Comisión Chilena del Cobre
Ministerio de Minería
Gobierno de Chile

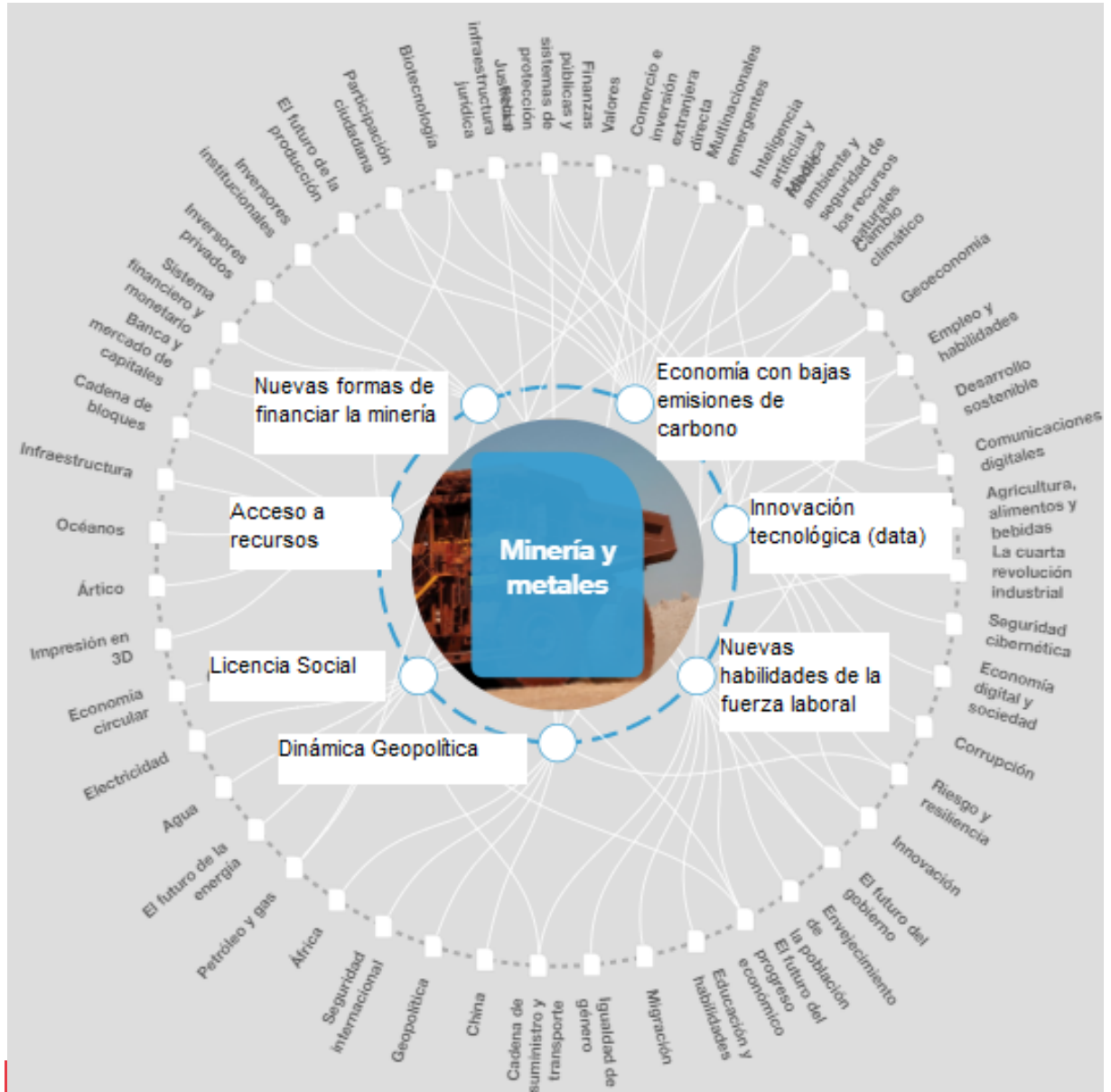
Chile en marcha

Perspectivas para la automatización en la Industria Minera

Ronald Monsalve
Analista de Mercado Minero
Dirección de Estudios y Políticas Públicas
Comisión Chilena del Cobre

Santiago, 13 de agosto de 2019

SIETE TENDENCIAS QUE CONFIGURAN EL FUTURO DE LA INDUSTRIA MINERA Y METALÚRGICA



WORLD ECONOMIC FORUM

Fuente: World Economic Forum

¿QUÉ ES LA AUTOMATIZACIÓN?

Gestión inteligente de un sistema utilizando tecnología apropiada para que su operación pueda ocurrir sin la participación humana directa.

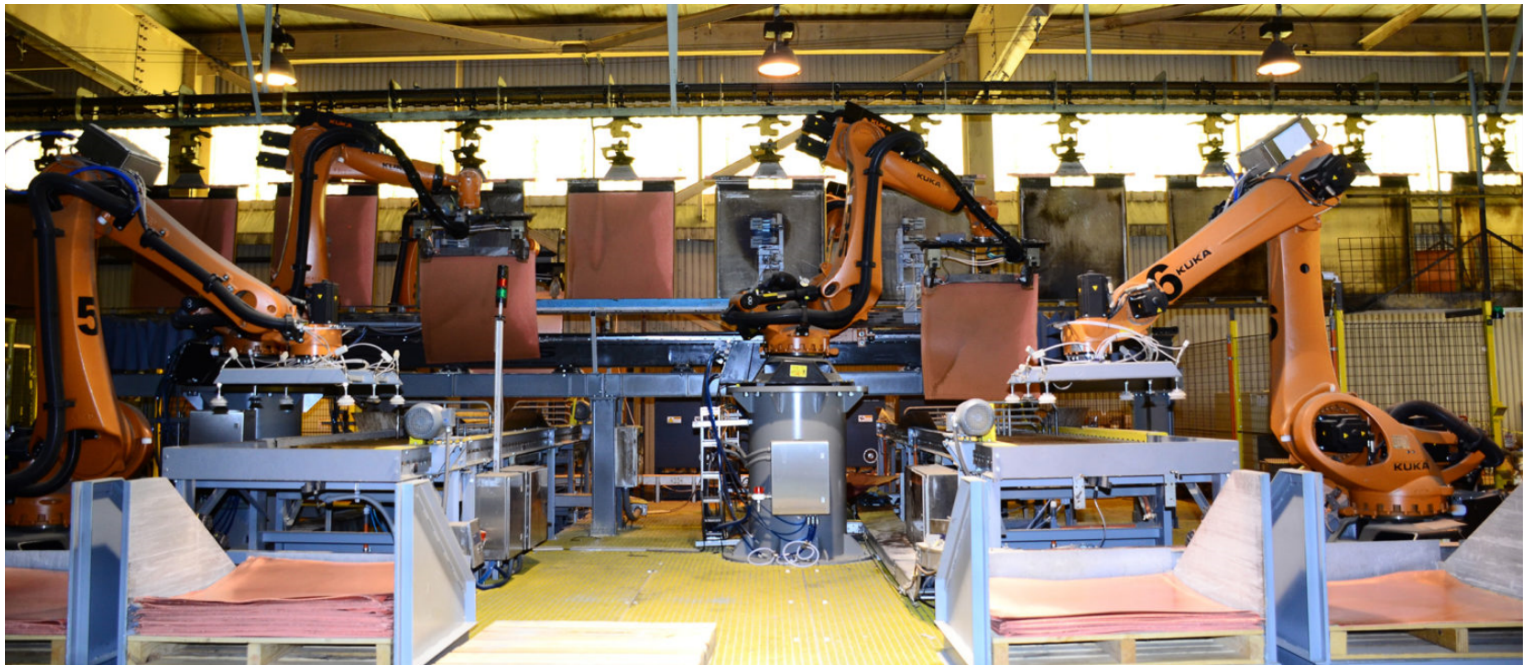
Lynas, D. and Horberry, T. (2011)

AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA

El objetivo final de la automatización es la robótica:

máquinas que perciben y razonan sobre su entorno.

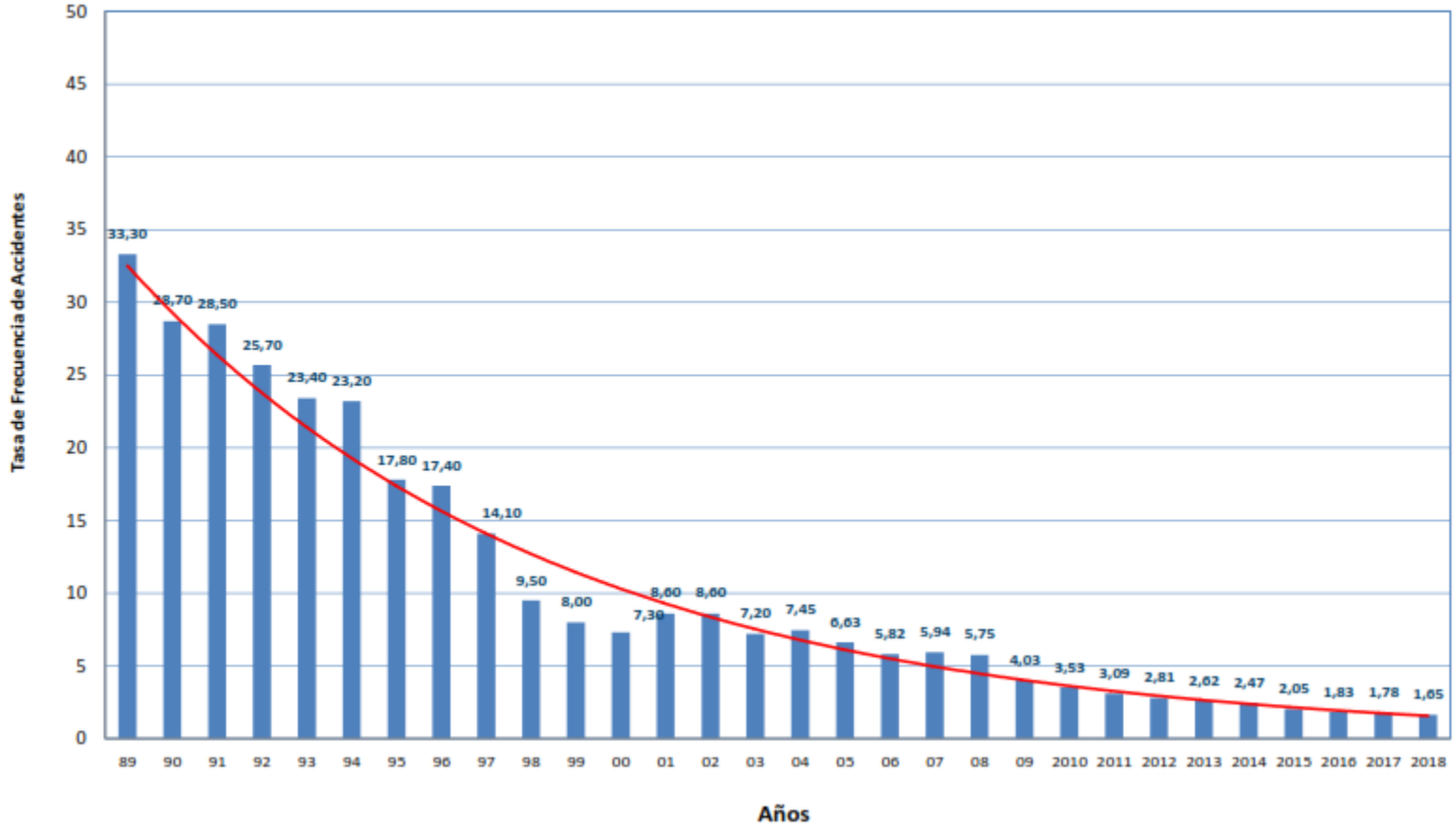
(Durrant-Whyte, 2010; Lynas et al. 2011)



BENEFICIOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

Fuente: Adaptado de “Autonomous and Remote Operation Technologies in the Mining Industry“, BAEconomics

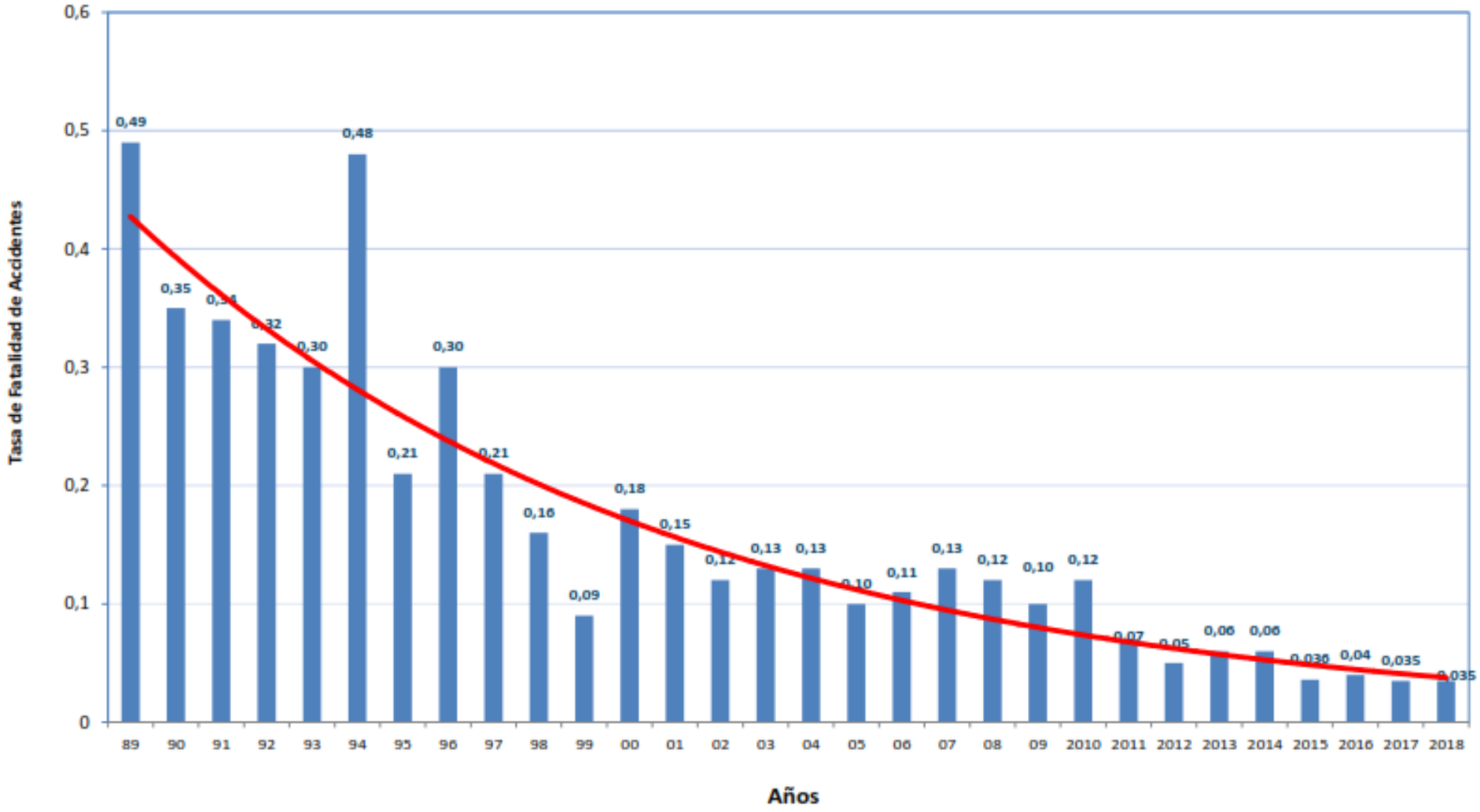
SALUD Y SEGURIDAD
TASA DE ACCIDENTABILIDAD EN LA MINERÍA 1989-2018



Corresponde al número de accidentes incapacitantes por cada millón de **Horas Personas trabajadas**. Este indicador muestra una disminución respecto al año 2017, puesto que el número de accidentes disminuyó en 10 casos

Fuente: SERNAGEOMIN

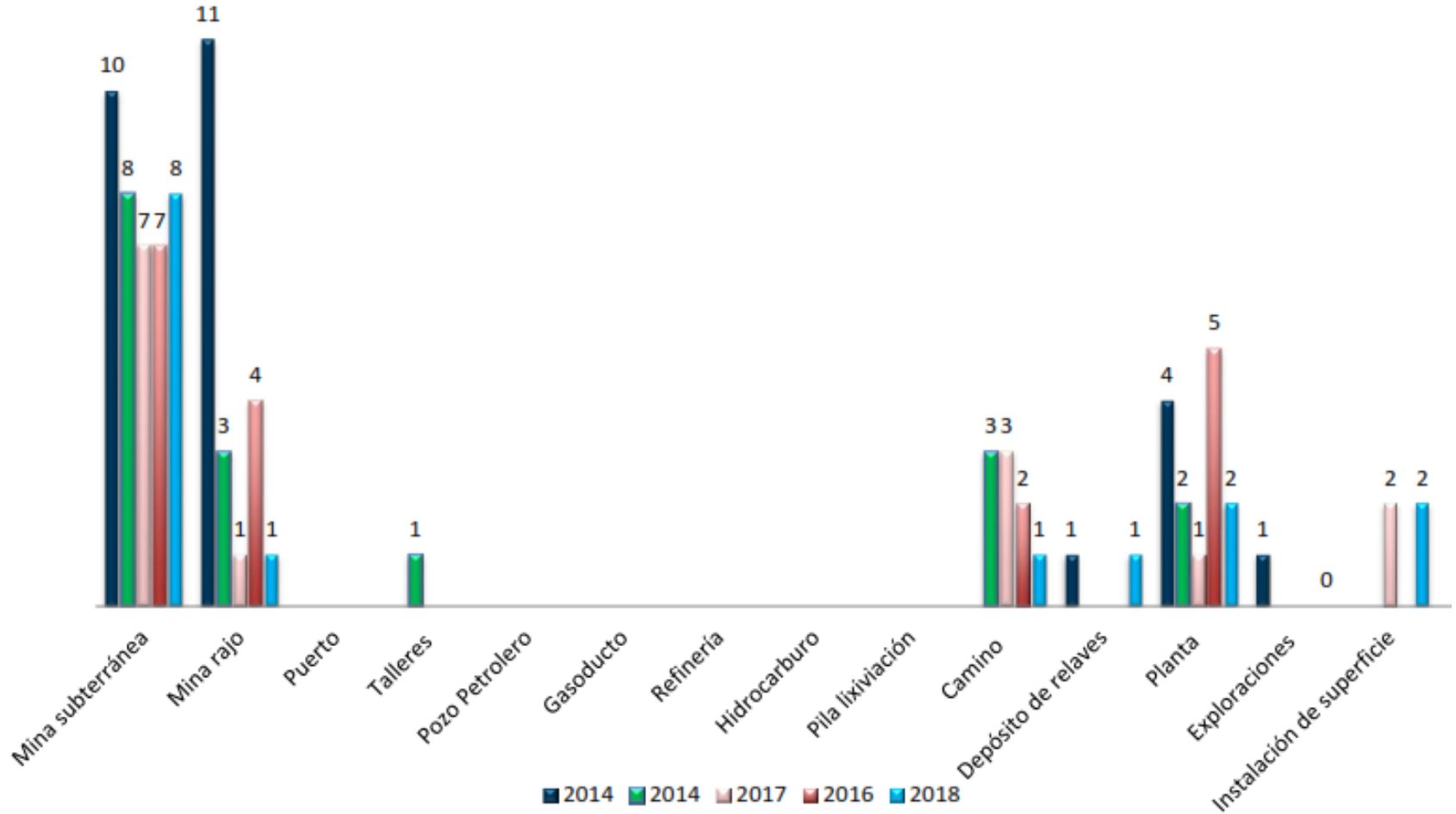
SALUD Y SEGURIDAD
TASA DE FATALIDAD EN LA MINERÍA 1989-2018



Se ha mantenido una tendencia a la baja alcanzando una tasa de fatalidad de 0,04 el año 2018.

Fuente: SERNAGEOMIN

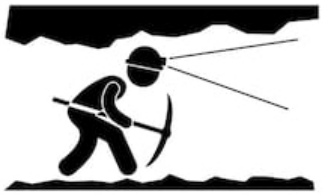
SALUD Y SEGURIDAD
FALLECIDOS 2014-2018 (por tipo de instalación)



- **Mina subterránea, Mina rajo y Planta concentran la mayor parte de las fatalidades**. Además, dichas fatalidades se concentran principalmente en la Gran Minería, seguida por la Minería Artesanal.

Fuente: SERNAGEOMIN

SALUD Y SEGURIDAD



- **Reubicar a los trabajadores** en un ambiente seguro cerca de sus comunidades, refuerza la tendencia hacia la automatización.

  ***Minas Subterráneas**: Equipos pesados en espacios reducidos, explosivos y caídas de rocas.*

  ***Minas a Cielo Abierto**: Operadores realizan trabajos repetitivos y actividades potencialmente peligrosas (conducción de camiones, perforación, manejo rutinario de explosivos y accidentes en plantas).*

- En minería, la automatización busca a sacar a las personas de las posiciones expuestas ("las máquinas hacen el trabajo, los softwares la inteligencia y las personas lo controlan").

SALUD Y SEGURIDAD

- Una mayor automatización **requiere cambios en las calificaciones, conocimiento y habilidades** requeridas por los mineros modernos.

- **Producto de la mayor automatización,** la escasez de trabajadores calificados **podría convertirse** en una restricción creciente en el futuro. *Ej. Australia*.

TRANSICIÓN: LAS MUJERES EN LA ERA DE LA AUTOMATIZACIÓN

- Hoy **la participación directa de la mujer** en la industria minera nacional representa el **8%,** cifra muy por debajo de otras naciones mineras como Canadá (17,9%) y Australia (15,4%).

- La transición favorece la inclusión de las mujeres en un trabajo más productivo y mejor pagado.

MAYOR EFICIENCIA
PRODUCTIVIDAD MINERA 2018

Tabla 2. Minería (1990-2018) y Crecimiento Componentes PTF Minería 2018

PTF Minería		Crec. 2018 variables Minería	
Periodo	*Crec. Anual*	*Componente*	*Valor*
1990-1995	1,5%	PIB + efecto Escondida	-1,2%
1995-2000	2,5%	Empleo	4,3%
2000-2005	-8,1%	Horas por trabajador	0,0%
2005-2010	-8,4%	Ajuste Capital Humano	-4,7%
2010-2015	-8,5%	Stock de capital neto	4,0%
2016	-3,6%		
2017	-2,6%		
2018	-4,0%		

- El sector que mostró el peor desempeño fue el minero, que muestra una tasa de crecimiento negativa durante 2018.

- La PTF minera cae 4% en 2018 debido a un crecimiento negativo del PIB minero (mediana de crecimiento de -1,2%, si bien el crecimiento minero promedio sube, principalmente por el efecto de Escondida). Adicionalmente, existe un aumento del empleo minero de 4,3%.

Fuente: Comisión Nacional de Productividad

MAYOR EFICIENCIA

- La automatización **esencialmente sustituye la mano de obra y otros insumos por capital** para lograr la misma o incrementar la producción.

  - *Equipamiento automatizado o semi autónomo puede ser utilizado de mejor manera.*
  - *Se eliminan ineficiencias ya que los equipos (semi) autónomos puede utilizarse de forma mas precisa, controlada y predecible*.
  - Menos mantenciones y riesgos de fallas catastróficas.

- Sumatoria de efectos positivos y mejoras nivel del sistema **(Minería 4.0).**

- Se puede **desarrollar la minería en áreas que de otra forma no serían accesibles**. Permitir el reprocesamiento de los desechos históricos de la mina, lo que resulta en importantes ahorros de energía y otros.

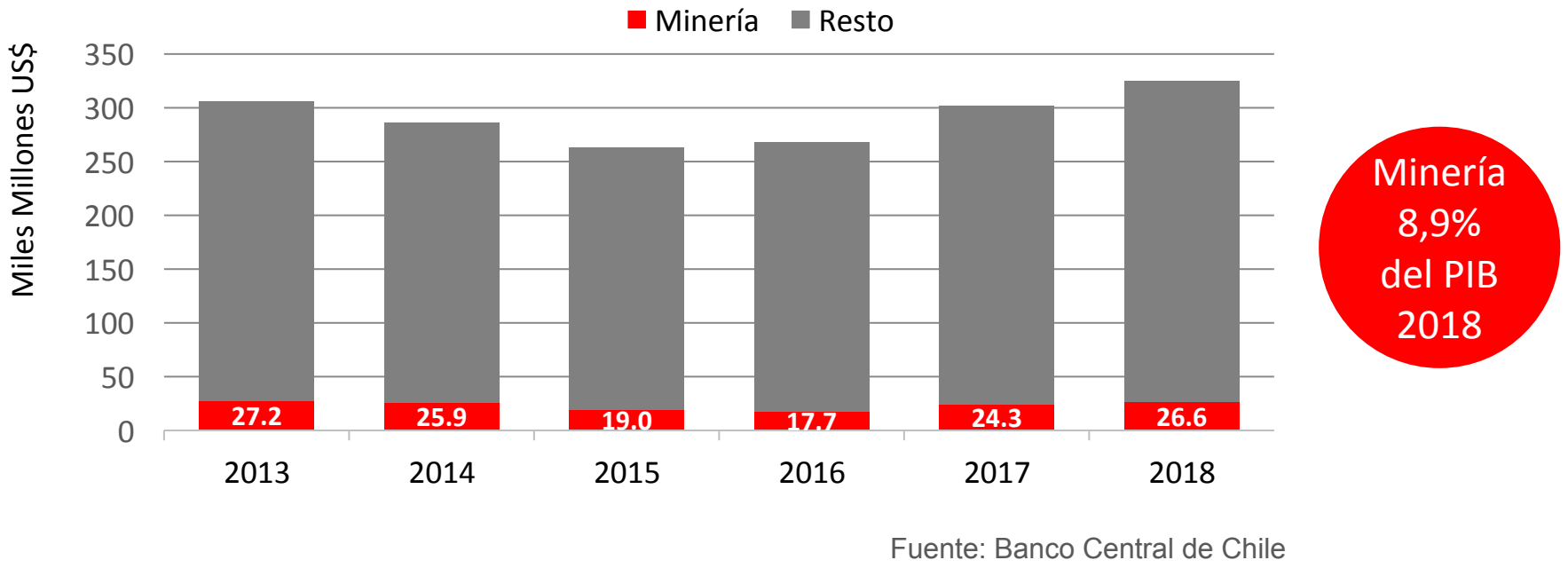
REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

- Los equipos son más precisos y eficientes, de modo que se utilizan menos consumibles y menos energía en el proceso.

- Los beneficios ambientales surgen en una amplia gama de aplicaciones. Ejemplos:

  - *Sistemas de ventilación inteligentes.*
  - *Capacidad de reprocesar las pilas de desechos existentes de operaciones anteriores=> reducción de la Huella Ambiental.*

EFECTOS ECONÓMICOS



Fuente: Banco Central de Chile

- Dada la importancia del sector minero para la economía de Chile, los efectos colaterales más amplios de la automatización son relevantes y no se puedan ignorar.

- ¿Cuáles serían las implicancias para la minería si no se impulsa la automatización para ser más eficientes? => **Pérdida de Competitividad**.

BENEFICIOS ESPECIFICOS

- Oportunidad para desarrollar un sector de proveedores de servicios y tecnologías para la minería intensiva en conocimiento.

- Ejemplo Australiano: Desarrollo de la METS en Australia.

"Generando más de US$ 90 mil millones anuales en ingresos, empleando alrededor de 400,000 personas y exportando a más de 200 países a nivel mundial" (Austmine).

- Desafíos en Chile (Metas Corporación Alta Ley).

COSTOS

- Elevado costo de desarrollo e instalación de tecnologías de control remoto y autónomas. **Importancia de contar con Centros de Pilotaje.**

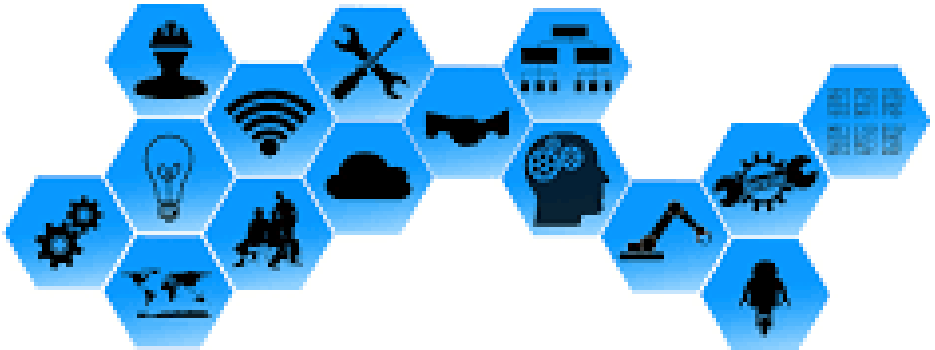
- **Sistemas son altamente personalizados**. La instalación de equipos (semi) autónomos en minas también es complicada debido al carácter único de cada operación minera.

COSTOS

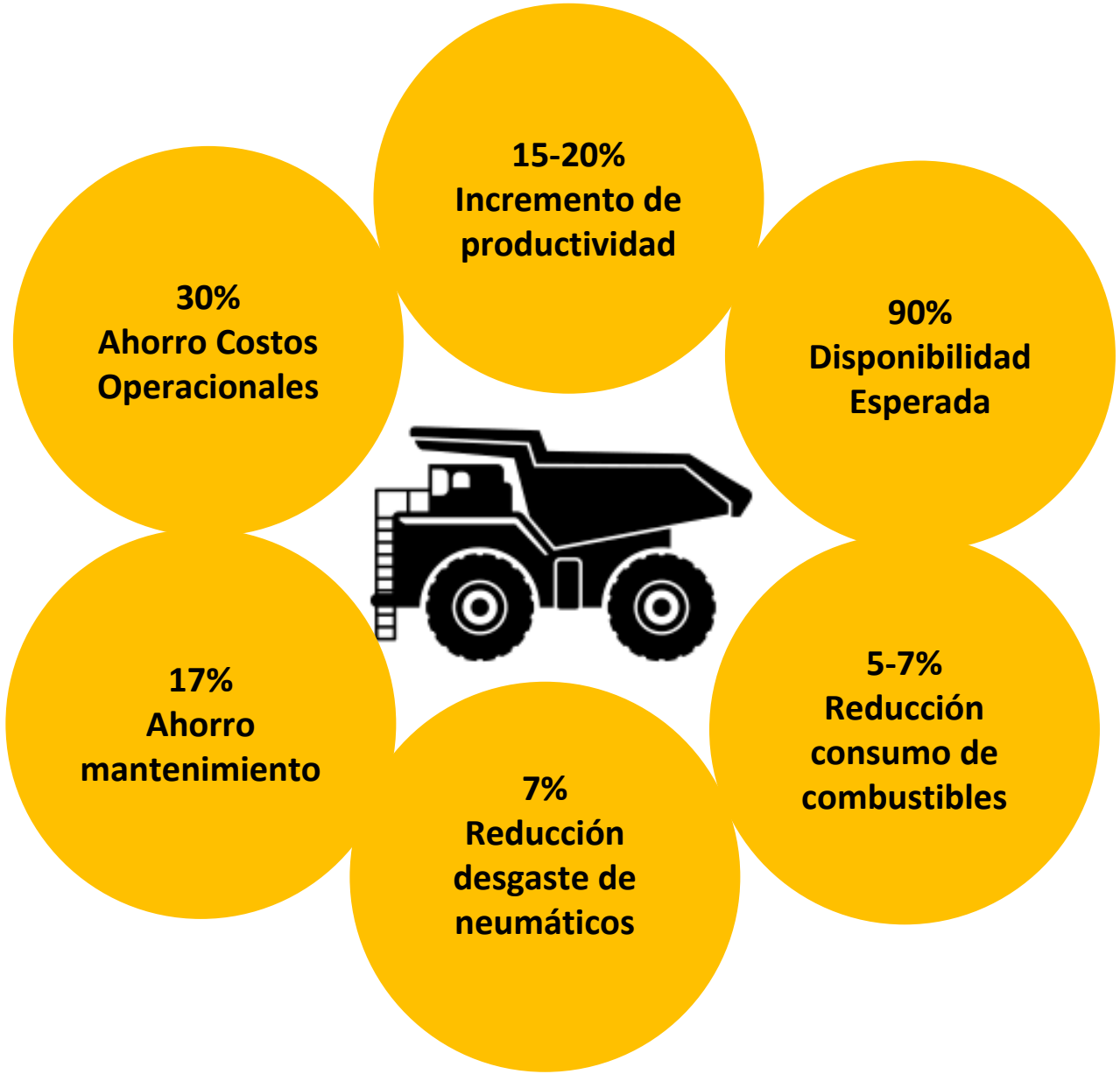
- El aumento de la complejidad de tecnologías y mayor integración de los procesos obliga a generar alianzas entre **desarrolladores de equipos (OEM) y mineras.**

- Surge la necesidad de contar con un **enfoque estandarizado para la automatización y el intercambio de datos**. Facilita la creación de soluciones integradas.

  - ***Programa INTEROP**: Desarrollar nuevos estándares de interoperabilidad de alcance global que habiliten la integración tecnológica de la industria minera.*



EJEMPLO: BENEFICIOS ESPERADOS DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE AUTÓNOMO



- Señalar los beneficios de la automatización es sencillo, pero encontrar datos duros es más difícil.
- Cada mina es diferente y las compañías mineras y fabricantes de equipos resguardan dicha información.

Fuente: Onur Gölbasi and Kandri Dagdelen, Colorado School of Mines, Department of Mining Engineering

Comisión Chilena del Cobre
Ministerio de Minería
Gobierno de Chile

Chile en marcha

Perspectivas para la automatización en la Industria Minera

Ronald Monsalve
Analista de Mercado Minero
Dirección de Estudios y Políticas Públicas
Comisión Chilena del Cobre

Santiago, 13 de agosto de 2019