



Solutions
for human
progress

Construyamos el futuro hoy

Vinculación con Universidades y Producción de Sulfato de Litio



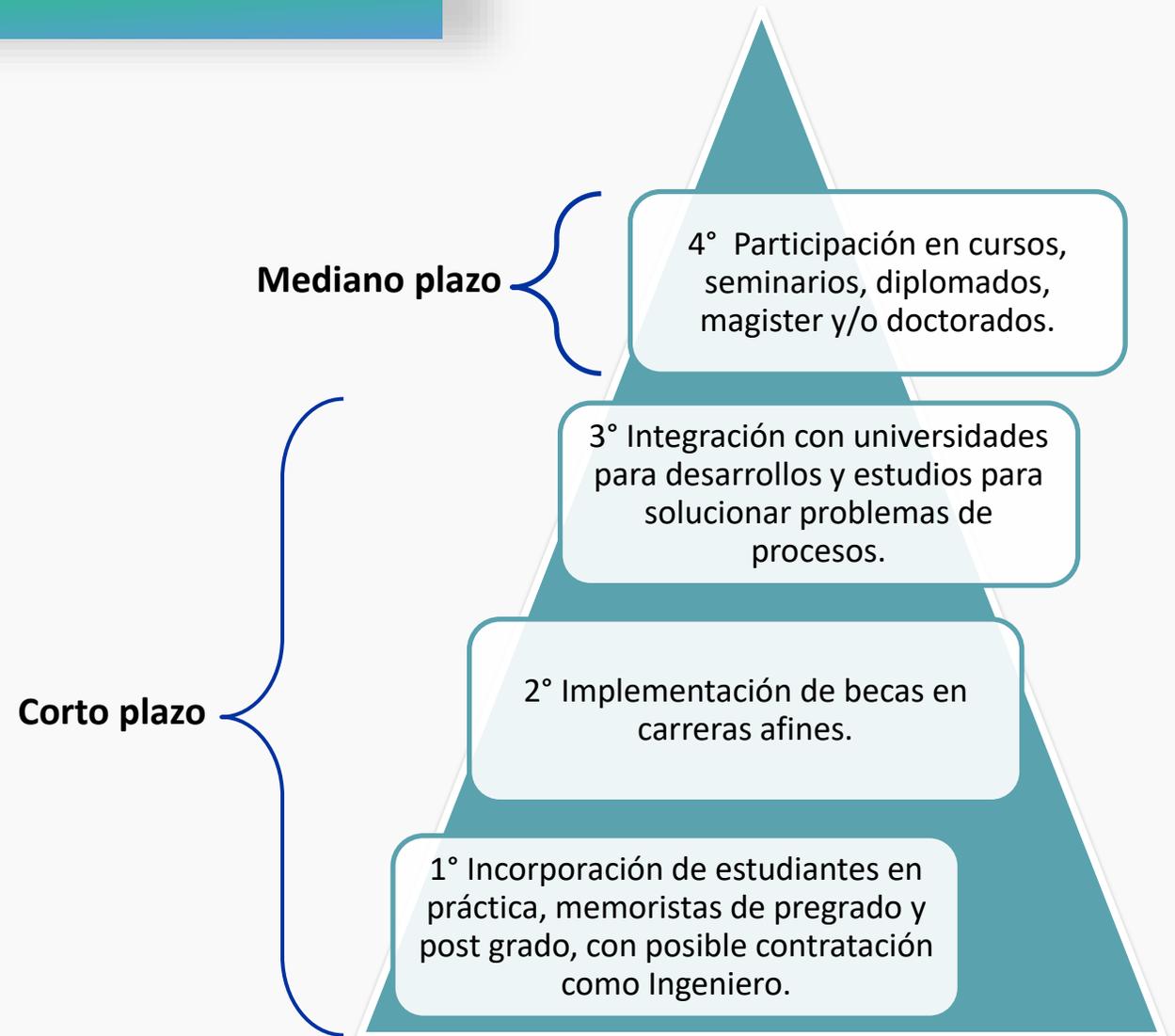
Agenda

- ① **Introducción**
- ② **Vinculación con Universidades**
- ③ **Proyecto Sulfato de Litio**



Vinculación con Universidades

- Nuestro objetivo es crear polos de desarrollo para la cadena de valor del litio en estrecha colaboración con instituciones de educación superior y formación técnica, con principal foco en instituciones de la región de Antofagasta.
- La idea es contribuir al intercambio de conocimientos, investigación aplicada, nuevas ideas para la innovación de procesos y el desarrollo de nuevos productos, y la actualización permanente de la cadena de valor del litio.



Vinculación con Universidades

85 Tesistas GID
21 Practicantes GID
1 Pasante GID
Visitas SdA y PQLC

- Académicos
- Alumnos

Diplomado de Litio
UCN – UA – SQM
(Junio-Diciembre 2023)
31 estudiantes (13
trabajadores SQM)

Participación
**Lanzamiento Centro
I+D+i – UCN (Abril)**
**Lanzamiento
Plataforma baterías UA
(Junio)**
**Congreso de Litio SQM-
UA (Octubre 2023)**

Curso
Electivo de Litio

- UCN (1° Sem-2023)
- UdeC (2° Sem-2023)
- UA (1° Sem-2024)
- UNAP (1° Sem-2024)

Charlas



Convenios
UA, UCN y USM
Estudios y proyectos
UdeChile, Udec,
UCN, UA, USACH,
USM



Vinculación con Universidades

Firmamos importantes acuerdos con las casas de estudios:

Universidad Federico Santa María, Universidad Católica del Norte y Universidad de Antofagasta; para desarrollo de investigación aplicada asociada al litio, innovando en la cadena de valor, vinculación con el medio y la formación de capital humano avanzado.



Firma convenio con Universidad técnica Federico Santa María

Rector Dr. Darcy Fuenzalida junto a Carlos Díaz, Vicepresidente ejecutivo Negocio Litio de SQM



Firma convenio con Universidad Católica del Norte

Rector Rodrigo Alda junto a José Miguel Berguño, Vicepresidente Senior de Servicios Corporativos SQM



Firma convenio con Universidad de Antofagasta.

Rectora (s) Dra. Marinka Varas junto a Osvaldo Yáñez, gerente de Innovación y Desarrollo de SQM.

Proyecto Sulfato de Litio: Contexto



Desde la Gerencia de Innovación y Desarrollo se levanta un proyecto que busca ver una oportunidad de producción de Litio desde un problema histórico en Salar de Atacama, la salmuera con alto contenido de SO₄.

En esta instancia se presentará el proyecto de sulfato de litio, detallando brevemente sus objetivos, etapas, indicadores de sostenibilidad y los pasos que lo han llevado a escalar desde la teoría a la implementación industrial.

Dentro de los principales criterios para el correcto desarrollo e implementación de un proyecto, en SQM debemos regirnos por los valores institucionales:



EXCELENCIA



SEGURIDAD



INTEGRIDAD

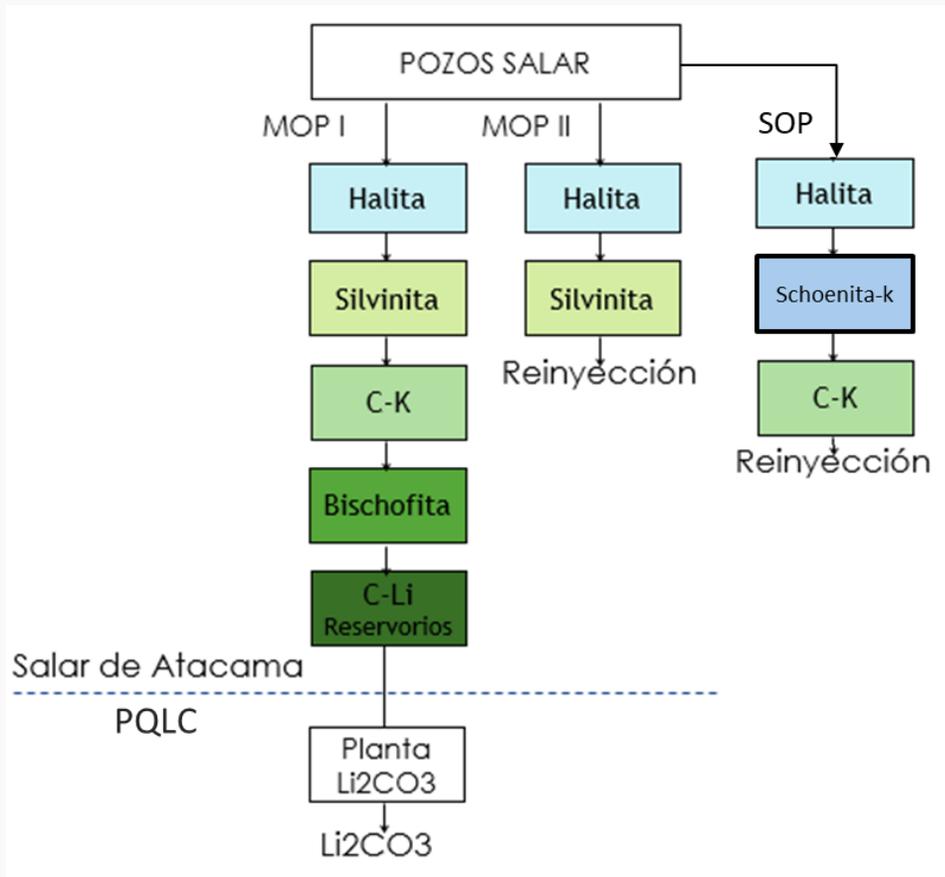


SUSTENTABILIDAD

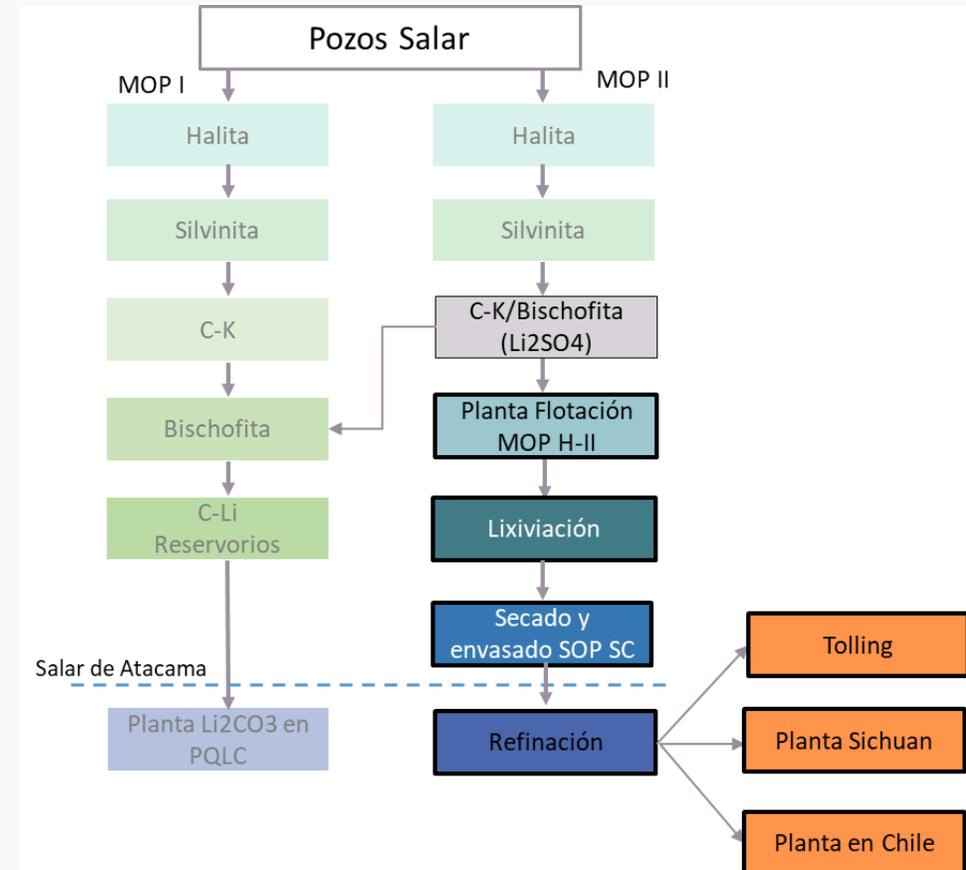
Proyecto Sulfato de Litio: Introducción

El proyecto busca convertir un sistema no productivo de Litio en uno productivo de litio, a través de la precipitación de sales de sulfato de litio a partir de las salmueras que hoy en día van a reinyección del sistema MOP II. En base a el sulfato de litio precipitado en pozas de carnalita, se pretende concentrar el sulfato de litio y luego convertirlo a hidróxido de litio grado batería.

Proceso actual



Proceso Propuesto





Proyecto Sulfato de Litio: Etapas

El proyecto, que busca diseñar y validar un proceso de producción de $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ grado batería en base a salmueras de medio sulfato, se separa en 4 áreas de estudio:

1.- Extracción

Objetivo

Extraer salmueras que permitan maximizar la producción de Litio.

Estatus

Selección de las mejores salmueras para alimentar un string de generación de sulfato de litio según los input de la etapa siguiente.

2.- Generación

Maximizar la precipitación de sulfato de litio en ausencia de otras sales sulfatadas.

Existen Strings de producción de SL con una capacidad aprox de 15 kton LCE/año cada uno. El 3er String comenzó llenado en Noviembre 2022.

3.- Concentración

Generación de concentrado de sulfato de litio sobre 85%.

Se han realizado 3 PI para validar proceso y alcances y desde este año se comienza con campaña industrial. 2023 se proyecta tener proceso de lixiviación.

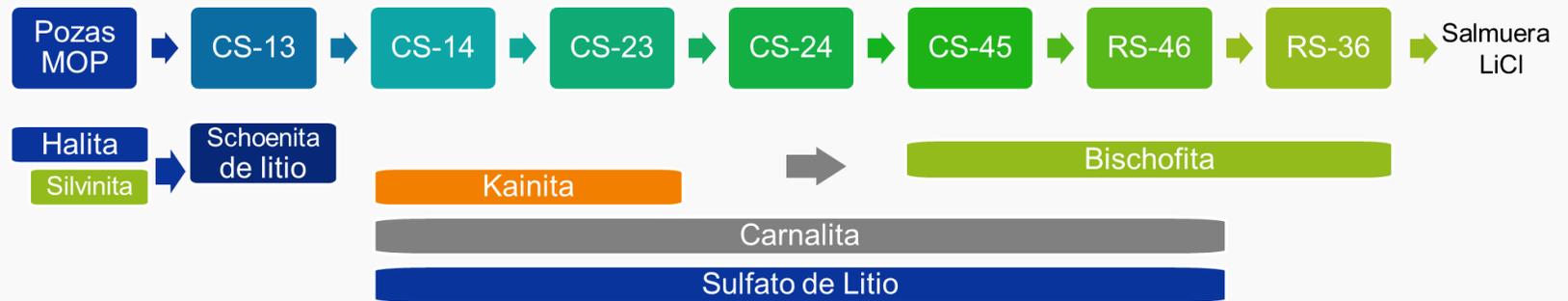
4.- Refinería

Producción de $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ grado batería, en base a $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Tolling en China comenzó en Septiembre 2022. Planta Sichuan comienza comisionamiento Diciembre 2022. Proyecto: Planta en Chile.

Proyecto Sulfato de Litio: Generación

La Generación de sulfato de litio permite utilizar una salmuera con alta concentración de sulfato, no útil para el proceso convencional, para producir litio productivo, como sulfato de litio y LiCl. Este proyecto requirió amplio estudio y pruebas que permitieron implementar un string productivo que aumenta el rendimiento del salar.



Etapa inicial

- Estudio de salmueras no productivas o de bajo rendimiento en proceso convencional (LiCl).
- Revisión bibliográfica de antecedentes.
- Pruebas experimentales a escala laboratorio
- Simulación del proceso en pozas.

Etapa exploratoria

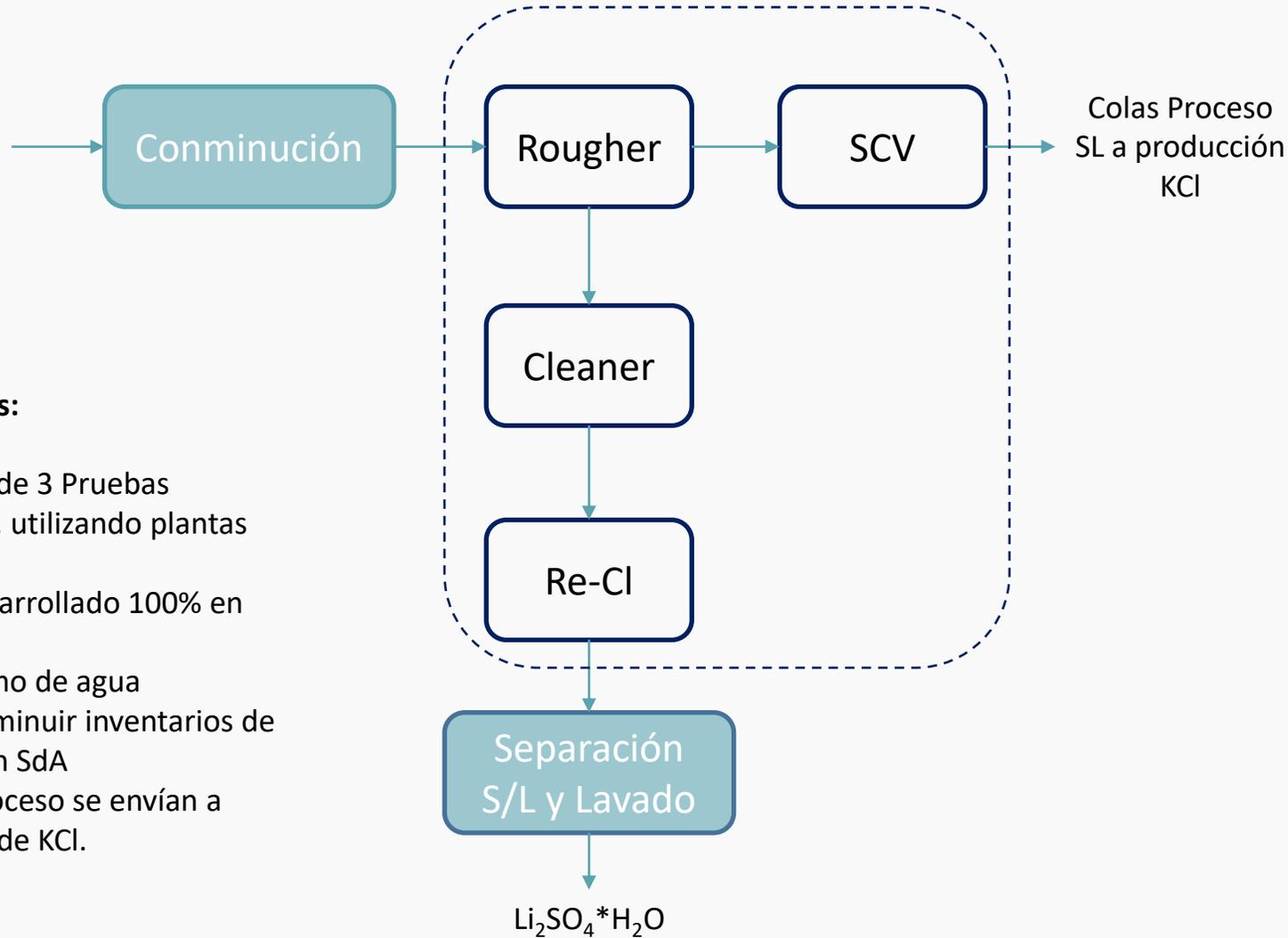
- Implementación del string de sulfato de litio en pozas existente no operativas.
- Revisión de resultados:
 - Sulfato de litio: datos operativos del primer string.
 - Salmuera LiCl: Generación de salmuera de LiCl.
 - Análisis de rendimientos y propuestas de optimización a probar en escalas laboratorio y piloto.

Optimización del sistema

- Implementación mejoras operativas que permitan la generación constante de salmuera al string de LiCl.
- Ajustes químicos para evitar la formación de sales no deseadas que restan eficiencias al proceso y aumentan las impurezas del SLi.

Proyecto Sulfato de Litio: Concentración

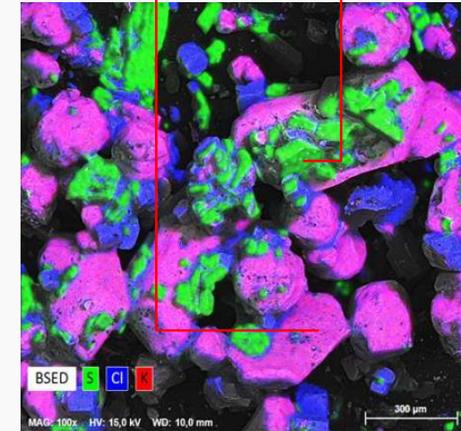
Salas de Alimentación



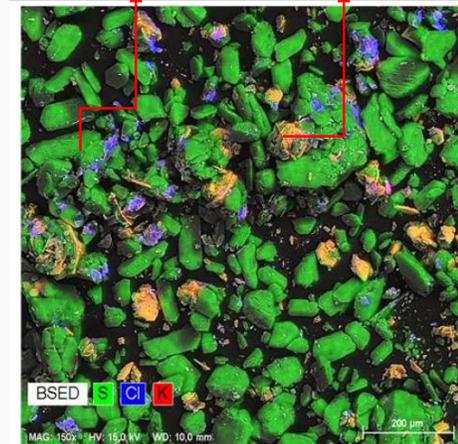
Principales hitos:

- ✓ Realización de 3 Pruebas Industriales, utilizando plantas existentes
- ✓ Proceso desarrollado 100% en SQM
- ✓ Bajo consumo de agua
- ✓ Permite disminuir inventarios de carnalitas en SdA
- ✓ Colas de proceso se envían a producción de KCl.

$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$



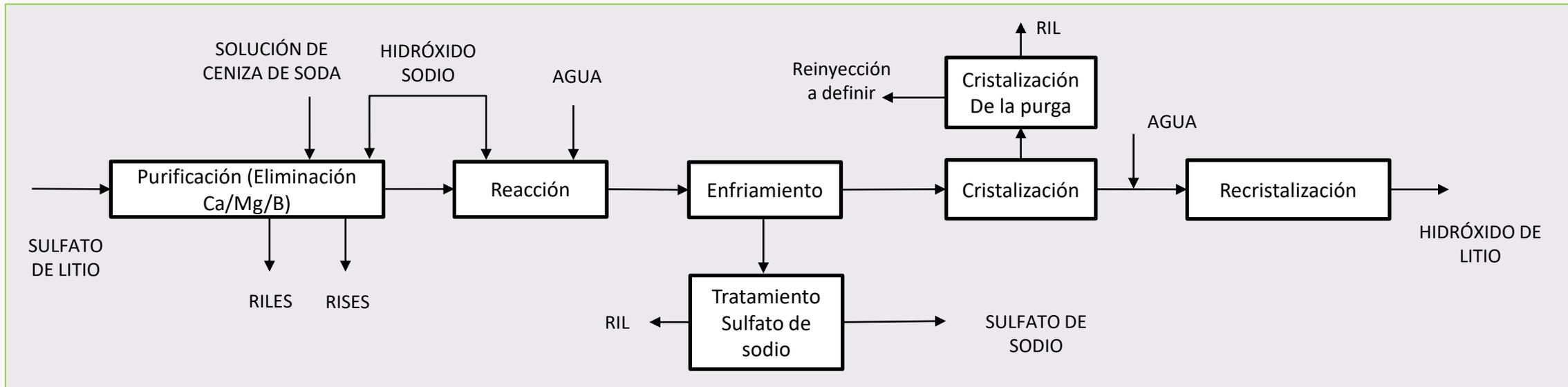
$\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ K_2SO_4



Proyecto Sulfato de Litio: Refinería

El área de refinería busca producir hidróxido de litio monohidratado grado batería a partir del SL producido en Atacama. Se apunta a un rendimiento de 90% y generación de sulfato de sodio anhidro como subproducto.

Diagrama del Proceso

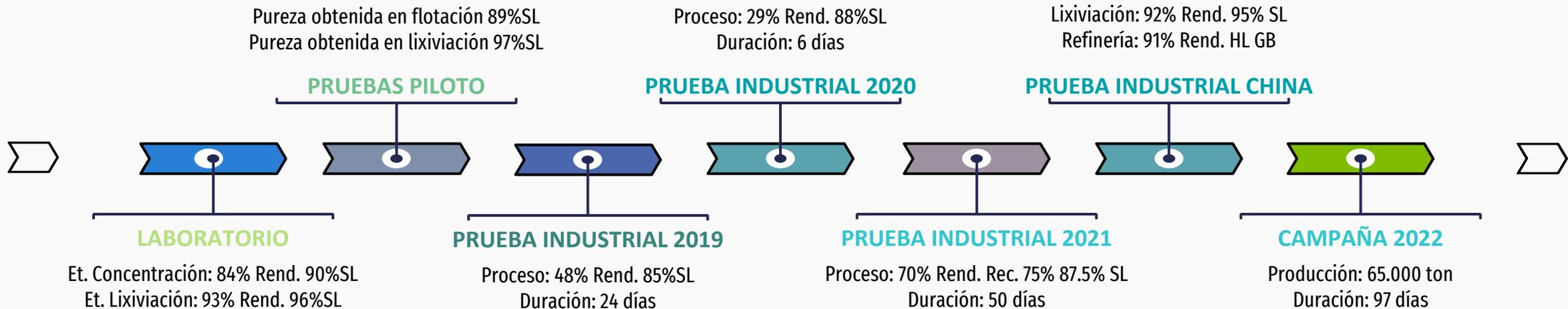


Principales hitos:

- ✓ Producción de $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ en laboratorio y planta piloto en Salar del Carmen (2021)
- ✓ Estudio de cristalización con Veolia (2021)
- ✓ Prueba Industrial de producción de HL en China (2021).
- ✓ Comienzo de tolling para producción de HL en China (2022)

Proyecto Sulfato de Litio:

El proyecto tiene avance en todas sus etapas, donde se destaca un string de pozas ya operativo de producción de sulfato de litio en pozas de SdA, un desarrollo desde etapa de laboratorio a Industrial de concentración de sulfato de litio en plantas de SdA y prueba de lixiviación y refinería en China. Los resultados de las distintas etapas se encuentra desglosado en la siguiente imagen:



Ventajas del proyecto y sus etapas:

- Generación de salmuera de LiCl.
- Producción de KCl BL como subproducto.
- Disminución de inventario de acopios, produciendo Sulfato de Litio y KCl BL.
- La etapa de refinería puede ser instalada como una planta de conversión de SL a HL en cualquier parte del mundo.
- El SL que se produce en Atacama puede ser procesado en plantas de espodumeno con algunas modificaciones menores, permitiendo el acceso rápido a una producción de HL al utilizar un tolling.
- La química de las salmueras de SdA va aumentando sus niveles de SO₄, con este proyecto se permite utilizar esas salmueras de mayor % de sulfato sin adicionar reactivos externos al Salar como cal o cloruro de calcio.
- Los análisis iniciales de huella de carbono y huella hídrica muestran que estos valores son mejores que los equivalentes de la producción desde espodumeno.

Proyecto Sulfato de Litio: Circuito de producción



Pozas precipitación SL



Sales de Alimentación



Planta MOP H II

Planta SOP SC



Envasado



Despacho en camiones desde Salar de Atacama a Puerto



Envío Charter a China

Proyecto Sulfato de Litio: Sostenibilidad

Huella de Carbono

LS → LH (Tolling): **8.74** tCO₂e/ton LiOH

LiCl → LC → LH : **9.51** tCO₂e/ton LiOH

(Alcances 1,2 y 3 de SdA a China)



Huella de Agua

LS → LH (Tolling): **4.64** m³ agua/ton LiOH

LiCl → LC → LH : **19.24** m³ agua/ton LiOH

(Consumo de agua directo)



Sostenibilidad del Negocio Litio

La concentración de sulfato en las salmueras de SdA, va en aumento, con proyecciones de sobre **20%** de aumento en su razón SO₄/Ca al 2030. El proyecto permite utilizar estas salmueras sin adicionar insumos al Salar como cal o CaCl₂.



Aprovechamiento de Recursos

Transforma un sistema no productivo de Litio en uno productivo, a través de la precipitación de sales de sulfato de litio, utilizando un **35%** de salmueras que contienen litio que iban a reinyección.

Aprovechamiento de Recursos

Permite la recuperación de litio desde acopios antiguos sin necesidad de extraer más salmuera. El potencial existente en Atacama es de sobre **200 kton** LCE.



Aprovechamiento de Recursos

Las colas del proceso de Sulfato de Litio permite la producción de KCl baja ley como subproducto, con una tasa aproximada de **0,9 ton** de KCl por cada ton de LS.

Circularidad

Permite ocupar capacidad ociosa de plantas existentes MOP H-II y SOP-S.



Participación femenina en el proyecto

Puesta en marcha incluyó 53% de mujeres profesionales en terreno.

Aumento de Rendimiento

El proyecto permite utilizar SL precipitado en SdA, recuperando desde **2 a 6%**.



Reducción de OPEX

El proyecto estima un **13%** menor de OPEX que la vía de producción de LH desde LC.

Premio Asociación industriales Antofagasta Aporte Tecnológico Gestión 2022

Este premio reconoce a empresas que realicen innovaciones en procesos productivos, equipos, servicios o productos, siendo una contribución al desarrollo y a la capacidad tecnológica regional.



Este proyecto ha recibido el reconocimiento y respaldo de diversas instituciones debido a su carácter innovador y su contribución al desarrollo industrial. Estas instituciones incluyen:

- Laboratorio de Nanobio materiales – Universidad Técnica Federico Santa María
- Centro de economía circular en procesos Industriales (CECPI) – Universidad de Antofagasta
- Centro I+D+i – Universidad Católica del Norte
- Departamento de Ingeniería Metalúrgica – Universidad de Concepción
- Facultad de Química y Biología – Universidad de Santiago de Chile
- Celimin – Universidad de Antofagasta



Solutions
for human
progress

Construyamos el futuro hoy

Proyecto Sulfato de Litio

