



Desarrollo de proyecto de Salmuera de Litio: ¿Cuáles son las necesidades?

Pablo Cortegoso - SRK Consulting
Ing. Civil, M.Eng. - pcortegoso@srk.com

Catamarca, Argentina - 7 de junio de 2017

VI Seminario Internacional / VI International Seminar

LITIO EN LA REGIÓN DE SUDAMÉRICA **LITHIUM** IN SOUTH AMERICA

Provincia de Catamarca
Catamarca province - Argentina
www.litioensudamerica.com.ar

2017 6 y 7 de JUNIO JUNE, 6 & 7
Hotel Casino Catamarca - San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca

ORGANIZED BY
PANORAMA MINERO

Temario

- Actualidad del Litio
 - “Burbuja” del litio
 - Oferta/Demanda actual
- Desarrollo de Proyectos de Salmuera de Litio
 - Exploración
 - Recursos
 - Reservas
 - Producción
 - Proceso
- Inversión y Tiempos de Desarrollo del Proyecto

Actualidad del Litio



Fiebre del Litio?

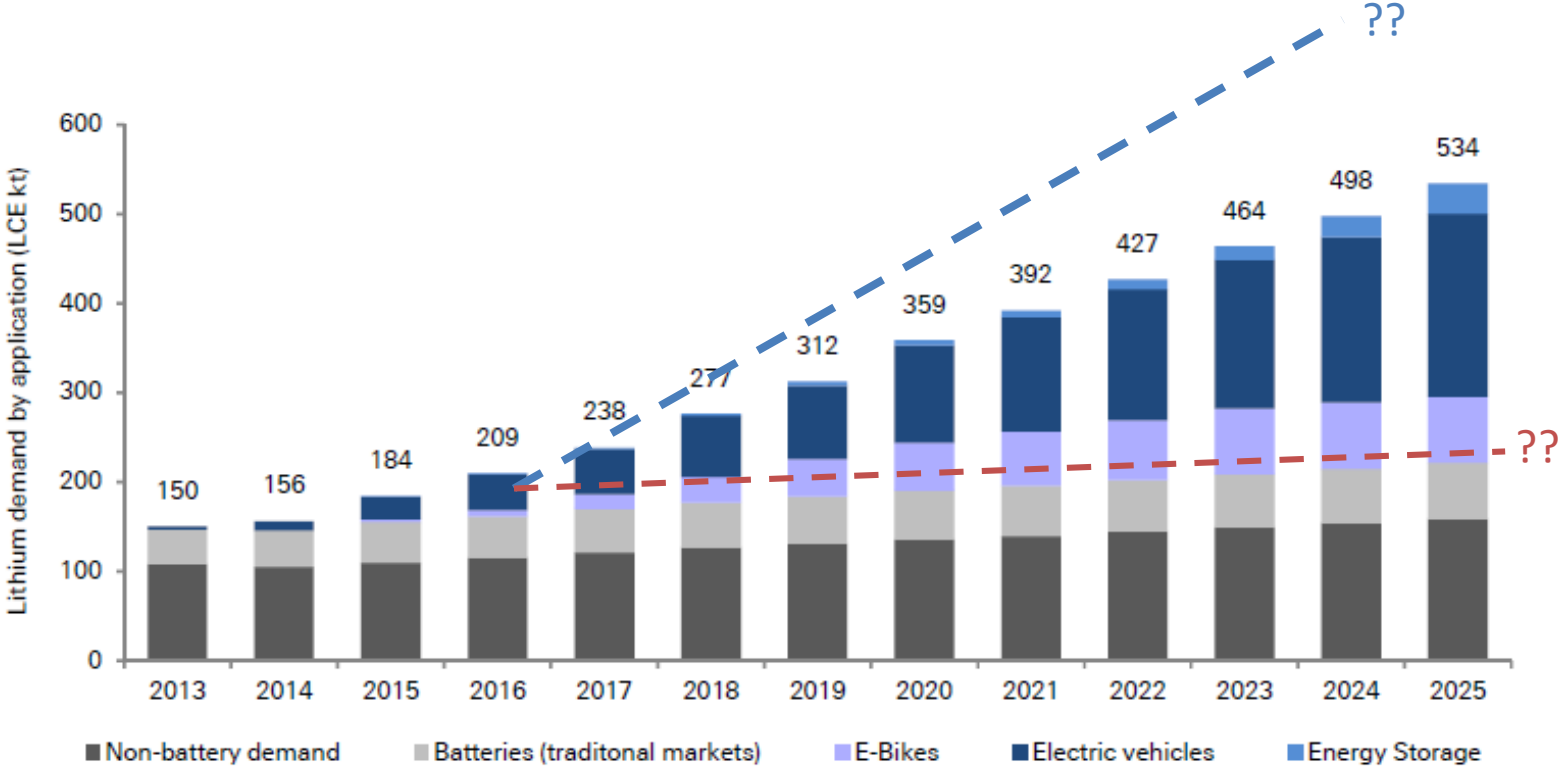
- Nos estamos enfocando solamente en la demanda sin tener en cuenta la oferta?
- Hay una expansión sin límites del lado de la oferta?
- Hay innovaciones tecnológicas que potencialmente puedan reducir altamente los costos operativos y aumentar las reservas?



Precio del Litio

Lithium	Price Date	Low	High
Lithium carbonate, min 99-99.5% LiC ₂ O ₃ , large biannual contracts, del continental US, \$/kg	23 Feb 2017	10	16
Lithium carbonate, min 99-99.5% LiC ₂ O ₃ , large biannual contracts, del continental US, \$/lb	23 Feb 2017	4.5	7.3
Lithium carbonate, min 99-99.5% LiC ₂ O ₃ , large contracts, packed in bags, CIF Asia, \$/kg	23 Feb 2017	10	16
Lithium hydroxide, 56.5-57.5% LiOH, large contracts, packed in drums or bags, del Europe or US, \$/kg	23 Feb 2017	14	20
Lithium hydroxide, Chinese, (56.5-57.5% LiOH), packed in drums or bags, large contracts, del Europe \$/kg	23 Feb 2017	14	20
Spodumene concentrate, > 7.5% Li ₂ O, bulk, CIF Asia, \$/tonne	23 Feb 2017	755	780
Spodumene concentrate, 5% Li ₂ O, CIF Asia, \$/tonne	23 Feb 2017	350	410

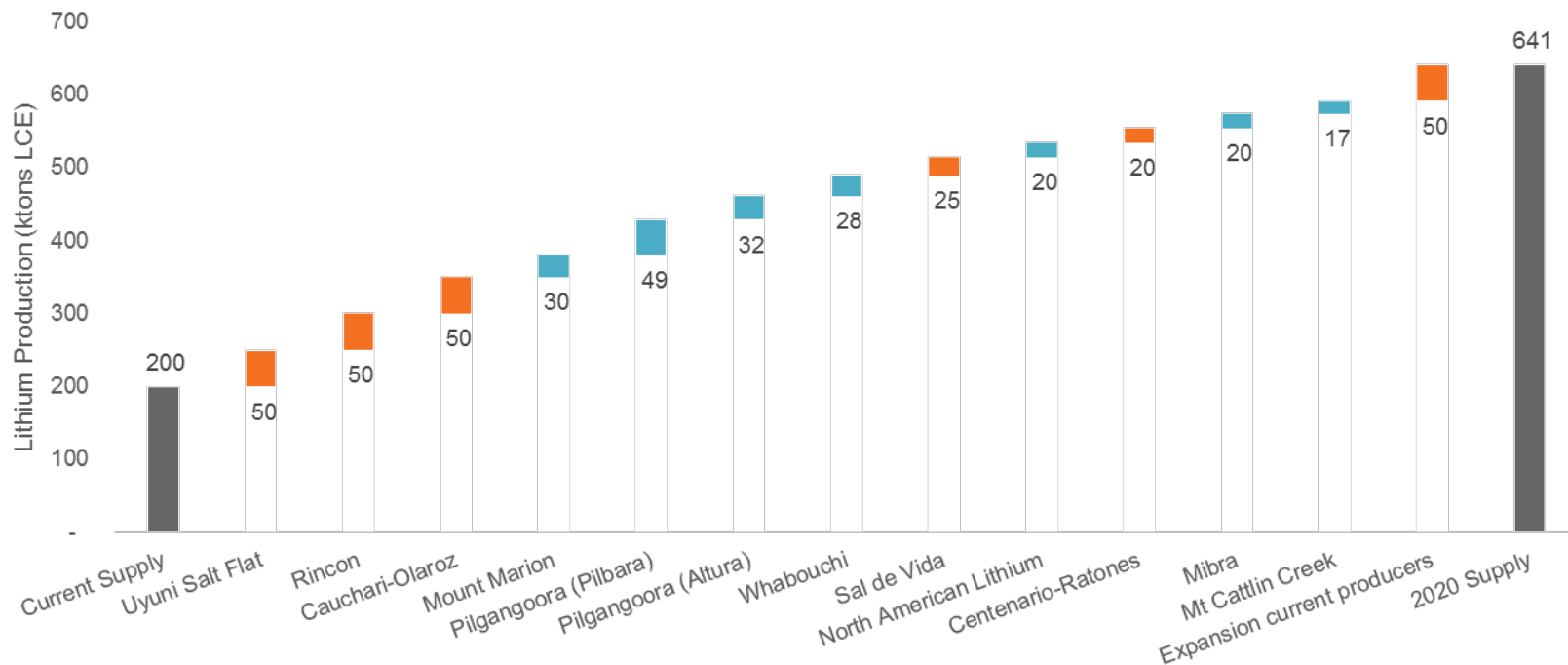
Demanda de Litio



Source: Modified from Deutsche Bank, 2016

Predicciones Crecimiento Oferta 2017 a 2020

Lithium Supply Growth Forecast 2017-2020



Entonces, como hacemos funcionar a un Proyecto de litio?

Que se necesita?

Pozos Exploratorios

Proceso

Muestreo

Pozos de Bombeo

Manejo de Residuales

Pruebas de Bombeo

Modelo Geológico

Estudio de Impacto Ambiental

Modelo Económico

Plan de Producción

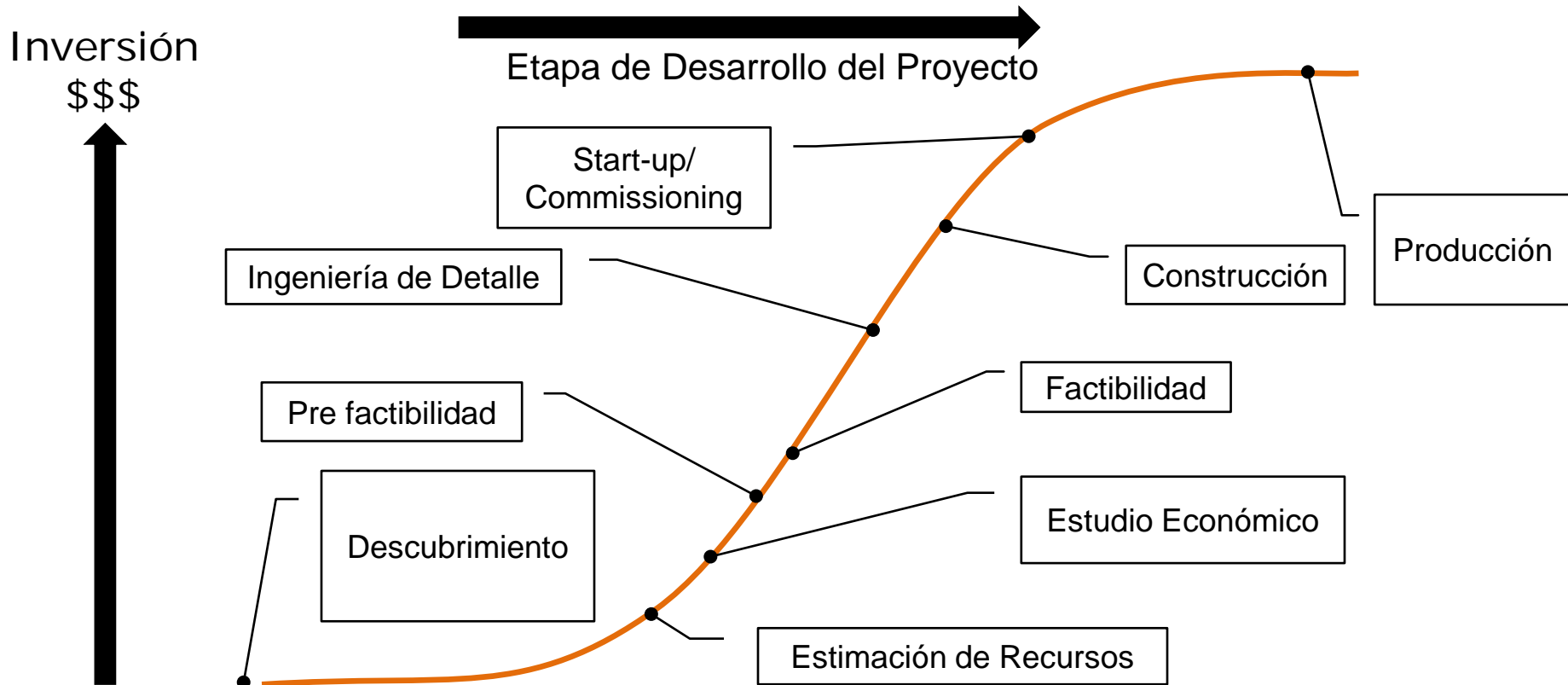


Modelo Numérico Hidrogeológico

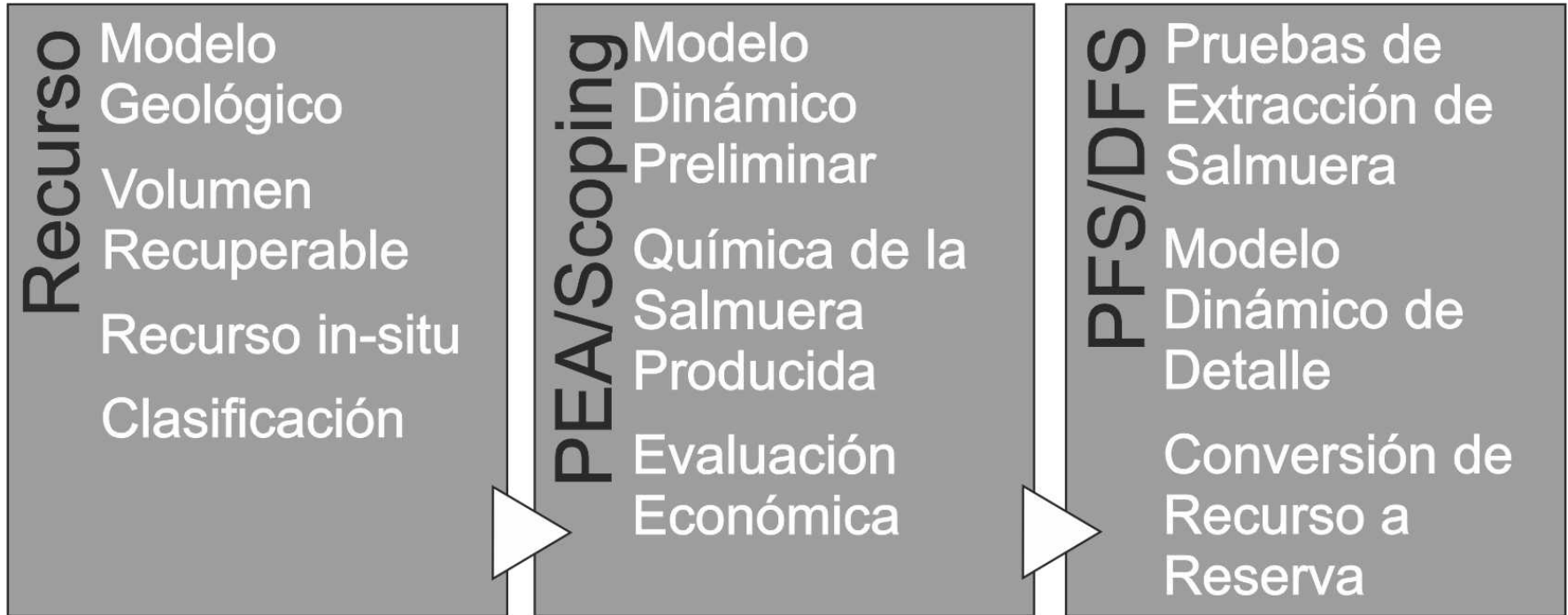
Plan de Cierre

Infraestructura

Etapas de un Proyecto Minero



Etapas de Proyectos de Salmueras de Litio



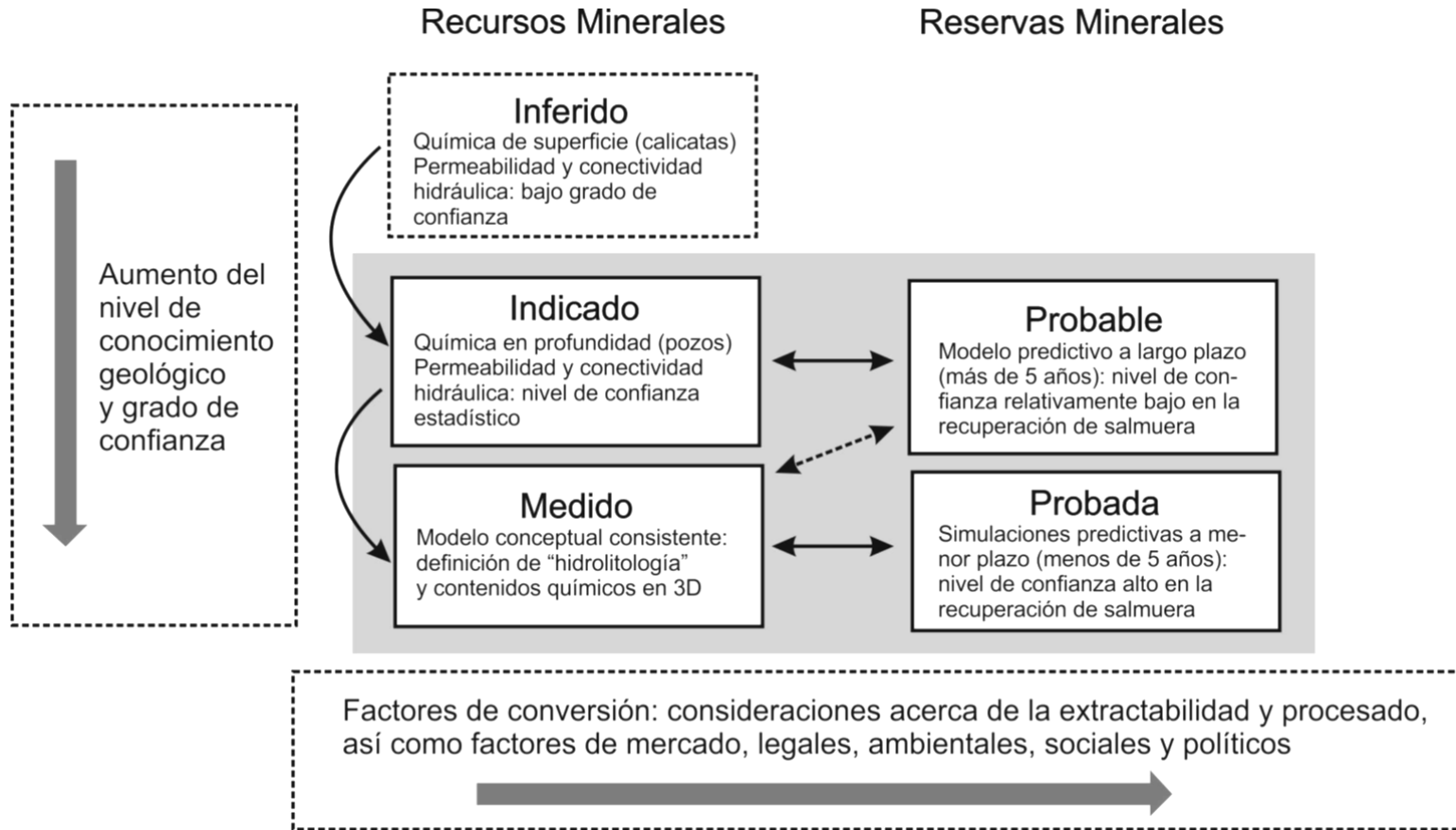
Estimación del Recurso en Salmueras

Cual es el desafío?

- Recurso Dinámico - La salmuera se mueve...
- Volumen del Recurso - Volumen del acuífero y S_y
- La permeabilidad determina la tasa de extracción
- Cuando se enciende la bomba, se enciende el sistema!
- Factores climáticos juegan un rol importante
- Disposición de salmuera agotada



Niveles de Recursos y Reservas



Extractibilidad

- Características del Acuífero
 - Porosidad Característica
 - Specific Yield (*Porosidad Drenable*)
 - Transmisividad
 - Heterogenia de la Estratigrafía
 - Distribución de Concentración



Reserva Extraíble



- Factor de Recuperación In-Situ (IRF) derivado de la opinión del QP y el modelo dinámico calibrado
- Definición de Horizontes hidrostatigraficos

Modelo Numérico Hidrogeológico

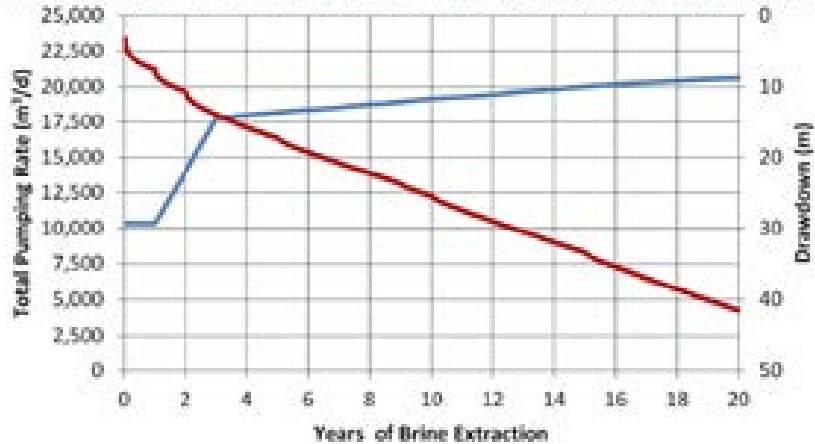
El modelo numérico se utiliza en un proyecto de salmueras como el modelo de recursos “dinámico” que sirve para estimar las reservas minerales.

El modelo predice:

- Volumen de salmuera extraído a lo largo de la vida de la mina
- Química de la salmuera en el tiempo

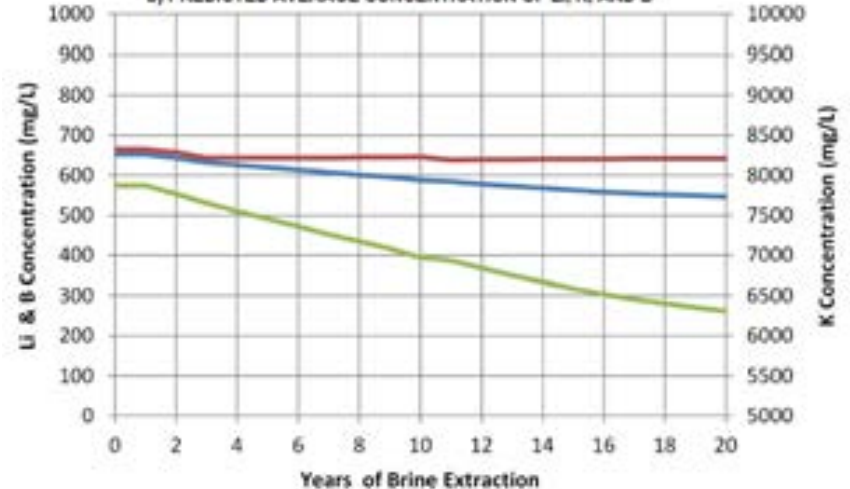
Aplicaciones del Modelo Numérico

a) PREDICTED TOTAL PUMPING RATE AND AVERAGE DRAW DOWN IN BRINE EXTRACTION WELLS



— Total Pumping Rate to Achieve Target Production
— Simulated Average Drawdowns in Brine Extraction Wells

b) PREDICTED AVERAGE CONCENTRATION OF LI, K, AND B



— Li — B — K

Definición del Plan de Producción



- Define el **volumen de salmuera a extraer** y su **concentración** con el fin de cumplir con los objetivos de producción
- Define el **numero de pozos de producción**, caudales de bombeo individuales y la ubicación de los pozos durante la explotación
- Define los Costos de Capital (**CAPEX**) y de Operación (**OPEX**) durante la vida de la mina

Plan de Producción

Debe ser capaz de:

- Tener en cuenta las **perdidas** debidas al proceso asociado a la producción de LCE y/o KCl
- Incorporar la dinámica de la extracción de **agua fresca** del salar y/o alrededores
- Incluir los **procesos residuales** (por ej. salmuera agotada) que permanecen o son re-introducidas al salar



Proceso

Proceso Simplificado

Pozos de Bombeo



Pozas de pre concentracion



Plant

Aditivos

Energia

Agua Fresca

Producto Final

- Li_2CO_3
- LiOH
- KCl

Subproductos

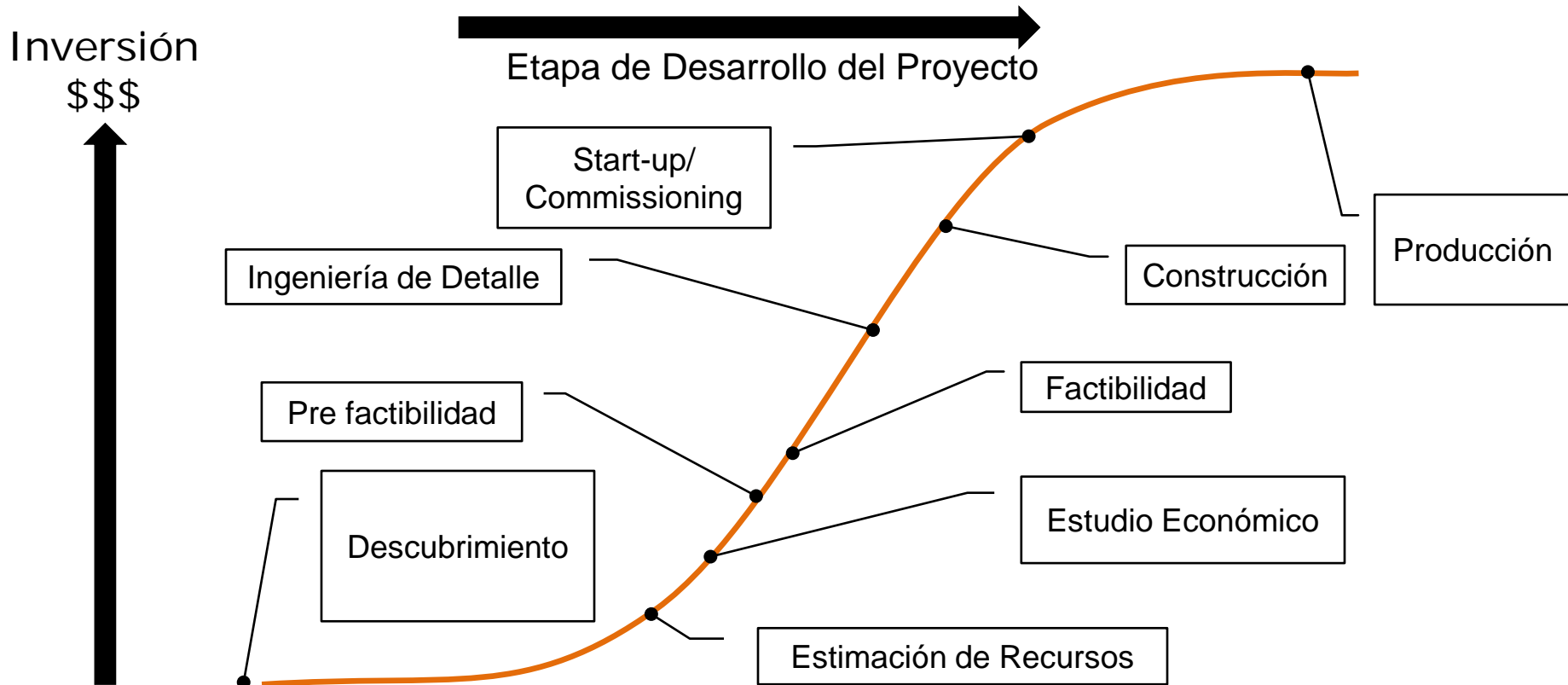
Salmuera agotada

Sales - Solidos



Cuando? Cuanto?

Etapas de un Proyecto Minero



Cronograma de Etapas

Milestone	Year 1		Year 2		Year 3		Year 4		Year 5		Year 6		Year 7		Year 8		Year 9	
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2
Exploration & Resource Report	█	█																
Preliminary Economic Assessment			█	█														
Prefeasibility Study					█	█	█											
Environmental					█	█	█	█										
Feasibility Study								█	█	█	█							
Definitive Feasibility Study											█							
Construction Drawings - Procurement									█	█	█	█	█					
Construction - Pre-Commissioning													█	█				
Commissioning Through Commercial Production														█	█	█	█	

Inversión por Etapa

Etapa	Inversión	
	Rango de Inversión (USD)	
Exploración/Recurso	5,000,000	10,000,000
PEA	2,000,000	5,000,000
PEA	10,000,000	20,000,000
FS	15,000,000	30,000,000

Nota: Rangos de inversion aproximado para un Proyecto de salmuera de litio mediano basado

en inversiones reales observadas en proyectos similares en la Puna Argentina

Conclusiones

- Recurso Dinámico
- Las salmueras pueden ser muy rentables
- El hidrogeólogo es el nuevo Ingeniero en Minas
- Manejar el Impacto Ambiental desde el inicio del proyecto
- Estamos en una “burbuja de mercado” pero esta no va a estallar pronto, sino que se va a desinflar a su tamaño real