

# Agua de mar y la minería del cobre

**Vania Ramirez J.**

Analista senior  
Dirección de Estudios  
Comisión Chilena del Cobre

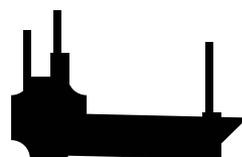
**Jorge Cantallopts A.**

Director de Estudios  
Comisión Chilena del Cobre

Junio 2020

# La industria minera

Actividades mineras representan:



**EXPORTACIONES**

52,2% 2019 (Banco Central)

**INGRESOS FISCALES**

6,2% 2019 (DIPRES)



**MINERIA**

9,4% of 2019 PIB (Banco Central)

**INVERSION EXTRANJERA**

18% 2005-2015



**TRABAJADORES  
ESPECIALIZADOS**

~248.803 2019 (Sernageomin)

# Donde esta localizada?



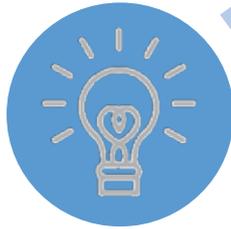
Mayor parte de la industria minera está ubicada en la zona norte y centro del país.



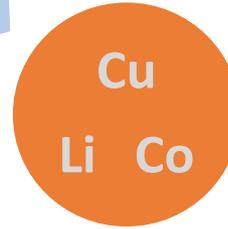
# CONTEXTO

## Macro tendencias

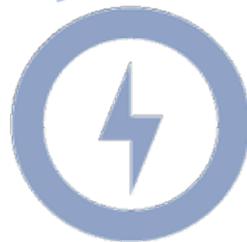
Políticas Públicas deben enfocarse en generar las condiciones para cerrar el círculo virtuoso



Economía Verde+ Economía Circular +ERNC+ Electromovilidad, Pandemia, Glocalización



Demanda de Minerales estratégicos como Cu, Li, Co



Aumento de consumo de agua para procesos en escenario de estrechez hídrica global

Agua de mar parece ser solución a estrechez hídrica, pero es altamente intensiva en energía

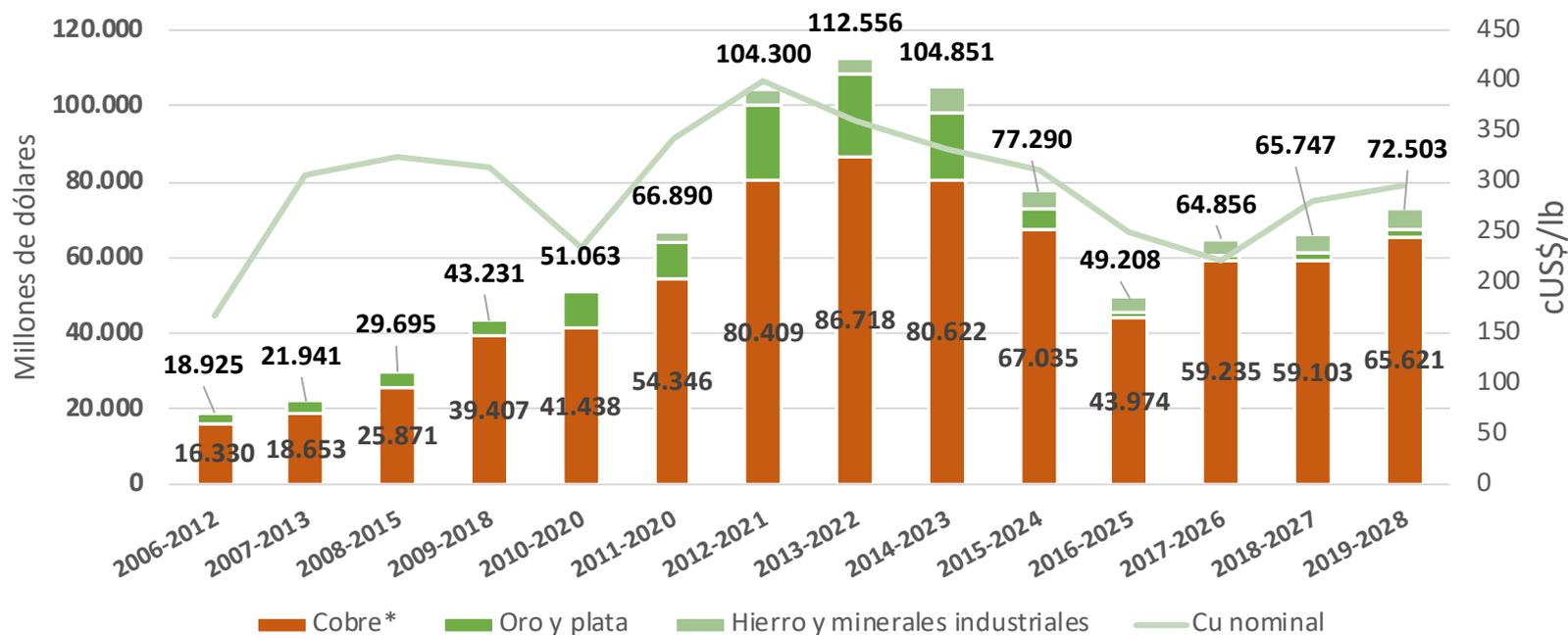
# CONTEXTO



# CONTEXTO

## Proyectos en Chile

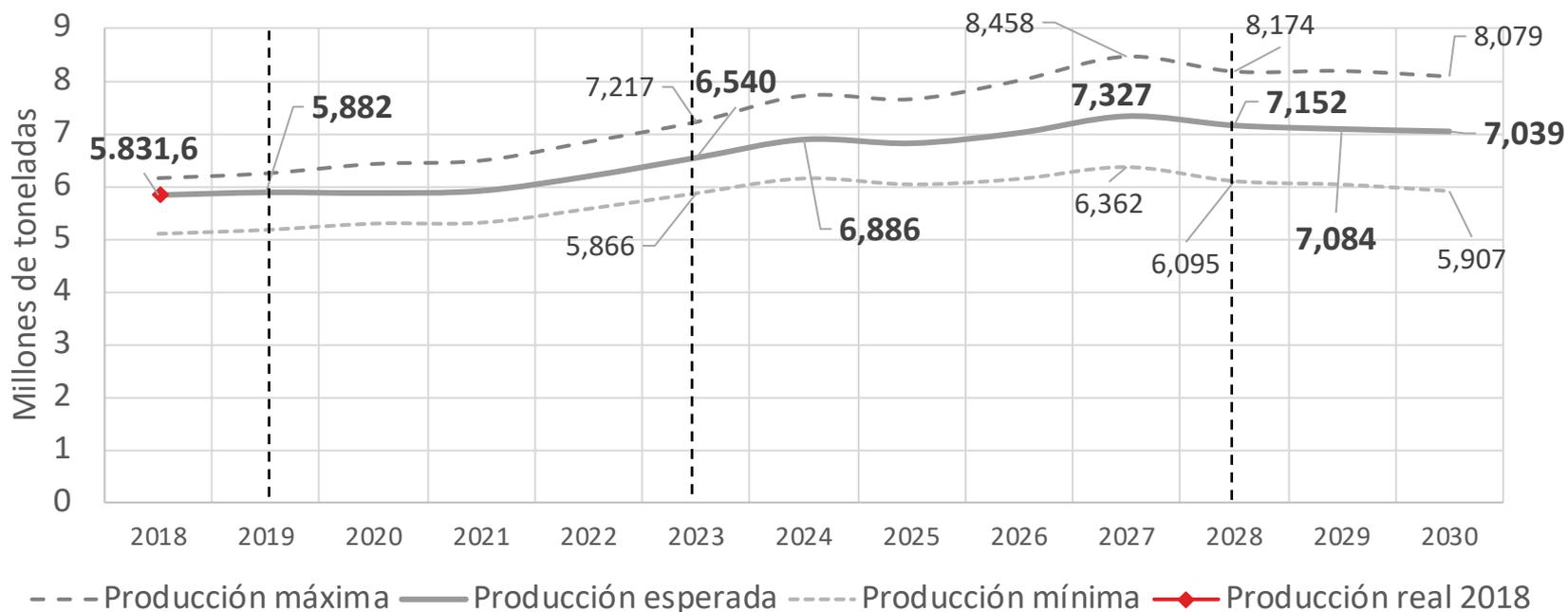
Carteras inversionales catastradas por Cochilco, periodo 2006 - 2019



# CONTEXTO

## Proyección de Producción

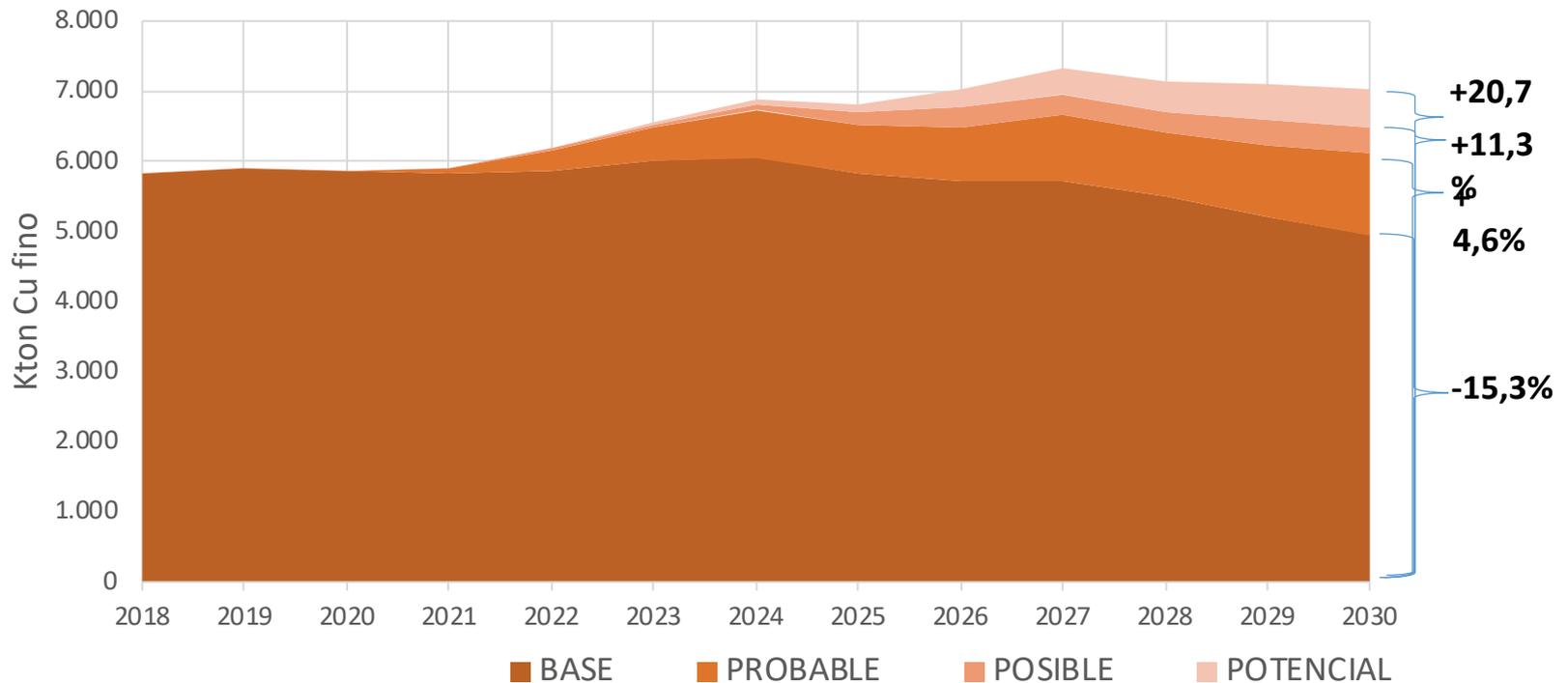
Proyección de producción máxima, mínima y esperada



# CONTEXTO

## Proyección de Producción

Proyección de producción esperada según condición

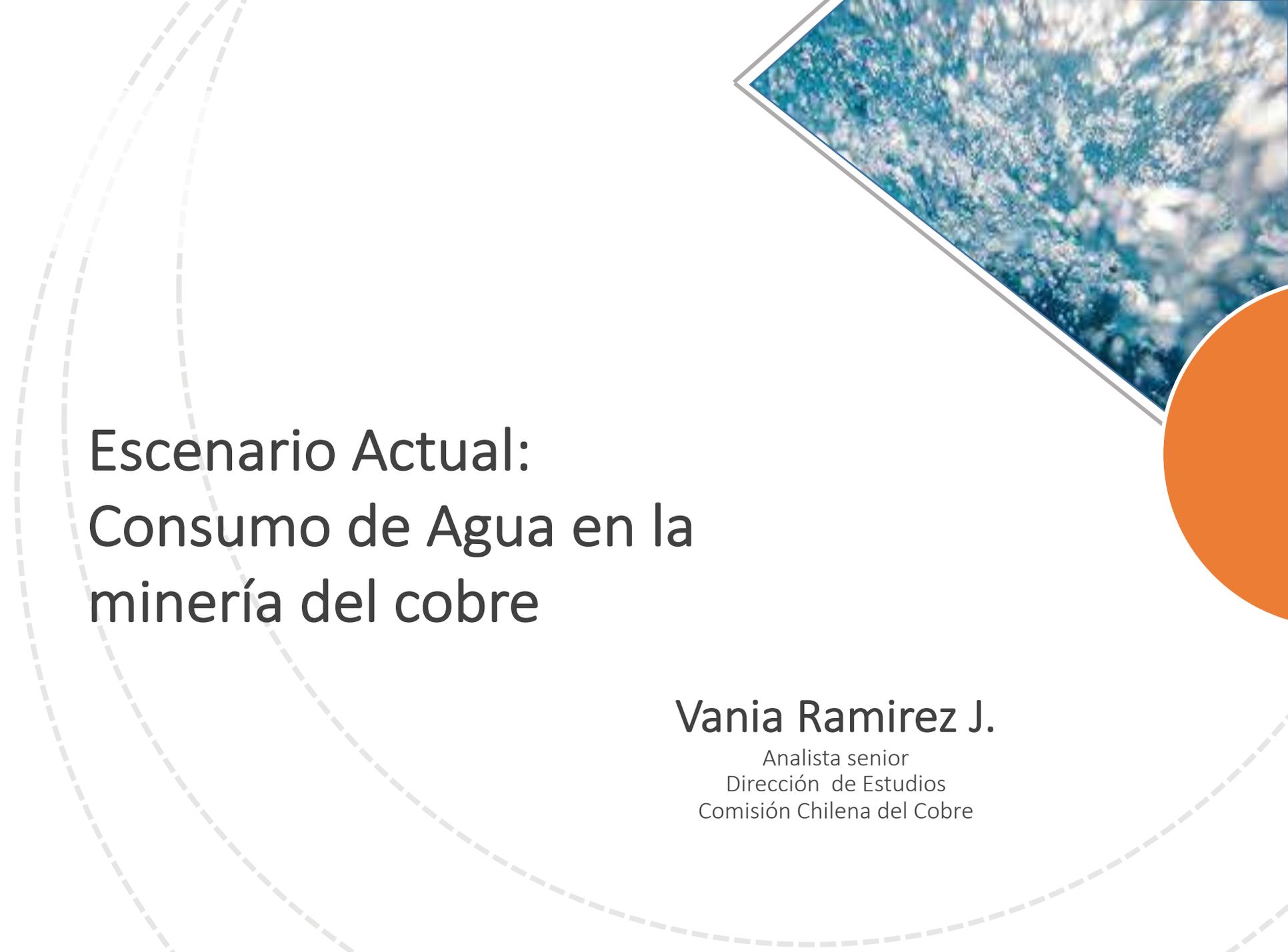


# CONTEXTO

## Localización



El norte de Chile es una de las áreas más secas del planeta, los recursos hídricos superficiales son escasos y existe una demanda creciente de agua por parte de los usuarios industriales, locales, las comunidades y el medio ambiente.

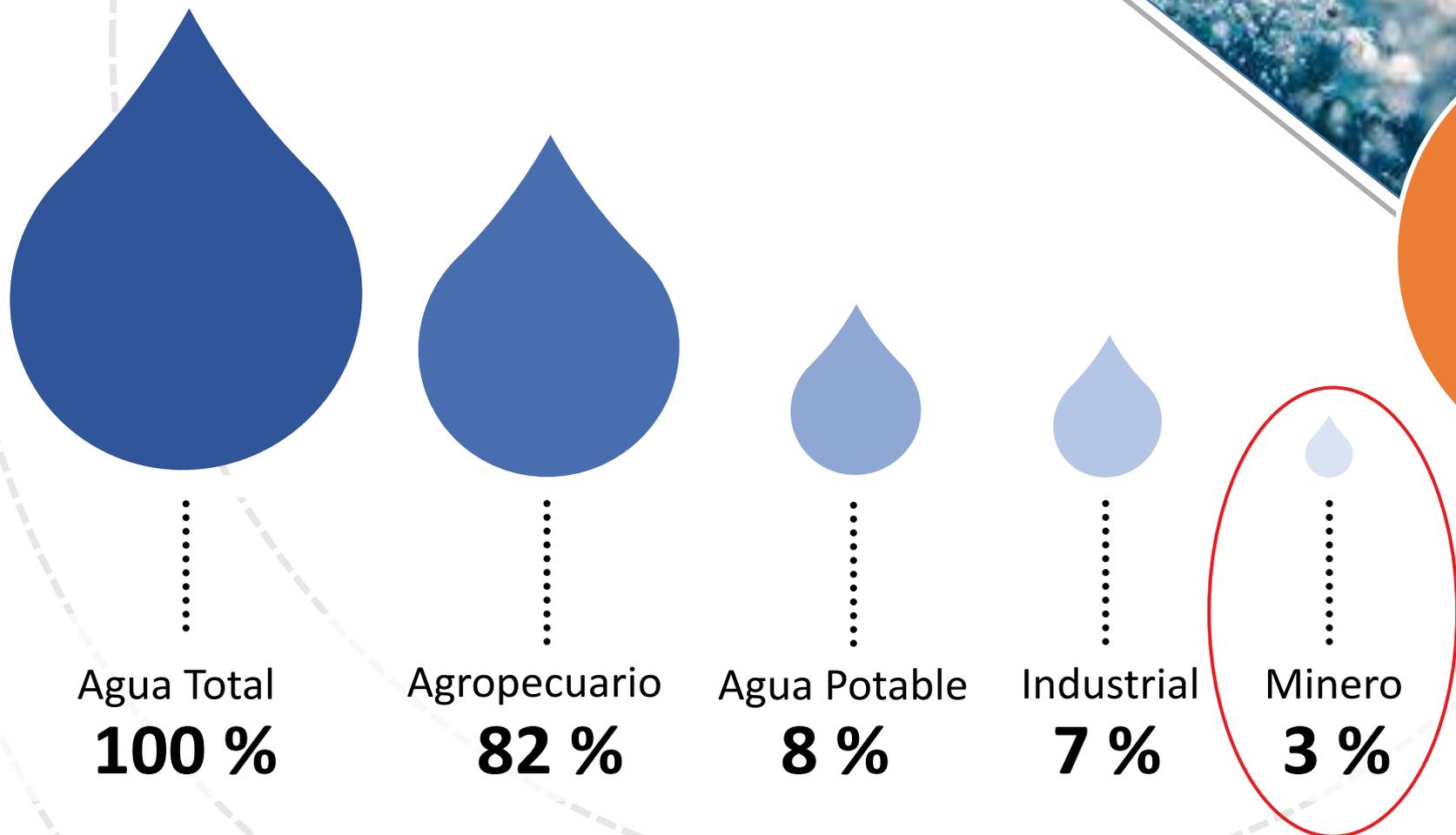


# Escenario Actual: Consumo de Agua en la minería del cobre

**Vania Ramirez J.**

Analista senior  
Dirección de Estudios  
Comisión Chilena del Cobre

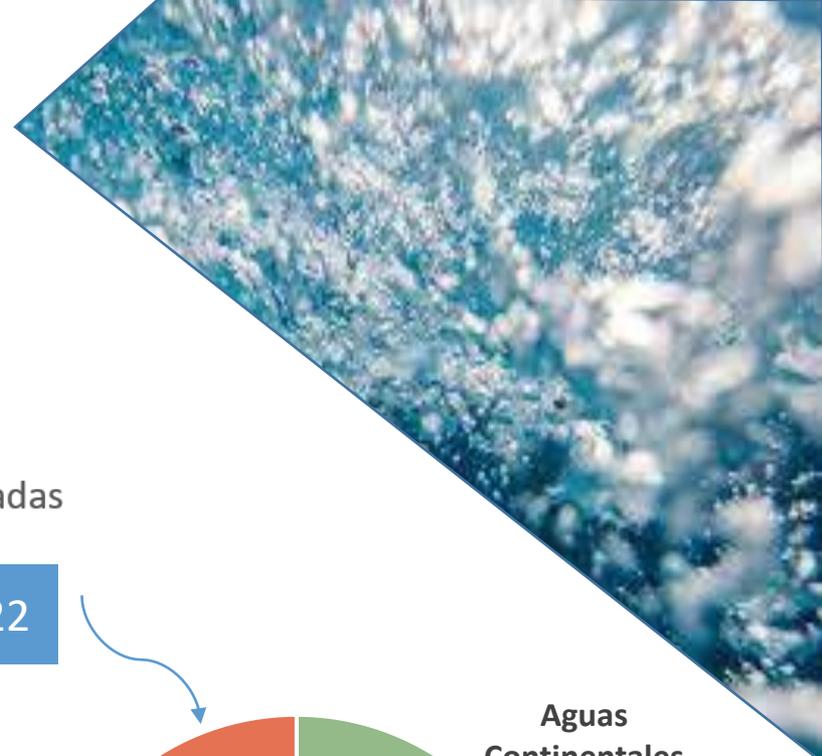
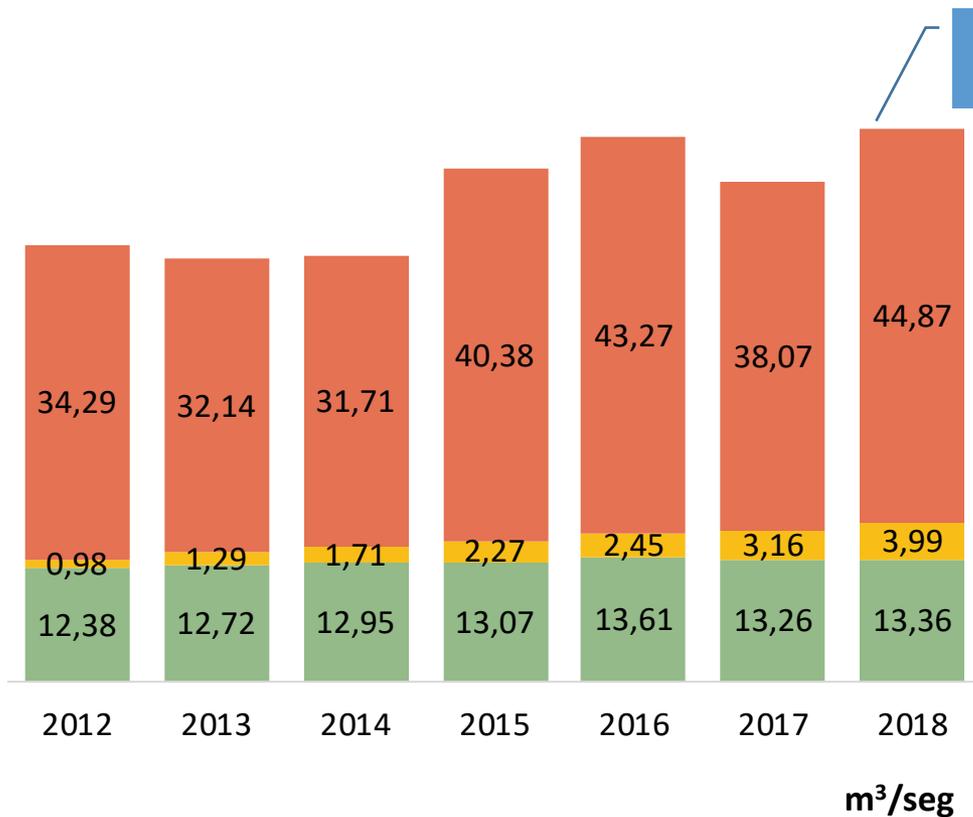
# Consumo nacional de agua por industria



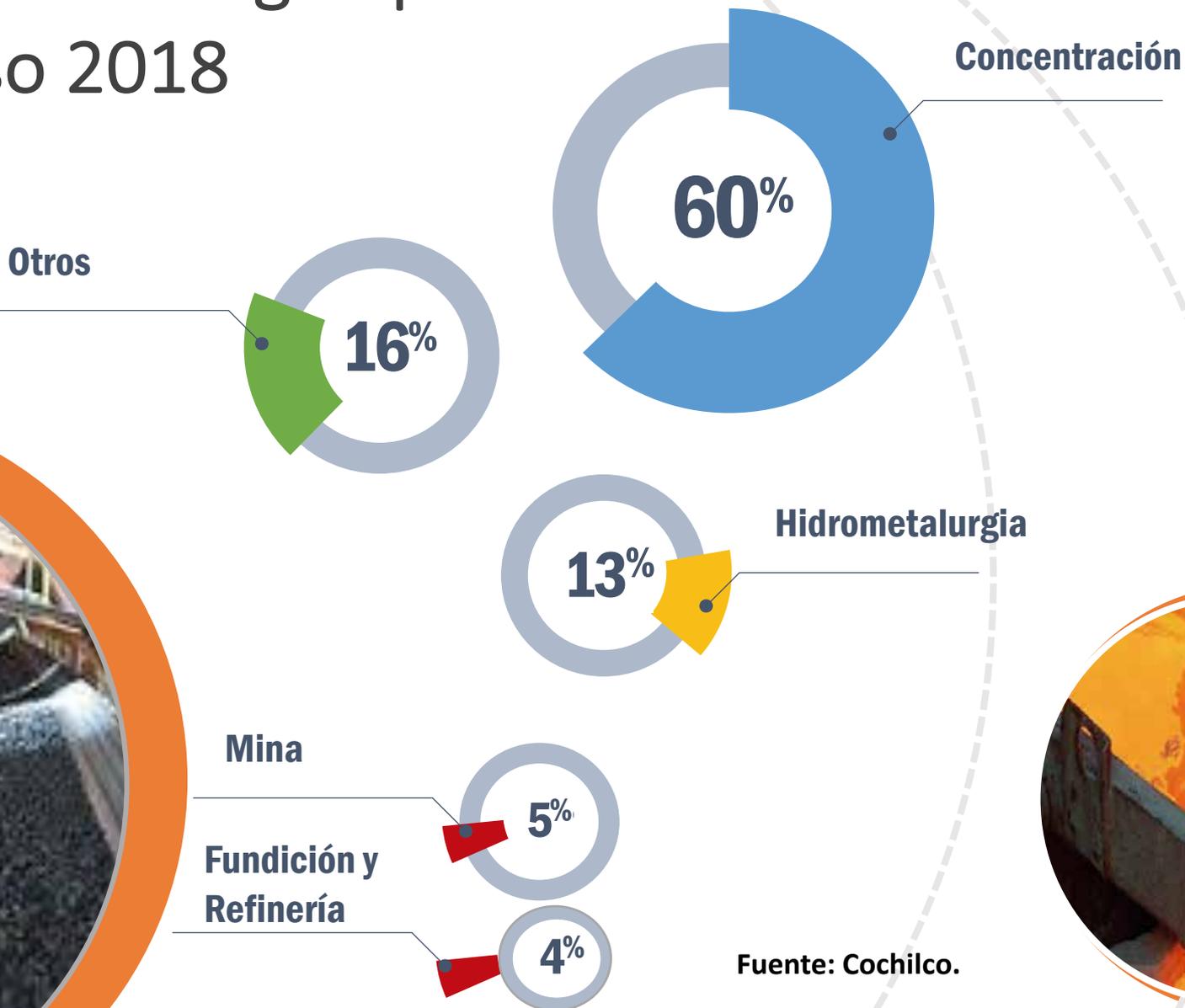
Fuente: Atlas del agua, DGA, 2016.

# CONSUMO DE AGUA TOTAL

■ Aguas Continentales ■ Aguas de Mar ■ Aguas Recirculadas



# Consumo de agua por proceso 2018



Fuente: Cochilco.

# CONSUMO DE AGUA SEGÚN FUENTE



41%

Aguas Subterráneas



30%

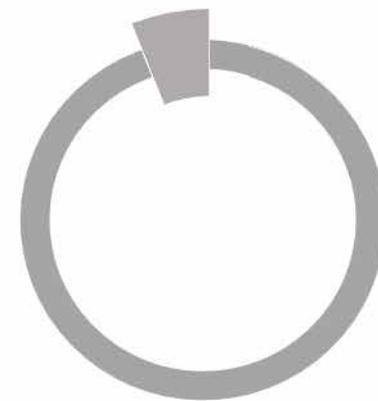
Aguas Superficiales



3,99  
m3/s

23%

Aguas de Mar



6%

Aguas adquiridas a  
terceros



Uso Directo



Desalinizada

# AGUA DE MAR

El 2018 tuvo un incremento de **26,3%** respecto al año anterior



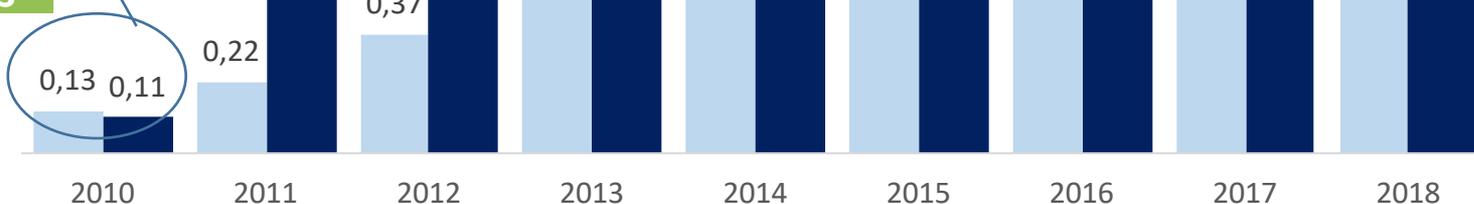
3,99  
m<sup>3</sup>/s

■ Desalada ■ Salobre

x 16

0,24  
m<sup>3</sup>/s

m<sup>3</sup>/seg





# Proyectando el consumo de agua en la minería del cobre

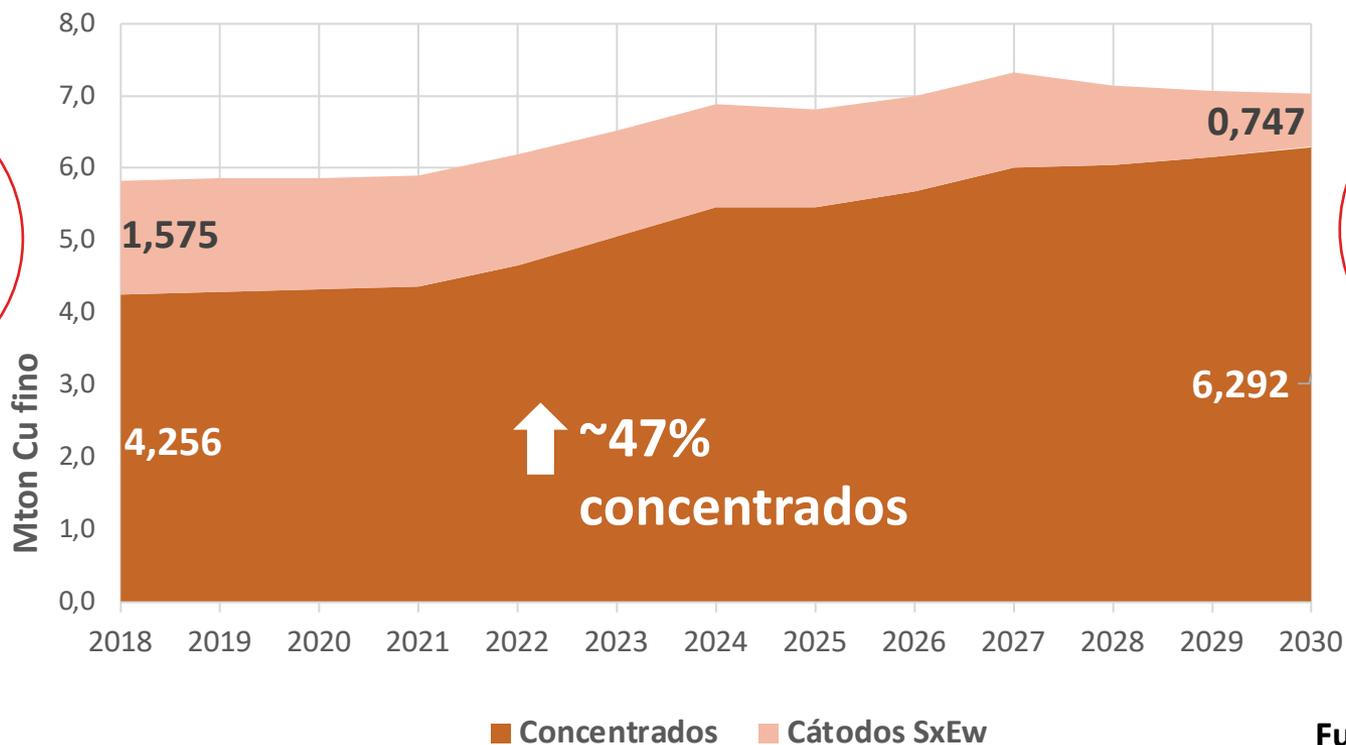
## Variables claves

- Proyección de producción 2019-2030
- Tasas de consumo unitario. (Agua continental por tonelada de mineral)
- Proyecto consumidores de Agua de Mar: Desplazamiento puesta en marcha de proyectos efecto covid19.

# Producción de cobre esperada



↑ ~21%



2018:  
~5,8  
millones  
de tons

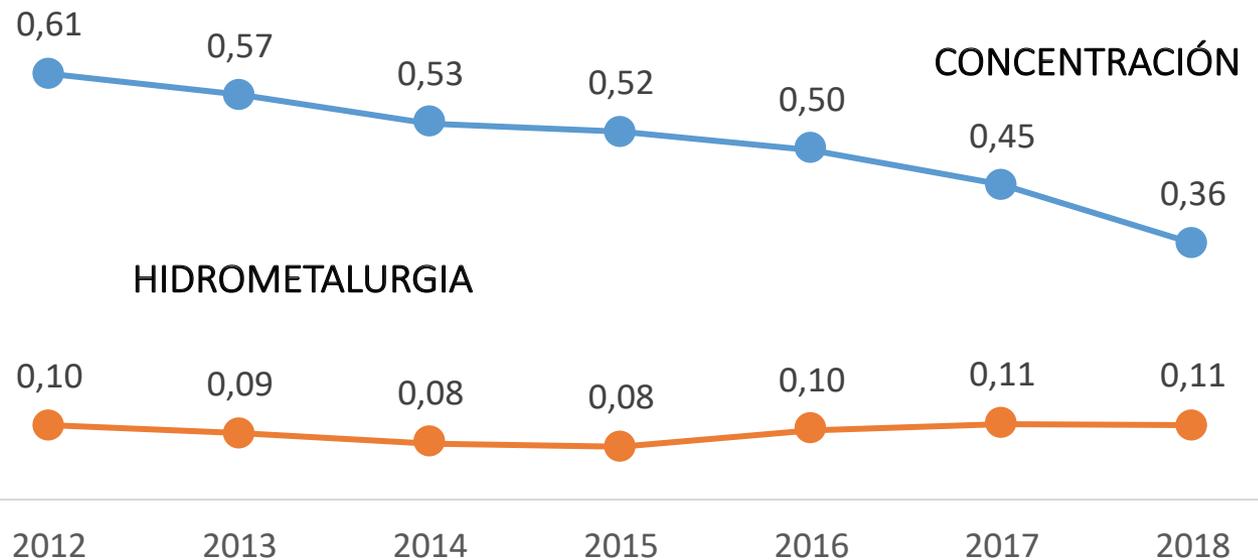
2030:  
~7,04  
millones  
de tons

↑ ~47%  
concentrados

# Tasas de consumo de agua

**Coefficiente unitario** se define como la cantidad de agua de origen **continental** para procesar una tonelada de mineral.

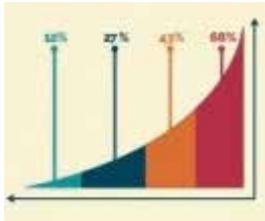
**Coefficientes unitarios de agua continental según proceso minero 2012-2018 [m<sup>3</sup>/ton]**



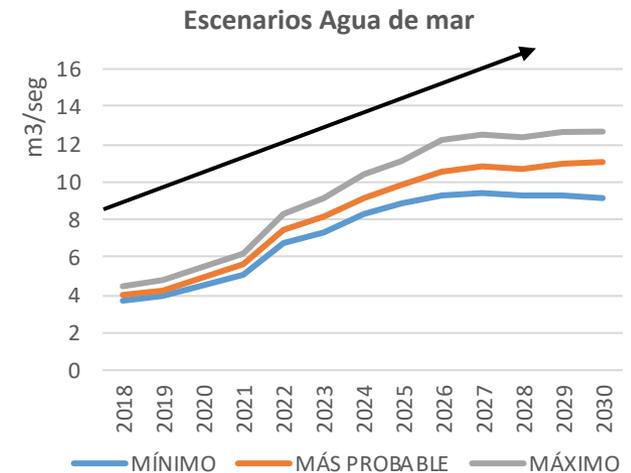
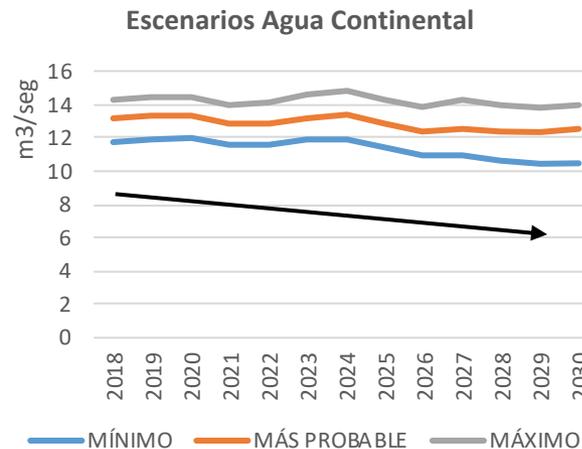
Fuente: Cochilco.

# Generación de Escenarios

## GENERACIÓN DE ESCENARIOS

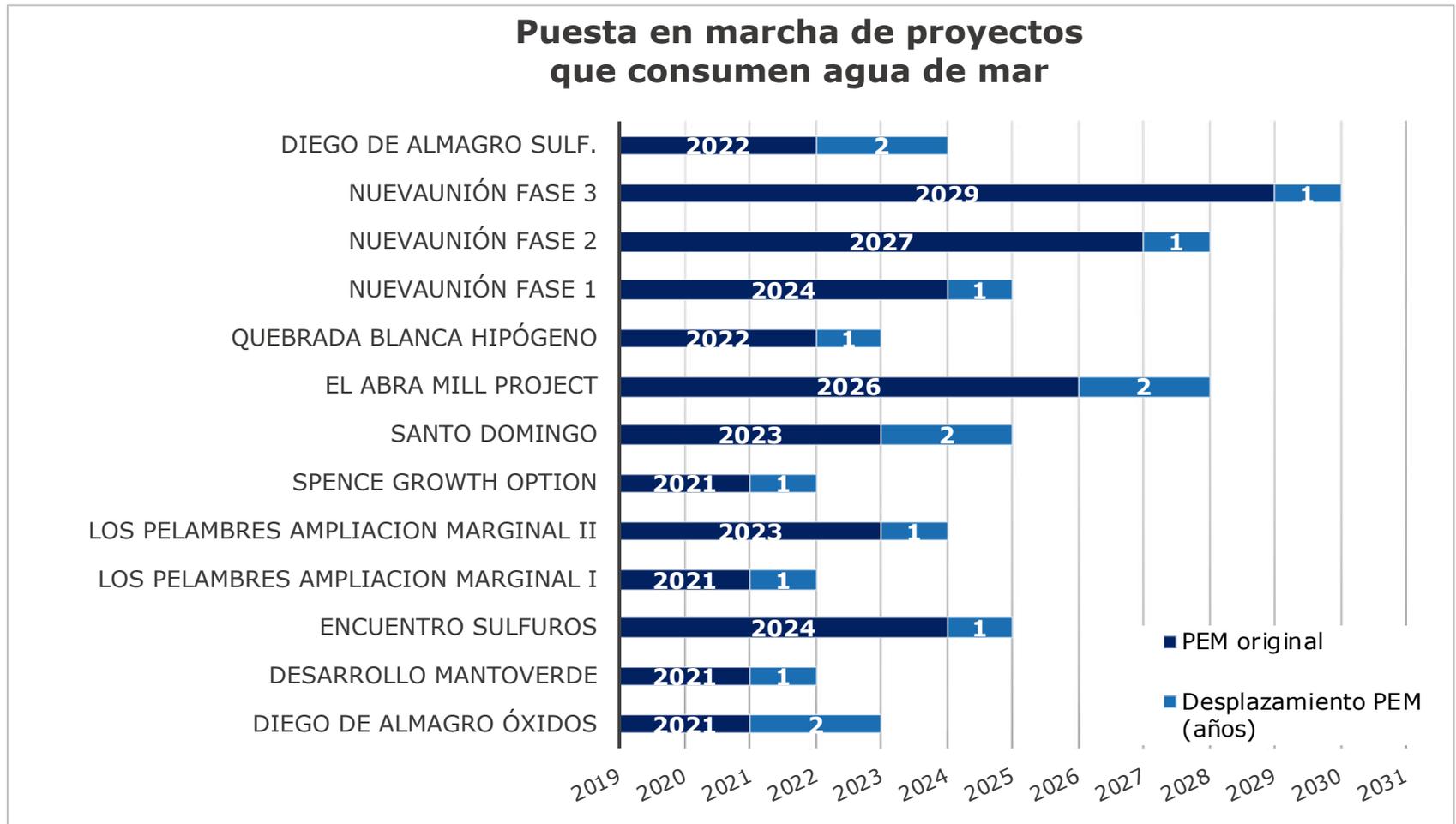


En esta etapa se determina la probabilidad de ocurrencia de la proyección de producción, diferenciando un escenario máximo, más probable y mínimo, **basado en la condición de cada proyecto.**



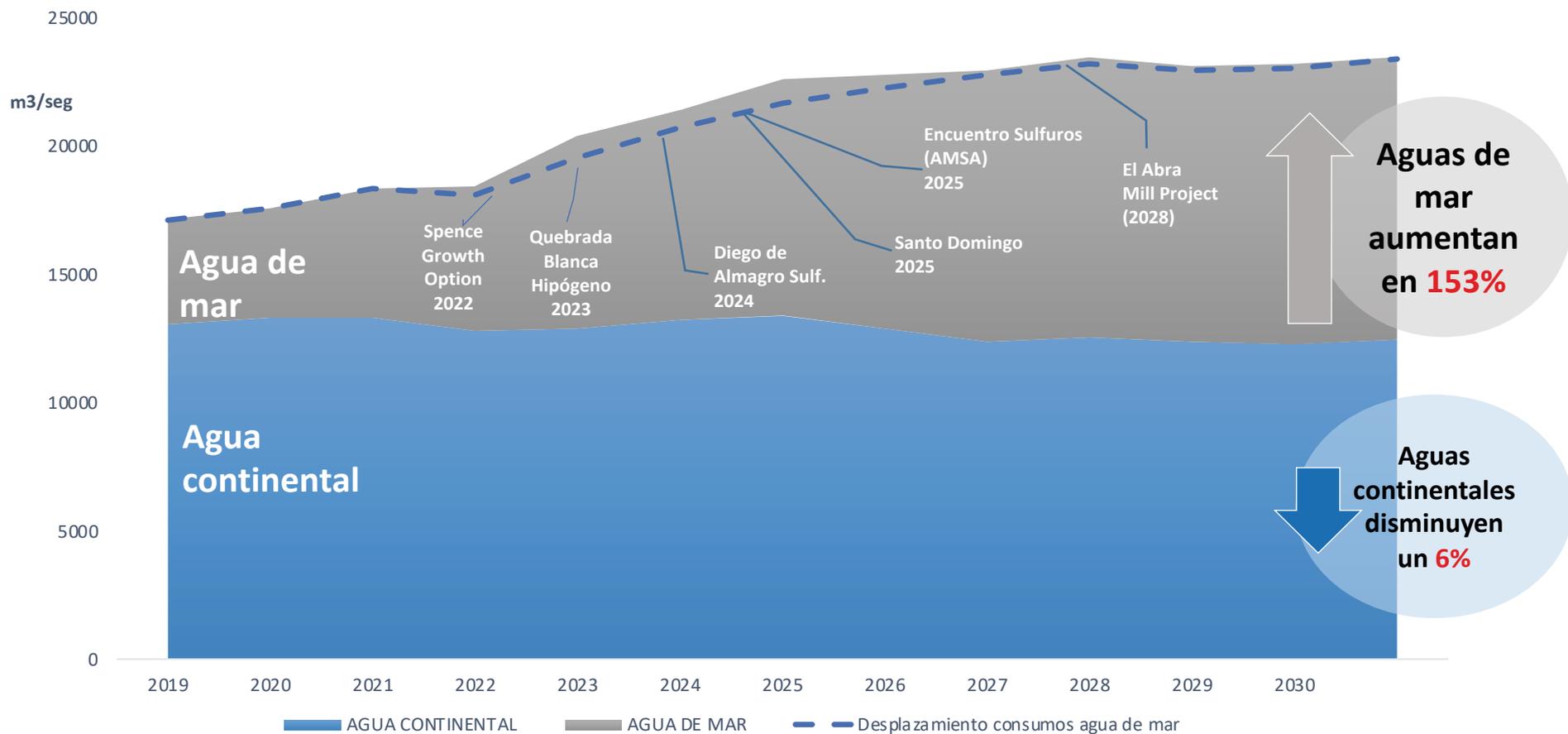
# Actualización Cartera de Proyecto

Consumidores de Agua de Mar: 17 proyectos en carpeta de los cuales 12 sufren cambios en su PEM.



Fuente: Cochilco.

# Resultados: Proyección de consumo de agua



(m³/seg)	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Agua de Mar	4,3	5	5,6	7,5	8,2	9,2	9,9	10,6	10,9	10,7	10,9	11
Agua de Mar (efecto covid)	4,3	5,0	5,3	6,7	7,5	8,3	9,4	10,4	10,7	10,6	10,8	10,9
Δ agua de mar	0,0	0,0	-0,3	-0,8	-0,7	-0,9	-0,5	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1

# Resultados: Proyección de consumo de agua Efecto-Covid19

## Proyección original (2019)

(m <sup>3</sup> /seg)	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Agua Continental	13,3	13,3	12,8	12,9	13,2	13,4	12,9	12,4	12,6	12,3	12,3	12,5
Agua de Mar	4,3	5	5,6	7,5	8,2	9,2	9,9	10,6	10,9	10,7	10,9	11
TOTAL	17,6	18,3	18,4	20,4	21,4	22,6	22,8	23	23,5	23,1	23,2	23,5

## Proyección con efecto Covid (2020)

(m <sup>3</sup> /seg)	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Agua Continental	13,3	13,3	12,8	12,9	13,2	13,4	12,9	12,4	12,6	12,3	12,3	12,5
Agua de Mar	4,3	5,0	5,3	6,7	7,5	8,3	9,4	10,4	10,7	10,6	10,8	10,9
TOTAL	17,6	18,3	18,1	19,5	20,8	21,7	22,3	22,8	23,2	22,9	23,0	23,4



# AGUA DE MAR

**Catastro plantas desaladoras y sistemas de impulsión**

# Agua de Mar en Chile

## Plantas operativas y capacidad de desalinización

Región	N° plantas Mineras e industrial	N° plantas agua potable	N° total de plantas	Capacidad Mineras e industrial l/s	Capacidad Agua Potable l/s	Capacidad Total l/s	Participación %
Arica <sup>(1)</sup>	-	1	1	-	412	412	7,4%
Tarapacá	-	1	1	-	9	9	1,6%
Antofagasta	10	4	14	3.279,1	690,7	3.969,8	70,6%
Atacama	3	-	3	1.220,0	-	1.220,0	21,8%
Coquimbo	-	1	1	-	5,6	5,6	0,09%
Valparaíso	1	1	2	27,8	0,3	28,1	0,00%
Aysén	-	1	1	-	2,8	2,8	0,04%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>4.499,1</b>	<b>1.120,4</b>	<b>5.619,5</b>	<b>100,0%</b>

(1) Planta de osmosis inversa de agua de pozos salobres en Lluta.

# AGUA DE MAR EN MINERÍA

## OPERACIONES

Se encuentran principalmente en la región de **Antofagasta y Atacama.**

PROPIETARIO	MINA	REGIÓN	ETAPA DE DESARROLLO	CAPACIDAD DE DESALACIÓN (lts/seg)	CAPACIDAD USO AGUA DE MAR (lts/seg)	Longitud tuberías de transporte de agua (Km)
<b>ANTOFAGASTA MINERALS</b>	Michilla	Antofagasta	Cerrada (*)			
<b>ENAMI</b>	Planta J.A. Moreno (Taltal)	Antofagasta	Operando	-	15	
<b>LAS CENIZAS</b>	Las Cenizas Taltal	Antofagasta	Operando	9	12	7
<b>MANTOS DE LA LUNA</b>	Mantos de Luna	Antofagasta	Operando	5	20	8
<b>PAMPA CAMARONES</b>	Pampa Camarones	Arica y Parinacota	Operando	-	25	12
<b>ANTOFAGASTA MINERALS</b>	Distrito Centinela (Esperanza + El Tesoro)	Antofagasta	Operando	50	1500	145
<b>CAP Minería</b>	Cap Minería y otros clientes	Atacama	Operando	600		120
<b>BHP BILLITON</b>	Escondida - Planta Coloso	Antofagasta	Operando	525	-	180
<b>ANTOFAGASTA MINERALS</b>	Antucoya	Antofagasta	Operando	20	280	145
<b>LUNDING MINING</b>	Candelaria	Atacama	Operando	300	-	110
<b>MANTOS COPPER</b>	Mantoverde	Atacama	Operando	120	-	42
<b>KGHM INT.</b>	Sierra Gorda	Antofagasta	Operando	-	1315	142
<b>BHP BILLITON</b>	Escondida EWS	Antofagasta	Operando	2500	-	180
<b>LUNDING MINING</b>	Candelaria 2030 - continuidad operacional	Atacama	Operando	agrega 200 **	-	110

\* Ver proyecto reapertura

\*\* Alcanza los 500l l/s de capacidad que tiene la planta actual. Acuerda vender a aguas chañar 170 l/s de agua desalinizada para disminuir la presión en el acuífero de Piedra Colgada

# AGUA DE MAR EN MINERIA

## PROYECTOS

Actualización:  
Diciembre 2019



AÑO PUESTA EN MARCHA	PROPIETARIO	MINA	REGIÓN	ETAPA DE DESARROLLO	CAPACIDAD DE DESALACIÓN (lts/seg)	CAPACIDAD USO AGUA DE MAR (lts/seg)	Longitud tuberías de transporte de agua (Km)
2020	ANTOFAGASTA MINERALS	Proyecto de Infraestructura Complementaria (INCO)	Coquimbo	Construcción	400 **	-	150
2022	CAPSTONE Mining	Santo Domingo	Atacama	Factibilidad	30	400	112
2020	COPEC	Diego de Almagro	Atacama	Factibilidad	-	315	61
2020	Haldeman	Continuidad operacional faena minera Michilla	Antofagasta	Factibilidad (Reapertura planta existente)	20	70	
2020	BHP BILLITON	Spence Growth Option	Antofagasta	Construcción	800 (potencial de 1.600)	-	154
2021	MANTOS COPPER	Desarrollo Mantoverde	Atacama	Factibilidad	agrega 260 ***	-	42
2022	TECK	Quebrada Blanca Hipógeno	Tarapacá	Factibilidad	850 (potencial de 1.200)	-	160
2022	CODELCO-CHILE	Planta desaladora Distrito Norte	Antofagasta	Factibilidad	630 (potencial 1.680)	-	160
2023	COLLAHUASI	Collahuasi	Tarapacá	En Calificación	525 (potencial 1.050)****		195
2024	ANTOFAGASTA MINERALS	Distrito Minero Centinela (Esperanza Sur y Encuentro Sulfuros)	Antofagasta	Factibilidad	-	1650 *****	145
Sin información	ANTOFAGASTA MINERALS	Distrito Minero Centinela (reemplazo acueducto existente)	Antofagasta	Factibilidad	-	850 *****	145
2025	FREEPOR Mc MORAN	El Abra Mill Project	Antofagasta	Sin EIA	500	-	
Multiclientes							
2020	ENAPAC (Energías y Aguas del Pacífico).		Copiapó	EIA Aprobado	2600		
Hipotéticos							
2026	GOLDCORP y TECK	Nueva Unión	Antofagasta	Sin EIA	700	-	
2025	Coro Mining	Proyecto Marimaca	Antofagasta	Sin EIA	Sin información	Sin información	

# AGUA DE MAR EN MINERIA

## PROYECTOS

Actualización:  
Junio 2020

Desplazamiento de 11 Proyectos



AÑO PUESTA EN MARCHA	PROPIETARIO	MINA	REGIÓN	ETAPA DE DESARROLLO	CAPACIDAD DE DESALACIÓN (lts/seg)	CAPACIDAD USO AGUA DE MAR (lts/seg)	Longitud tuberías de transporte de agua (Km)
2021	ANTOFAGASTA MINERALS	Proyecto de Infraestructura Complementaria (INCO)	Coquimbo	Construcción	400 **	-	150
2024	CAPSTONE Mining	Santo Domingo	Atacama	Factibilidad	30	400	112
2023	COPEC	Diego de Almagro	Atacama	Factibilidad	-	315	61
2020	Haldeman	Continuidad operacional faena minera Michilla	Antofagasta	Factibilidad (Reapertura planta existente)	20	70	
2021	BHP BILLITON	Spence Growth Option	Antofagasta	Construcción	800 (potencial de 1.600)	-	154
2022	MANTOS COPPER	Desarrollo Mantoverde	Atacama	Factibilidad	agrega 260 ***	-	42
2023	TECK	Quebrada Blanca Hipógeno	Tarapacá	Factibilidad	850 (potencial de 1.200)	-	160
2023	CODELCO-CHILE	Planta desaladora Distrito Norte	Antofagasta	Factibilidad	630 (potencial 1.680)	-	160
2023	COLLAHUASI	Collahuasi	Tarapacá	En Calificación	525 (potencial 1.050)****		195
2025	ANTOFAGASTA MINERALS	Distrito Minero Centinela (Esperanza Sur y Encuentro Sulfuros)	Antofagasta	Factibilidad	-	1650 *****	145
Sin información	ANTOFAGASTA MINERALS	Distrito Minero Centinela (reemplazo acueducto existente)	Antofagasta	Factibilidad	-	850 *****	145
2027	FREEPORT McMORAN	El Abra Mill Project	Antofagasta	Sin EIA	500	-	
Multiclientes							
2022	ENAPAC (Energías y Aguas del Pacífico).		Copiapó	EIA Aprobado	2600		
Hipotéticos							
2028	GOLDCORP y TECK	Nueva Unión	Antofagasta	Sin EIA	700	-	
2025	Coro Mining	Proyecto Marimaca	Antofagasta	Sin EIA	Sin información	Sin información	



# Desalinización: Desafíos

## Desafíos estratégicos a largo plazo

- Asegurar agua para la producción
- Reducir consumo de agua fresca

## Análisis de las soluciones bajo un contexto regional:

- Posibles sinergias que permitirían reducir los costos aportando soluciones no solo para la minería

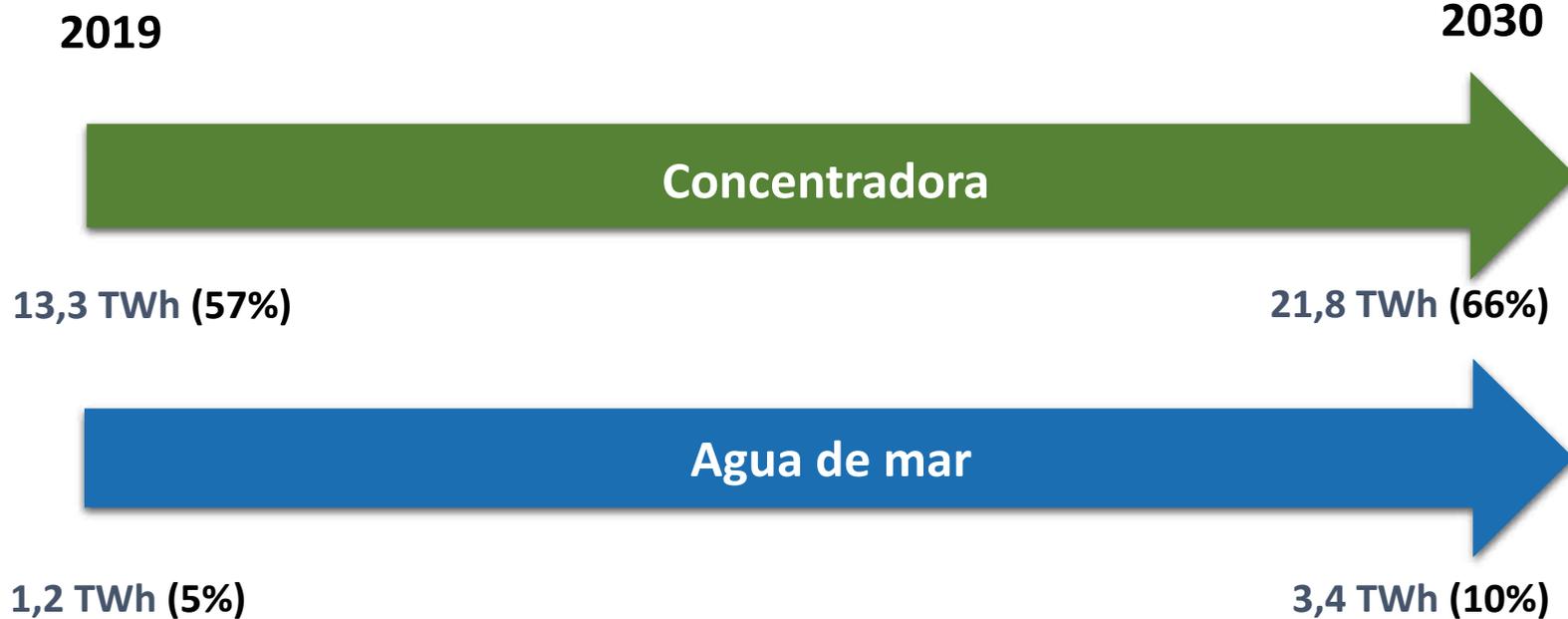
Necesidad de una tecnología efectiva de reutilización y reciclaje junto con una gestión adecuada de las fuentes de suministro

# Desafíos estratégicos: agua de mar y energía

- Comprender vínculos entre el agua, energía y emisiones, para que una mejora en un área no cree un mayor efecto adverso en otra.
- La mayoría de los nuevos proyectos mineros considera el agua de mar como fuente de abastecimiento.
- Esto plantea importantes desafíos en términos de costos, debido a la fuerte inversión que requieren estos proyectos y al alto consumo energético, no sólo para desalinizar sino sobre todo para bombear el agua desde el borde costero hasta la faena minera.



# Proyección de consumo de energía



↑  
Energía para Agua de mar aumenta en 183% al 2030



# Suministro de agua de mar debe considerar:

- Mejoras tecnológicas → Inversión en I+D+i
- Necesidad coordinación publico-privado
- Mantener estándares elevados
- Considerar impactos sociales/ambientales
- Disminuir costos / Incorporación ERNC
- Generando cooperación/ Plantas Multi-clientes



# Ideas centrales

**Jorge Cantallopts A.**

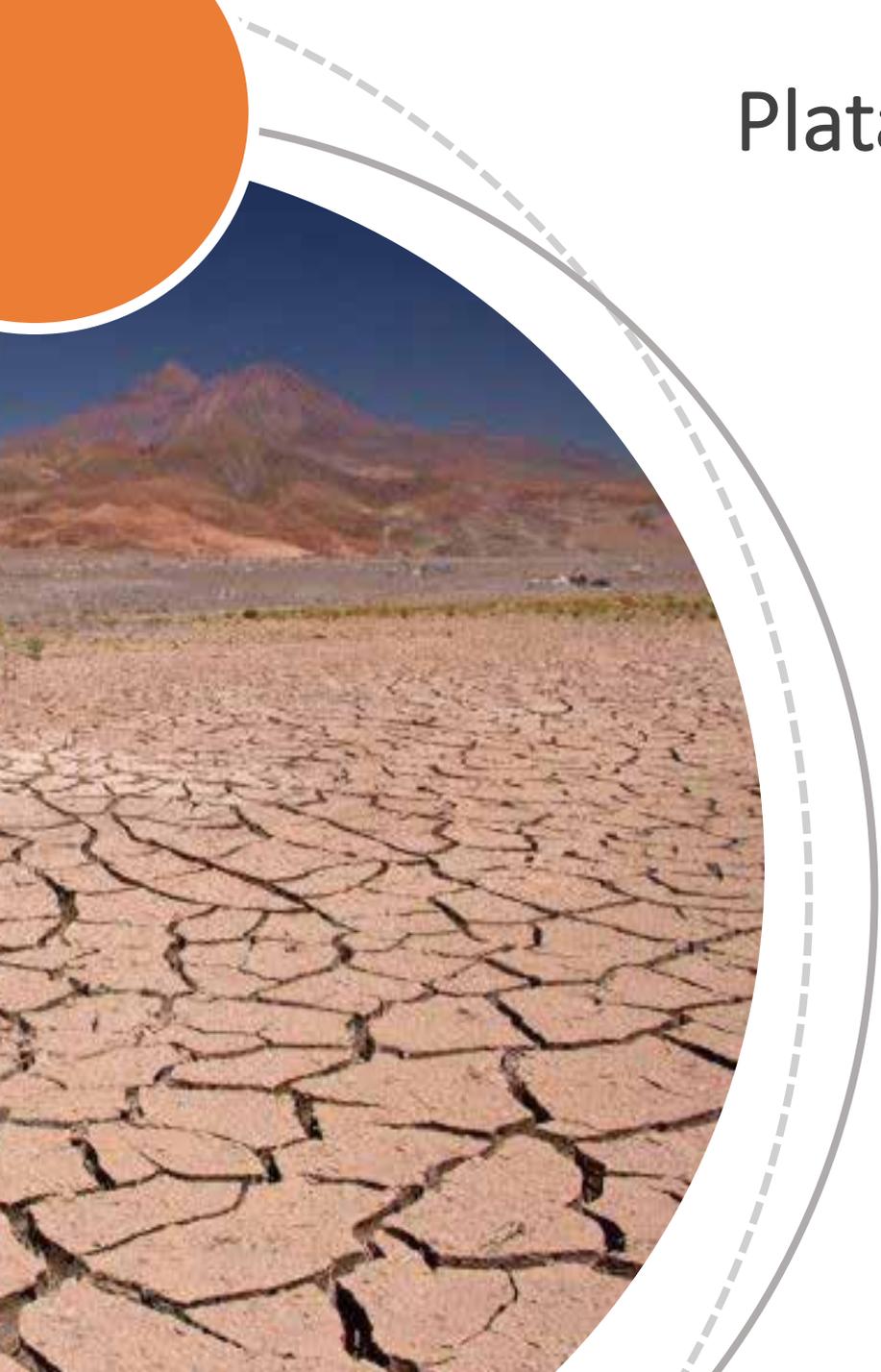
Director de Estudios  
Comisión Chilena del Cobre

# Elementos para transformar al agua de mar en factor de desarrollo sostenible

- Asegurar abastecimiento en una actividad que por condiciones naturales deberá aumentar su consumo
- Incorporar elementos de economía circular para reducir consumo y aprovechar residuos
- Habilitar territorios e incorporar elementos de sostenibilidad social
- Normativa adecuada para generar uso eficiente, con infraestructura compartida y que se anticipe a capturas de rentas indeseadas



# Plataforma Minería Abierta: Plantas Desaladoras



<http://maps.mineriaabierta.cl/vista/gfy19flybp>

Follow us  
@CochilcoChile





# Gracias

Vania Ramirez J.

Jorge Cantallopts

Follow us  
[@CochilcoChile](https://twitter.com/CochilcoChile)

