

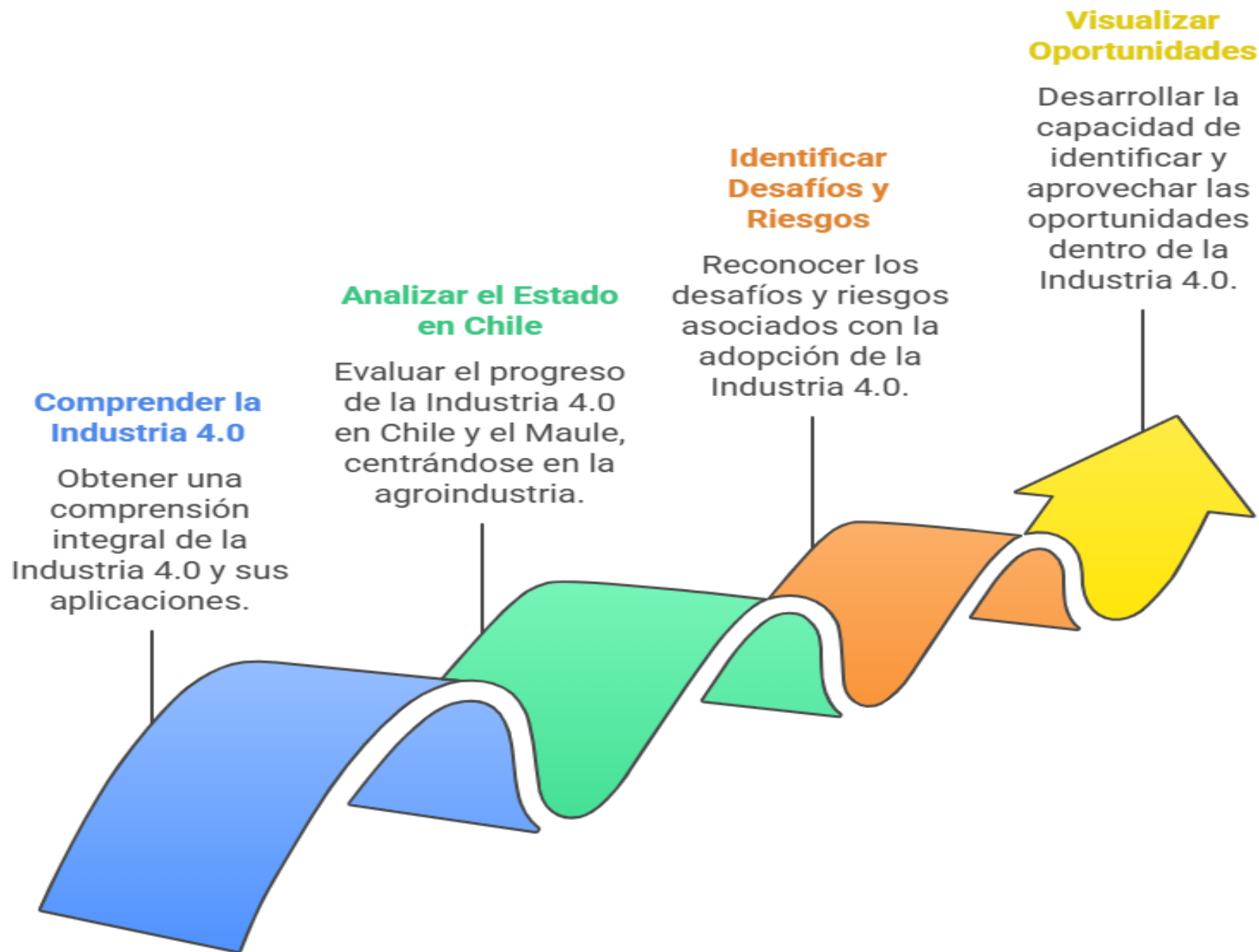
Estado de la Industria 4.0 en Chile y el mundo, desafíos y riesgos

Patricia Möller Acuña, PhD

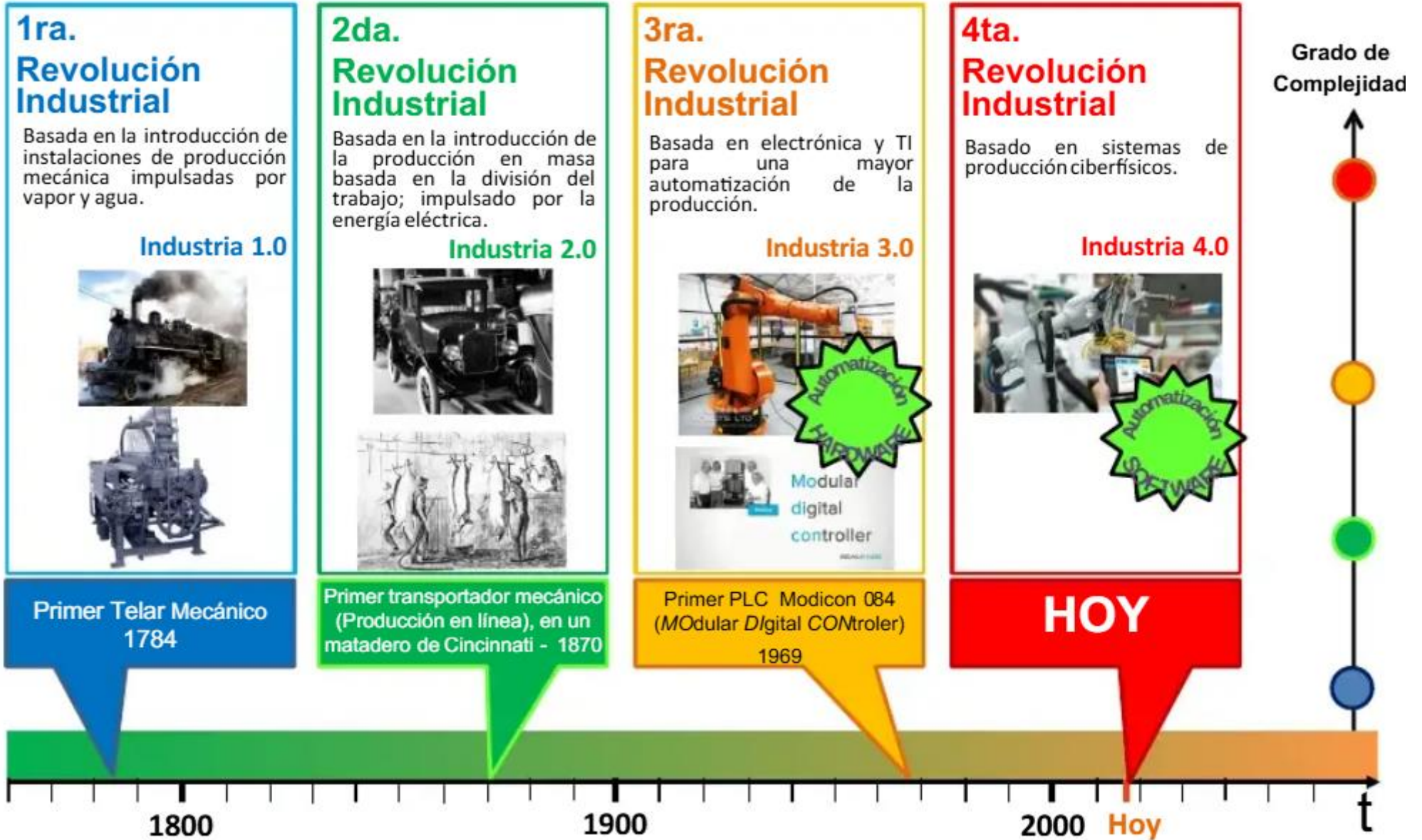
Universidad Autónoma de Chile

patricia.moller@uautonoma.cl

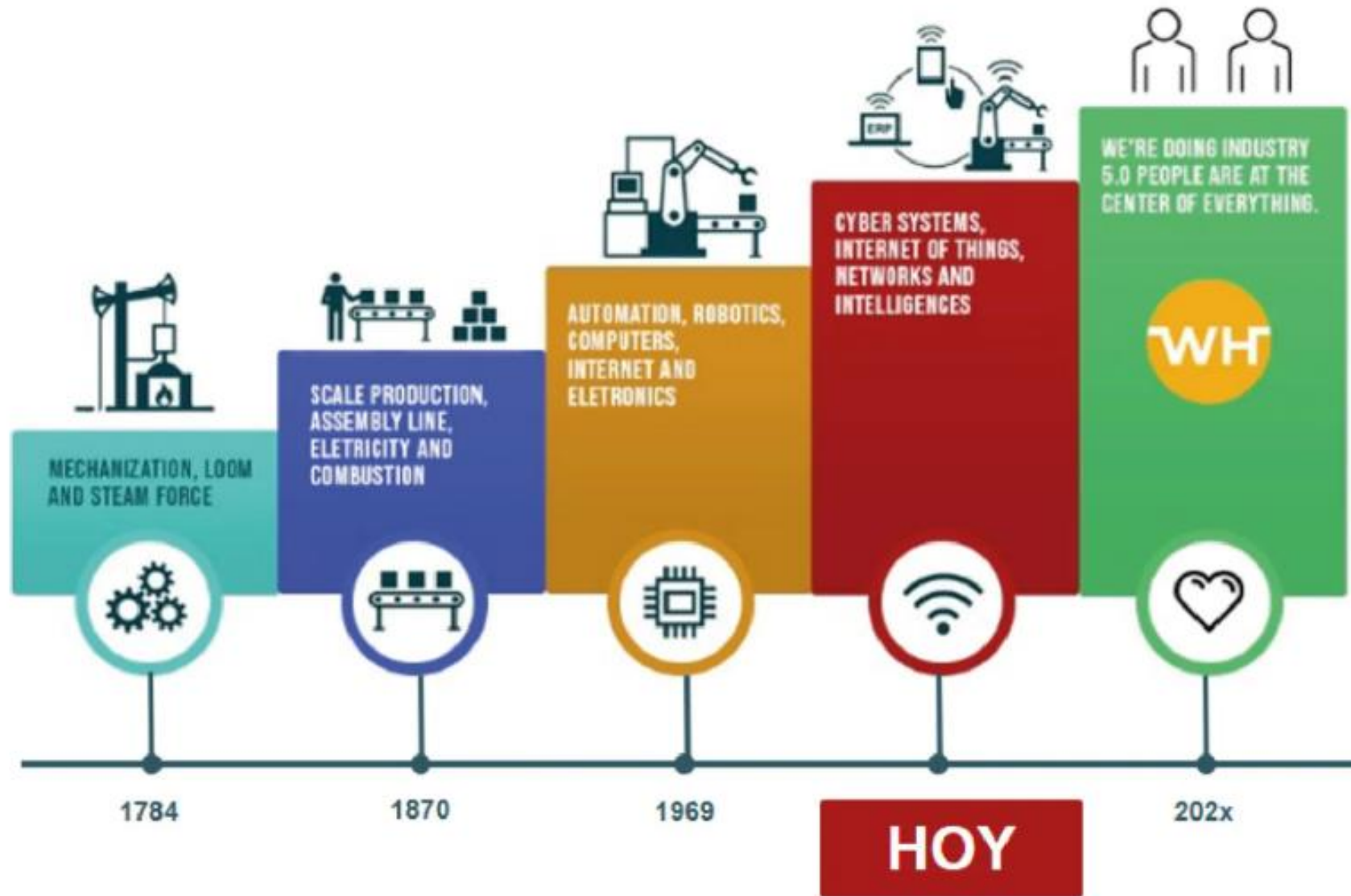
Septiembre, 2025







¿Cuál creen que ha sido el cambio más disruptivo en su trabajo en los últimos 10 años?



El Corazón de la Industria 5.0



Ejemplo: robots colaborativos ('cobots') que trabajan junto a operarios

“La tecnología debe estar al servicio de la sociedad y no al revés.”

Panorama global

Industry 4.0 Market - Growth Rate by Region



Source: Mordor Intelligence



- Europa lidera en estandarización e interoperabilidad.
- EE. UU. en plataformas digitales y nube.
- Asia (China, Corea, Japón) en IoT y robótica a gran escala.

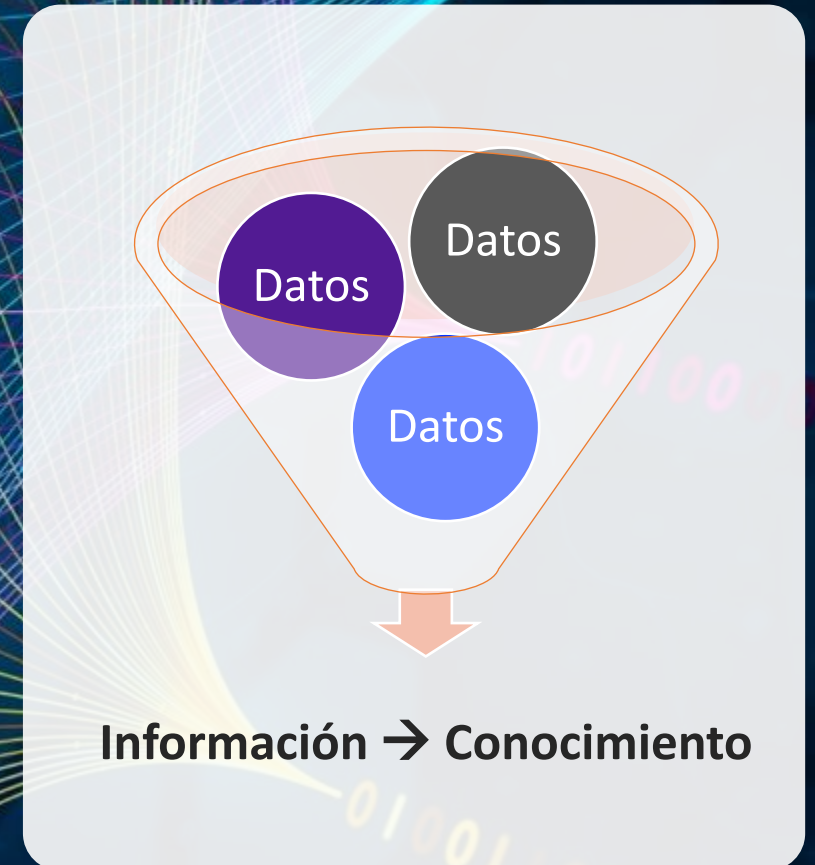
Sin datos de calidad, no hay Industria 4.0.

¿QUÉ ES BIG DATA?

Montañas de información recolectada o generada por distintos tipos de tecnología (digitales) que la gente utiliza en la actualidad. Cada persona genera en un solo día seis megabytes de información, la misma cantidad que creaba en toda su vida un individuo del siglo XVI

Estudios experimentales y datos de publicaciones

Maquinaria agrícola, sensores (IoT), imágenes satélite - drones – equipos móviles , clima, estaciones meteorológicas, registros históricos, proveedores, datos bancarios, etc.



Tipos de modelos

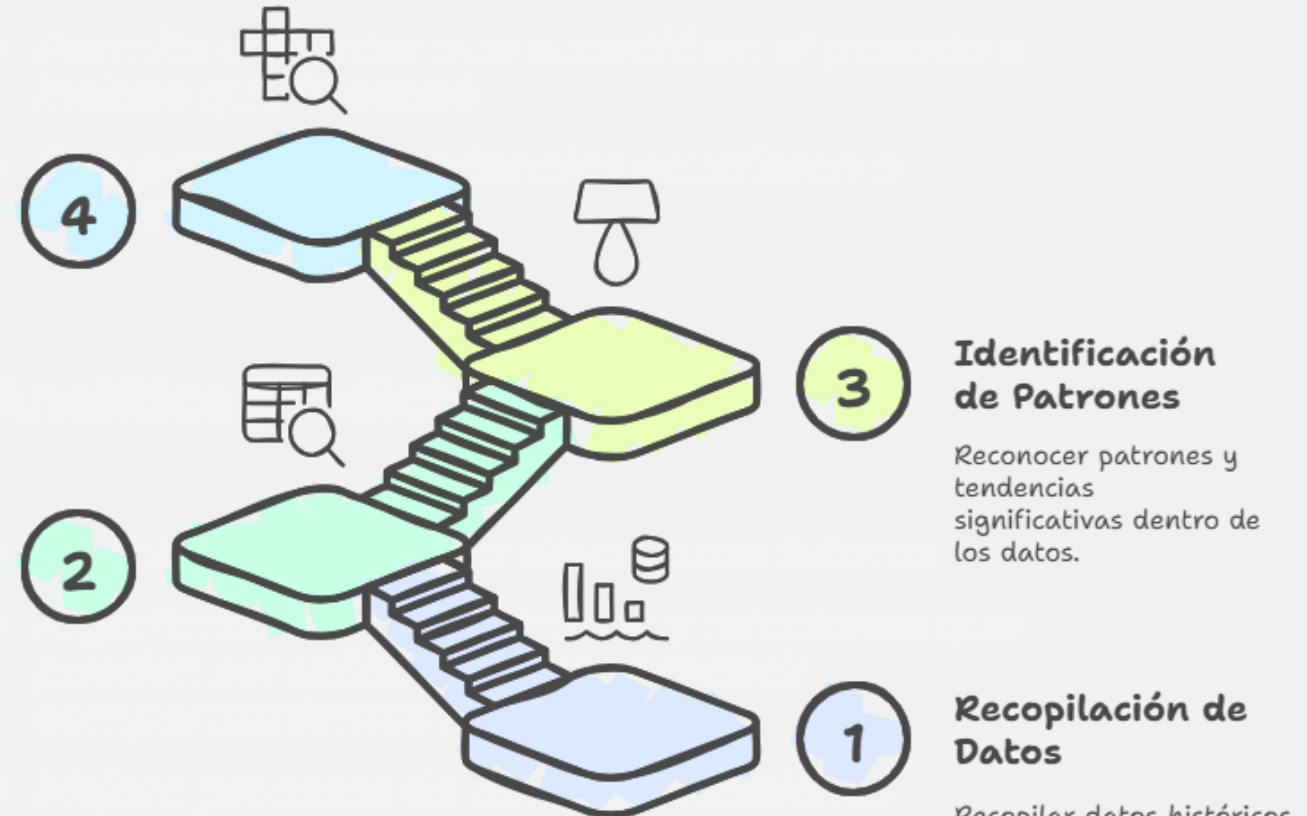
Analítica descriptiva y de diagnóstico

Entendiendo Causas

Determinar las causas subyacentes de eventos pasados.

Análisis de Datos

Procesar y analizar los datos recopilados para obtener insights.



Tipos de modelos

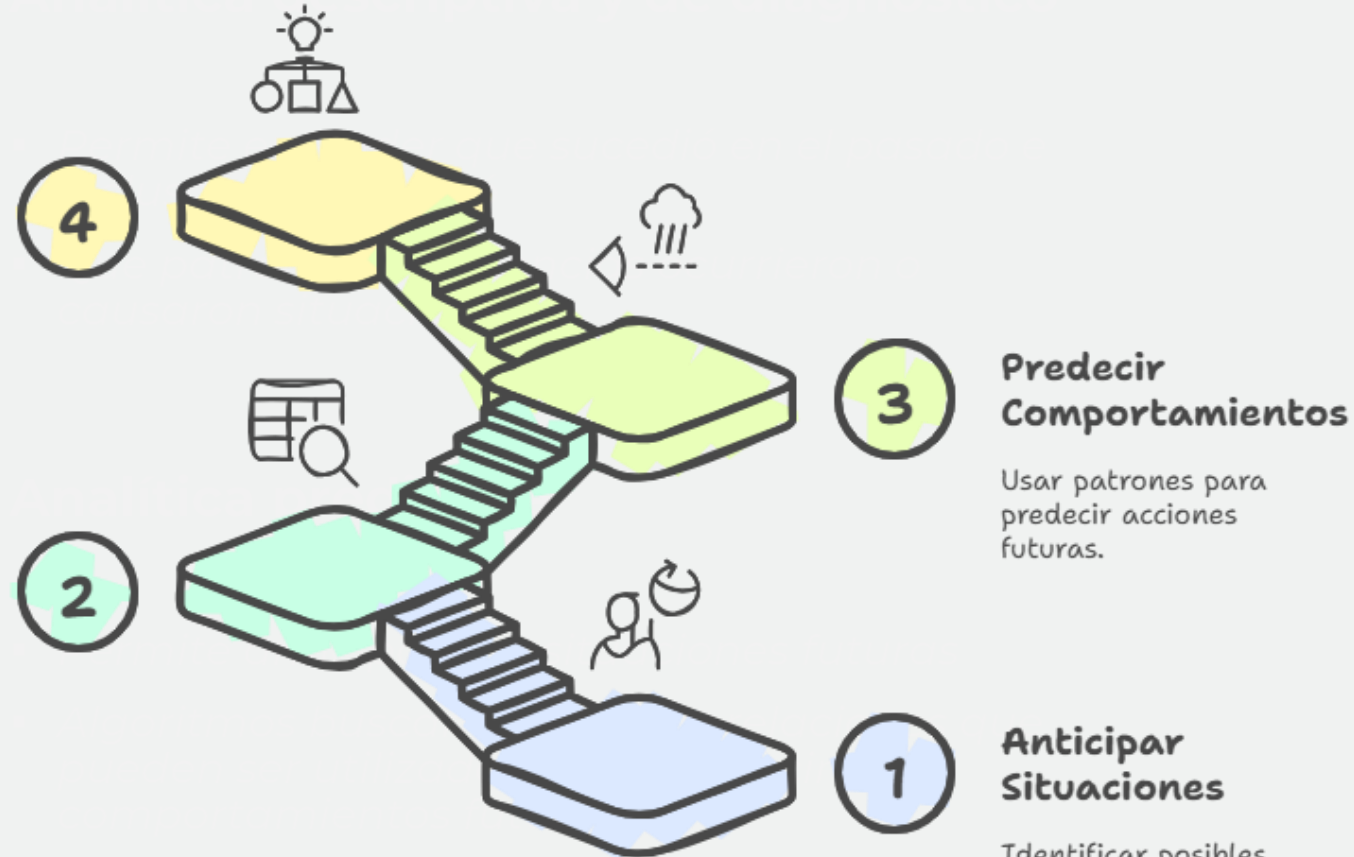
Analítica predictiva

Mejorar la Toma de Decisiones

Utilizar proyecciones basadas en datos para tomar decisiones informadas.

Detectar Patrones

Analizar datos para encontrar patrones y relaciones.





— **¿Qué hacemos con toda esta información?**

¿Cómo generamos valor?



Estado de industria 4.0 en el mundo

Alemania

Industria 4.0 como política de Estado

“Primero se construye el ecosistema y los estándares, y luego se adoptan las tecnologías. Eso evita fragmentación y garantiza escalabilidad”

62% de las empresas utilizan tecnologías y soluciones relacionadas con la Industria 4.0 (software, servicios de TI y hardware).
(Fuente: Asociación digital Bitkom, 2024)

3 de cada 4 manufactureras usan cloud; 1 de cada 3 usa Big Data.

Transferencia a pymes: 2013 creación de la Plataforma Industria 4.0. Más de 350 actores y 150 empresas, asociaciones y sindicatos involucrados



La fábrica de investigación: Es la mayor plataforma alemana de investigación en movilidad. Reúne a universidades e industria para desarrollar una producción automotriz sostenible e inteligente basada en Industria 4.0.



Centro de Aplicaciones Industria 4.0: Apoya a PYMES para experimentar con aplicaciones prácticas de la digitalización industrial. Define cuatro etapas de desarrollo de la Industria 4.0, mostrando a las empresas una hoja de ruta lógica y coherente de beneficios, lo que facilita su adopción progresiva.



El Año de la Ciencia: Los proyectos exploraron el rol de los robots, la colaboración hombre-máquina en fábricas inteligentes y el uso de inteligencia artificial en distintos sectores, preparando el terreno para los trabajos del mañana.

¿Qué lecciones de Alemania creen que Chile podría adaptar directamente al Maule?



Estados
Unidos

Plataformas digitales y servicios en la nube

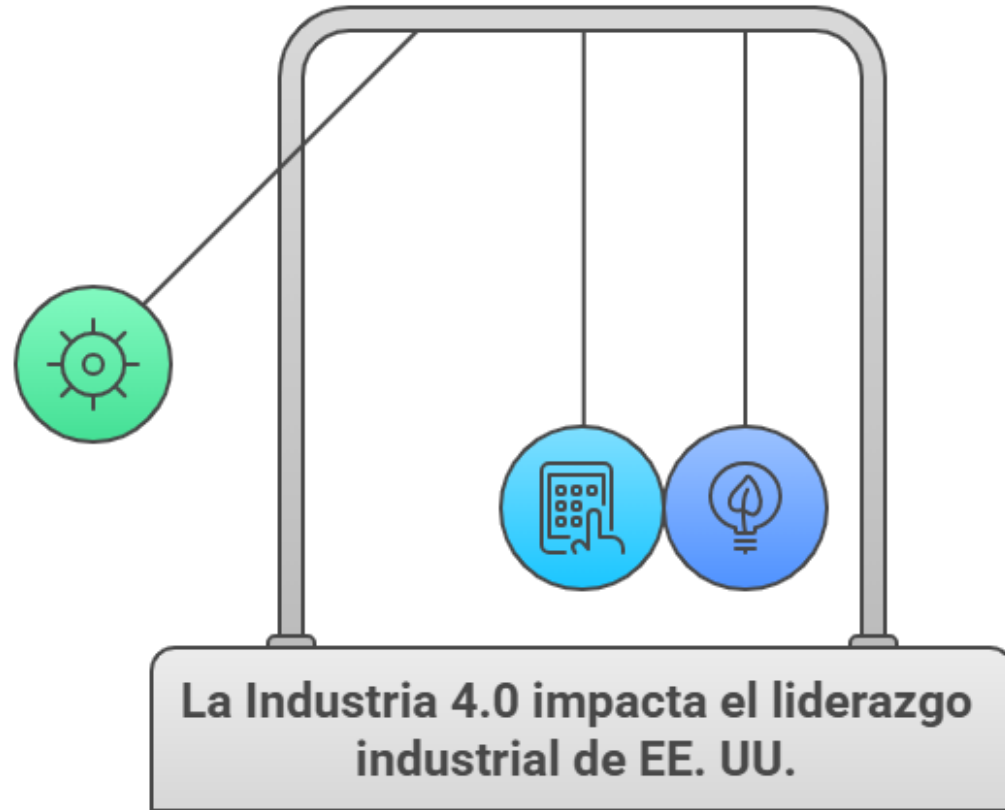
Pequeños productores agrícolas que usan AWS o Azure para procesar imágenes satelitales y predecir rendimientos.

Pague por uso

No es necesario tener grandes servidores propios, se paga por lo que se consume en la nube.

Se puede empezar desde pequeño





Industria 4.0

Megatendencia
estratégica

Talento

Nuevas
habilidades
digitales

Sostenibilidad

Optimización
energética



Fábricas virtuales en el metaverso: Se simula digitalmente toda la línea de producción antes de activarla en el mundo físico. Esto permite detectar fallas, optimizar procesos y reducir costos de puesta en marcha.



Drones y realidad aumentada (RA) para control de calidad: Con esta tecnología se logra mayor precisión, rapidez en la detección de defectos y reducción de tiempos de inactividad.



Gemelos digitales: crean réplicas virtuales de máquinas y procesos que sirven para capacitar empleados en entornos seguros. Así, los trabajadores pueden practicar procedimientos complejos sin riesgos y con retroalimentación en tiempo real.

¿Qué lecciones de EEUU creen que Chile podría adaptar directamente al Maule?



China y Corea

Estrategia nacional

Corea del Sur incluyó la Industria 4.0 en su plan “Smart Manufacturing Innovation 2025”, con la meta de digitalizar 30.000 fábricas con industria 4.0 para 2030.

China lanzó el plan “Made in China 2025”, que prioriza IoT, IA y robótica para posicionarse como líder tecnológico global.

Aplicar el principio de integración tecnológica





Robots colaborativos (cobots) en Corea: Se integran en plantas automotrices y electrónicas, no para reemplazar, sino para trabajar junto a humanos en tareas repetitivas o peligrosas.



IoT agrícola y drones en China: Los drones no solo riegan y fertilizan, también aplican plaguicidas de forma precisa, reduciendo riesgos de intoxicación en los trabajadores.



Big Data como motor: Tanto Corea como China generan volúmenes masivos de datos gracias a sensores y máquinas conectadas. La ventaja competitiva está en analizar esos datos para anticipar problemas

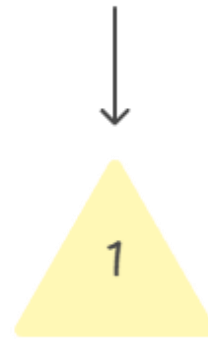
¿Qué lecciones de China y/o Corea creen que Chile podría adaptar directamente al Maule?

Países Bajos

Invernaderos inteligentes

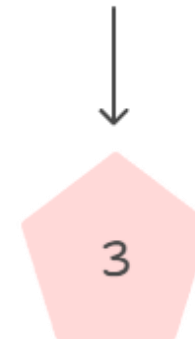
Agricultura tradicional

Uso ineficiente de recursos



Análisis de datos

IA para la toma de decisiones



Implementación de sensores

Recopilación de datos en tiempo real

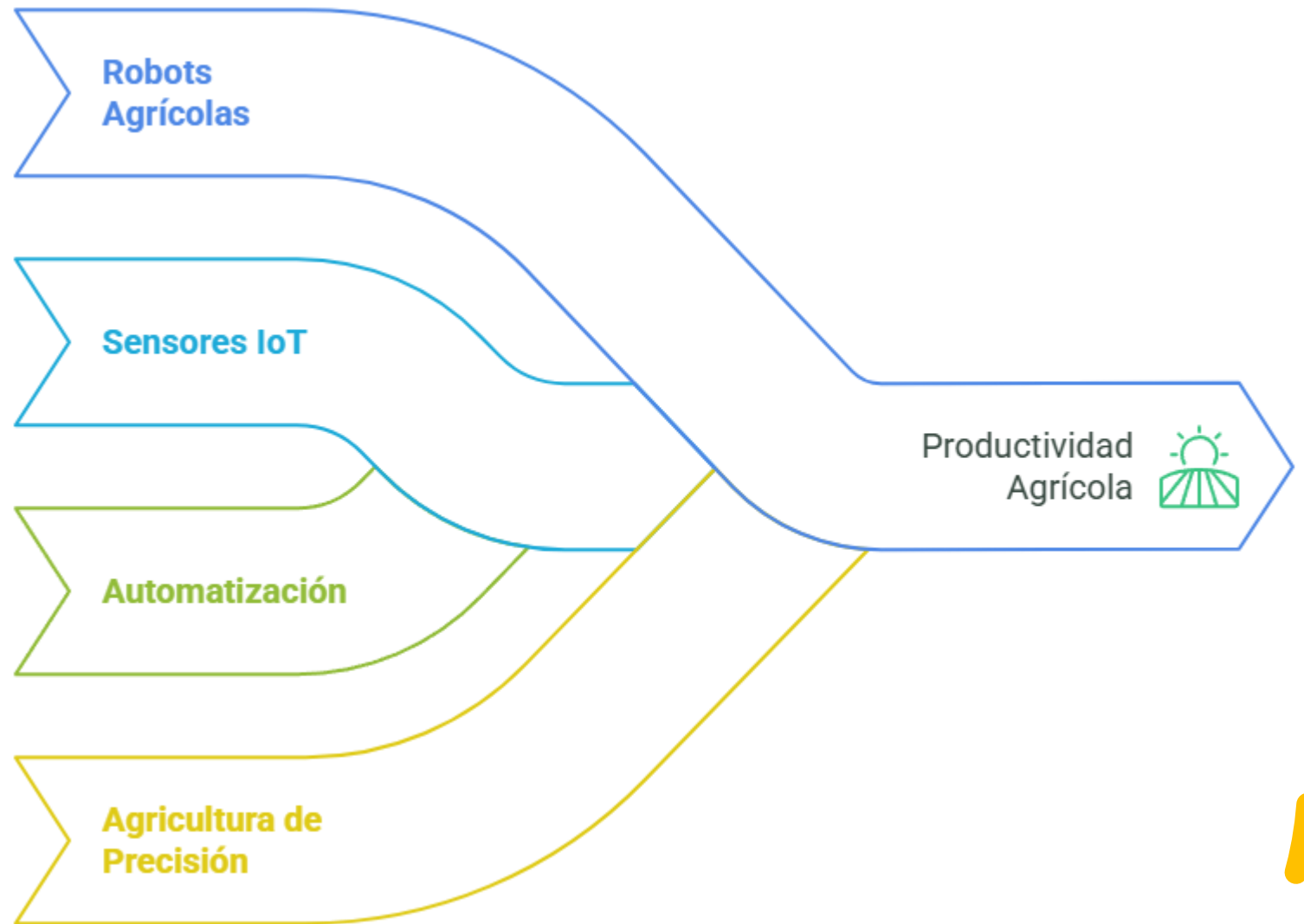


Ajuste de recursos

Optimización del uso de agua y energía



Japón



“Cuando falta capital humano, la tecnología se convierte en el aliado clave para sostener la producción.”

“El dato que transforma mi negocio”

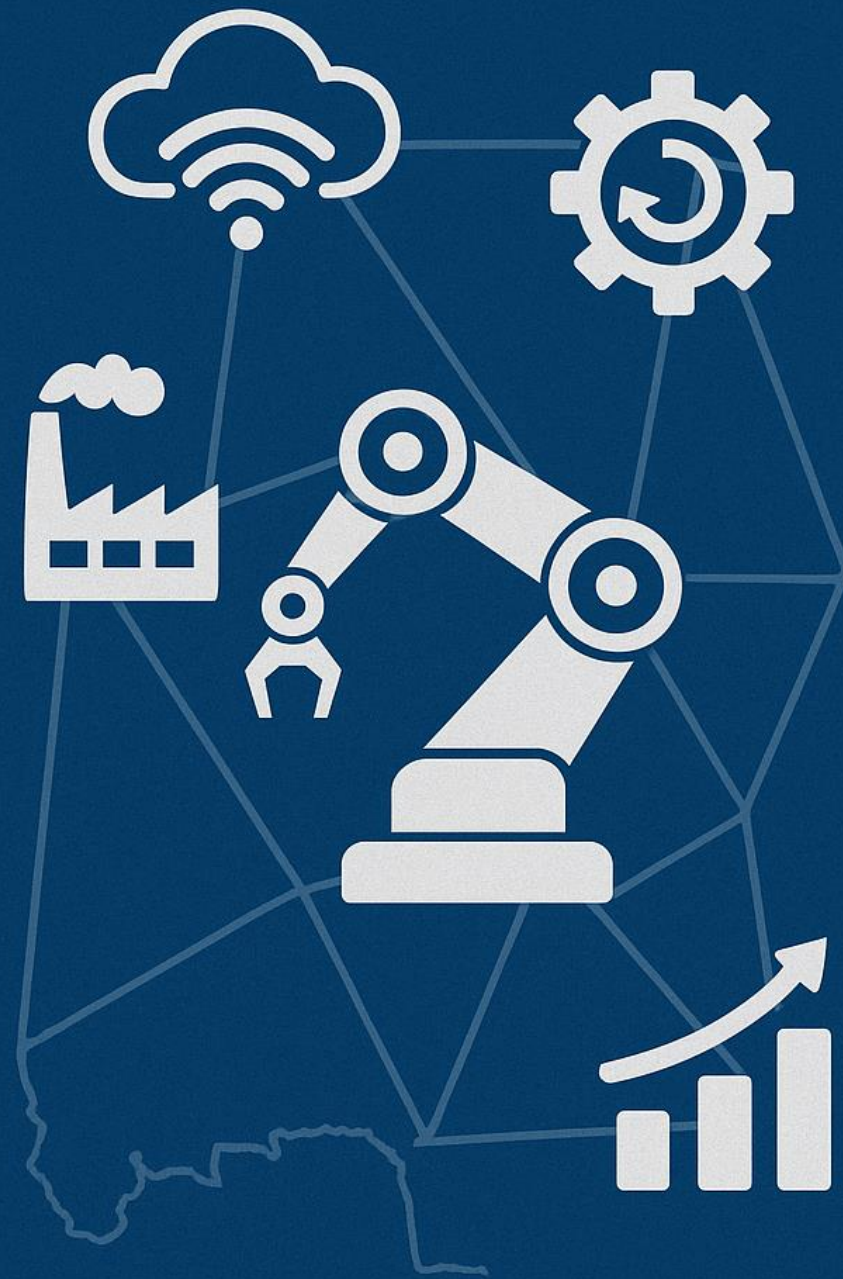
- **Objetivo:** Identificar los datos más relevantes de cada proceso productivo para tomar mejores decisiones.
- **Trabajo individual (3 min)**
- Cada participante escribe en una hoja o en su celular:
 *“El dato más valioso de mi proceso es...”*
- Ejemplos que puedes dar como guía:
 - Temperatura/humedad del campo.
 - Nivel de stock en tiempo real.
 - Tiempo de inactividad de una máquina.
 - Consumo de energía o agua.

- **Trabajo en parejas o grupos pequeños (3–4 min)**
 - Se juntan de a 2–3 personas y **comparten sus respuestas**.
 - Deben elegir **1 dato en común** y explicar **por qué sería clave medirlo**.
- **Cierre**
 - Casi todos los ejemplos están relacionados con:.....

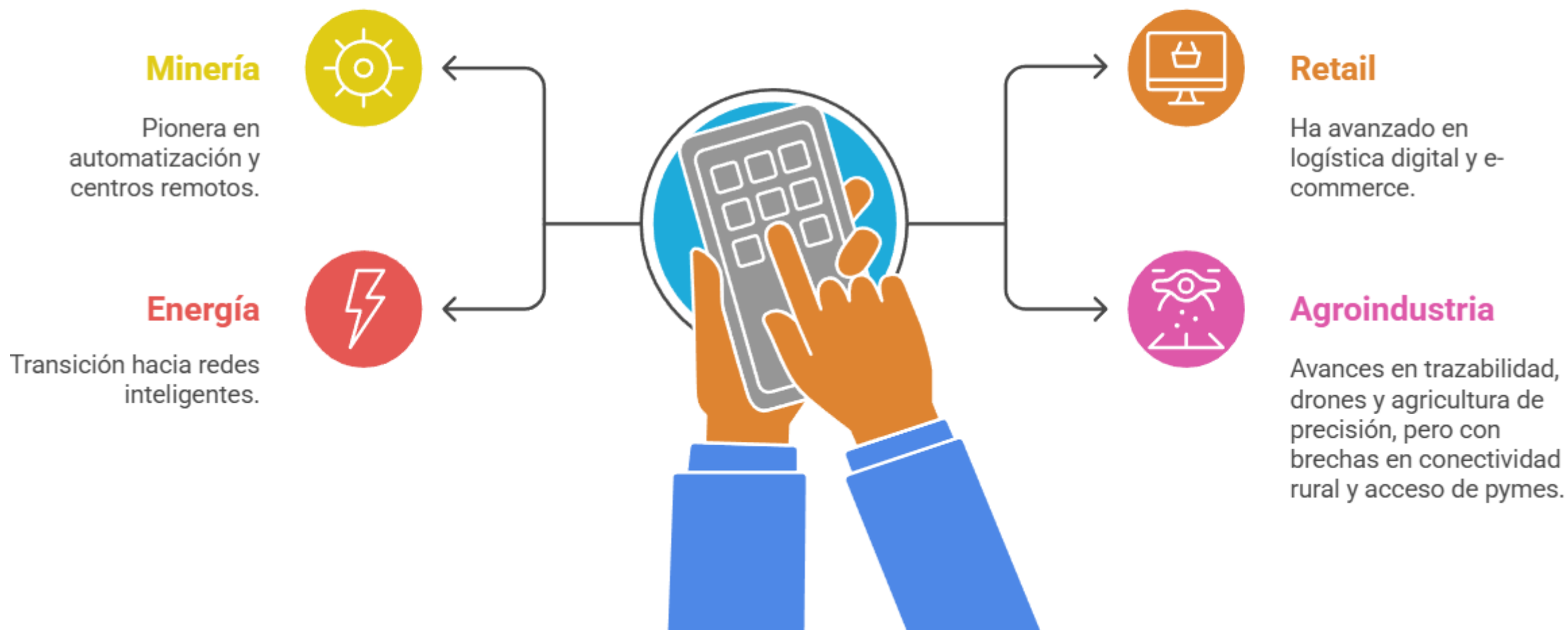
- **Trabajo en parejas o grupos pequeños (3–4 min)**
 - Se juntan de a 2–3 personas y **comparten sus respuestas**.
 - Deben elegir **1 dato en común** y explicar **por qué sería clave medirlo**.
- **Cierre**
 - Casi todos los ejemplos están relacionados con:.....

“El desafío ahora es transformar ese dato en un indicador accionable y luego en un proyecto piloto de digitalización.”

CHILE E INDUSTRIA 4.0



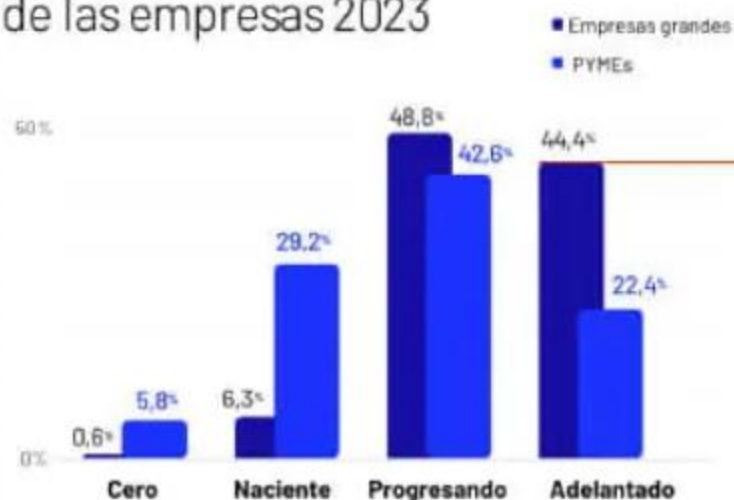
Adopción de la Industria 4.0 en Chile



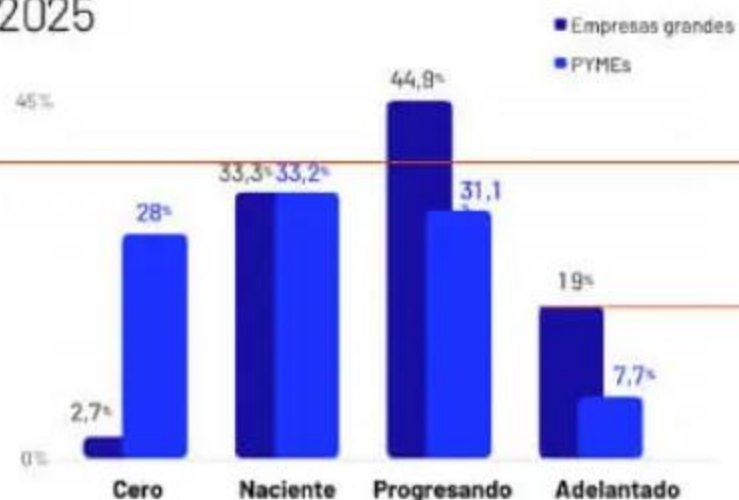
Diferencias entre grandes empresas y PYM Es en Chile en digitalización

Estado de digitalización

de las empresas 2023



Estado de digitalización para la adopción de IA en las empresas 2025



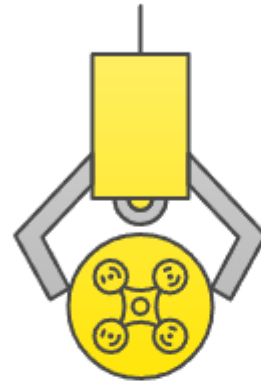
Cantidad y Calidad de los Datos

Personas

Recursos

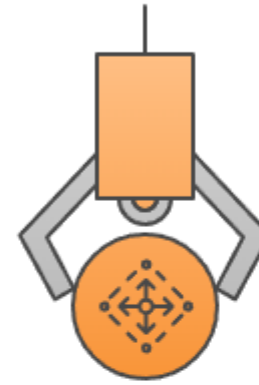
Fuentes: Cadem, Estudio Digitalización de las empresas en Chile, 2023, n=628 / Cadem, Estudio de adopción de IA en las empresas en Chile, 2025, n=526

Adopción de la Industria 4.0 en la minería



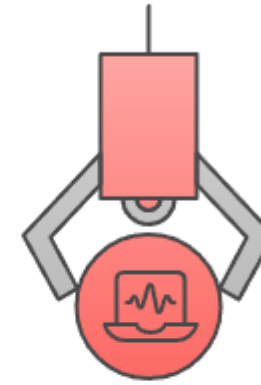
Vehículos autónomos

Uso de vehículos autónomos y perforadoras automatizadas en las operaciones.



Centros de control remoto

Operación de tareas desde centros de control remoto, a cientos de kilómetros de distancia.



Sensores en tiempo real

Los sensores en tiempo real se utilizan para la seguridad y el aumento de la productividad.

Minería

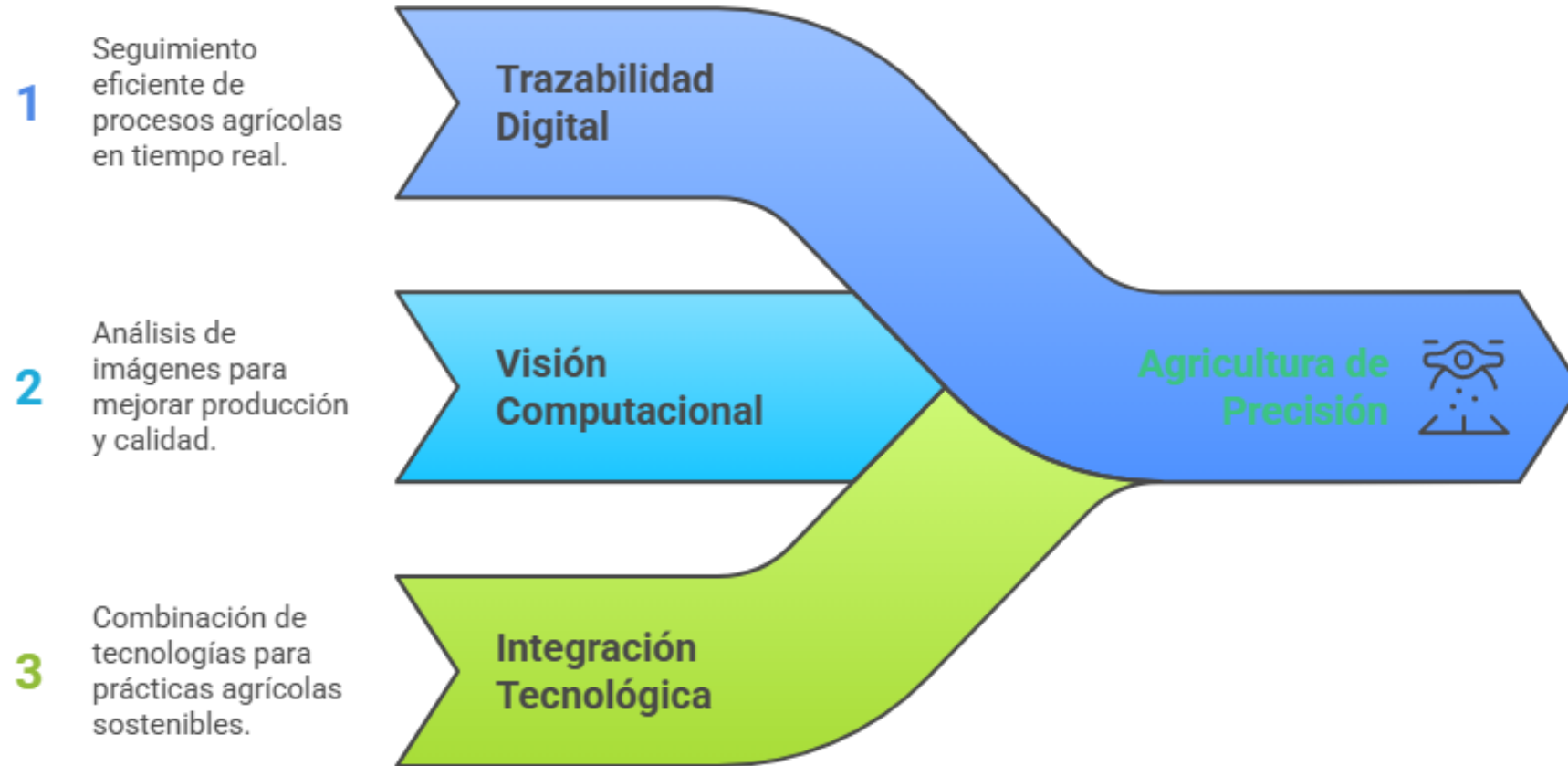


Si podemos operar minas a distancia, también podemos gestionar campos y packings conectados.

Agroindustria en Chile



Convergencia de Tecnologías Agrícolas



*El desafío sigue siendo conectar todo el ecosistema:
campo → packing → exportación → consumidor.*



Ejemplos del Maule para el Mundo

Fenómenos Climáticos

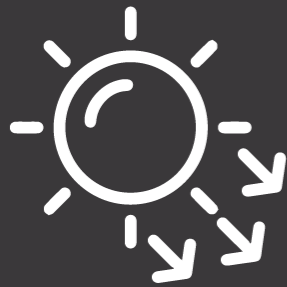
Predicción de Heladas

Alerta temprana de hasta 12 horas antes de la ocurrencia de una helada.
Indicando además intensidad y duración.

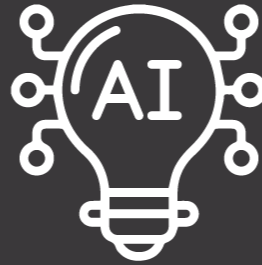
Alerta temprana de otras condiciones de interés para el productor.



Modelamiento Predictivo de Eventos de Heladas



T°
H°
Rad. Solar
Dir. Viento
Pto. Rocío



Modelo de
predicción de
heladas
utilizando IA



Alerta temprana
de Helada



Modelos de inferencia temprana de la enfermedad Ojo de Buey basados en la Inteligencia Artificial

en manzanas de exportación de la
variedad Cripps Pink



- *La enfermedad Ojo de Buey afecta principalmente a manzanas variedades Cripps Pink.*
- *Los frutos se infectan en el huerto previo a la cosecha:*
 - *Sin embargo la infección permanece latente.*
 - *Síntomas se comienzan a expresar solo luego de 3 meses de post-cosecha*

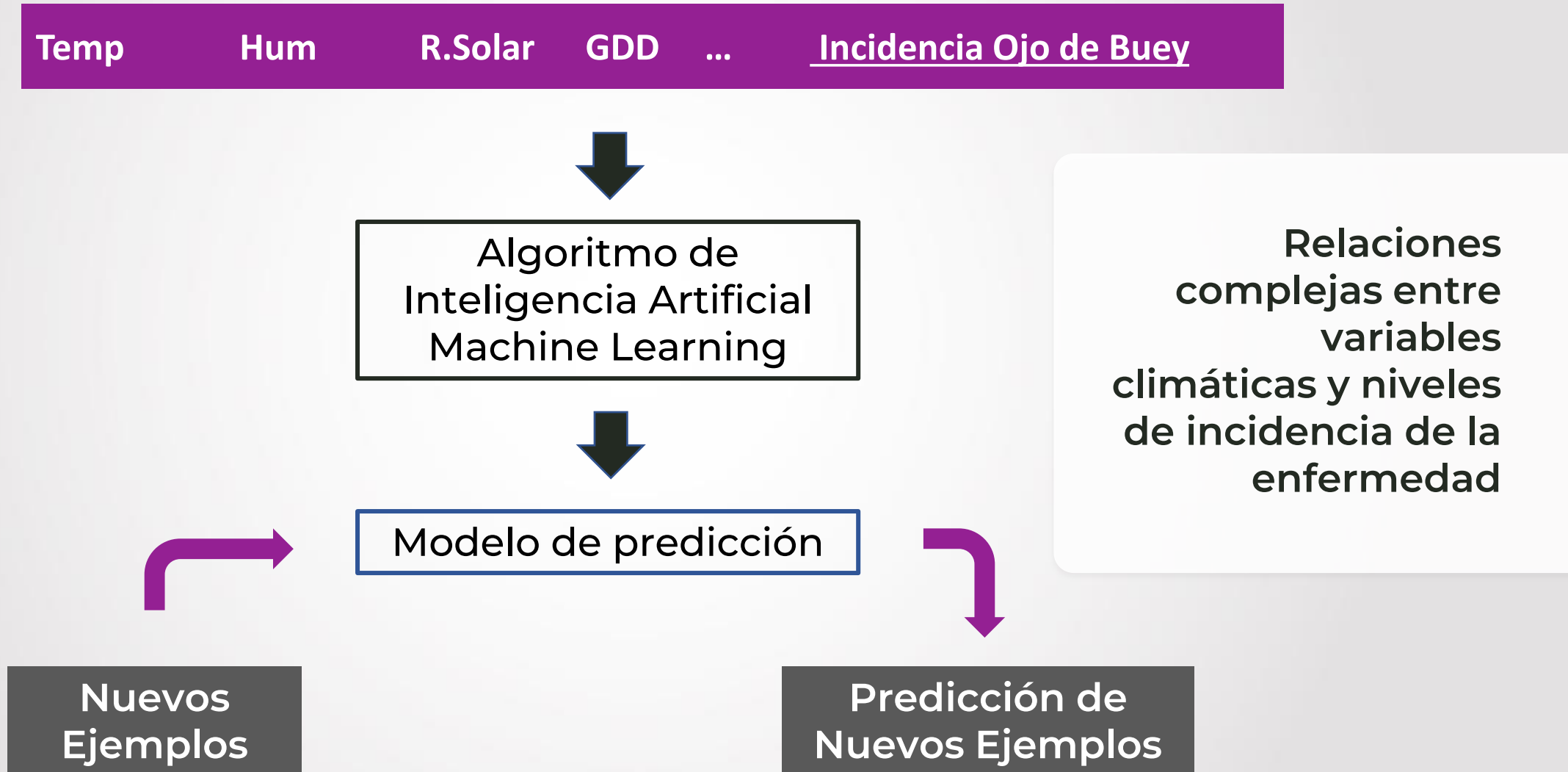
Solución

- *Desarrollo de un sistema de predicción temprana de riesgo de incidencia de Ojo de Buey en esta variedad de manzanas.*

Relacionar variables climáticas con Incidencia de ODB



Entrenamiento Modelos de Inteligencia Artificial

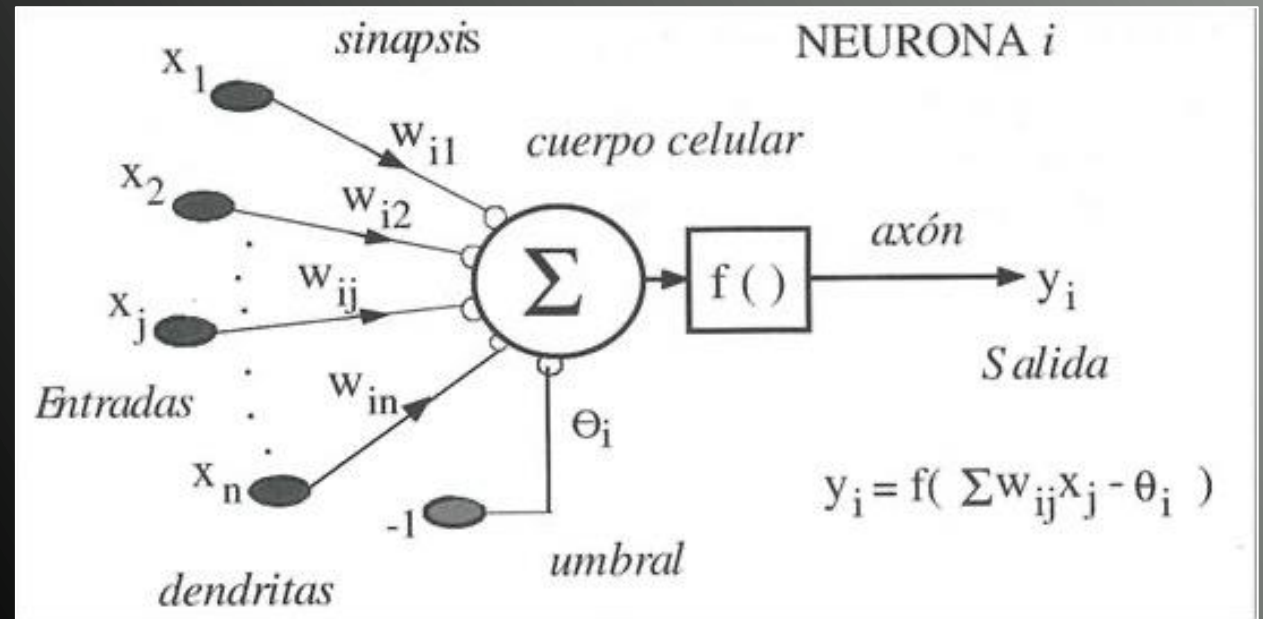




Predicción del Rendimiento de Cosecha



Predecir los rendimientos de cosecha de esta manera puede permitir a un agricultor extraer información sobre qué plantar, así como dónde y cuándo plantarlo.





Sistema integrado de control de calidad

Cerezas y arándanos mediante análisis
fotográfico e inteligencia artificial

PRECIO

Apariencia

Calibre

Color

Defectos



Baja calidad

300%

Alta calidad

LO QUE USAMOS ACTUALMENTE

- ✓ Chequeos Visuales
- ✓ Calibrajes Manuales
- ✓ Subjetivos
- ✓ Ineficientes



**Es un sistema integral,
multiplataforma que, a
través de una imagen
captada desde un
dispositivo móvil y
técnicas de inteligencia
artificial, nos entrega
de forma instantánea
curva de color, calibre y
% de defectos externos
de la fruta.**





**Sistema de
monitoreo,
detección y
predicción de zonas
susceptibles a
incendios forestales
mediante
inteligencia artificial**



La detección temprana de zonas susceptibles a incendios es un elemento valioso en la prevención de incendios forestales. Se propone el uso de modelos basados en inteligencia artificial que emplean información satelital, meteorológica, y topográfica para predecir puntos con mayor riesgo a incendios.



**La Inteligencia Artificial
permite el uso de algoritmos
avanzados para analizar
imágenes satelitales y datos
climáticos en tiempo real,
facilitando la detección
temprana de focos de incendio.**

¿Qué tecnología debería implementarse para mejorar las operaciones agrícolas?



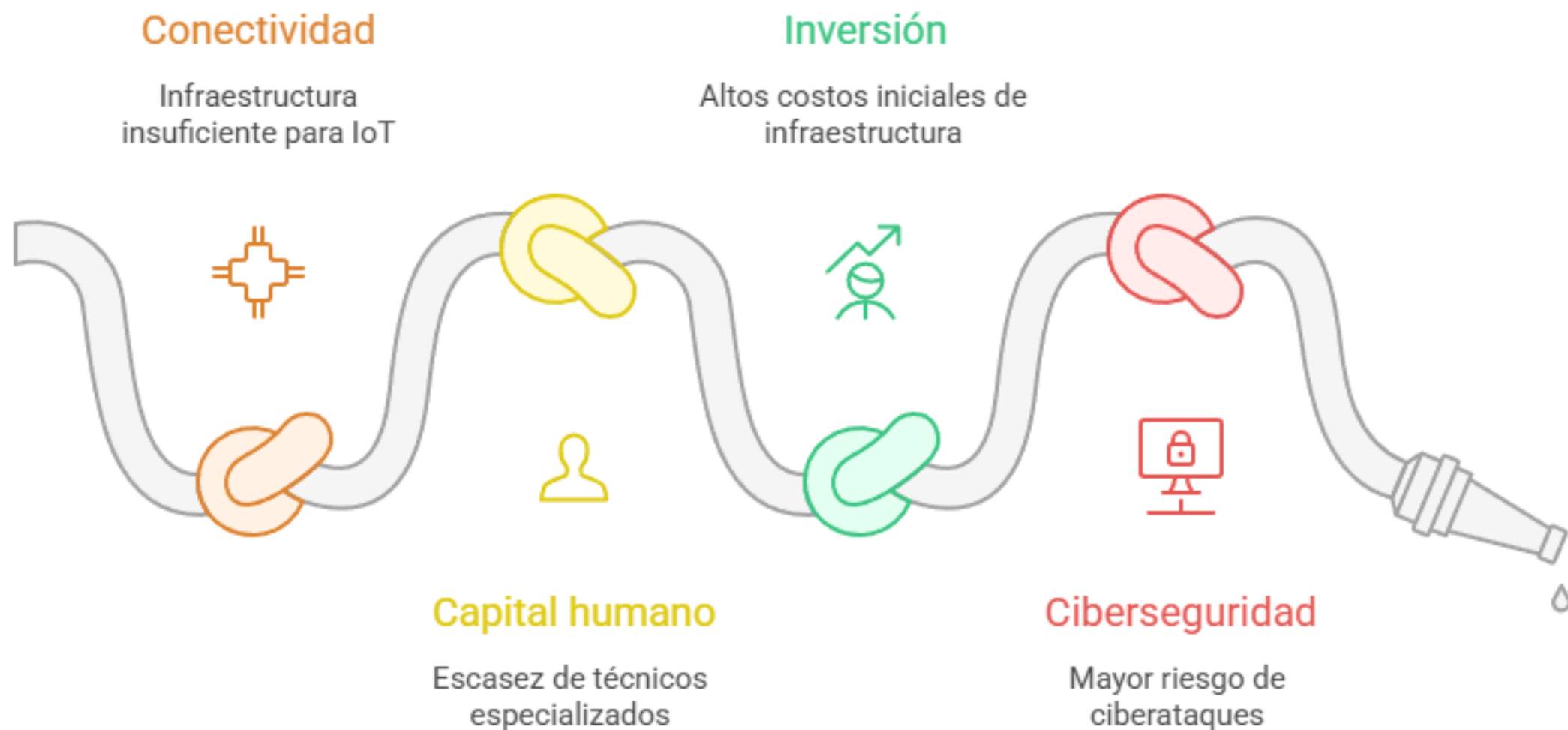
La Industria 4.0 transforma los sectores productivos de Chile





Los desafíos para la industria 4.0

Desafíos de la adopción de la Industria 4.0 a nivel global





Riesgos de la Industria 4.0

Navegando los Riesgos de la Industria 4.0

Dependencia Tecnológica

Los rezagados corren el riesgo de quedarse atrás

Privacidad de Datos

Mayor riesgo de filtraciones de datos

Brecha Digital

Desigualdad entre grandes empresas y pymes

Costos Ocultos

La implementación no planificada desperdicia recursos



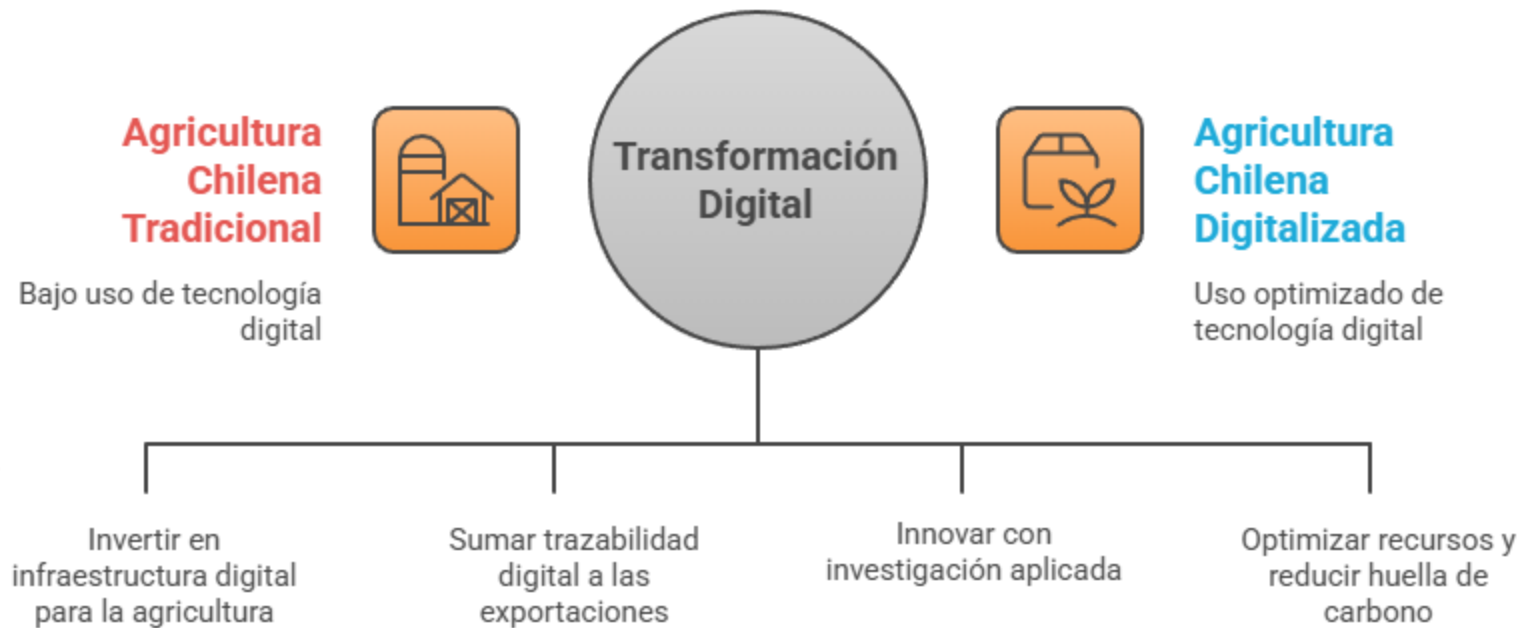
Estos riesgos no deben desanimarnos, sino empujarnos a planificar con mayor cuidado.”



La Industria 4.0 también fortalece la resiliencia empresarial, es decir, la capacidad de adaptarse a crisis.

Lecciones para Chile

Transformación Digital para la Agricultura Chilena



Dinámica participativa: resiliencia local

“¿Qué haría más resiliente a mi empresa con ayuda de la digitalización?”

Ahora los invito a reflexionar en grupos pequeños:

- Identifiquen un riesgo que afecte hoy a sus procesos (ej: sequía, falta de mano de obra, logística).
- Piensen qué dato o qué tecnología digital podría ayudar a reducir ese riesgo.
- Luego compartimos algunos ejemplos para discutir cómo se pueden aplicar soluciones concretas.

Síntesis

Hemos recorrido el estado de la Industria 4.0 en el mundo y en Chile.

- Vimos cómo **Alemania, EE.UU., Corea y China** avanzan con estrategias claras.
- Analizamos cómo **Chile** tiene ejemplos exitosos en minería, retail, energía y agro.
- Identificamos los **desafíos principales**: conectividad, talento, inversión y ciberseguridad.
- Y revisamos los **riesgos** de depender de un solo proveedor, la brecha digital, la privacidad y los costos ocultos.

La síntesis es clara: ***la Industria 4.0 es una oportunidad para aumentar competitividad, pero requiere planificación, inversión y colaboración***

Reflexión final

La Industria 4.0 no es un futuro lejano, **ya está aquí.**

El desafío no es tecnológico, sino estratégico:

- ¿Qué datos necesitamos para tomar mejores decisiones?
- ¿Qué tecnologías nos ayudan a ser más sostenibles y productivos?
- ¿Cómo aseguramos que las pymes y los territorios rurales también sean parte de esta revolución?

Empezar con proyectos pequeños, escalables y con impacto directo en la productividad y sostenibilidad.

Dudas???



Estado de la Industria 4.0 en Chile y el mundo, desafíos y riesgos

Patricia Möller Acuña, PhD

Universidad Autónoma de Chile

patricia.moller@uautonoma.cl

Septiembre, 2025