing</li> <li>Tooling</li> </ul>	<b>\$9.900</b> (2018)	<b>\$35.000</b> (2025)
7. <b>X Reality (VR /AR/ MR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Software Development Kits</li> <li>Cloud-Based Services</li> <li>VR Content Creation</li> </ul>	<b>\$7.900</b> (2018)	<b>\$45.000</b> (2025)
8. <b>Simulación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>On-premise</li> <li>Cloud</li> </ul>	<b>\$7.160</b> (2018)	<b>\$17.000</b> (2025)
9. <b>Blockchain</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pagos e intercambios</li> <li>Contratos inteligentes</li> <li>Documentación</li> <li>Identidad digital</li> <li>Supply Chain Management</li> <li>Governance, risk, compliance management</li> </ul>	<b>\$1.600</b> (2018)	<b>\$23.300</b> (2025)
10. <b>Automatización robótica de procesos (RPA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bots programables</li> <li>Herramientas de autoaprendizaje</li> <li>Bots cognitivos o de automatización inteligente</li> <li>Decision Support and Management Solutions</li> </ul>	<b>\$1.300</b> (2018)	<b>\$4.000</b> (2025)

Blockchain es la tecnología que se proyecta con un mayor crecimiento a 2025 (47% CAGR). Al ser una tecnología relativamente joven y por ser aplicada en una gran cantidad de ámbitos (más que criptomonedas, su origen) explica gran parte de esta expansión proyectada. Cloud computing, el mercado de mayor valor, (272 mil millones) es la segunda categoría con menor crecimiento (13%)

## Tamaños de mercado global vs tasas de crecimiento proyectado (2018-2025):





## CAPÍTULO 2

# ***Perfil de la oferta costarricense de tecnologías 4.0***



***¿Cuál es el perfil de las empresas costarricenses especializadas en tecnologías 4.0?***

# ¿Cuántas empresas costarricenses participan en el subsector de la oferta TIC especializado en Tecnologías 4.0?

## Total de empresas de Telecomunicación, Información y Comunicación (TIC) en Costa Rica:

1. Empresas físicas o jurídicas que ofrecen servicios de telecomunicaciones
2. **Servicios de información, programación y consultoría informática**
3. **Servicios en experiencia digital, automatización de procesos, integración de tecnologías y creación de productos con base en estas tecnologías**

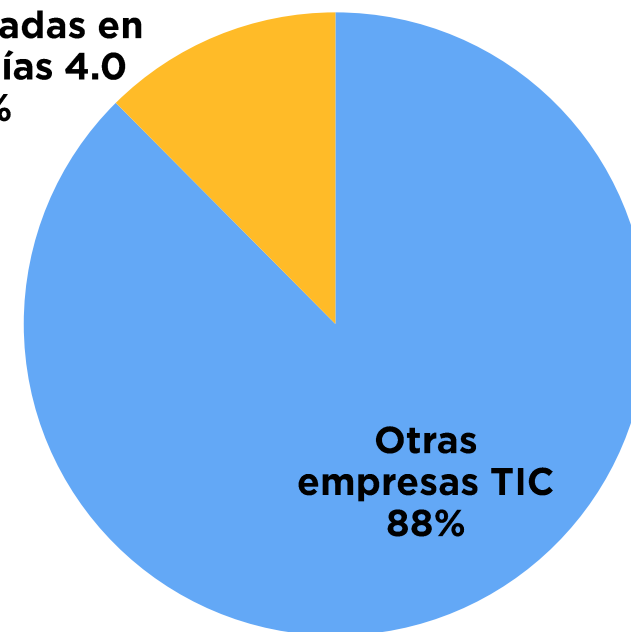


## Subsector de empresas TIC especializadas en Tecnologías 4.0:

Empresas que participan en las **categorías 2 y 3** anteriores, que desarrollan actividades basadas en tecnologías vinculadas a la **Industria 4.0**, por ejemplo:

- Ciberseguridad
- Inteligencia artificial
- Blockchain
- Otros

Empresas especializadas en Tecnologías 4.0  
12%



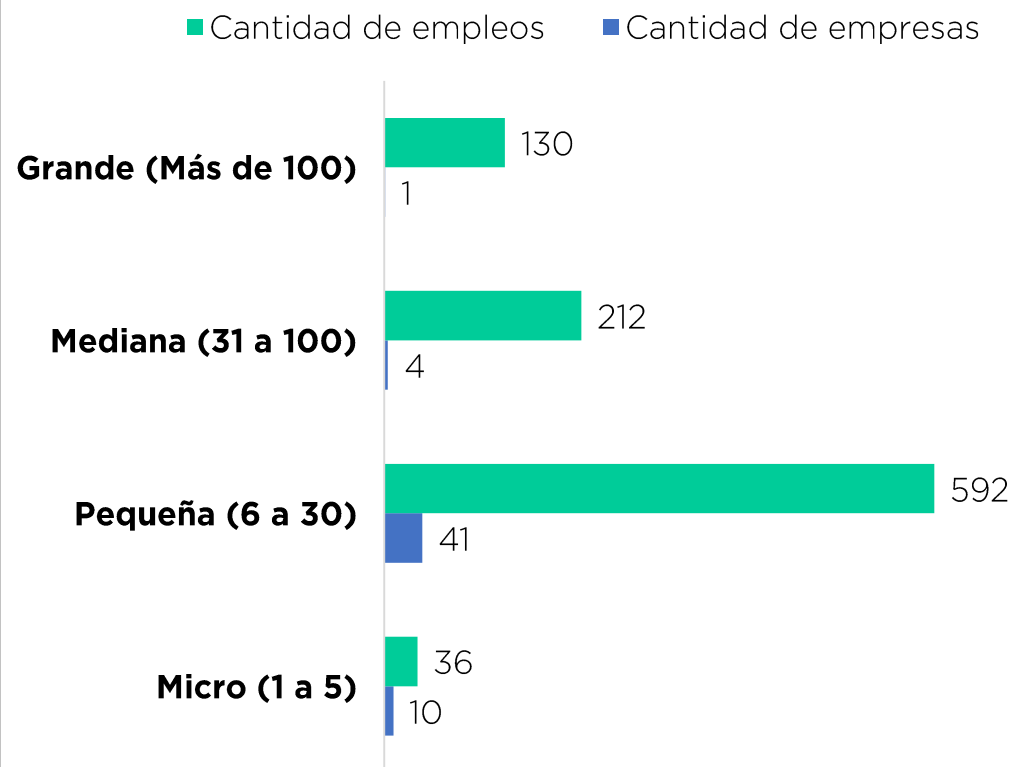
Otras empresas TIC  
88%

<b>Empresas en subsector 4.0</b>	<b>56</b>
Demás empresas TICs	394
<b>Total general</b>	<b>450</b>

# ¿Cuántas empresas costarricenses participan en el subsector de la oferta TIC especializado en Tecnologías 4.0?

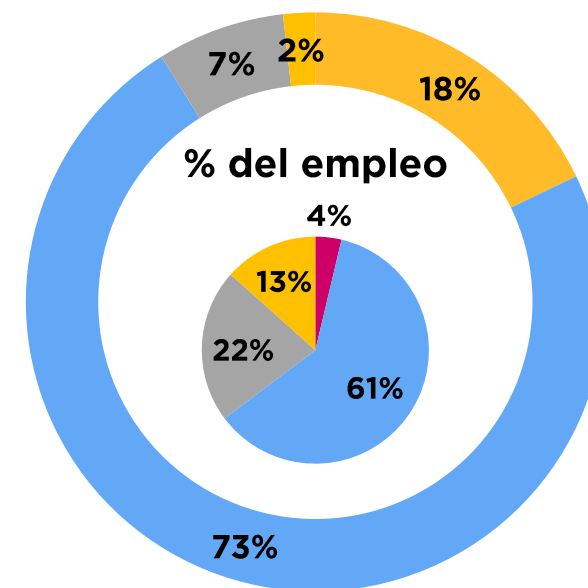
Esta oferta se caracteriza por poseer una estructura moderada, donde el **80% es PYME** y está integrado por 17 trabajadores en promedio

## Composición de la oferta de Tecnologías 4.0 según tamaño de las empresas



<b>Compañías identificadas:</b>	56 empresas
<b>Puestos de trabajo:</b>	970 empleos directos
<b>Promedio de colaboradores:</b>	17 por empresa
<b>Tamaño máximo:</b>	130 colaboradores
<b>Tamaño mínimo:</b>	2 colaboradores

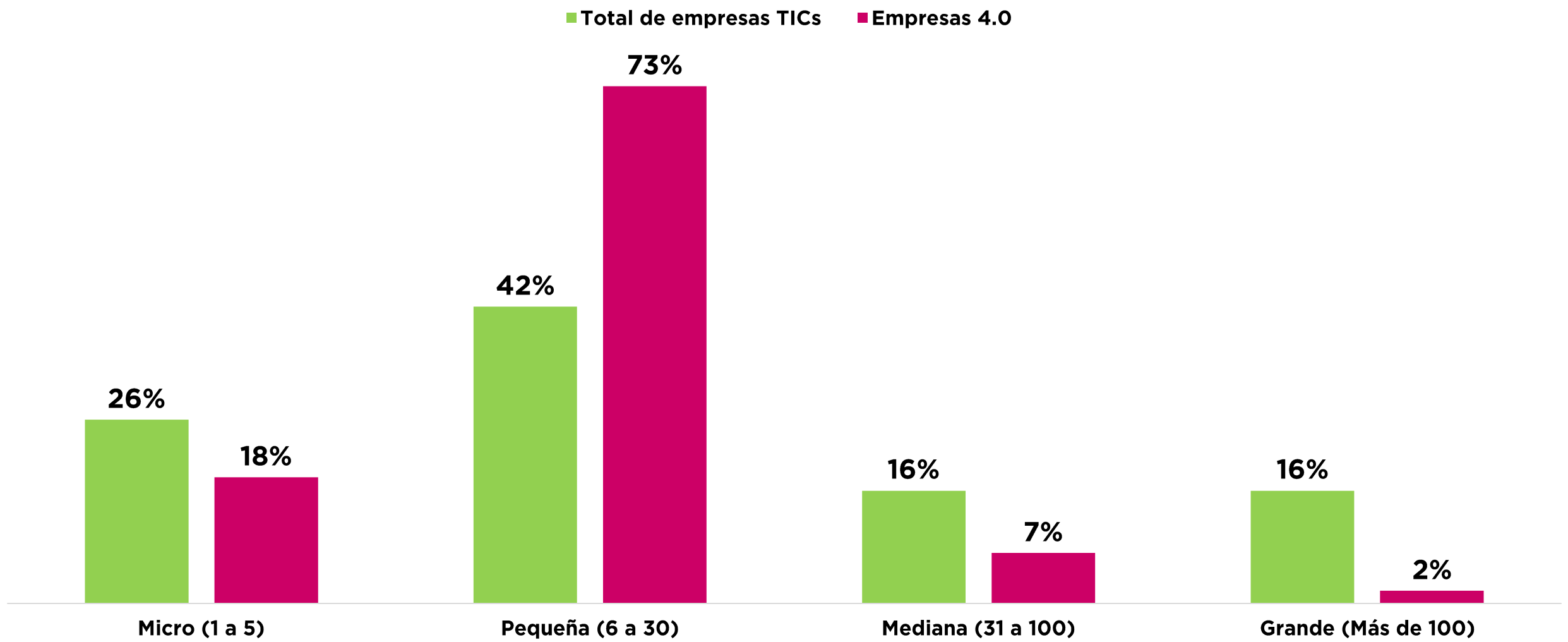
## % empresas según tamaño



■ Micro (1 a 5) ■ Pequeña (6 a 30) ■ Mediana (31 a 100) ■ Grande (Más de 100)

Al igual que el total del sector TIC, la oferta 4.0 está concentrada en empresas de tamaño pequeño (73%), no obstante en una mayor densidad. El sector TIC total se distribuye mejor entre tamaños medianos y grandes, que se explica también por presencia de empresas extranjera con una estructura mucho mayor

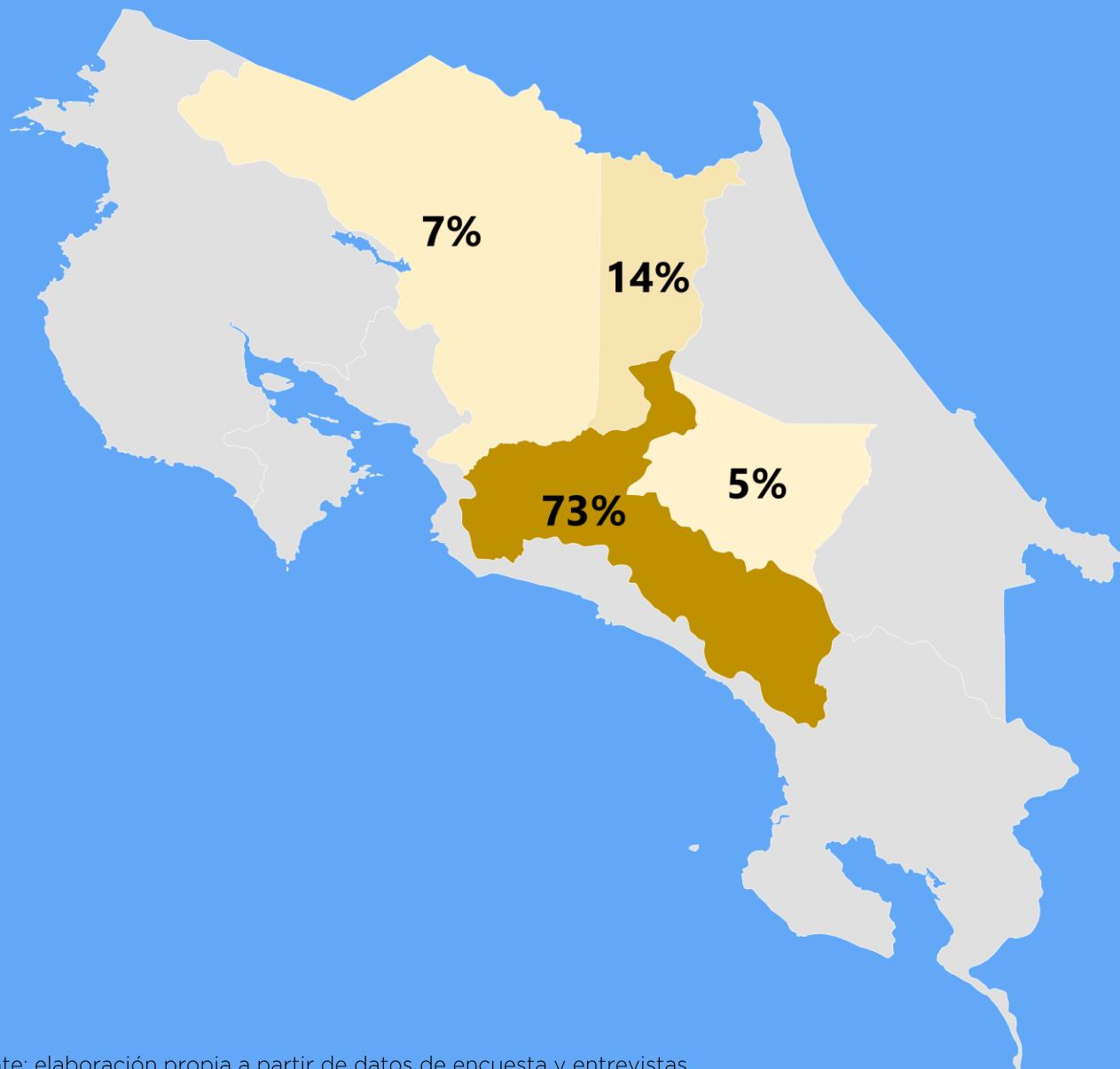
### Comparativo: tamaño de empresas totales en TICs vs empresas especializadas en tecnologías 4.0



Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta y entrevistas (n=55) / Caracterización del sector TICs en Costa Rica, PROCOMER (2019) (n=113)



# ¿Dónde se localizan las empresas especializadas en tecnologías 4.0?



La oferta está concentrada en el Valle Central, mayormente en la provincia de **San José (73%)**.

Una particularidad es la existencia de **centros de operación** o estaciones de trabajo **descentralizadas**, ubicadas principalmente en zonas como:

- **Perez Zeledón**
- **Valle de Occidente (San Ramón, Naranjo)**
- **Ciudad Quesada**
- **Limón**

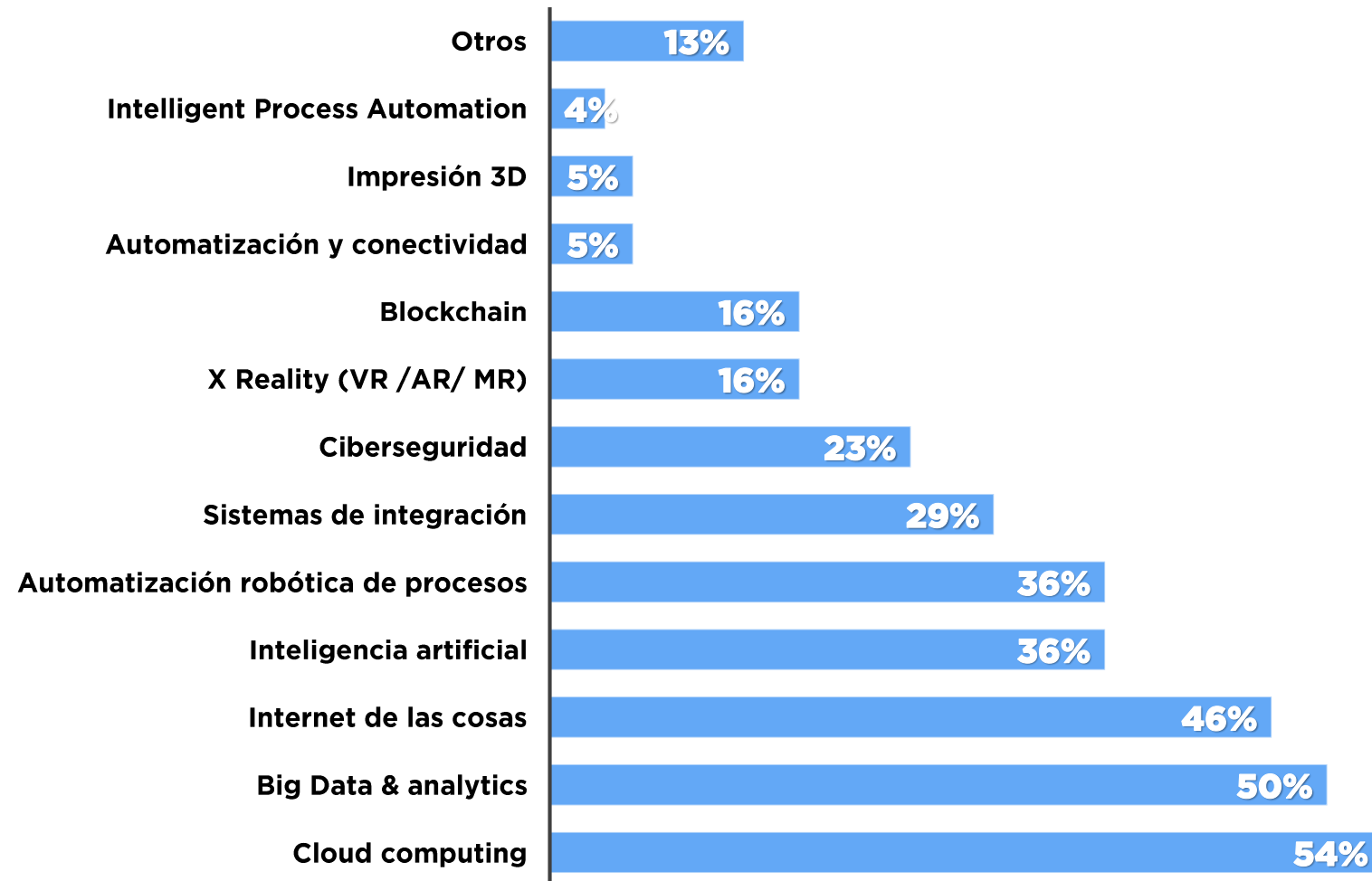
Esta metodología, mediante un trabajo cercano y bien coordinado, permite la captura de **talento humano regional** y especialmente una **estructura de costos** más competitiva.



***¿Qué tecnologías 4.0 desarrolla el sector TICs costarricense?***

La oferta 4.0 costarricense está compuesta por más de 16 categorías, donde cerca de la mitad del sector desarrolla servicios de cloud computing, big data e IoT. Por su naturaleza, estas tres están ampliamente vinculadas en su operación, especialmente a cloud computing por ser un tipo de *back-end* de servicio

## Composición de la oferta según categoría 4.0 (% del total de empresas)



Promedio de categorías 4.0 ofertadas por empresa:

3

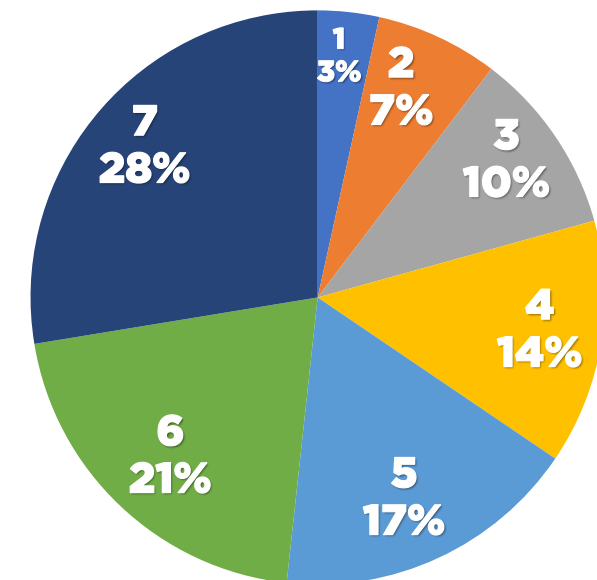
Empresa con más categorías:

8

Empresa con menos categorías:

1

Cantidad de categorías 4.0 ofertadas  
(según total de empresas)

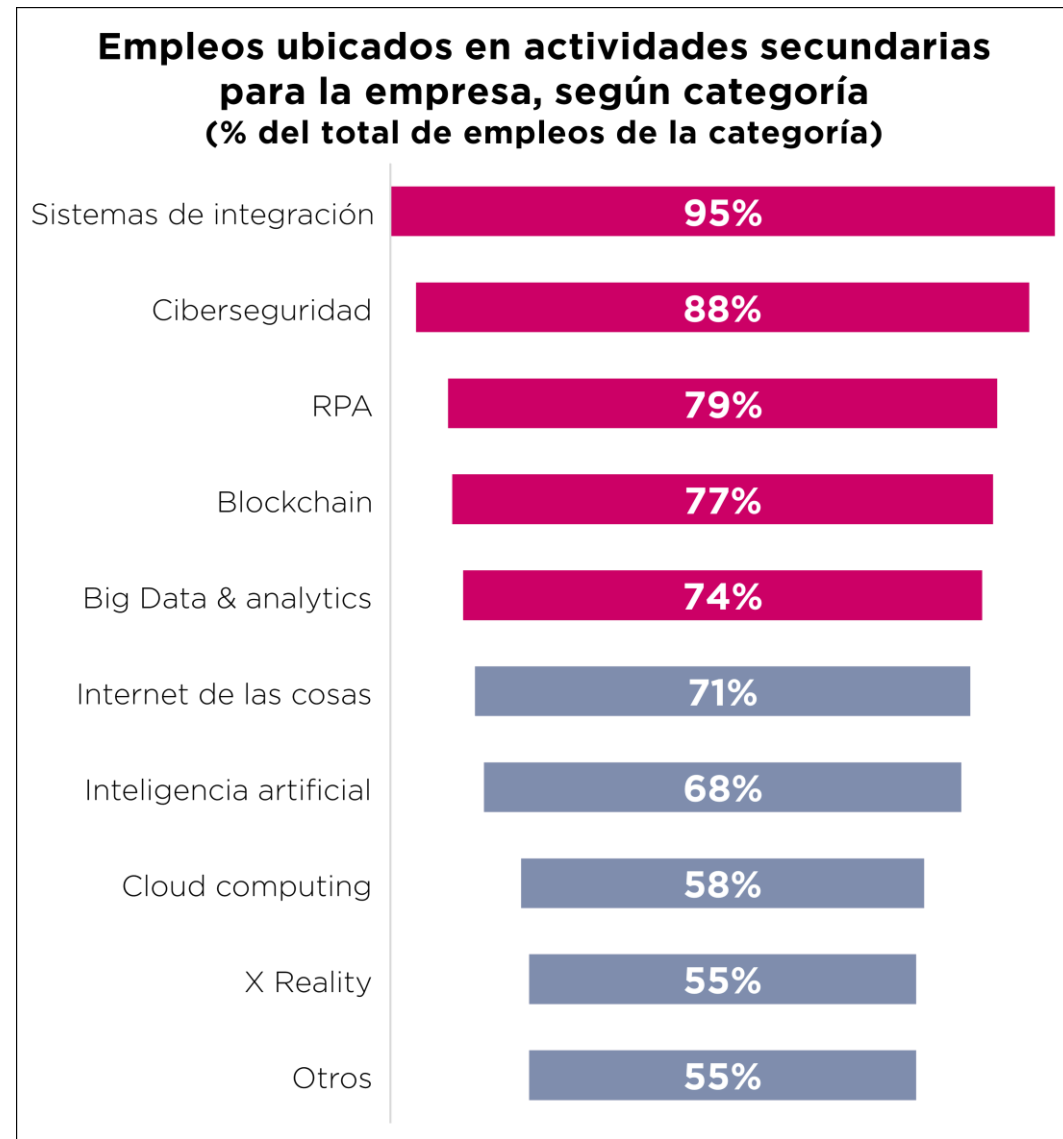
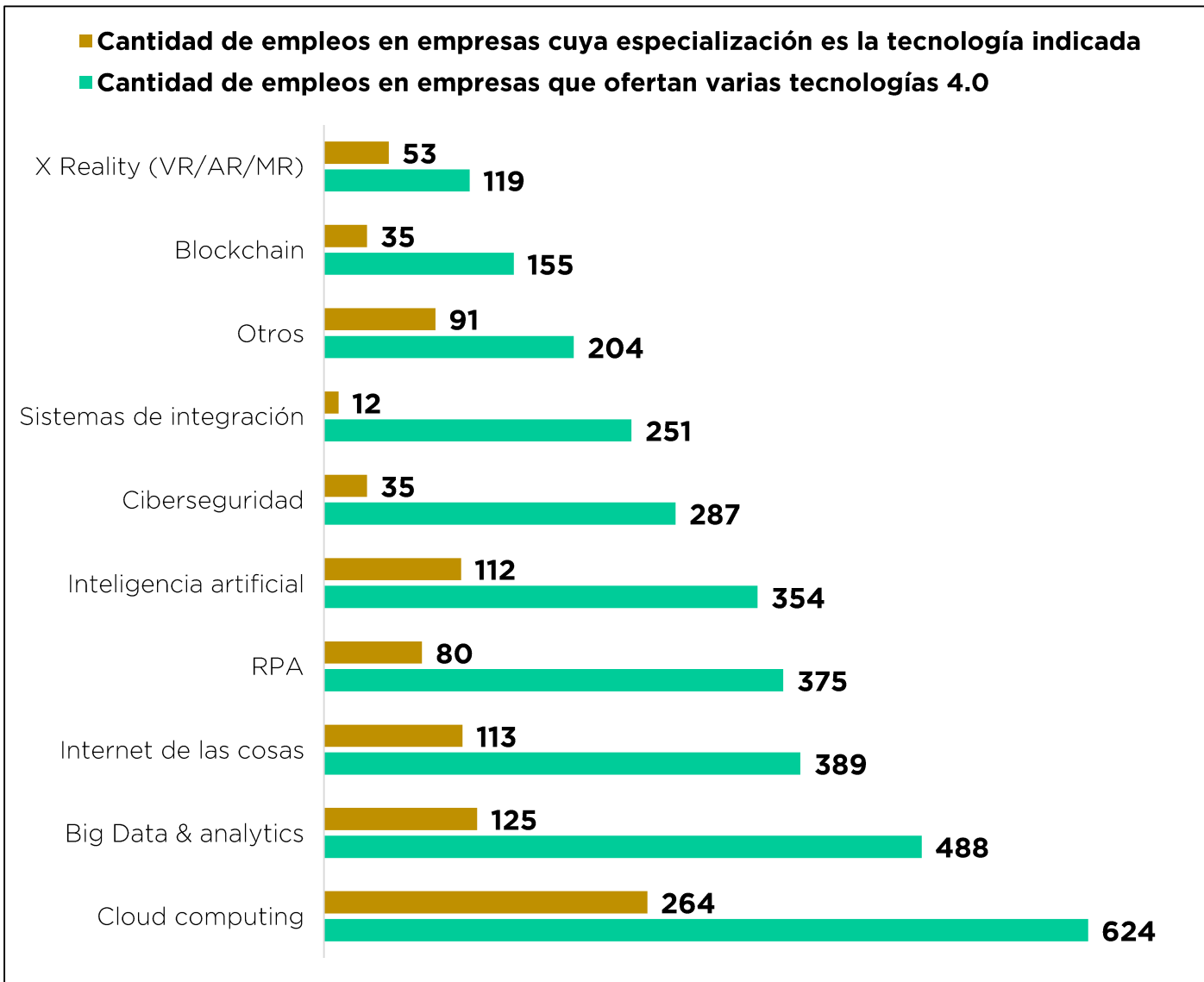




***¿Cuánto empleo genera este sector?***

# ¿Cómo se distribuye el empleo según categoría?

Cloud computing concentra la mayor cantidad empleos (624 puestos; 64% del total). Sistemas de integración refleja personal ocupado en varias otras tecnologías secundarias para la empresa (95% de puestos)



■ Por encima del promedio (72%)

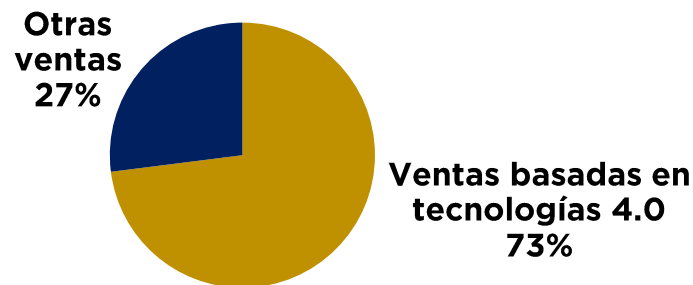
Fuente: elaboración propia a partir de datos de encuesta y entrevistas (n=48) / se considera solo empleos ubicados en C.R.



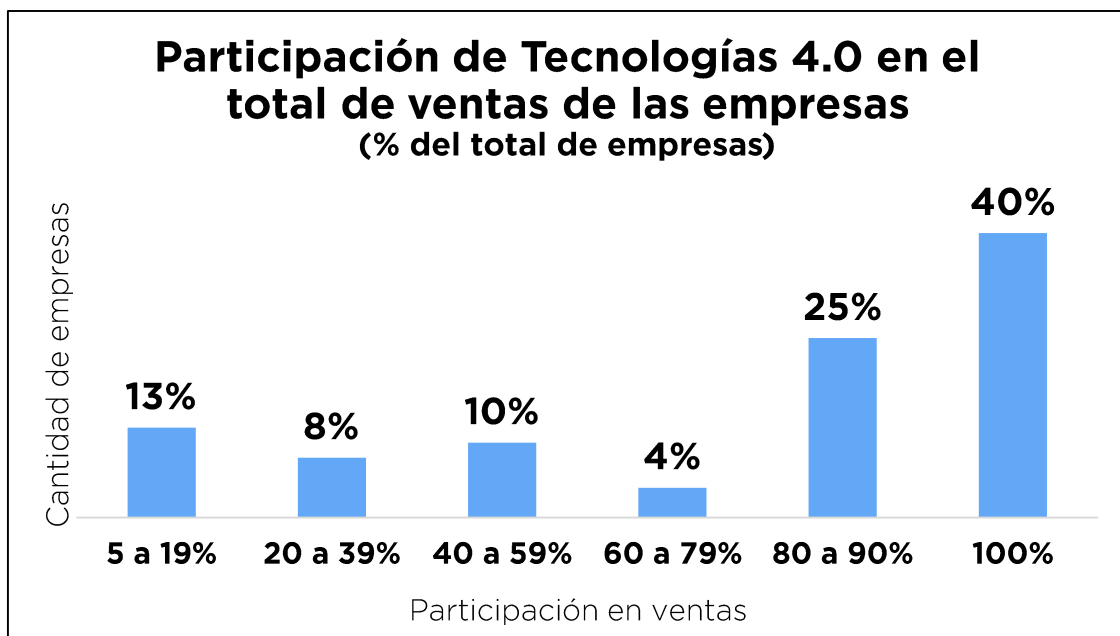
***¿Cómo se componen las ventas de tecnologías 4.0?***

# ¿Cuál es la participación de las tecnologías 4.0 en el total de ventas?

Tecnologías vinculadas a la industria 4.0 están presentes en el 73% del total de ventas del sector



En promedio: **\$7 de cada \$10 USD** en ventas totales de este subsector son producto de categorías 4.0



- La **mayoría de las empresas (65%)** tiene una oferta de servicios basada principalmente en Tecnologías 4.0, ya que representan entre el **80-100% de sus ingresos**.
- **4 de cada 10 empresas** de este segmento desarrollan una actividad profundamente **especializada**, ya que el **100%** de sus ventas son producto de estas tecnologías.
- Estos datos reflejan que la **oferta de servicios del sector** (a nivel cualitativo, know-how, especialización, diversificación de su cartera) está en línea y **sustentada** también a nivel de ventas 4.0.

## Ventas promedio de tecnologías 4.0 según especialización

	Especialización	Promedio de ventas 4.0
Por encima del promedio	<b>Ciberseguridad</b>	<b>100%</b>
	<b>Identificación por radiofrecuencia</b>	<b>90%</b>
	<b>Inteligencia artificial</b>	<b>88%</b>
	<b>Automatización y conectividad</b>	<b>85%</b>
	<b>Automatización robótica de procesos</b>	<b>82%</b>
	<b>Big Data &amp; analytics</b>	<b>79%</b>
	<b>Internet de las cosas</b>	<b>75%</b>
	X Reality (VR /AR/ MR)	73%
	Cloud computing	68%
	Blockchain	50%
Sistemas de integración	50%	
Otros	38%	

- El **total** de las ventas de empresas cuya especialización es **ciberseguridad** está basada en 4.0, lo cual refleja un perfil especializado e intensivo en valor agregado relacionado con la categoría.
- Solo la mitad de las ventas en **sistemas de integración** corresponde a esta u otras tecnologías 4.0, misma situación que el caso de **blockchain**.
- Estas características reflejan una **complementariedad** de empresas ubicadas en estas categorías con otros servicios en el ámbito general de TICs.



# ¿Cómo es el perfil de ventas según clientes que consumen tecnologías 4.0?

Cerca de 9 de cada 10 clientes del sector son empresas de gran tamaño (mayor apertura a implementar tecnologías disruptivas) y pertenecen principalmente (65%) a verticales productivas en servicios

## Composición de las ventas según tamaño de sus clientes

■ PYMES ■ Grandes

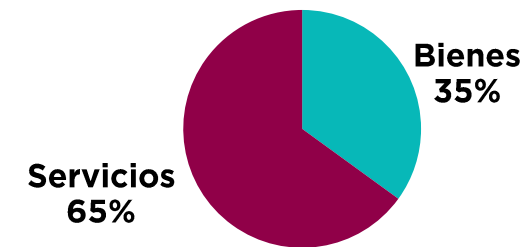


Por encima del promedio

Categoría de especialización	% clientes PYME
<b>Cloud computing</b>	<b>53%</b>
<b>Ciberseguridad</b>	<b>22%</b>
<b>Blockchain</b>	<b>20%</b>
<b>Internet de las cosas</b>	<b>15%</b>
<b>Automatización robótica de procesos</b>	<b>11%</b>
Sistemas de integración	9%
Big Data & analytics	7%
X Reality (VR /AR/ MR)	5%
Inteligencia artificial	4%
Identificación por radiofrecuencia	0%
Automatización y conectividad	0%
Otros	0%

- Las empresas cuya especialización indicada es **cloud computing** poseen la mayor cantidad de clientes PYME (53%), seguido de **ciberseguridad** (22%) y **blockchain** (20%).
- Por el contrario, empresas especializadas en RFID, automatización e IPA **no realizan ventas** a empresas PYME.

## Composición de las ventas según actividad productiva de sus clientes



Especialización	Clientes en sector bienes
<b>Automatización robótica de procesos</b>	<b>69%</b>
<b>Automatización y conectividad</b>	<b>60%</b>
<b>Cloud computing</b>	<b>56%</b>
<b>X Reality (VR /AR/ MR)</b>	<b>45%</b>
<b>Big Data &amp; analytics</b>	<b>40%</b>
Internet de las cosas	23%
Inteligencia artificial	16%
Ciberseguridad	5%
Intelligent Process Automation	0%
Identificación por radiofrecuencia	0%
Blockchain	0%
Sistemas de integración	0%
Otros	5%

Por encima del promedio

- Solo el **35%** de los clientes del segmento 4.0 pertenece a **bienes**, no obstante esto refleja una **vinculación más profunda** con respecto al comportamiento de la totalidad del sector TICs costarricense, que alcanza solo el **11%**.

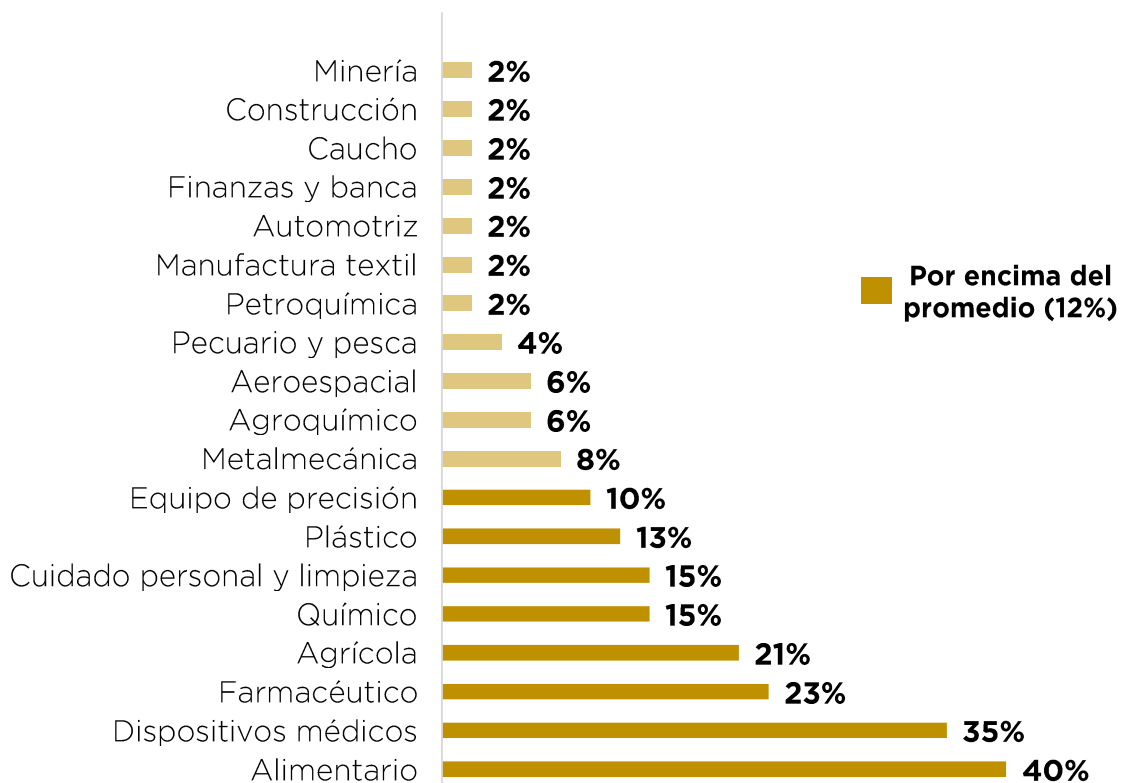
# ¿Cómo se distribuyen las ventas de Tecnologías 4.0 según sector productivo?

El 38% de empresas no posee clientes en bienes, evidencia a su vez retos país para vincular al 4.0 de forma más efectiva con demandantes en áreas como manufactura, agrícola o alimentos.

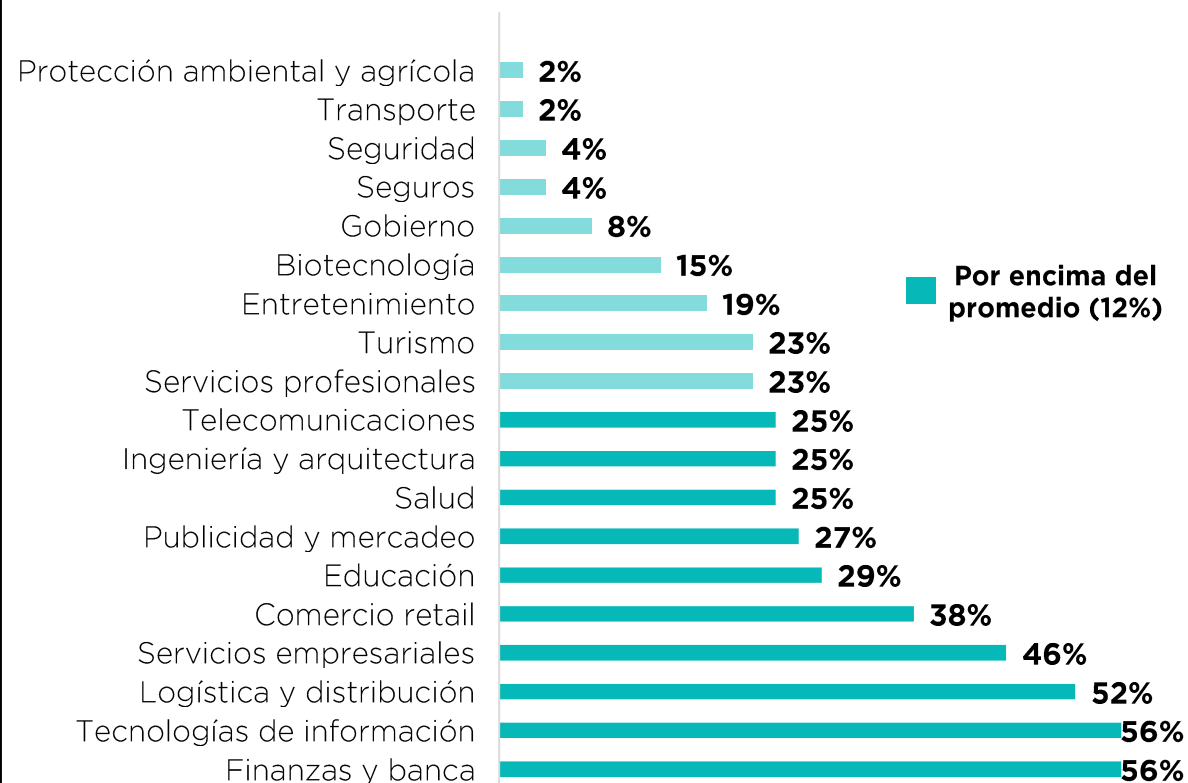
**Banca y finanzas** es el principal foco de demanda en servicios para la oferta 4.0 (56% de sus clientes) y **alimentario** (40%) en bienes; comportamiento muy similar al total del sector TICs. **Prácticamente toda la oferta 4.0** (98%) posee clientes en servicios, pero **solo 62% de ellos los tienen en bienes**.

**Agrícola**, sector con escasa vinculación tecnológica, muestra una **mejor demanda cuando se trata de 4.0**, especialmente por un mayor consumo en **Internet de las cosas (estaciones metereológicas, sensores en plantación, drones de monitoreo, etc)**.

## Distribución de clientes de Tecnologías 4.0 en sector BIENES



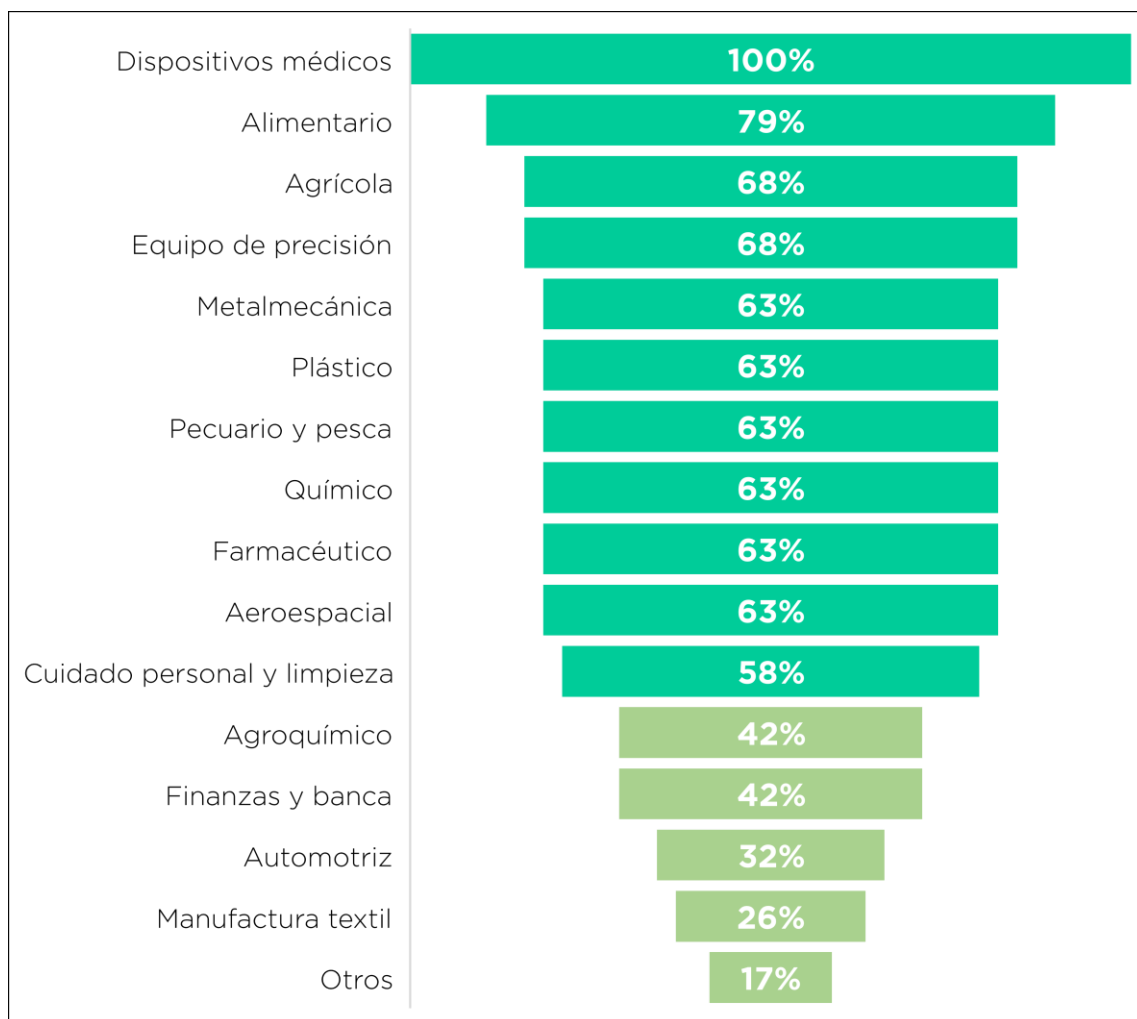
## Distribución de clientes de Tecnologías 4.0 en sector SERVICIOS



# ¿Cómo se distribuyen las ventas de Tecnologías 4.0 según sector productivo?

En promedio, los clientes en sectores de bienes consumen el 57% de las categorías tecnológicas 4.0 (11 categorías), donde dispositivos médicos adquiere la totalidad de ellas y compra al 35% de proveedores del sector

## Cantidad de categorías tecnológicas 4.0 vendidas por sector de bienes (% del total, 19 categorías)



Superior al promedio

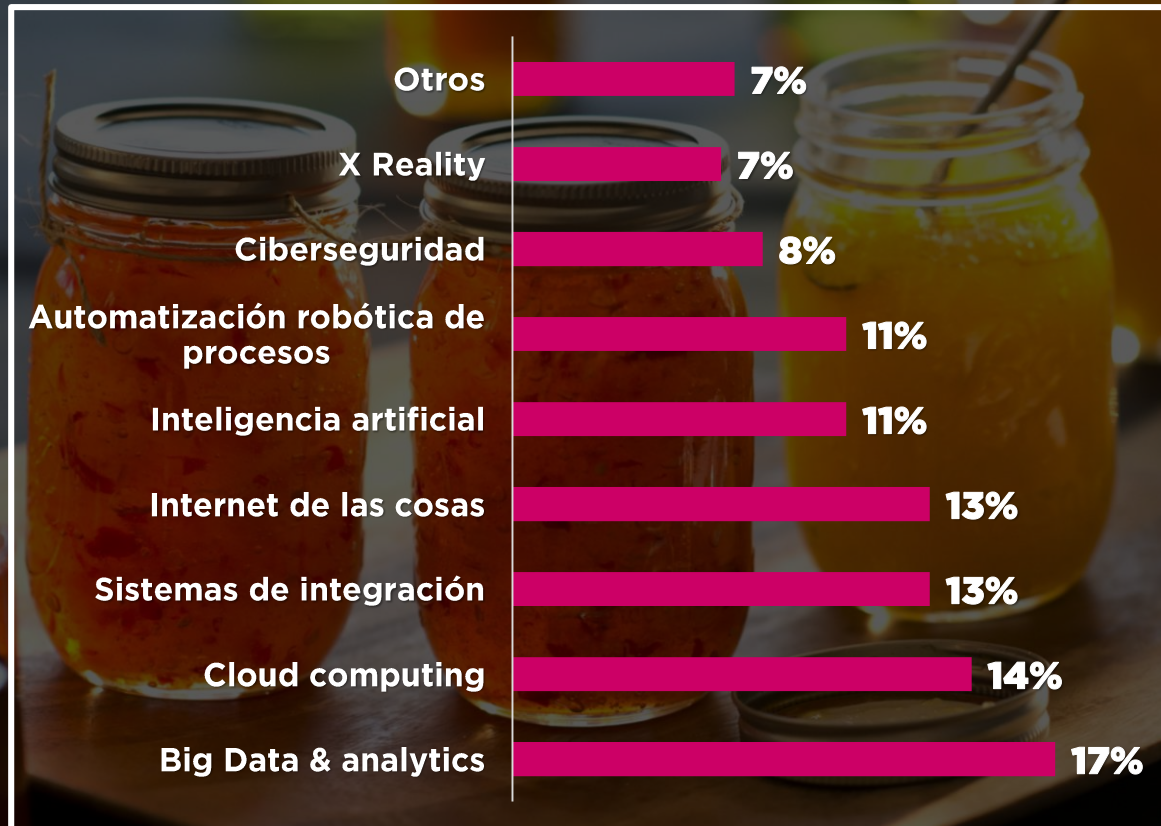
Sector (bienes)	% proveedores vendiendo al sector
Alimentario	40%
Dispositivos médicos	35%
Farmacéutico	23%
Agrícola	21%
Cuidado y limpieza	15%
Químico	15%
Plástico	13%
Equipo de precisión	10%
Metalmecánica	8%
Aeroespacial	6%
Agroquímico	6%
Pecuario y pesca	4%
Automotriz	2%
Otros	2%

# ¿Cómo se distribuyen las ventas de Tecnologías 4.0 según sector productivo?

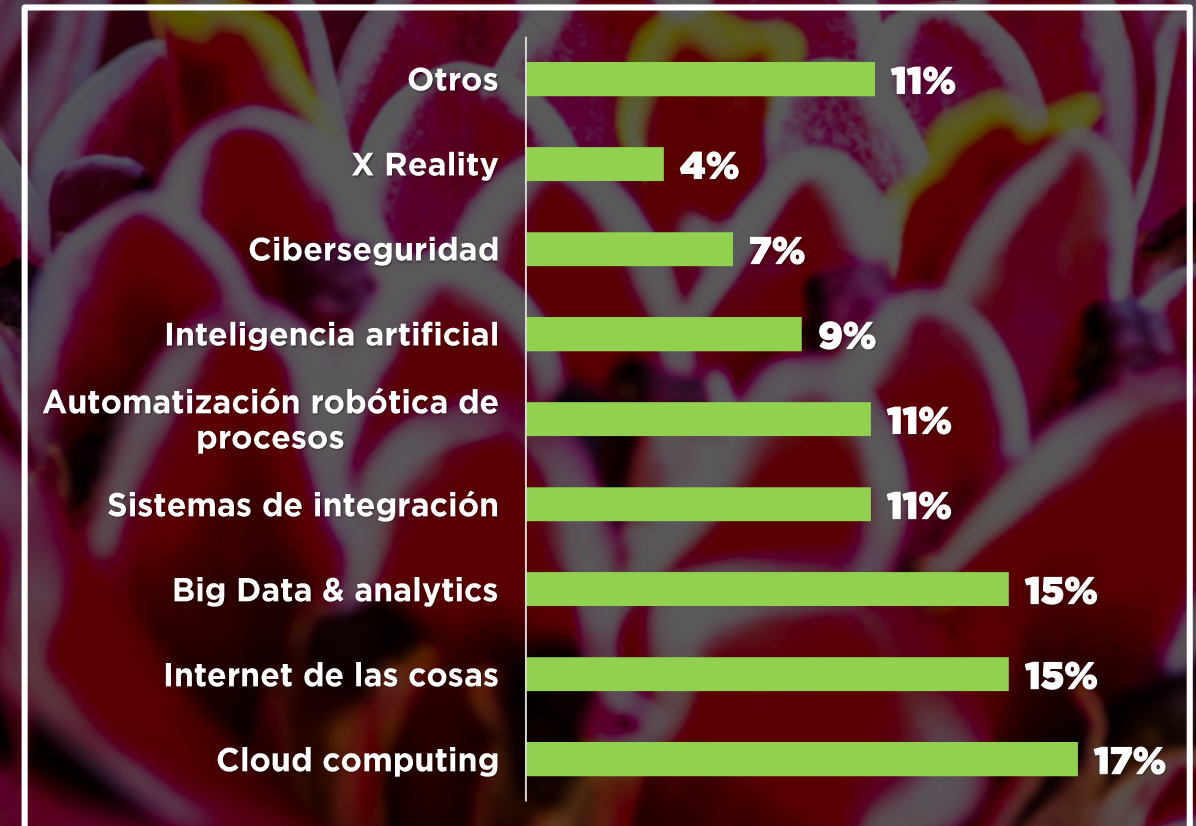
Big Data es cada vez más empleado para identificar *insights* clave sobre eficiencia productiva, preferencias del consumidor y tendencias del mercado, a su vez vinculado a cloud computing como plataforma soporte

En el ámbito local, sector agrícola explora de manera lenta pero progresiva la aplicación de tecnologías, entre ellas, IoT destaca así como su enlace con cloud computing y Big Data para el procesamiento posterior de datos

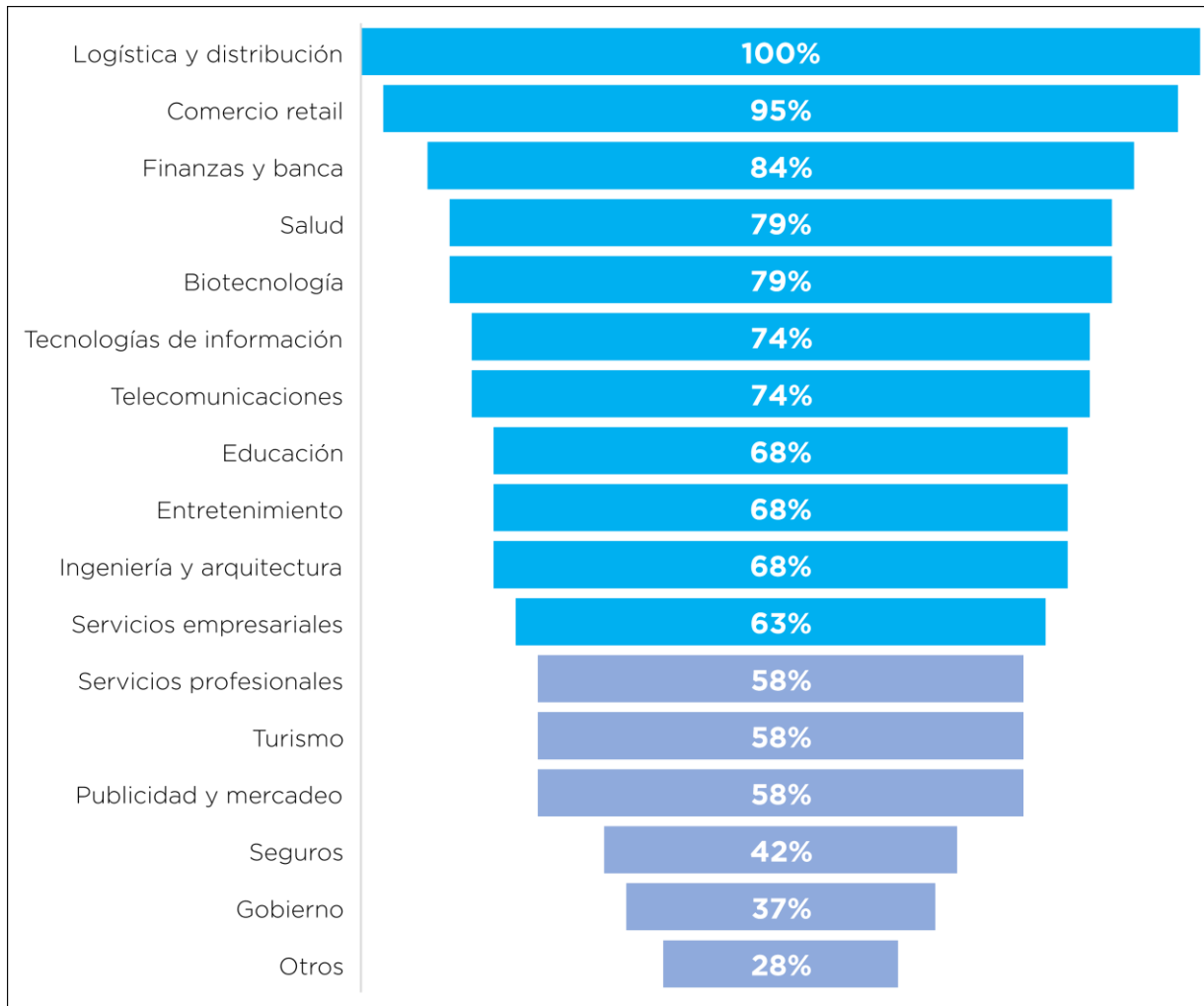
## Sector alimentario: perfil de consumo 4.0 (% empresas que venden al sector, según tecnología)



## Sector agrícola: perfil de consumo 4.0 (% empresas que venden al sector, según tecnología)



## Cantidad de categorías tecnológicas 4.0 vendidas por sector de servicios (% del total, 19 categorías)



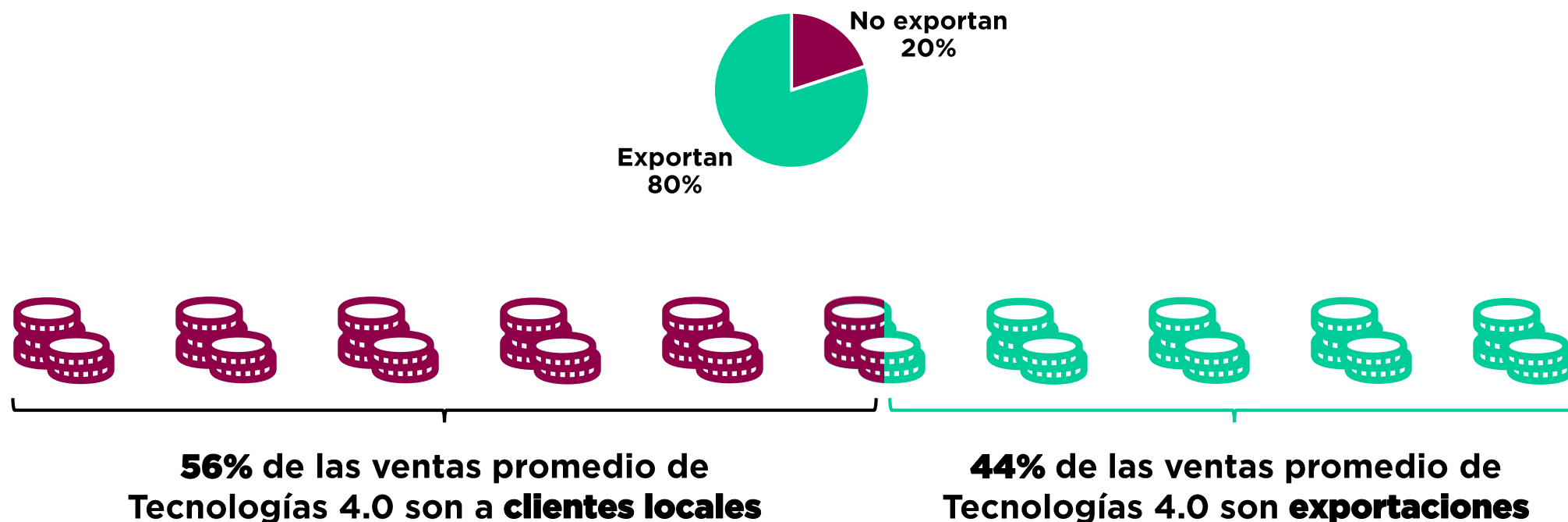
Superior al promedio

Sector (servicios)	% empresas vendiendo al sector
Logística y distribución	42%
Tecnologías de información	31%
Finanzas y banca	29%
Servicios empresariales	29%
Comercio retail	25%
Salud	23%
Telecomunicaciones	21%
Ingeniería y arquitectura	19%
Educación	17%
Publicidad y mercadeo	17%
Servicios profesionales	15%
Turismo	15%
Biotecnología	10%
Entretenimiento	10%
Otros	3%



***¿Cuál es el perfil de exportación del sector?***

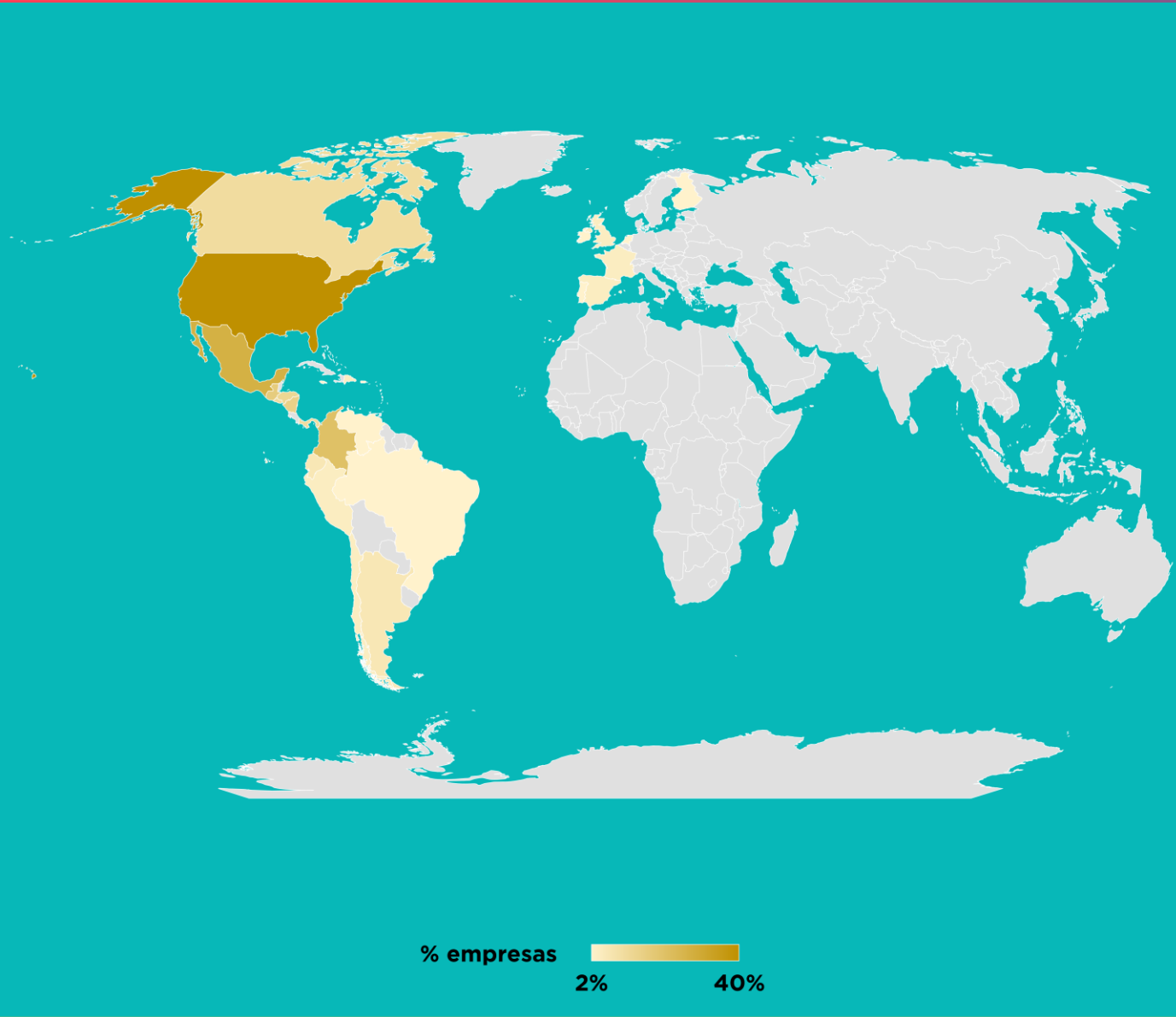
## % Empresas que realizan exportaciones de Tecnologías 4.0



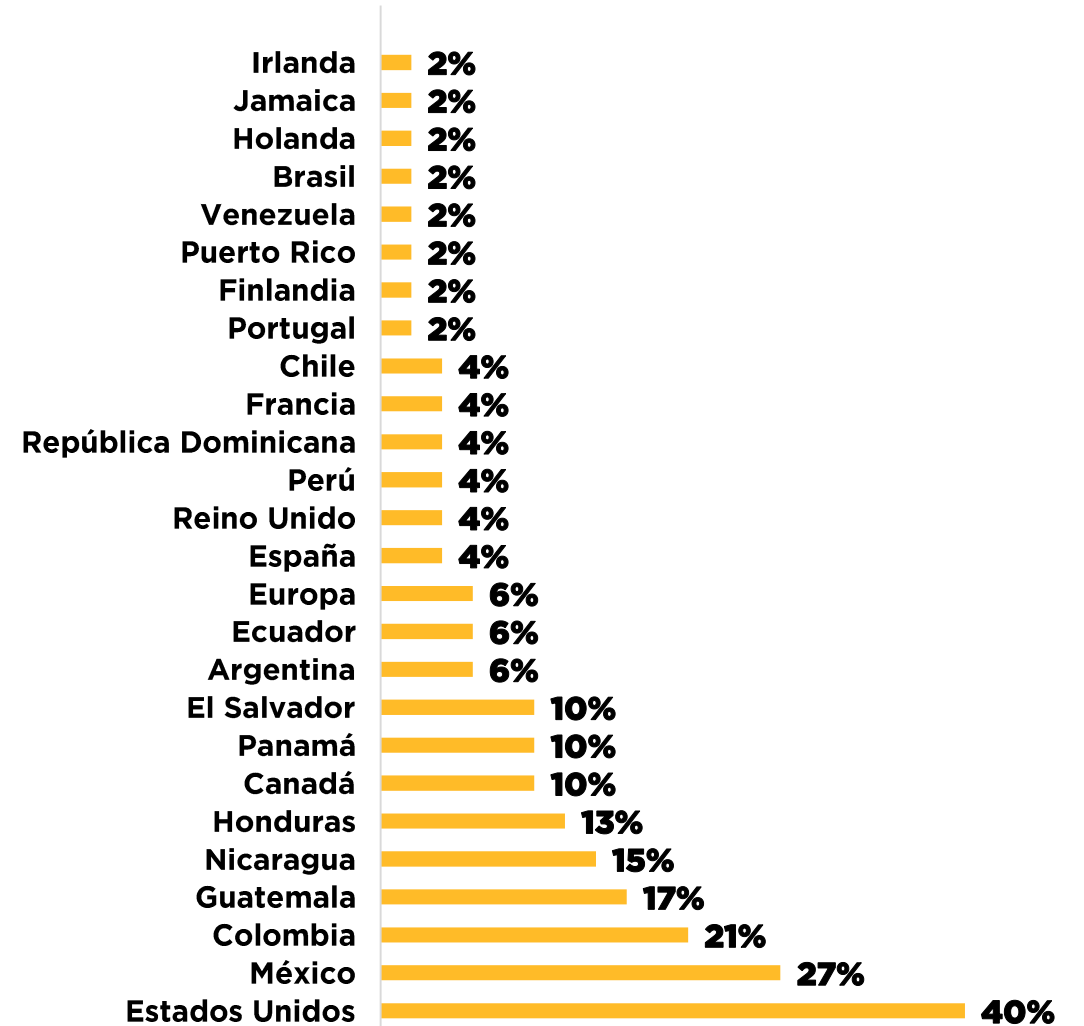
El segmento de empresas 4.0 muestra una **menor participación en exportaciones** (80% de las empresas) que con respecto al total del **sector TIC** (88%), esto se explica debido a la mayor especialización de sus servicios, así como también por parte de la demanda.

**Para el 18% de las empresas que exportan**, sus ventas al exterior **no están basadas en Tecnologías 4.0**, ya que el 100% de ellas las realizan a nivel local. Esto refleja experiencia y capacidad exportadora, no obstante retos en términos de captación de clientes con necesidades más especializadas.

# ¿Cuál es el perfil de exportación de las Tecnologías 4.0?



## Destinos de exportación de Tecnologías 4.0 según % de empresas





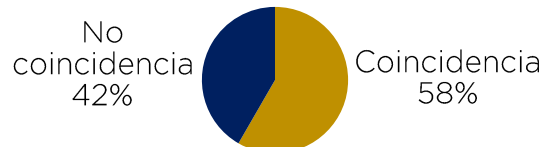


***¿Cuáles son las perspectivas a futuro sobre la oferta 4.0?***

# ¿Cuáles tecnologías consideran las empresas poseen mayor potencial en el mediano-largo plazo?

## ¿Coincide su especialización 4.0 actual con aquella que considera posee mayor potencial a futuro?

No coincidencia según categoría	% empresas
Cloud computing	13%
Internet de las cosas (IoT)	6%
Inteligencia artificial	4%
Identificación por radiofrecuencia	4%
X Reality (VR /AR/ MR)	2%
Sistemas de integración	2%
Ciberseguridad	2%
Big Data & analytics	2%

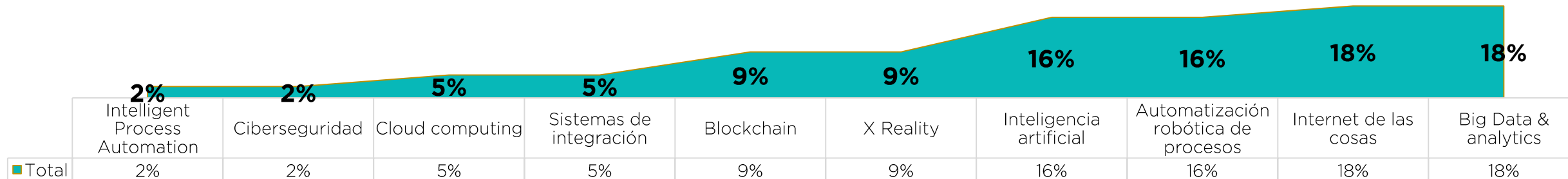


Coincidencia según categoría	% empresas
Big Data & analytics	13%
X Reality (VR /AR/ MR)	8%
Internet de las cosas (IoT)	8%
Automatización robótica de procesos	8%
Inteligencia artificial	8%
Blockchain	4%
Cloud computing	2%
Ciberseguridad	2%

Actualmente, casi la mitad del sector (42%) **no se especializa** en la categoría que considera posee mayor potencial a futuro

- Si bien el sector denota un **buen nivel de especialización**, comprende también que estas tecnologías son **evolutivas** y que gran parte de su valor agregado radica también en los ámbitos de **intersección** con otras plataformas tecnológicas.
- **Big Data e IoT** son las categorías mejor evaluadas en términos de mayor **potencial futuro** (18% de las empresas lo considera), seguido de RPA e Inteligencia Artificial.
- Estas perspectivas están indicadas no solo en términos de demanda, sino también en las condiciones país para el desarrollo de un **ecosistema** que impulse y promueva estas categorías 4.0.

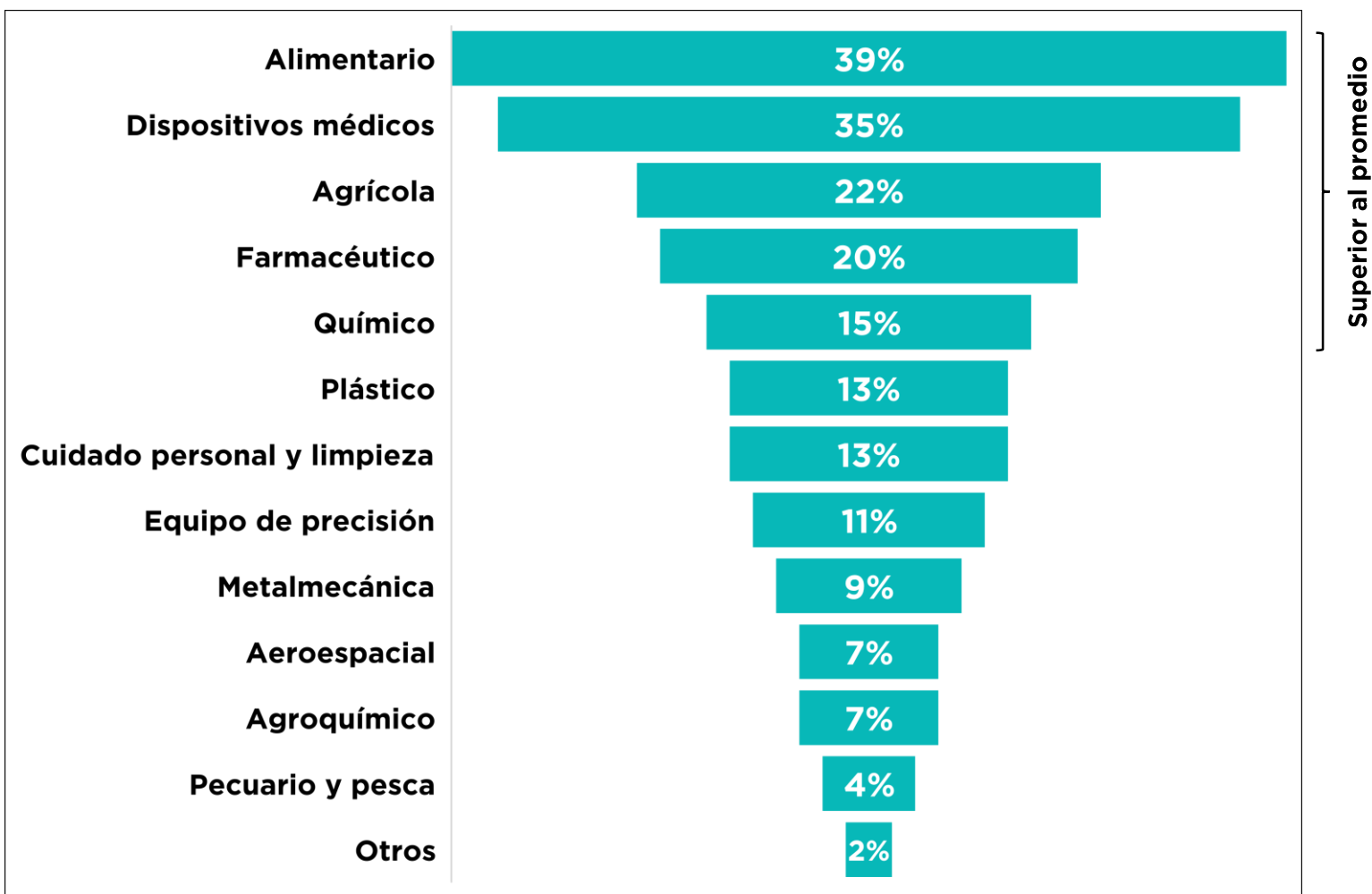
## Categorías indicadas con mayor potencial de crecimiento en Costa Rica en el mediano-largo plazo (% del total de empresas)



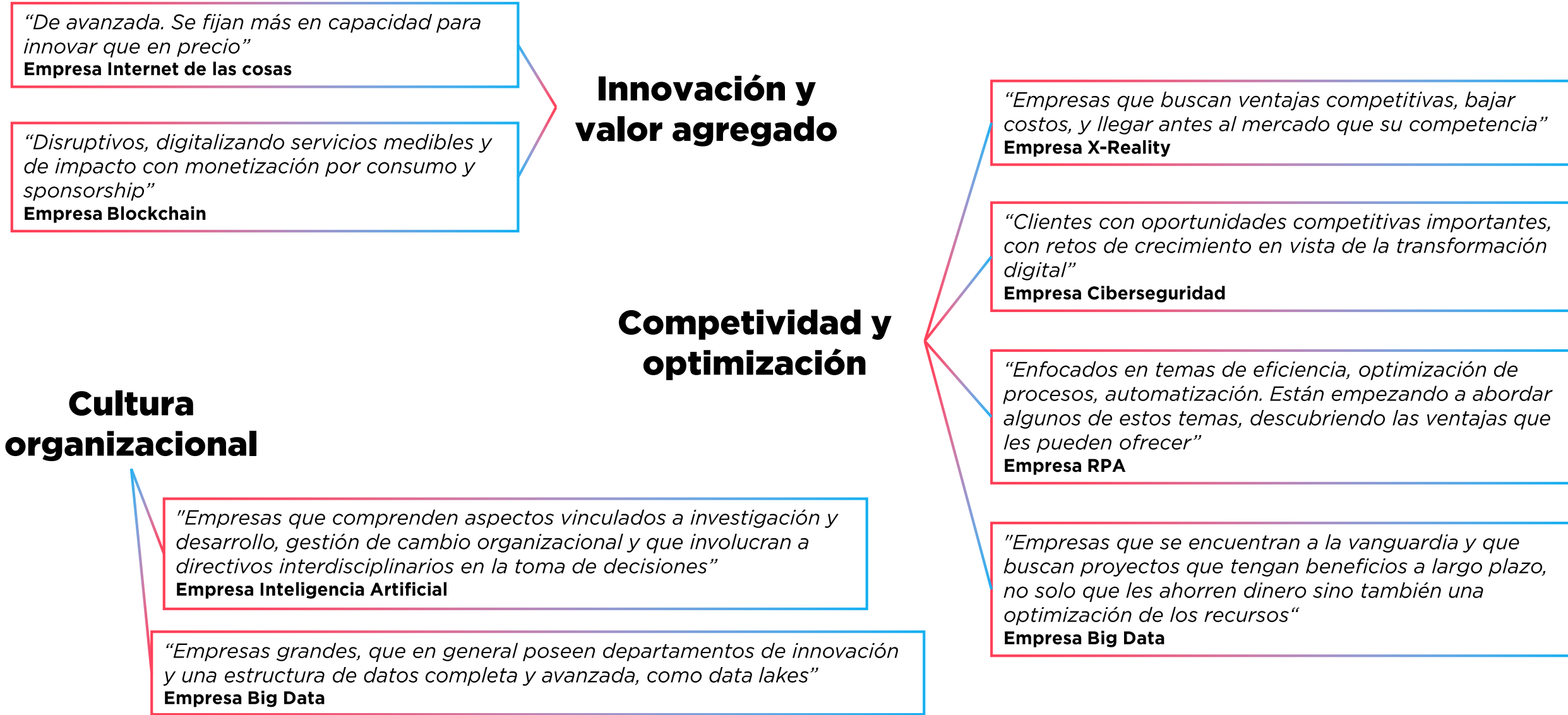


***¿Cuál es el perfil de los clientes del sector que consumen estas tecnologías?***

## % de empresas que indican obstáculos para la vinculación de tecnologías 4.0, según vertical de sus clientes



- **Alimentario**, si bien es el segundo sector más vinculado en ventas a la oferta 4.0, es a su vez quien refleja la **mayor cantidad de obstáculos** para la implementación de estas tecnologías.
- **Entre las principales dificultades están:**
  - Costos de inversión
  - Problemas en recurso humano para implementación interna de la tecnología
  - Falta de orden o inexistencia en la gestión de datos por parte de la empresa





***¿Existen dificultades en la disponibilidad de humano especializado en tecnologías 4.0?***

# ¿Ha perdido el sector ventas producto de problemas en la especialización de su recurso humano en tecnologías 4.0?



## ¿Por qué NO?

“No, capacitamos nosotros mismos al recurso humano”

“No, la clave ha sido contar con un **equipo multidisciplinario** (ingenieros en software, eléctricos, electromecánicos)”

“No, siempre hay recurso preparado o bien **nosotros mismos los capacitamos**”

“No, tenemos nuestro **propio proceso de capacitación**”

“No, tenemos un equipo base en **constante aprendizaje**, consultores externos en diferentes áreas y asesores-aliados internacionales que permiten la especialización”

“No, podemos usar **centros de producción en otros países** cuando nuestros recursos tecnológicos o humanos no alcanzan los requerimientos”

“No por RRHH, pero en RPA sí por desconocimiento del empresario así como un letargo en la toma de decisión, especialmente en PYMES”

“No por RRHH, pero sí por condiciones y ambiente político”

“No por RRHH, pero sí por no tener la infraestructura 5G en el país”

## ¿Por qué SÍ?

“Sí, por **falta de financiamiento** para capacitar al RRHH”

“Sí, 3 colaboradores han **estudiado fuera de C.R.** ya que requerían un conocimiento sobre tecnologías 4.0 que en nuestro país no se enseña”

“Sí, el **costo de ingenieros especializados** sigue creciendo mientras que su disponibilidad se reduce”

“Sí, el nivel de recurso humano ha bajado muchísimo en términos de responsabilidad, empoderamiento y **habilidades blandas**”

“Sí, generalmente tenemos que **capacitar al RRHH** para poder brindar el servicios finales”

“Sí, hemos perdido al menos 3 proyectos por la **falta de recurso especializado**. Por esa razón, abrimos oficinas en Perú y pensamos hacerlo también en otros países”

“Sí, no solo por desconocimiento técnico sino también por experiencia demostrada en proyectos o **casos de éxito**”

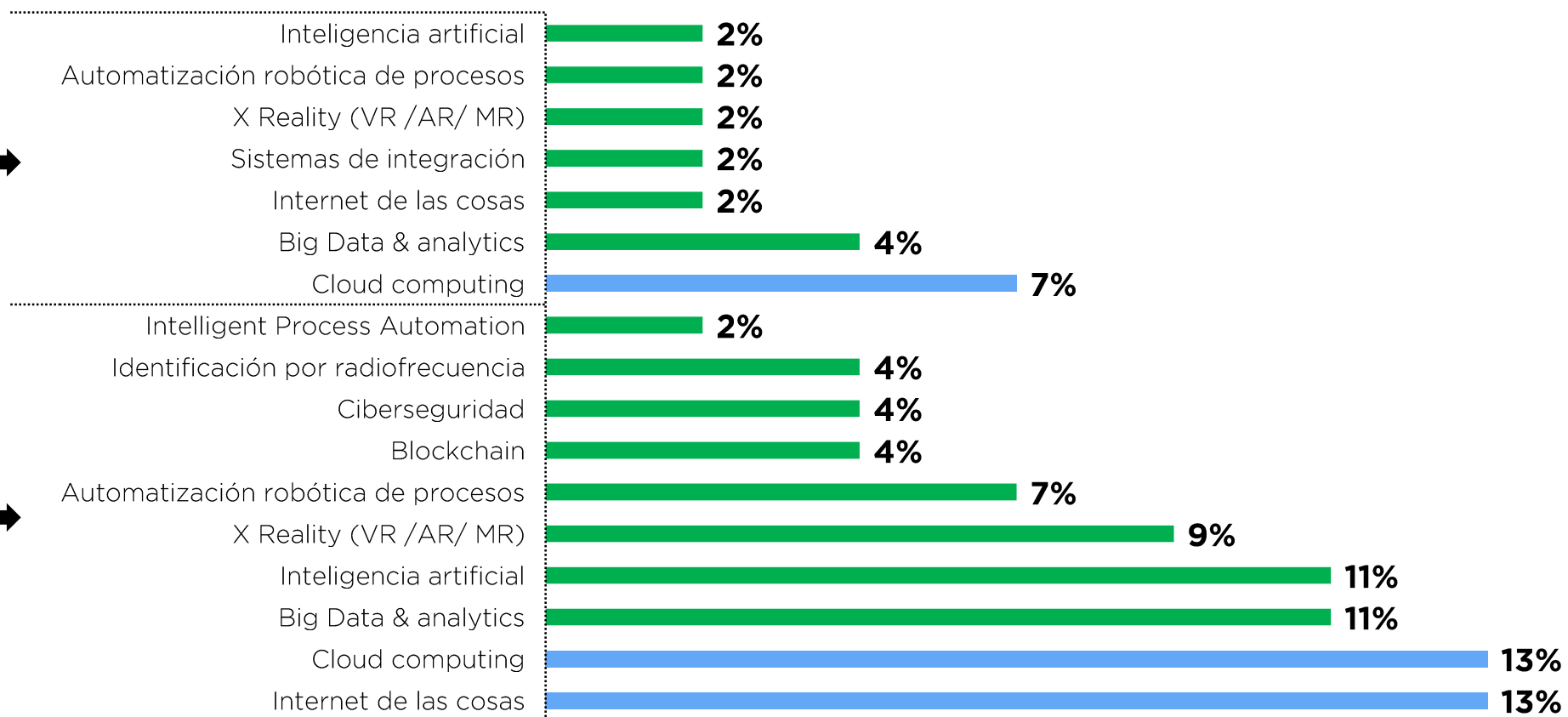
“Sí, por **certificaciones** en RPA (UiPath)”

# ¿Ha perdido el sector ventas producto de problemas en la especialización de su recurso humano en tecnologías 4.0?

- Oferentes en **Internet de las Cosas** son quienes reflejan **mayores problemas por falta de recurso humano especializado**, ante lo cual las empresas indican que esto responde a ciertos niveles o ámbitos de la tecnología en donde se requieren conocimientos en alguna medida experimentales, en ámbitos de comunicación, **firmware**, redes y sobre todo desarrollos propios de **propiedad intelectual**.
- Cloud computing** se divide entre empresas que no han tenido dificultades por recurso humano (13%), pero una parte de ellos (7%) sí se ha visto afectado. Esto indican sucede en casos en donde **convergen diferentes tecnologías** y se requiere de un conocimiento más amplio para efectos de generar interoperabilidad e implementaciones a la medida para ciertos **proyectos diferenciados**.

**Categorías de la oferta que  
SÍ se han visto afectados:** →  
(% del total de empresas)

**Categorías de la oferta que  
NO se han visto afectados:** →  
(% del total de empresas)







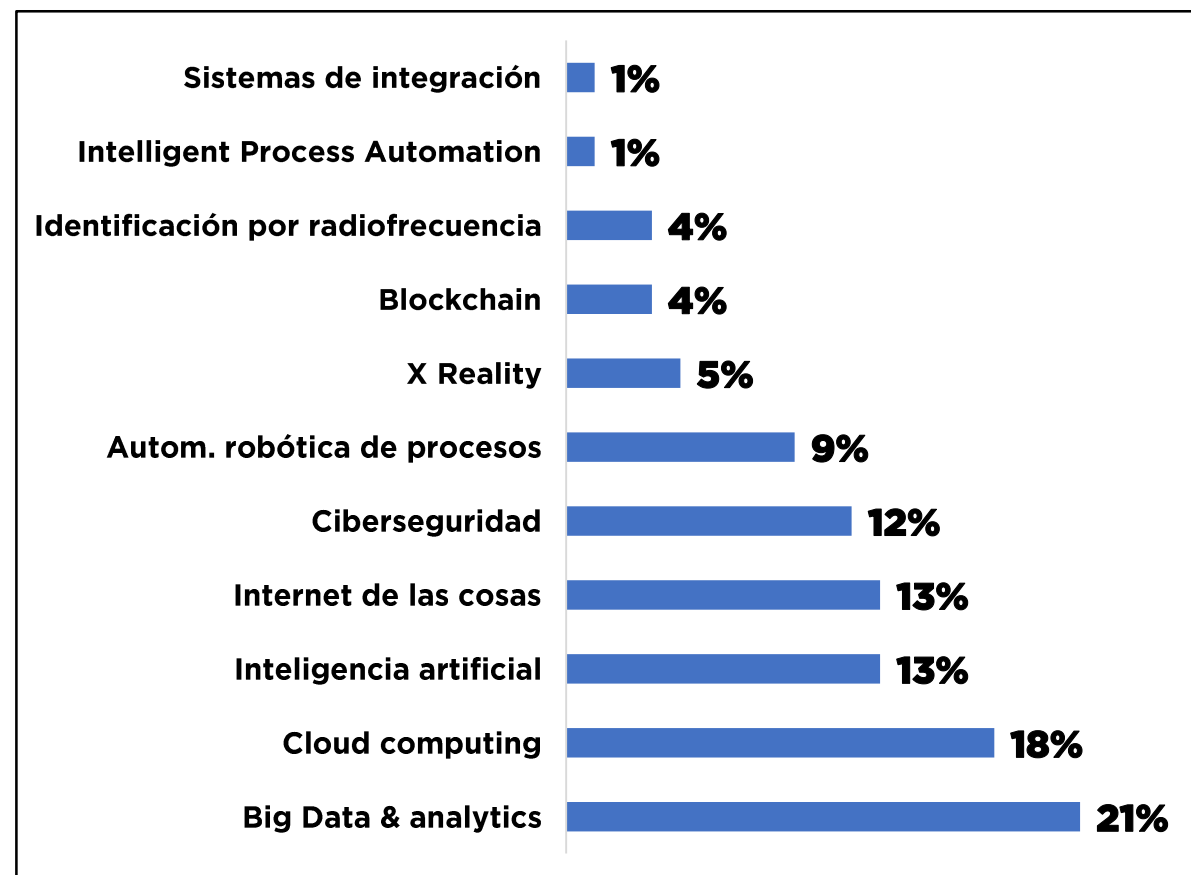
## CAPÍTULO 3

# ***Aspectos clave para una mayor vinculación entre oferta-demanda 4.0***

# ¿Cuáles son las principales exigencias y requisitos solicitados a las empresas de tecnologías 4.0 por parte de la demanda?

Requisitos especializados	% empresas
Acuerdos de confidencialidad y protocolos de resguardo de datos	<b>56%</b>
Certificación de experiencia y casos de éxito comprobados	<b>25%</b>
Certificaciones técnicas de la tecnología	<b>23%</b>
Protección y condiciones sobre propiedad intelectual	<b>17%</b>
Certificación de soporte técnico y acompañamiento	<b>13%</b>
Sin exigencias diferenciadas con respecto a otros clientes	<b>8%</b>
Acuerdos de exclusividad	<b>6%</b>
Metodologías en pensamiento creativo e innovación	<b>4%</b>
Respaldo de proveedores/plataformas internacionales	<b>4%</b>
Desarrollo de contratos y términos comerciales detallados	<b>4%</b>
Metodologías en administración de proyectos	<b>4%</b>
Customización completa de la solución	<b>4%</b>
Demostración previa y prototipeado	<b>4%</b>
Contratos de mantenimiento rigurosos	<b>2%</b>
Responsabilidad social	<b>2%</b>

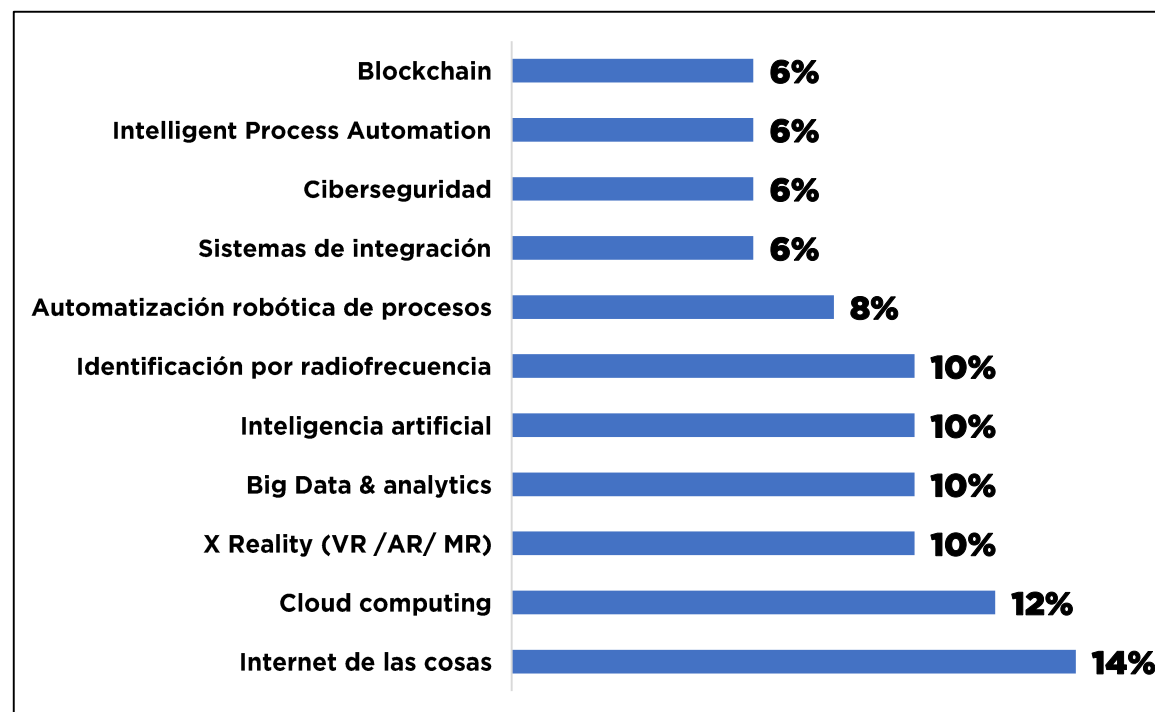
## Especializaciones tecnológicas con más requisitos solicitados por la demanda, según categoría (% del total de requisitos)



# ¿Cuáles son las principales barreras identificadas que dificultan una mayor vinculación de la oferta 4.0 con empresas locales?

Principales barreras indicadas por la demanda	% participación en respuestas
Desconocimiento sobre aplicaciones potenciales y modelos de negocio escalables a la empresa en tecnologías 4.0	24%
Resistencia al cambio	19%
Costos de inversión	17%
Falta de habilidades o especialización del recurso humano de los trabajadores	16%
Bajo nivel de complejidad en las necesidades de las empresas	13%
Incertidumbre jurídica (ej. protección de datos; propiedad intelectual)	6%
Falta de orden en la infraestructura de datos de la empresa	4%
Desconocimiento de proveedores locales	1%

## Cantidad de barreras indicadas según categoría tecnológica del proveedor (% del total de requisitos)



# Deal breakers para la implementación 4.0:

1. Dificultad en **coordinar acciones** a través de diferentes unidades de la organización
2. Falta de determinación para impulsar la toma de decisiones a través de **transformaciones radicales**
3. Falta de **recurso humano especializado** en estas tecnologías (+ habilidades blandas, gestión de proyectos e idiomas)
4. Inquietudes sobre **ciberseguridad** cuando se trabaja con proveedores externos y se genera una apertura de los datos/metodologías de procesos de la empresa
5. Falta de un **modelo de negocio** claro que justifique la inversión en infraestructura de TI subyacente
6. Preocupaciones sobre la **propiedad de la data** cuando se trabaja con proveedores externos
7. Falta de **certeza** sobre manejo interno o vía outsourcing profundizado por la falta de conocimiento o disponibilidad de proveedores
8. Desafíos sobre **integración de los datos** de fuentes diversas con el fin de realizar implementaciones de soluciones de base 4.0



# Acciones clave por implementar:

## Foco

Empresas en especial en sectores de **manufactura** deben enfocarse en un número limitado de aplicaciones de la Industria 4.0, en lugar de buscar cubrir todas a la vez.

## Preparación previa

Las empresas no deberían de temer utilizar **soluciones alternativas de tecnología** para comenzar a implementar los casos de uso de la Industria 4.0, mientras realizan inversiones progresivas que permitan depurar las bases internas y estructurales para una posterior implementación.

## Tecnología integrada

Crear una cartera de proveedores de tecnología de terceros, ya que la Industria 4.0 está causando un cambio en el modelo tradicional de **proveedor único** a uno que depende de un conjunto de proveedores de tecnología integrados.

## Cultura organizacional

Para capturar valor de la Industria 4.0, las empresas deben establecer un **equipo multifuncional** dedicado que impulse la innovación basada en una cultura abierta al cambio y experimentación.

## Experimentación

Los fabricantes deben comenzar a **experimentar** con nuevos modelos de negocio. La mayoría de las victorias rápidas de la Industria 4.0 se encontrarán en la mejora de la efectividad operativa.





# ***Consideraciones finales***

# Diversificar los modelos de negocio

La vinculación con la demanda local e internacional no está basada necesariamente en términos de categorías/plataformas tecnológicas, sino en modelos de negocio centrados en una **relación más cercana y especializada** con el cliente, con los cuales resulta necesario en ámbitos del 4.0 el desarrollo de:

- **Prototipos** de prueba;
- Una mayor comprensión de la **dinámica productiva** del cliente;
- Amplio acceso y **empoderamiento** de datos del cliente, muchos de ellos sensibles;
- **Modelos de cooperación y venta** no solo basados en dinero sino además en dinámicas de co-creación e inversión conjunta.
- Un mayor esfuerzo por visibilizar y cuantificar retornos de inversión y ahorros basados en productividad/costos operativos.



## Aplicar la tecnología vs desarrollarla

Si bien las categorías tecnológicas presentadas son disruptivas e intensivas en valor agregado, es claro como las empresas se perfilan entre aquellas que principalmente (más no exclusivamente) se dedican a **aplicar, comercializar y generar servicio** sobre soluciones de **terceros** en estos ámbitos; versus aquellas que si bien también lo hacen mantienen un eje principal basado en **desarrollo de propiedad intelectual y productos propios**. Dinámicas identificadas:

- Alta participación en **cloud computing** producto de una alta aplicación de soluciones de terceros, lo cual es comprensible dada la naturaleza de plataforma y soporte de esta categoría.
- Limitados desarrollos propios en **ciberseguridad**. Actualmente es más un ámbito de consultoría y comercialización de productos de terceros.
- **IoT** refleja actividad importante en desarrollos a nivel de firmware y sistemas empujados.





## IoT como ecosistema

- El **46%** de la oferta 4.0 costarricense desarrolla Internet de las Cosas y se posiciona como la tercer categoría con mayor presencia. Actualmente, **Costa Rica es el segundo país de América Latina** con mejor preparación para la implementación de IoT, según un estudio de Deloitte y del Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina.
- El perfil de las empresas en esta categoría es intensiva en experimentación, **desarrollo de soluciones propias** y muestra una vinculación interesante en ámbitos no tradicionales del 4.0 a nivel local, como sectores **agrícola, pecuario y pesca**.
- Iniciativas locales como: **i) Mecsoft** (consorcio de empresas vinculadas al IoT); e **IoTRepublik** (hub tecnológico y de negocios especializado en este ámbito) reflejan que existe en el país **condiciones** para potenciar y diversificar al **IoT como ecosistema productivo**, vinculable tanto con sectores de bienes y servicios en C.R. y mercados internacionales.



## One Stop Shop 4.0

- Resulta clara la necesidad de disponer a nivel local de una **plataforma o Marketplace** que permita a las empresas ubicadas en demanda, especialmente PYMES y aquellas en sectores menos vinculados a tecnología, **identificar potenciales socios especializados en la oferta 4.0** cuyo perfil y disponibilidad de soluciones tecnológicas se ajusten a la necesidad particular de la empresa.
- En el caso de aquellas empresas de la **demanda de mayor tamaño y perfil multinacional**, si bien se identificó que las decisiones de compra de tecnologías 4.0 provienen en muchos casos de oficinas centrales en el exterior, sí es claro también que **sí disponen de capacidad y margen de acción** para adquirir determinadas soluciones locales en estos ámbitos, no obstante, son muy claros en que tienen un **limitado conocimiento de la oferta local**, por lo que resaltan la importancia de contar con una plataforma de este tipo.





# Perfil de la oferta costarricense *especializada en tecnologías 4.0*

**Erick J. Apuy**

Dirección de Inteligencia Comercial  
Octubre 2019