

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HIDRÓXIDO DE LITIO A BASE DE CARBONATO DE LITIO**

Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en  
Ingeniería Industrial

**Edgar Bryan Atencio Ravello**

**Código 20160098**

**German Iparraguirre de la Cruz**

**Código 20162155**

**Franco Enrique Palacios Fernandez**

**Código 20161062**

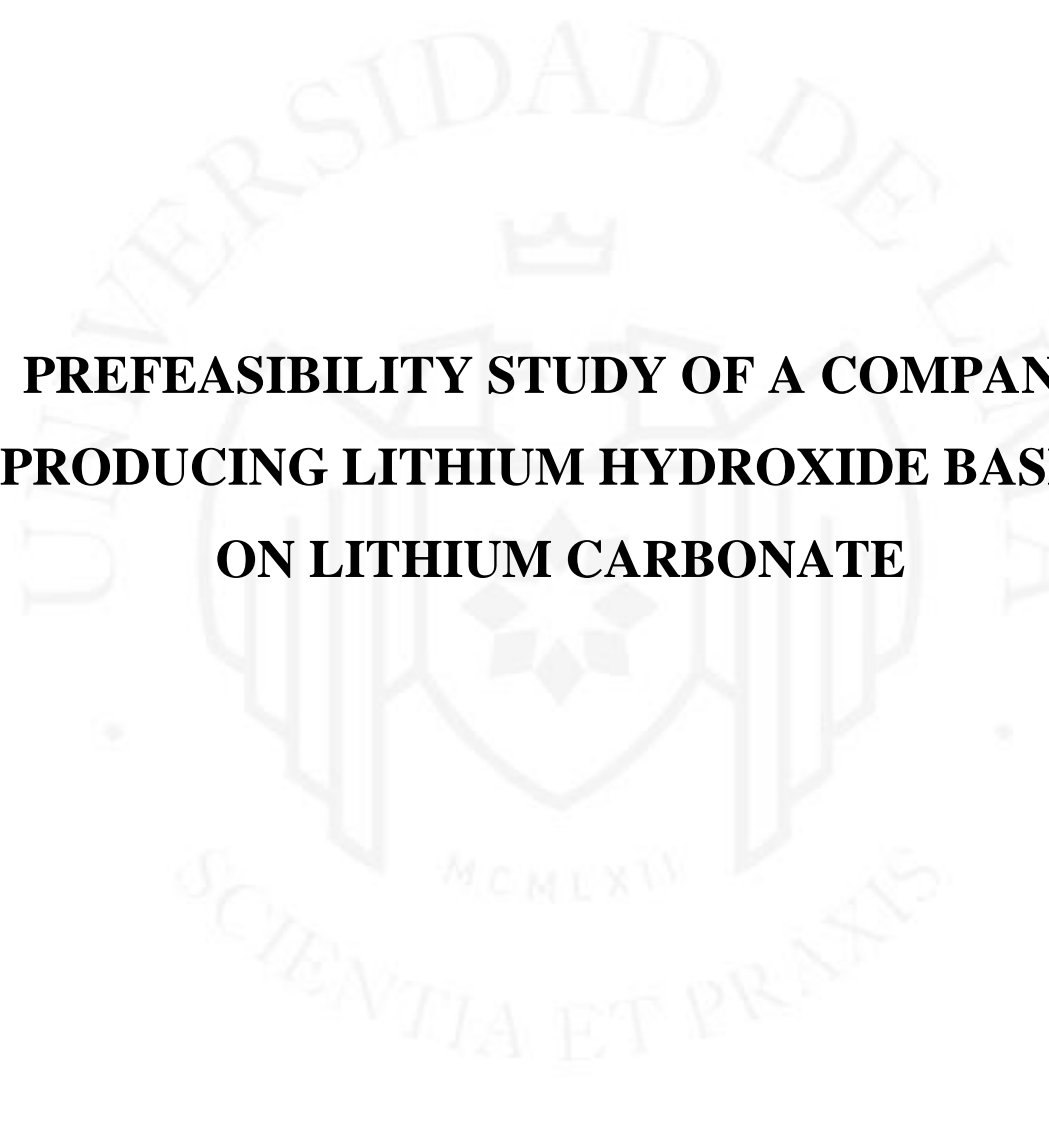
**Asesor**

**Carlos Augusto Ahoki Pajuelo**

Lima – Perú

Febrero de 2021





**PREFEASIBILITY STUDY OF A COMPANY  
PRODUCING LITHIUM HYDROXIDE BASED  
ON LITHIUM CARBONATE**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 Tema de investigación.....	3
1.2 El problema de investigación .....	3
1.3 Objetivos de la investigación .....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Hipótesis.....	6
1.6 Marco referencial .....	6
1.7 Marco conceptual-teórico.....	7
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Estudio de mercado .....	8
2.1.1 Definición del producto .....	8
2.1.2 Área geográfica.....	8
2.1.3 Análisis de la demanda .....	9
2.1.4 Análisis de la oferta.....	13
2.1.5 Bienes sustitutos y complementarios .....	13
2.1.6 Demanda no cubierta .....	14
2.1.7 Estrategia competitiva y comercial.....	15
2.1.8 Insumos: disponibilidad y características .....	17
2.2 Localización de planta.....	18
2.2.1 Factores de localización.....	18
2.2.2 Macro localización.....	21
2.2.3 Micro localización.....	24
2.3 Tamaño de planta .....	29

2.3.1 Tamaño – Mercado .....	29
2.3.2 Tamaño - Materia prima .....	30
2.3.3 Tamaño - Tecnología .....	31
2.3.4 Tamaño – Financiamiento.....	32
2.3.5 Tamaño-Punto de Equilibrio.....	32
2.4 Ingeniería del proyecto o análisis de procesos .....	33
2.4.1 Definición técnica del producto .....	33
2.4.2 Tecnologías existentes .....	34
2.4.3 Especificaciones de calidad y normas técnicas.....	35
2.4.4 Proceso de producción general .....	36
2.4.5 Selección del proceso de producción.....	36
2.4.6 Especificación detallada de maquinaria y equipos. ....	38
2.4.7 Diagrama de operaciones del proceso.....	41
2.4.8 Balance de materiales en diagrama de bloques.....	41
2.4.9 Requerimientos de maquinaria.....	42
2.4.10   Requerimientos de mano de obra.....	43
2.4.11   Cálculo de la capacidad de producción y el cuello de botella.....	44
2.4.12   Estudio de impacto ambiental .....	44
2.4.13   Programa de producción .....	45
2.4.14   Requerimientos de insumos y otros .....	46
2.4.15   Requerimientos de servicios .....	46
2.4.16   Disposición de planta .....	49
2.4.17   Cronograma: Hasta la puesta en marcha.....	55
2.5 Organización y administración.....	56
2.5.1 Organización pre - operativa y operativa.....	56

2.5.2	Visión, misión y objetivos estratégicos .....	57
2.5.3	Aspectos legales.....	58
2.5.4	Manual de funciones .....	60
2.5.5	Cálculo de gastos en remuneraciones y salarios .....	62
2.6	Inversión.....	62
2.6.1	Inversiones .....	62
2.6.2	Financiamiento.....	66
2.7	Presupuestos de ingresos y egresos .....	68
2.8	Análisis económico y financiero .....	69
2.8.1	Reportes financieros proyectados .....	69
2.8.2	Cálculo e interpretación de indicadores empresariales .....	70
2.8.3	Determinación de flujos de fondos futuros .....	71
2.9	Evaluación económica y financiera.....	72
2.9.1	Cálculo e interpretación de indicadores .....	72
2.9.2	Análisis de sensibilidad.....	73
2.10	Evaluación social del proyecto.....	75
2.10.1	Interpretación de indicadores sociales .....	76
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>80</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>82</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Logo A123 Systems .....	9
Figura 2.2: Logo de BYD Company Ltd. ....	9
Figura 2.3: CBAK Energy Technology Inc. ....	9
Figura 2.4: Distribución de compuestos de litio 2017 .....	11
Figura 2.5: Cálculo del coeficiente de determinación .....	11
Figura 2.6: Consumo de hidróxido de litio por uso final.....	12
Figura 2.7: Consumo de litio en aplicaciones industriales .....	14
Figura 2.8: Proyecciones del consumo de litio .....	15
Figura 2.9: Hidróxido de litio LALSE .....	15
Figura 2.10: Precio promedio del hidróxido de litio.....	16
Figura 2.11: Reservas y recursos de litio en el año 2017 .....	17
Figura 2.12: Producción de minas y reservas .....	21
Figura 2.13: Greenbushes .....	25
Figura 2.14: Greenbushes, Australia Occidental .....	25
Figura 2.15: Antofagasta.....	26
Figura 2.16: Planta Salar del Carmen, Antofagasta, Chile. ....	26
Figura 2.17: Recesión económica de Argentina .....	27
Figura 2.18: Salar del Hombre muerto, Catamarca, Argentina .....	28
Figura 2.19: Regresión lineal: Materia prima – Años .....	30
Figura 2.20: Vista detallada del producto .....	33
Figura 2.21: Diagrama de flujo para la producción de hidróxido de litio a base de spodumeno .....	34

Figura 2.22: Diagrama de flujo para la producción de hidróxido de litio a base de carbonato de litio .....	35
Figura 2.23: Balance de materiales para la producción máxima programada .....	42
Figura 2.24: Área de los servicios sanitarios (Mujer – Hombre).....	51
Figura 2.25: Área del tópico .....	51
Figura 2.26: Área de control de calidad.....	51
Figura 2.27: Área de mantenimiento .....	52
Figura 2.28: Área de oficinas administrativas .....	52
Figura 2.29: Área del comedor .....	53
Figura 2.30: Área del almacén de productos terminados.....	53
Figura 2.31: Área del almacén de materias primas.....	54
Figura 2.32: Organigrama preoperativo.....	56
Figura 2.33: Organigrama operativo.....	57
Figura 2.34: Características de los mecanismos de inversión.....	60
Figura 2.35: Tipo de régimen tributario.....	60
Figura 2.36: Indicadores de evaluación económica y financiera.....	72
Figura 2.37: Simulación de Montecarlo .....	73
Figura 2.38: Análisis de tornado.....	74
Figura 2.39: Análisis multivariable .....	74
Figura 2.40: Tasa de Desempleo - Chile.....	75



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Calculo del DIA 2013 – 2018 carbonato de litio en China.....	10
Tabla 2.2: Demanda Interna Aparente del hidróxido de litio en China.....	11
Tabla 2.3: Proyección del DIA en China 2019-2024.....	12
Tabla 2.4: Demanda del proyecto .....	13
Tabla 2.5: Matriz de enfrentamiento de factores macro localización.....	23
Tabla 2.6: Evaluación de alternativas .....	24
Tabla 2.7: Matriz de enfrentamiento de factores de micro localización.....	28
Tabla 2.8: Evaluación de alternativas micro localización .....	29
Tabla 2.9: Demanda proyecto proyectado .....	29
Tabla 2.10: Tabla de producción de carbonato de litio en Chile .....	30
Tabla 2.11: Cálculo de la proyección (6 años) de producción según la disponibilidad de materia prima	31
Tabla 2.12: Tecnologías.....	31
Tabla 2.13: Tamaño – Tecnología en sacos de 50kg.....	32
Tabla 2.14: Porcentaje de la inversión por tipo de financiamiento .....	32
Tabla 2.15: Resumen de costos y gastos fijos y variables .....	32
Tabla 2.16: Cuadro de especificaciones técnicas del producto.....	36
Tabla 2.17: Cantidades de reactantes y productos en la reacción real.....	37
Tabla 2.18: Ficha técnica del mezclador industrial .....	38
Tabla 2.19: Ficha técnica de reactor con agitador y chaqueta de calentamiento .....	38
Tabla 2.20: Ficha técnica del decantador – espesador.....	39
Tabla 2.21: Ficha técnica del filtro prensa.....	39

Tabla 2.22: Ficha técnica del sistema de evaporación de triple efecto .....	39
Tabla 2.23: Ficha técnica de la centrífuga .....	39
Tabla 2.24: Ficha técnica del secador rotatorio de intercambio indirecto .....	39
Tabla 2.25: Ficha técnica de envasadora semiautomática .....	40
Tabla 2.26: Ficha técnica de la carretilla de transporte .....	40
Tabla 2.27: Ficha técnica de tanque de almacenamiento de desechos .....	40
Tabla 2.28: Ficha técnica de parihuelas .....	40
Tabla 2.29: Ficha técnica montacarga .....	40
Tabla 2.30: Cálculo del número de máquinas .....	43
Tabla 2.31: Matriz de capacidad de planta .....	44
Tabla 2.32: Impactos ambientales .....	44
Tabla 2.33: Programa de producción del año 2020 al 2025 .....	46
Tabla 2.34: Requerimientos de insumos del año 2020 al 2025. ....	46
Tabla 2.35: Datos del método de Guerchet.....	50
Tabla 2.36: Ficha técnica de rack paletizado. ....	53
Tabla 2.37: Características de sociedades en Chile .....	59
Tabla 2.38: Manual de funciones.....	61
Tabla 2.39: Cálculo del gasto total en remuneraciones .....	62
Tabla 2.40: Inversión en máquinas y equipos.....	63
Tabla 2.41: Inversión en terreno .....	63
Tabla 2.42: Inversión en Obras Civiles .....	63
Tabla 2.43: Inversión en muebles y enseres .....	64
Tabla 2.44: Inversión en equipos de cómputo .....	64
Tabla 2.45: Inversión fija tangible total.....	64
Tabla 2.46: Inversión fija intangible total.....	64

Tabla 2.47: Flujo de ingresos por ventas mensuales del primer año del proyecto .....	65
Tabla 2.48: Flujo de egresos operativos mensuales del primer año del proyecto.....	65
Tabla 2.49: Flujo de ingresos y egresos operativos mensuales del primer año del ecto	proy 65
Tabla 2.50: Inversión total para el proyecto .....	66
Tabla 2.51: Estructura del capital de la empresa .....	67
Tabla 2.52: Tasas de interés promedios de diferentes bancos chilenos.....	67
Tabla 2.53: Cronograma de pagos .....	67
Tabla 2.54: Estado de situación financiera al año 0 .....	67
Tabla 2.55: Presupuesto de ingresos 2020-2025 en dólares .....	68
Tabla 2.56: Presupuesto de egresos en dólares del 2020 al 2025 .....	68
Tabla 2.57: Flujo entre presupuestos de ingresos y egresos en dólares del 2020 al 2025 .....	68
Tabla 2.58: Estados de resultados.....	69
Tabla 2.59: Flujo de caja del año 2020 (primer año).....	69
Tabla 2.60: Estado de situación financiera del año 1 .....	70
Tabla 2.61: Indicadores del año 2019 y 2020.....	70
Tabla 2.62: Flujos de fondos.....	71
Tabla 2.63: Parámetros para el cálculo del costo de oportunidad.....	72
Tabla 2.64: Variables independientes con sus respectivos escenarios .....	73
Tabla 2.65: Cálculo del WACC .....	76
Tabla 2.66: Tabla para hallar valor agregado .....	77
Tabla 2.67: Tabla para el cálculo de balance de divisas .....	78

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de inversión mostrará el estudio de pre factibilidad para la elaboración de hidróxido de litio a partir de carbonato de litio.

En la actualidad, el consumo global de hidróxido de litio está en continuo crecimiento, prueba de ello son las declaraciones de HSBC “El precio del litio aumentará un 150% para 2020” (Fuente: El Inversor). Principalmente, por el aumento de ventas de autos eléctricos que poseen baterías de litio.

Por esta razón, el proyecto se enfoca en transformar el carbonato de litio en hidróxido de litio para así nos permita satisfacer la demanda insatisfecha existente de materia prima para la producción de baterías a base de litio.

En primer lugar, en el capítulo 1 abordamos el problema de investigación el cual buscamos solucionar mediante el aumento de la oferta global de hidróxido de litio, además se estableció el objetivo general y los específicos, se hizo público las justificaciones técnicas, económicas y sociales. Cabe resaltar que se determinó la hipótesis de trabajo, el marco referencial y conceptual.

En segundo lugar, el capítulo 2 se realizó el estudio de mercado en el cual se definió el producto, área geográfica, demanda del proyecto, estrategia competitiva y comercial. Así mismo, se realizó un análisis de la demanda y oferta y se reconoció los insumos, bienes sustitos y complementarios de nuestro producto.

En tercer lugar, el capítulo 3 debatimos y analizamos los resultados de nuestra investigación para así ser capaces confirmar o desmentir la viabilidad de este proyecto.

**Palabras clave:** Hidróxido de Litio, mercado chino, planta de producción en Chile, crecimiento de nuevas tecnologías.

## ABSTRACT

This investment project will show the pre-feasibility study for the production of lithium hydroxide from lithium carbonate.

Currently, the global consumption of lithium hydroxide is in continuous growth, proof of this are the statements of HSBC "The price of lithium will increase by 150% by 2020" (Source: The Investor). Mainly, due to the increase in sales of electric cars that have lithium batteries.

For this reason, the project focuses on transforming lithium carbonate into lithium hydroxide in order to meet the existing unmet demand for raw material for the production of lithium-based batteries.

In the first place, in chapter 1 we addressed the research problem which we seek to solve by increasing the global supply of lithium hydroxide, in addition, the general and specific objectives were established, the technical, economic and social justifications were made public. It should be noted that the working hypothesis, the referential and conceptual framework were determined.

Secondly, chapter 2 carried out the market study in which the product, geographic area, project demand, competitive and commercial strategy were defined. Likewise, an analysis of the demand and supply was carried out and the inputs, substitutes and complementary goods of our product were recognized.

Third, in Chapter 3 we discussed and analyzed the results of our research in order to be able to confirm or deny the viability of this project.

**Keywords:** Lithium Hydroxide, Chinese market, production plant in Chile, growth of new technologies.

# CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN

## 1.1 Tema de investigación

La producción de hidróxido de litio a partir de carbonato de litio

## 1.2 El problema de investigación

Actualmente, el mundo está pasando por un acelerado crecimiento en el ámbito tecnológico y a la misma vez se reafirmó su compromiso continuo con el medio ambiente. A simple vista este compromiso medioambiental puede significar una barrera para el desarrollo de nuevas tecnologías, pero esto no es más que un prejuicio, ya que en realidad ha impulsado al desarrollo de nuevas alternativas como la tecnología limpia

Dentro de este ámbito de crecimiento tecnológico se ha buscado dispositivos de almacenamiento de energía que sean eficientes, eficaces y eco – friendly. Un claro ejemplo de este tipo de tecnología es la invención de baterías de litio que son actualmente utilizadas en cada uno de nuestros celulares; además de ser la principal fuente de energía los autos eléctricos. Esto a su vez a significado un alto crecimiento del mineral litio y sus derivados.

En principio, se creía que el carbonato de litio era el derivado utilizable que más densidad energética (19% Li) aportaba a productos a base de litio (medicamentos psiquiátricos) tanto es así que se hicieron y se encuentran en curso proyectos para la creación de plantas de producción de carbonato de litio a partir de salmueras. No obstante, el hidróxido de litio (28.9% Li) teóricamente posee una mayor densidad energética que el carbonato, pero no se tomaba en cuenta pues el mercado de baterías de litio era un producto en etapa de crecimiento que hoy en día se ha establecido más en el mercado.

En conclusión, hay un crecimiento significativo de la demanda global de hidróxido de litio que se ve reflejado en el auge de las baterías a base de litio. Por otro lado, se ha encontrado una oportunidad, puesto que existe una demanda insatisfecha global de este derivado (hidróxido). Esto se debe a la excesiva y apresurada inversión para producir carbonato de litio antes de optar por otras alternativas como lo es el hidróxido por parte de países con los mayores yacimientos de litio como lo son Bolivia, Chile y Argentina.

### 1.3 Objetivos de la investigación

#### Objetivo general

Evaluar la viabilidad del proyecto, aspectos técnicos, económicos y sociales para la producción de hidróxido de litio a base de carbonato de litio y de esta forma satisfacer la futura demanda insatisfecha que se proyecta en el mercado.

#### Objetivos específicos

- Establecer nuestra demanda de proyecto y mercado objetivo a partir del estudio de mercado el cual debe incluir un análisis de la demanda y opinión de expertos.
- Precisar si el proyecto es viable económico y socialmente.
- Determinar los recursos y la tecnología para el procesamiento de carbonato de litio a hidróxido de litio.
- Establecer la mejor ubicación para nuestra planta de producción

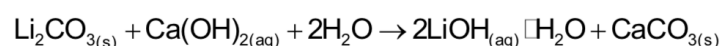
### 1.4 Justificación

Hoy en día, se puede decir que la producción de hidróxido de litio es viable. Una prueba de esto es la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) que es una empresa líder a nivel global en el mercado de litio que impulsa el crecimiento del mercado a nivel regional.

#### Técnica

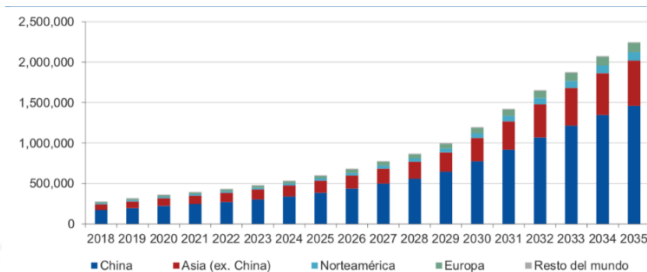
Actualmente, se cuenta con dos tecnologías viables para la producción de hidróxido de litio. Por un lado, es el procesamiento de espodumeno, pero este último solo posee 8.3% de litio mientras que, en el otro lado, el carbonato de litio posee 19% litio lo que lo hace una mejor opción a la hora de la producción de hidróxido para que este tenga una más alta pureza.

Por lo que la técnica elegida es la de producción de litio a partir del carbonato de litio.



## Económica

Según el HSBC el precio de litio “El precio del litio aumentará un 150% para 2020” por lo que lo hace más atractivo financieramente pues se ve que se pueden obtener futuras ganancias.

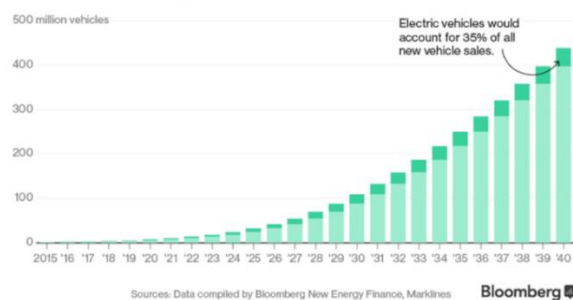


Fuente: CRU Consulting

Así mismo, se toma como ejemplo a una de las empresas líderes de este sector como lo es SQM quien prevé inversiones por US\$ 2,100 millones para los próximos cinco años (Fuente: Gestión). Todo esto con el afán de aumentar su volumen de ventas en Chile y Australia pues considera que le negocio de litio es viable económicamente.

## Social

Las nuevas tendencias mundiales son las de cuidar el medio ambiente; por lo que se puede notar que habrá un gran crecimiento por la preferencia de tecnologías limpias. Esto se ve reflejado en las ventas de autos eléctricos que, según Bloomberg, tendrán una alta tasa de crecimiento tanto es así que para el 2022 un auto eléctrico costará igual que un auto a combustible. Adicionalmente, cabe recalcar que los autos eléctricos son un producto estrechamente relacionado al hidróxido debido al uso de batería de litio. Por lo que convierte a nuestro producto en un buen prospecto a corto plazo y con la aprobación de la comunidad mundial al querer apoyar indirectamente al medio ambiente.



Fuente: Bloomberg



## 1.5 Hipótesis

La elaboración de hidróxido de litio a base de carbonato de litio es factible, puesto que se cuenta con un mercado en crecimiento en busca de satisfacer por completo su demanda. De igual manera, el proyecto es viable técnica, económica y socialmente.

## 1.6 Marco referencial

**Brown, P. (1997). Fote Mineral Company (USA). *Process for the production of high purity lithium hydroxide (United States Patent)*.**

- Diferencia: Nos explica la invención de la patente de hidróxido de litio de alta pureza y sus especificaciones técnicas de manera general.
- Similitud: No permite tener noción acerca de la calidad estándar que se tiene que ofrecer al mercado global y de esta manera ser competitivos. Además de proporcionarnos datos técnicos del hidróxido de litio.

**Cabrera, V. y Velásquez, C. (2018). Universidad Finis Terrae, (Chile). *Producción de litio a pequeña escala a partir de salmueras*.**

- Diferencia: Nos habla como aprovechar al máximo las salmueras como recurso energético para producción de derivados de litio.
- Similitud: Nos propone un nuevo método de obtención de hidróxido de litio a partir de salmueras y de esta forma ahorrando en promedio el 50% de la inversión inicial en comparación de poner una planta de carbonata de litio a partir de salmueras.

**Mayol S., Matías Gabriel. (2012). Universidad de Chile. (Chile). *Modelación del proceso de fabricación de baterías de ión-litio para vehículos eléctricos o híbridos*.**

- Diferencia: Esta fuente no se centra en el estudio del hidróxido de litio como producto esencial sino nos habla acerca de la fabricación ion-litio y su uso en el mercado automotriz eléctrico e híbrido.
- Similitud: Esta fuente nos explica de manera profunda uno de los principales usos de nuestro producto (hidróxido de Litio) en las baterías ion-litio y su importancia en este mercado.

**Wilkomirsky, I. (2008). Universidad de Concepción. (Chile). Extracción y refinación de materiales no ferrosos (Litio).**

- Diferencia: Nos habla de las distintas formas de extraer u obtener los derivados del Litio.
- Similitud: Habla a través de reacciones químicas y diagramas de flujo como se obtiene el hidróxido de litio a través de carbonato de litio.

### **1.7 Marco conceptual-teórico**

En este trabajo se busca satisfacer la demanda global de hidróxido de litio partiendo de un pequeño porcentaje de participación en este mercado. Además de contribuir para aumentar la capacidad de producción global de este derivado con un alto poder energético. Para ello se consideró el método de carbonato a hidróxido de litio ya que el carbonato abunda hoy en día en el mercado mas no el hidróxido. A continuación, se presentará un glosario que permita explicar mejor este proyecto de pre factibilidad:

- Litio (Li): Es el metal sólido más ligero, es blando, de bajo punto de fusión y reactivo. Gracias a sus múltiples aplicaciones industriales y su gran valor en el mercado también es conocido como el “oro blanco”.
- Espodumeno: Es un mineral del grupo de los silicatos que contiene 8% de litio.
- Carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ): Es una sal inorgánica derivada del litio con un porcentaje de 19% de Li.
- Hidróxido de Litio ( $\text{LiOH}$ ): Es un sólido blanco cristalino bastante higroscópico con un porcentaje de lito de 29.8%.
- Higroscopicidad: Propiedad de algunos cuerpos inorgánicos, y de todos los orgánicos, de absorber la humedad.
- Baterías ion-litio: Es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica. Estas se cargan más rápido, duran más y tienen una densidad de potencia más alta, lo que hace que la batería sea más ligera y tenga una mayor duración. (Fuente: Apple).

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1 Estudio de mercado

#### 2.1.1 Definición del producto

El hidróxido de litio se obtiene mediante la reacción del hidróxido de calcio con el carbonato de litio. A continuación, se presentan los niveles de producto:

##### **Producto básico**

El hidróxido de litio es un insumo industrial utilizado en la industria de vidrios y cerámicas, fabricación de baterías, etc. Este compuesto también es utilizado para la absorción del dióxido de carbono en las naves espaciales y submarinos.

##### **Producto real**

El hidróxido de litio es un compuesto inorgánico cristalino blanco bastante higroscópico, es decir que posee la capacidad de absorber la humedad del medio que los rodea. Este producto se venderá en un grado batería el cual contiene 99% de LiOH, además serán distribuidos en empaques de 50 kg.

##### **Producto aumentado**

Se brindará un asesoramiento a los posibles compradores dándoles a conocer todas las especificaciones que requieran para evaluar un producto y llegar a una decisión informada.

#### 2.1.2 Área geográfica

Nuestro proyecto plantea que el área geográfica de estudio se centrará en China, ya que es el mayor comprador mundial de hidróxido de litio debido a la fabricación de baterías y el aumento de la demanda de automóviles eléctricos en ese país.

Algunos posibles compradores se presentan a continuación:

- A123 Systems Inc.  
“Proveedor certificado de tecnología avanzada de iones de litio y baterías para fabricantes de automóviles e industrias de todo el mundo”.

Figura 2.1: Logo A123 Systems



Fuente: A123 Systems Inc

- BYD Company Ltd.

“BYD es una empresa de alta tecnología dedicada a las innovaciones tecnológicas para una vida mejor. BYD fue fundada en febrero de 1995, y después de más de 20 años de rápido crecimiento, la compañía ha establecido más de 30 parques industriales en todo el mundo y ha desempeñado un papel importante en las industrias relacionadas con la electrónica, los automóviles, las nuevas energías y el tránsito ferroviario”.

Figura 2.2: Logo de BYD Company Ltd.



Fuente: BYD Company Ltd.

- CBAK Energy Technology Inc.

“CBAK Energy Technology, Inc. fundada en agosto de 2001, es una empresa líder mundial de alta tecnología dedicada a la I + D, fabricación y venta de baterías de litio de alta potencia”.

Figura 2.3: CBAK Energy Technology Inc.



Fuente: CBAK Energy Technology Inc.

### 2.1.3 Análisis de la demanda

Por lo descrito anteriormente, la demanda de nuestro proyecto estará enfocado en China al ser el mayor importador de litio y mayor productor de artículos en base al litio principalmente las baterías.

Además, “China tiene una gran ventaja de la mano de obra barata, lo que le ha permitido dominar muchas industrias manufactureras”. (Forbes, 2019)

### Demanda de mercado objetivo

En la tabla 2.1 se puede apreciar un incremento en el consumo histórico de litio entre los años 2008 y 2017 debido al consumo de litio en dispositivos electrónicos. “Este crecimiento, coincide con el surgimiento de los Smartphone. Para 2007, dispositivos móviles multifuncionales ya estaban empezando a penetrar el mercado. A fines de 2007 se lanzó el primer iPhone y empezó una carrera dentro de la industria para igualar este producto” (UPME, 2018).

Tabla 2.1: Consumo histórico de litio

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	41.717	44.311	60.373	72.744	79.436	92.152	101.545	112.020	125.066	151.870	15,4%
Asia (sin China)	22.294	22.775	28.990	32.401	33.754	36.939	37.919	40.393	45.842	57.236	11,0%
Norteamérica	13.093	11.590	11.218	11.240	10.286	10.611	10.641	10.925	10.996	11.472	-1,5%
Europa	16.879	14.436	14.633	15.484	14.623	15.632	16.272	16.701	16.826	16.639	-0,2%
Resto del mundo	8.321	7.558	7.569	7.884	7.228	7.565	7.516	7.380	7.196	7.072	-1,8%
<b>Total mundial</b>	<b>102.304</b>	<b>100.669</b>	<b>122.783</b>	<b>139.752</b>	<b>145.326</b>	<b>162.900</b>	<b>173.893</b>	<b>187.420</b>	<b>205.926</b>	<b>244.290</b>	10,2%
% cambio anual		-2%	22%	14%	4%	12%	7%	8%	10%	19%	

Fuente: CRU

### Demanda interna aparente

Para el cálculo de la demanda interna aparente se utilizará la siguiente fórmula

$$DIA = Producción + Importación - Exportación$$

Los datos de producción fueron tomados de CRU (2018), mientras que las importaciones y exportaciones se obtuvieron de The Observatory of Economic Complexity (OEC). Los últimos datos se encontraron en soles y mediante los precios promedios del litio se pudo obtener en toneladas.

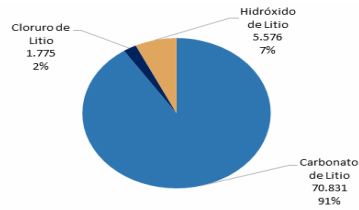
Tabla 2.1: Calculo del DIA 2013 – 2018 carbonato de litio en China

Año	Produccion (t)	Importaciones (t)	Exportaciones (t)	DIA (t)
2013	0.00	8297.30	1418.92	6878.38
2014	3400.00	8698.63	1643.84	10454.79
2015	13271.00	6862.50	1687.50	18446.00
2016	23658.00	5680.00	1188.00	28150.00
2017	31826.00	14944.44	1833.33	44937.11
2018	45550.00	27854.00	2500.68	70903.32

Elaboración propia con datos de CRU y OEC

“La producción de carbonato de litio se ha mantenido entre el 85% y el 92% del total desde el 2010 a la fecha”. (COCHILCO, 2017)

Figura 2.4: Distribución de compuestos de litio 2017



Fuente: COCHILCO

Con esta información pudimos obtener el DIA del hidróxido de litio mediante una simple multiplicación, sabiendo que la producción de carbonato de litio representaba el 91% en 2017.

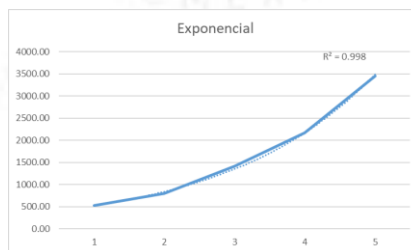
Tabla 2.2: Demanda Interna Aparente del hidróxido de litio en China.

Año	DIA (t)
2013	529.11
2014	804.21
2015	1418.92
2016	2165.38
2017	3456.70
2018	5454.10

Elaboración propia

Una vez obtenido el DIA del hidróxido de litio se procederá a proyectar mediante una regresión exponencial, ya que tuvo un coeficiente de determinación mayor comparado con los otros tipos de regresiones.

Figura 2.5: Cálculo del coeficiente de determinación



Elaboración propia

Teniendo en cuenta la regresión exponencial realizada con un  $R^2 = 0.998$ , se procede a realizar la proyección del DIA de hidróxido de litio en nuestro proyecto.

Tabla 2.3: Proyección del DIA en China 2019-2024

Año	DIA (t)
2019	8846.64
2020	14158.82
2021	22660.83
2022	36268.07
2023	58046.11
2024	92901.30
2025	148686.14

Elaboración propia

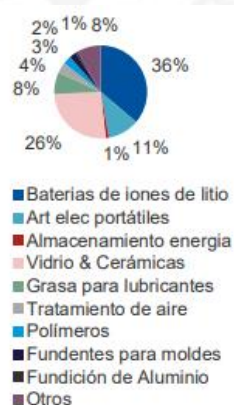
### **Demanda del proyecto**

Para el cálculo de la demanda del proyecto se utilizará como datos el DIA, hallado anteriormente, participación del mercado del hidróxido de litio y la participación del hidróxido de litio en baterías.

Se estimó en nuestro proyecto que la participación del mercado dentro del hidróxido de litio sería del 5%, tomando como referencia otras empresas.

“Dentro del sector de las baterías, el principal impulsor para el uso adicional de litio será el aumento anticipado del uso de EVs, vehículos eléctricos híbridos (HEV) y vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV)” (CRU, 2018).

Figura 2.6: Consumo de hidróxido de litio por uso final



Fuente: CRU

Finalmente, se puede concluir que la demanda del proyecto es de 2676.35 toneladas de hidróxido de litio, dando como resultado 53527 sacos de hidróxido de litio de 50kg.

Tabla 2.4: Demanda del proyecto

Año	DIA (t)	Participación de mercado	Participación baterías	Dem. Proyecto (t)	Dem. proyecto (sacos)
2019	8846.64	5.00%	36%	159.24	3185
2020	14158.82	5.00%	36%	254.86	5097
2021	22660.83	5.00%	36%	407.89	8158
2022	36268.07	5.00%	36%	652.83	13057
2023	58046.11	5.00%	36%	1044.83	20897
2024	92901.30	5.00%	36%	1672.22	33444
2025	148686.14	5.00%	36%	2676.35	53527

Elaboración propia

#### 2.1.4 Análisis de la oferta

“La oferta mundial de litio de mina se situó en 234.000 toneladas de carbonato de litio equivalente el año 2017, con un aumento interanual de 16,4%”. (Comisión Chilena de Cobre [COCHILCO], 2018).

Se proyecta un continuo crecimiento de la oferta de litio debido a los precios y demanda alcanzada en estos años, teniendo en cuenta que este aumento de litio provendrá principalmente de compañías ubicadas en Australia (42.5%), Chile (34.3%), Argentina (12.5%).

Como mencionamos anteriormente, la oferta de litio en Sudamérica se centra principalmente en dos países: Chile y Argentina. En el primero compañías como SQM y Albemarle enfocan su producción en carbonato de litio, sin embargo, esta estrategia comercial está siendo cambiada debido al crecimiento de la demanda del hidróxido de litio.

Según COCHILCO (2018):

El 2017, las exportaciones de litio en términos de valor se incrementaron en 41% respecto al 2016, anotando US\$ 833 millones, debido esencialmente al mayor valor alcanzado por el litio en los mercados internacionales. En cuanto al valor de los envíos al exterior, estos podrían alcanzar un valor aproximado de US\$ 2.400 millones (supuesto de precio de largo plazo del carbonato de litio en US\$ 10.000/ton) en el año 2022, generando exportaciones similares al sector forestal, y vitivinícola.

#### 2.1.5 Bienes sustitutos y complementarios

El hidróxido de litio es usado en la industria de baterías, vidrio y cerámicas, grasas lubricantes, fundición de aluminio, etc.



En cada una de estas industrias existen diferentes insumos usados por lo cual identificamos a estos como posibles bienes sustitutos. Por ejemplo, en la industria de baterías, existen diferentes tipos de baterías recargables como la de níquel – cadmio, níquel e hidruro metálico.

Por otro lado, en la industria de vidrio y cerámicas se puede usar también el carbonato de sodio y el fundente de potasio, mientras que en la fundición de aluminio se puede usar fluoruro de calcio o fluoruro de magnesio.

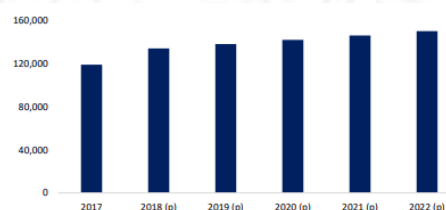
Con respecto a los bienes complementarios, en la industria de baterías recargables se utiliza un cátodo de litio junto con el hierro. Para los ordenadores y productos electrónico es muy frecuente la fabricación de baterías de cobalto con litio. Finalmente, otro de los usos más cotizados es del bromuro de litio usado para controlar la humedad en los gases o acondicionar el aire.

### 2.1.6 Demanda no cubierta

En los próximos años se espera que la demanda de hidróxido de litio para el uso de baterías tenga un crecimiento significativo, debido a la introducción de nuevos vehículos eléctricos en China o a las constantes innovaciones en la industria tecnología (celulares, Tablet, laptops, etc.)

“El consumo de litio para aplicaciones industriales históricamente ha constituido una parte significativa del total, sin embargo, su crecimiento futuro se prevé moderado. El 2017 registró 119.000 toneladas de LCE (USGS, 2018), esperándose que alcance las 150.000 toneladas el 2022 (Ganfeng, 2018)” (COCHILCO, 2018).

Figura 2.7: Consumo de litio en aplicaciones industriales



Fuente: COCHILCO

“El consumo de litio para baterías destinadas al segmento de transporte (automóviles, buses eléctricos) es el que presenta las mayores tasas de crecimiento anuales (32% – 35%), debido a la fuerte tendencia del electro movilidad y al mayor

contenido de litio en este tipo de baterías, atendiendo los requerimientos de mayor capacidad y potencia” (Albemarle, 2017).

Figura 2.8: Proyecciones del consumo de litio

Artículos Electrónicos Portátiles	Tasa de Crecimiento (CAGR*) 2016-2021
Transporte (Automóviles, Camiones y Buses Eléctricos)	32% – 35%
Artículos de consumo electrónicos	8%
Sistemas de almacenamiento de energía	> 40%

Fuente: Albemarle

### 2.1.7 Estrategia competitiva y comercial

Michael Porter estableció que para lograr una ventaja competitiva en el mercado, la empresa debía tomar una de estas **tres estrategias genéricas**: liderazgo en costos, diferenciación y enfoque.

En nuestro proyecto, nuestra estrategia competitiva será el enfoque, ya que nuestro producto está diseñado para el consumo de un sector (industrias que produzcan baterías). Al optar por esta estrategia, desarrollaremos sistemas de distribución más eficientes el cual nos permita que los clientes obtengan sus productos en mejores condiciones. Para la estrategia comercial aplicaremos las 4 p del marketing: producto, precio, plaza y promoción.

#### Producto

Nuestra compañía Latin American Lithium Sustainable Energy, se encargará de la producción de hidróxido de litio de grado batería el cual tiene como objetivo satisfacer las necesidades de las compañías encargadas de la fabricación de baterías, lubricantes y grasas sin que estas tengan que adquirir una planta de transformación del carbonato de litio.

Figura 2.9: Hidróxido de litio LALSE

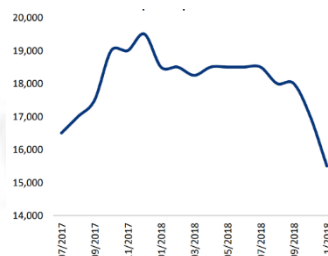


Elaboración propia

## Precio

“Los precios del carbonato e hidróxido de litio en Asia desde inicios del 2018 han evidenciado una tendencia bajista, alcanzando valores promedio de US\$ 13.625/ton y US\$ 15.500/ton respectivamente, al cierre de noviembre” (COCHILCO, 2018).

Figura 2.10: Precio promedio del hidróxido de litio



Fuente: COCHILCO

Esta tendencia bajista se debe a la facilidad de cubrir la demanda, sin embargo, se prevé que con el auge de los coches eléctricos los precios empiecen a subir nuevamente, ya que el consumo anual del hidróxido de litio crecerá un 25% hasta 2025 en el sector de transporte.

Actualmente, “los precios del carbonato de litio en China han caído casi un 20% desde principios de 2019 a 9,25 USD / kg LCE. El hidróxido de litio ha caído un 30% a 10 500 USD / t, según las evaluaciones de precios de CRU” (Green Car Congress, 2019).

Sin embargo, según Keliber Lithium Project (2019):

Se espera que USD13 000 / t sea el nuevo piso para los precios promedio anuales del contrato (nominal). Se pronostica que el precio nominal anual del contrato para el hidróxido de litio de grado batería será de USD14 000 / t en 2021, aumentando a USD21 000 / t en 2032. Se espera que los precios al contado del hidróxido de litio de grado batería en China sean ligeramente más altos, USD15 000 / t en 2021 y USD22 000 / t respectivamente en 2032.

Debido a que el hidróxido de litio es un commodity, el precio será fijado por el mercado anualmente, sin embargo, para entrar al mercado nosotros estableceremos un promedio del precio actual y el precio proyectado según Keliber Lithium Project. Este precio estará fijado en 13000 USD / t, pero nuestro producto será vendido en bolsas de 50 kg lo cual nos da 700 USD / bolsa.

## Plaza

Al llegar a un acuerdo con el comprador, el hidróxido de litio será llevado al puerto mediante camiones especiales que cumplan con todos los reglamentos para el transporte de materias medianamente peligrosas y corrosivas. Luego será embarcado con destino al lugar especificado por el comprador. Cabe resaltar que este tipo de productos solo pueden ser transportados por vía marítima, mas no por vía área debido a los grandes volúmenes de compra.

## Promoción

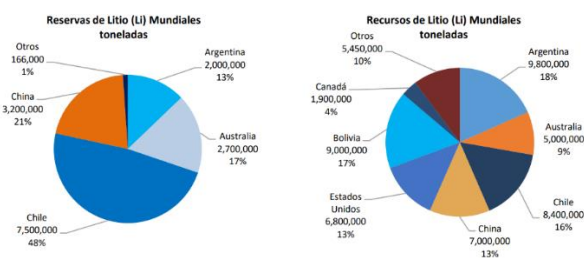
Una de las estrategias de promoción que se puede aplicar a los commodities es el valor agregado. Nuestra compañía siempre se tendrá en cuenta al cliente y se le garantizará las especificaciones requeridas al comprador. Además, se entregará fichas informativas cada 4 meses a las organizaciones más grandes de nuestro mercado objetivo para dar a conocer las características de nuestro producto, eso constará con reuniones ejecutivas que también se darán en el periodo preoperativo, cuyos gastos son detallados en gastos preoperativos.

### 2.1.8 Insumos: disponibilidad y características

#### Disponibilidad de materia prima

Según el informe de la USGS (2017), las reservas y recursos tuvieron un crecimiento significativo con relación al 2016. El 2017 las reservas alcanzaron a 15,6 millones de toneladas de litio, frente a los 14,5 millones del período anterior. La mayor cantidad de recursos se encuentra en el denominado triángulo de litio conformado por Argentina (18%), Bolivia (17%) y Chile (16%). Por otro lado, la mayor cantidad de reservas mundiales de litio se encuentra en Chile (48%), China (21%), Australia (17%) y Argentina (13%).

Figura 2.11: Reservas y recursos de litio en el año 2017



Fuente: Elaborado por Cochilco con información de USGS

“La capacidad de las reservas de litio para abastecer la demanda, considerando sus reservas, sobrepasa holgadamente a otros metales como el cobre, lo cual indica que no es un metal escaso. Es así como de acuerdo a su nivel de reservas del 2017 se podría satisfacer la demanda de 83 años, considerando que la actual se cuadruplicara” (COCHILCO, 2018).

### **Características de los insumos**

El proceso de obtención del hidróxido de litio se precisará más adelante, sin embargo, se debe saber que los insumos más importantes dentro de este proceso son el carbonato de litio, hidróxido de calcio y agua.

#### **Carbonato de litio**

El carbonato de litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) es un polvo blanco incoloro con densidad relativa de 2.1  $\text{g}/\text{cm}^3$  y punto de fusión de 618 – 723°C. Este es el componente principal para la obtención del hidróxido de litio, es por ello que debe ser de grado técnico de 99%  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .

Este compuesto también posee peligros químicos como la reacción violenta al ser mezclado con flúor, también puede irritar los ojos y la piel.

#### **Hidróxido de calcio**

El hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) también llamado cal apagada se obtiene a partir de la hidratación del óxido de calcio. Posee una densidad de 2.211  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Este insumo tiene una variedad de usos como en la gestión de gases, para eliminar contaminantes ácidos, también se usa en el tratamiento de aguas como coagulantes, clarificadores, etc.

#### **Agua tecnológica**

El agua tecnológica es utilizada en procesos industriales, los cuales requieren una avanzada purificación. No contiene sales ni carbonatos.

## **2.2 Localización de planta**

### **2.2.1 Factores de localización**

Para poder establecer el lugar más conveniente para la planta de producción es necesario tener en cuenta ciertos factores. La consideración de estos será de suma importancia tanto en la macro, como micro localización.

### **A. Disponibilidad de mano de obra calificada**

Los colaboradores son un recurso clave en la implementación de todo proyecto y, en este particularmente, es necesario contar con trabajadores que cumplan con un perfil preestablecido. Se requieren, principalmente, profesionales o técnicos en química, tecnologías aplicadas e ingeniería, pues el proceso involucra el tratamiento de materias y sustancias químicas, así como la manipulación de maquinaria diseñada para estos fines específicamente. Por este motivo, se deben considerar lugares que cuenten con instituciones educativas que impartan conocimientos relacionados a las materias o campos académicos ya mencionados.

### **B. Calidad de materia prima**

“Se conoce que el litio se puede extraer de distintas fuentes, tales como salares en cuencas cerradas (58%), rocas pegmatitas y granitos (26%), arcillas enriquecidas en litio (7%), salmueras de yacimientos petroleros (3%), salmueras geotermales (3%) y zeolitas enriquecidas con litio (3%)” (COCHILCO, 2018).

Dependiendo de ello, su composición y concentración varían, con lo cual, también lo hacen sus métodos de procesamiento para obtener el carbonato de litio u otros compuestos, resultando ser unos más caros o complejos que otros. Según esto, al ser el carbonato de litio la materia prima principal, se considera de mayor calidad aquel que de mayor concentración (99.2% - 99.5%) y menor porcentaje de impurezas.

### **C. Clima**

El clima puede influir de distintas maneras en el funcionamiento de la planta. La temperatura puede causar perturbaciones en el proceso productivo que alejen ciertos parámetros de sus valores consignados; la humedad puede influir en la calidad de ciertos insumos higroscópicos, causar enfermedades en los trabajadores; las fuertes precipitaciones pueden tener un impacto negativo en la logística de los materiales y producto, como también en el traslado de los colaboradores. Estos y otros factores climatológicos pueden condicionar las operaciones del proyecto.

### **D. Condiciones geográficas**

Las plantas de tratamiento de minerales ya existentes se ubican en lugares de entre 0 – 4000 metros de altitud aproximadamente. Aquellas que se encuentran en lugares más elevados, se debe, generalmente, a su cercanía a su fuente de extracción. No obstante,

una mayor altitud conlleva presiones y temperaturas poco favorables para el proceso productivo, como también condiciones difíciles para el operario.

#### **E. Cercanía a la Materia Prima**

Al ser el carbonato de litio la materia prima principal se busca una ubicación céntrica de proveedores de este material.

#### **F. Disponibilidad de servicios básicos**

La planta de tratamiento de carbonato debe localizarse en una zona industrial que disponga de los suministros básicos, tales como agua, electricidad y desagüe sin problemas. Esto debido a sus usos en la producción, como por los mismos trabajadores.

#### **G. Aceptabilidad de las comunidades**

Una zona industrial es aquella en donde una cantidad de empresas ubican sus fábricas con la finalidad de producir algún bien. Por lo general, en este territorio no viven poblaciones de forma permanente, debido a las molestias que las actividades de estas organizaciones pueden causar, como ruido, contaminación o flujo de vehículos pesados. No obstante, no toda fábrica o planta está ubicada dentro de un parque industrial por distintas razones, y es ahí cuando pueden surgir problemas con las comunidades. Por ejemplo, en el caso de las minas, algunas se ubican muy cerca de comunidades, ya que sus fuentes de extracción colindan con estas. Por este motivo, la planta del presente proyecto debe ubicarse dentro de una zona industrial o en un lugar no próximo a comunidades.

#### **H. Situación normativa de la industria**

Las actividades económicas están reguladas por normas y leyes que deben cumplirse para poder operar legalmente en el país o localidad. Estas pueden abarcar distintos aspectos de las actividades, como, en el caso de este proyecto, el cuidado del medio ambiente con el tratamiento de los residuos y emisiones. También, ciertas actividades se ven sujetas al pago de regalías al estado cuando se extraen o negocian recursos naturales. No obstante, no todas las actividades económicas tienen un marco legal en todos los países, a pesar de contar con los recursos para realizarse. Es así que, para el presente proyecto, es importante que se tengan leyes y normas favorables para la industria en la que se desarrollará.

## I. Situación política

Este factor influye en distintos aspectos de un país. Cuando existe inestabilidad política, los inversionistas prefieren desestimar o paralizar proyectos por miedo a la incertidumbre, crisis económicas y entre otros problemas que pueden afectar a las proyecciones hechas para el largo plazo.

## J. Vías de transporte

Es muy importante contar con carreteras y pistas en buen estado para asegurar las calidades de los insumos y producto final cuando sean transportados vía terrestre. Además, dado que el producto en mención tiene fines industriales que se usan en determinados países, la exportación es una opción; entonces es necesario contar con un puerto.

## K. Relaciones comerciales y diplomáticas

La globalización ha contribuido con la industria a través del establecimiento de nuevas relaciones y tratados entre países u organizaciones multinacionales. Estas han permitido la apertura de nuevos mercados y aumentado las oportunidades de realizar actividades económicas. No obstante, no toda nación ha podido adaptarse al cambio, lo que significaría una desventaja.

### 2.2.2 Macro localización

Son muchos los países que cuentan con reservas de litio en su territorio en diferentes cantidades. No obstante, no todos aquellos explotan esos recursos y producen el mineral mencionado, debido a distintos factores, como la rentabilidad, concentración, etc. Así también, hay algunos que están en proyectos cuyas operaciones se esperan ejecutar en los próximos años. Según el United States Geological Survey (2019), la lista de países con reservas y producción en minas se reduce a la mostrada en la siguiente figura:

Figura 2.12: Producción de minas y reservas

	Mine production		Reserves <sup>6</sup>
	2017	2018 <sup>6</sup>	
United States	W	W	35,000
Argentina	5,700	6,200	2,000,000
Australia	40,000	51,000	72,700,000
Brazil	200	600	54,000
Chile	14,200	16,000	8,000,000
China	6,800	8,000	1,000,000
Portugal	800	800	60,000
Namibia	—	500	NA
Zimbabwe	800	1,600	70,000
World total (rounded)	<sup>6</sup> 69,000	<sup>6</sup> 85,000	14,000,000

Fuente: USGS



De estos países, se conoce que en Australia, Argentina y Chile se están desarrollando mayores nuevas operaciones de extracción de litio. En Australia, se está extrayendo el litio a partir de spodumeno, mineral de roca con litio; mientras que en Chile y Argentina se hace a partir de salmueras.

Además de lo anterior, estos países también tienen en común ser los principales productores de litio de mina. De acuerdo con el UGSS y Sernageomin, se estimó que para el 2017, Australia cumplió con el 42.5% de la producción mundial, mientras que Chile y Argentina con el 34.3% y 12.5%, respectivamente.

Las empresas encargadas de la extracción y procesamiento del litio en estos países representan potenciales socios estratégicos para los fines del presente proyecto. Por ello y por lo mencionado anteriormente, estos tres países son las alternativas de localización para la planta de conversión del proyecto.

A continuación, se procederá a evaluar y seleccionar la localización de la planta de conversión en estudio teniendo en cuenta los factores ya presentados.

De acuerdo con lo investigado y mostrado anteriormente, los principales abastecedores o reservorios de litio se encuentran en Norteamérica, Australia, Sudamérica, Asia Oriental, Europa (Suroeste) y África.

Para determinar en qué país se podría ubicar la planta se considerarán los siguientes factores:

- Disponibilidad de servicios básicos (F)
- Situación normativa de la industria (H)
- Situación política (I)
- Relaciones comerciales y diplomáticas (K)

Además, se calificará de la siguiente manera:

0: Malo / 2: Regular / 4: Bueno / 6: Muy bueno

Se consideró al factor Relaciones Comerciales y Diplomáticas como el de mayor importancia, ya que el producto en estudio se exportará y serán necesarias las facilidades del caso para las actividades mercadológicas correspondientes. Además, se consideran los escenarios presentados en la actualidad producto de la guerra comercial entre China y Estados Unidos y los efectos que esta ha traído. Según Karishma Vaswani (BBC, 2018), los sectores afectados con aranceles y entre otras sanciones son la de productos

industriales y transporte, en Estados Unidos, y la agricultura, energía, transporte y productos industriales en China. Sin embargo, esto no significa que solo estos sectores se perjudican en estos dos países. Muchos de los productos que están siendo afectados por los aranceles han requerido de insumos fabricados en diferentes lugares; esto demuestra lo influyente pueden ser este factor.

La situación normativa de la industria se considera en el segundo lugar respecto a importancia, dado que en estas zonas ya existe una industria de litio en desarrollo y, por ende, normas y leyes establecidas. No obstante, estas varían en cuanto a lo favorables que pueden ser para el proyecto en aspectos económicos u operacionales y es por esta razón que son importantes.

Tabla 2.5: Matriz de enfrentamiento de factores macro localización

Factor	F	H	I	K	Conteo	Ponderación
F	X	0	1	0	1	14.29%
H	1	X	1	0	2	28.57%
I	1	0	X	0	1	14.29%
K	1	1	1	X	3	42.86%
<b>Total</b>					<b>7</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración propia

Estados Unidos, posee un gran abastecimiento de energía a lo largo de todo su territorio. De acuerdo con la USGS, la mayor parte de su energía se obtiene de plantas nucleares, de combustible fósil e hidroeléctricas que, además, tiene un costo promedio de 7.05 centavos US\$ por kilowatt-hora para la industria (U.S. Energy Information Administration, 2019). Con respecto a la normativa, la industria química es una de las más grandes de los Estados Unidos (Selectusa, 2019), pues produce más de 70 mil productos a través de más de 10,000 organizaciones. Además, posee diversos entes reguladores como el American Chemistry Council y American Composites Manufacturing Association. Por su parte, diversos aspectos económicos son sensibles a la política estadounidense, entre estos, los acuerdos comerciales. En la actualidad, el gobierno de Donald Trump ha tomado medidas proteccionistas ante un crecimiento económico más lento y para salvaguardar los intereses del país, dejando de lado acuerdos comerciales multilaterales y tratados o acuerdos mundiales. En suma, actualmente Estados Unidos se encuentra en una guerra comercial con su principal comprador, China. Según BBC News, la política de tarifas impositivas a productos de origen chino de Trump tiene como objetivo incentivar el consumo interno de productos estadounidenses; sin embargo, el establecimiento de estos altos aranceles es mutuo, al punto de perjudicar al país americano en sus exportaciones al mercado más demandante.

Teniendo en cuenta el criterio de antecedentes industriales, se descartan las locaciones en Europa y África.

Tabla 2.6: Evaluación de alternativas

Factor	Ponderación	Norteamérica		Australia		Sudamérica		Asia Oriental		Europa (Suroeste)		África	
		Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
F	14.29%	6	0.8571	6	0.8571	4	0.5714	4	0.5714	4	0.571429	2	0.2857
H	28.57%	6	1.7143	4	1.1429	4	1.1429	6	1.7143	6	1.714286	2	0.5714
I	14.29%	4	0.5714	4	0.5714	6	0.8571	4	0.5714	4	0.571429	0	0
K	42.86%	2	0.8571	6	2.5714	6	2.5714	2	0.8571	4	1.714286	2	0.8571
			<b>4.000</b>		<b>5.1429</b>		<b>5.1429</b>		<b>3.7143</b>		<b>4.571429</b>		<b>1.7143</b>

Elaboración propia

Los resultados muestran una similar calificación para Australia y Sudamérica. De acuerdo con el método utilizado, en este escenario se requeriría utilizar otros factores que ayuden a encontrar una única opción o emplear un método distinto. No obstante, dado que el presente proyecto consta de la instalación de una planta que utiliza un recurso mineral como materia prima y que no se explota ni consigue en muchos lugares del mundo a comparación de otros, se considerarán ambos resultados. Posteriormente, estas opciones serán evaluadas con respecto a factores más determinantes para dar con la localización específica de la planta de conversión.

### 2.2.3 Micro localización

Según los resultados de la macro localización, la planta procesadora de carbonato de litio debería ubicarse en Australia o Sudamérica. Como se detalló anteriormente, en Sudamérica son dos los países que tienen mayor presencia en la industria: Chile y Argentina.

Se procederá a evaluar las ciudades de Perth (Australia), Antofagasta (Chile) y San Miguel de Tucumán (Argentina), como opciones de localización de la planta.

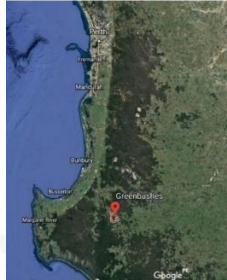
#### Australia

Este país se ubica en Oceanía y tiene una extensión territorial de 7,692,024 km<sup>2</sup>. Presenta bajos niveles de pobreza y una gran economía, basada principalmente en actividades mineras, de telecomunicaciones, banca y manufactura. Es un país altamente desarrollado que hace énfasis en la exportación de commodities y no solo en productos procesados.

Australia tiene actividad minera en toda la extensión de su territorio; produce y tiene reservas, principalmente, de hierro, níquel, aluminio, cobre, oro, plata, uranio y litio. Con respecto a este último, hasta el 2017, operaban cuatro minas: Greenbushes, Wodgina,

Mount Marion y Mount Cattlin. De estas anteriores, Greenbushes es la que produce carbonato de litio en mayor cantidad, a partir de espodumeno.

Figura 2.13: Greenbushes



Fuente: Google Earth

Perth es una de las ciudades con mayor número de habitantes de Australia, con poco más de 2 millones de personas. Tiene gran porcentaje de inmigrantes ingleses, irlandeses y neozelandeses y, en menor medida, de Indian, Sudafrica y Malasia. Esto ha creado el desarrollo de oportunidades de negocio en mercados más diversificados.

Además, representa mayoritariamente la economía del oeste de Australia, con exportaciones mineras, de petróleo y agricultura. Debido a su relativo aislamiento geográfico, Perth no ha tenido las condiciones para desarrollar su industria manufacturera en forma significativa; recurrir a las importaciones le ha funcionado.

Figura 2.14: Greenbushes, Australia Occidental



Fuente: Google Earth

Perth se considerará como una alternativa de localización, debido a lo ya mencionado y a mayores detalles que se describirán posteriormente.

## Chile

Ubicado al sur oeste de Sudamérica, Chile es un país con una extensión territorial de 756,097 km<sup>2</sup> y población de, aproximadamente, 18 millones de personas.

Según el Banco Mundial, es uno de los países latinoamericanos que ha registrado un mayor crecimiento en la última década, debido a un marco macroeconómico sólido.

Así, también lidera en la región en desarrollo humano, libertad económica, corrupción e ingresos per cápita.

Su economía se basa en distintas actividades como la agricultura; producen una amplia variedad de frutas, vegetales y legumbres y que, además, emplea a un 13% de la fuerza laboral. El turismo y la minería son otras actividades muy importantes en su economía.

Chile cuenta con una gran cantidad de reservas de minerales como el cobre y el litio. La extracción de este último se realiza, principalmente, en los desiertos de Antofagasta, ciudad ubicada al norte de Chile. En ella, las principales actividades industriales están relacionadas a la minería; se le considera la ciudad con el mayor ingreso per cápita de Chile. Asimismo, se realizan actividades portuarias y existe un parque industrial en el cual poseen tecnologías bastante actualizadas.

Figura 2.15: Antofagasta



Fuente: Google Earth

Las empresas productoras de litio en Chile son SQM y Albemarle, las cuales realizan operaciones en el Salar del Carmen y La Negra, respectivamente.

Figura 2.16: Planta Salar del Carmen, Antofagasta, Chile.



Fuente: Google Earth

Ambas empresas concentran su producción en carbonato de litio, pero, también producen otros derivados, como el hidróxido de litio, en menor cantidad.

Por lo expuesto, Antofagasta es una potente opción para localizar la planta de conversión. Con respecto a los proveedores y la logística del producto terminado, ofrecería una ventaja competitiva.

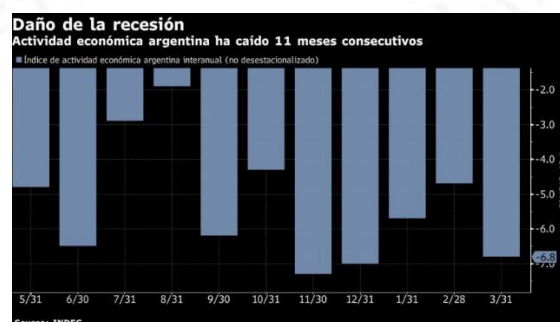
## Argentina

Se ubica al sur de Sudamérica, colindando con Bolivia y Paraguay por el Norte, Uruguay y Brasil por el Este y Chile por el Oeste. Posee un ecosistema muy diverso, así como climas muy variados dependiendo de la ubicación geográfica. Esto le beneficia, pues cuenta con abundantes recursos naturales para ser explotados y generar trabajo; en consecuencia, a ello, se ha registrado que cerca de la mitad de sus exportaciones tienen origen rural.

Argentina también hace labores de manufactura en los diversos parques industriales que posee en sus provincias. Comida procesada, bebidas, vehículo, auto partes, químicos y minerales, son algunos de los productos que se realizan en sus fábricas.

Cabe mencionar que, actualmente, el país atraviesa una crisis económica que se puede analizar desde ciertos aspectos. Primero, el valor de su moneda frente al dólar estadounidense se ha depreciado a una velocidad considerable y el gobierno no ha podido manejar la situación. Muchos economistas e inversores anticipaban que el peso argentino estaba sobrevaluado y que, gradualmente, se iría depreciando, lo cual ha venido ocurriendo. Luego, su alto y creciente índice de inflación lo está haciendo más vulnerable y, en la sociedad, repercute sobre los niveles de pobreza y desempleo. La economía argentina, además, ha sido golpeada por sequías que afectan su agricultura, específicamente, en la producción de soja y maíz, productos claves en su actividad.

Figura 2.17: Recesión económica de Argentina



Fuente: Bloomberg

Por otro lado, Argentina cuenta con reservas de litio al norte del país, en las provincias de Catamarca, Jujuy y Salta. La explotación de este recurso lo lidera la

empresa Livent, quienes producen variados derivados de litio. Se ubican en la ciudad de San Miguel de Tucumán, capital de la provincia de Tucumán, a 1,300 km de Buenos Aires.

Figura 2.18: Salar del Hombre muerto, Catamarca, Argentina



Fuente: Google Earth

Se considerará a la ciudad de San Miguel de Tucumán como una opción para la localización de la planta de conversión debido a su cercanía a la materia prima necesaria, como también por la presencia de otras empresas importantes para cualquier actividad económica.

Asimismo, se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Disponibilidad de mano de obra calificada (A) 1ro
- Calidad de materia prima (B) 2ro
- Clima (C) 4to
- Condiciones geográficas(D) 4to
- Cercanía a la Materia Prima (E) 3ro
- Aceptabilidad de las comunidades (G) 3do
- Vías de transporte (J) 2ro

Y, se calificará de la siguiente manera: 0: Malo, 2: Regular, 4: Bueno, 6: Muy bueno.

Tabla 2.7: Matriz de enfrentamiento de factores de micro localización

Factor	A	B	C	D	E	G	J	Conteo	Ponderación
A	X	1	1	1	1	1	1	6	25.00%
B	0	X	1	1	1	1	1	5	20.83%
C	0	0	X	1	0	0	0	1	4.17%
D	0	0	1	X	0	0	0	1	4.17%
E	0	0	1	1	X	1	0	3	12.50%
G	0	0	1	1	1	X	0	3	12.50%
J	0	1	1	1	1	1	X	5	20.83%
<b>Total</b>								<b>24</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración propia

La disponibilidad de mano de obra en el lugar se considera el factor más importante, debido a la ventaja competitiva que ello podría representar con respecto a costos. Aun existiendo la posibilidad de contratar personas provenientes del extranjero que cumplan con los perfiles requeridos, el hecho de disponer con los mismos en la misma localidad sería mejor económicamente. El resto de los factores siguen el orden de importancia según lo mostrado en el cuadro y teniendo en cuenta las descripciones de estos, líneas arriba.

Tabla 2.8: Evaluación de alternativas micro localización

Factor	Ponderación	Perth		Antofagasta		San Miguel de Tucuman	
		Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
A	25.00%	6	1.500	6	1.500	4	1.000
B	20.83%	4	0.833	6	1.250	6	1.250
C	4.17%	4	0.167	4	0.167	4	0.167
D	4.17%	4	0.167	4	0.167	6	0.250
E	12.50%	2	0.250	4	0.500	4	0.500
G	12.50%	4	0.500	4	0.500	2	0.250
J	20.83%	4	0.833	6	1.250	4	0.833
			<b>4.250</b>		<b>5.333</b>		<b>4.250</b>

Elaboración propia

Como resultado de la evaluación de alternativas, se determina que la planta de conversión de hidróxido de litio se localizara en Antofagasta, Chile. Las características ya descritas de esta ciudad la hacen un lugar favorable para el proyecto de inversión, en suma, a su ya desarrollada industria del litio.

## 2.3 Tamaño de planta

### 2.3.1 Tamaño – Mercado

En el punto 2.1.3 se especificó el tamaño del proyecto. A continuación, se muestra una tabla resumen de lo descrito en ese punto, el cual nos da un tamaño mercado de 53 527 sacos de 50 kg al año.

Tabla 2.9: Demanda proyecto proyectado

Año	DIA (t)	Participación de mercado	Participación baterías	Dem. Proyecto (t)	Dem. proyecto (sacos)
2019	8846.64	5.00%	36%	159.24	3185
2020	14158.82	5.00%	36%	254.86	5097
2021	22660.83	5.00%	36%	407.89	8158
2022	36268.07	5.00%	36%	652.83	13057
2023	58046.11	5.00%	36%	1044.83	20897
2024	92901.30	5.00%	36%	1672.22	33444
2025	148686.14	5.00%	36%	2676.35	53527

Elaboración propia



### 2.3.2 Tamaño - Materia prima

Es de suma importancia para obtener el tamaño óptimo de planta primero tener el tamaño de materia prima el cual consistirá en una proyección a 6 años (2019-2024) gracias a los registros de 6 años anteriores. Hay que tener en cuenta, que se toma la producción chilena total de carbonato pues esta representa a la de Antofagasta; pues las principales empresas de esta industria se encuentran en esta provincia.

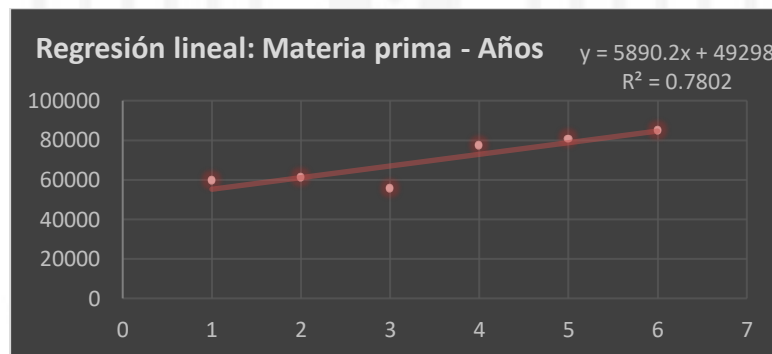
Tabla 2.10: Tabla de producción de carbonato de litio en Chile

AÑO	Producción de carbonato de litio (t)
2013	59615
2014	61365
2015	55642
2016	77284
2017	80600
2018	84977

Fuente: COCHILCO (2019)

Primero se buscará la regresión que del ( $R^2$ ) más cercano a 1. El cuál es la regresión lineal ( $R^2=0.7802$ ).

Figura 2.19: Regresión lineal: Materia prima – Años



Elaboración propia

Se procederá a la proyección de los 6 años. El tamaño MP será el del último año (2024). Para seguir con la proyección, se sabe que 1kg de carbonato de litio nos da 0.8899 kg hidróxido de litio (Este dato se explicará más adelante en la explicación del proceso productivo). Además, el producto se comercializará en sacos de 50 kg.

Tabla 2.11: Cálculo de la proyección (6 años) de producción según la disponibilidad de materia prima

AÑO	Producción de carbonato de litio (t)	Toneladas Hidroxido litio (t)	Producción (sacos)
2019	90,529.40	80,562.11	1,611,242.26
2020	96,419.60	85,803.80	1,716,076.04
2021	102,309.80	91,045.49	1,820,909.82
2022	108,200.00	96,287.18	1,925,743.60
2023	114,090.20	101,528.87	2,030,577.38
2024	119,980.40	106,770.56	2,135,411.16
2025	125,870.60	112,012.25	2,240,244.94

Elaboración propia

En conclusión, nuestro tamaño materia prima es 2 240 244 sacos de 50 kg al año.

### 2.3.3 Tamaño - Tecnología

Un aspecto importante para determinar el tamaño de planta es el factor tecnología. Para ello es necesario tener en cuenta la capacidad de las máquinas requeridas en el proceso de producción y saber cuál es la máxima cantidad de producto terminado que podemos obtener. La correcta selección de nuestra maquinaria permite a la empresa ser flexible y estar preparada ante cualquier cambio en la demanda del mercado.

Para este tamaño, hemos considerado tres tipos de tecnología (A, B y C) empleados cada una por diferentes compañías y ubicación de sus plantas. Para esto, nos ayudamos de un indicador que consiste en relacionar la inversión para la planta y la capacidad de producción.

Tabla 2.12: Tecnologías

	Empresa / Nacionalidad	Ubicación	Inversión (Dólares)	Capacidad (Kilogramos)	Indicador (kg/dólar)
Tecnología A	Albemarle / Chilena	Salar Atacama (Chile)	583,000,000	42,500,000	0.073
Tecnología B	Galaxy lithium / Australiana	Sal de vida (Argentina)	350,000,000	25,000,000	0.071
Tecnología C	Oro cobre / Australiana	Salar de Olaroz (Argentina)	250,000,000	16,400,000	0.066

Elaboración propia

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se puede deducir que la mejor opción para tecnología es la de la empresa chilena Albemarle la cual posee el mayor indicador 0.073 (kg/dólar); esta decisión se ve reforzada con la relación de ubicación de la planta de Albemarle la cual se ubica en Chile al igual que nuestro proyecto. Una vez elegida la opción se procede a poner la capacidad en términos de sacos de 50 kg.

Tabla 2.13: Tamaño – Tecnología en sacos de 50kg

	Empresa / Nacionalidad	Capacidad (Kilogramos)	Sacos de 50kg
Tecnología A	Albemarle / Chilena	42,500,000	850,000

Elaboración propia

Por último, se obtiene que nuestro Tamaño – Tecnología es 850,000 sacos de 50kg/año.

### 2.3.4 Tamaño – Financiamiento

Para hallar el tamaño inversión se mostrará a continuación el total requerido, el cual ha sido detallado en el capítulo 2.5. Para el presente proyecto el aporte total de los accionistas será del 55% y lo faltante será financiado mediante un conocido banco chileno. Cabe resaltar que este factor no nos limitará en el proyecto.

Tabla 2.14: Porcentaje de la inversión por tipo de financiamiento

Rubro	Valor
Patrimonio	1,153,956
Pasivo	944,146
<b>Total pasivo y patrimonio</b>	<b>2,098,103</b>

Elaboración propia

Los detalles del financiamiento se encuentran descritos en el capítulo correspondiente.

### 2.3.5 Tamaño-Punto de Equilibrio

El tamaño punto de equilibrio muestra la cantidad mínima que tendría que producir para que nuestros ingresos sean iguales a sus egresos y la utilidad neta sea igual a 0; es otras palabras, no se generen ni pérdidas ni ganancias. Por lo tanto, el tamaño punto de equilibrio es el tamaño mínimo de planta.

Tabla 2.15: Resumen de costos y gastos fijos y variables

Costos y gastos fijos	Año 1	Costos variables	Año 1
CIF fijos	130,400	Materiales directos	2,903,231
Depreciación y amortización	72,044	CIF variables	24,975
Mano de Obra directa	98,400	Total costos variables	2,928,207
Gastos de administración y ventas fijos	424,800		
Total costos y gastos fijos	725,644		

Elaboración propia

$$\text{Pto. equilibrio} = \frac{725,644}{700 - 563.92} = 5,333 \text{ Sacos de } 50\text{kg/año}$$

En conclusión, el tamaño punto de equilibrio es 5,333 sacos 50kg al año.

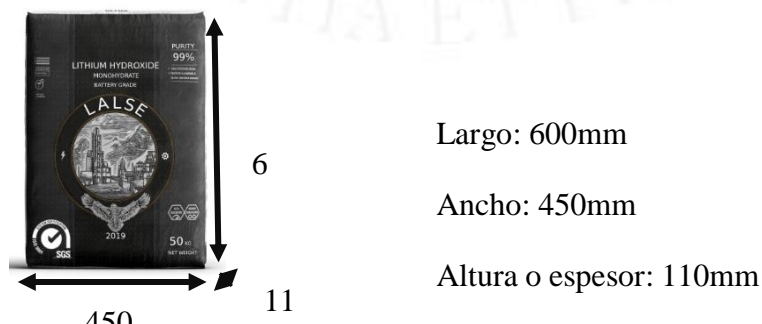
Cabe remarcar que el precio de venta por saco de 50 kg será de \$ 700. Este precio se calculó en base a los costos y gastos en los que se incurrirían para su producción, el tiempo de proceso de carbonato, precio del hidróxido de litio en otras compañías, entre otros. Por otro lado, si bien es cierto que hemos calculado el costo variable unitario del año 1 este se mantiene constante a lo largo del proyecto.

## 2.4 Ingeniería del proyecto o análisis de procesos

### 2.4.1 Definición técnica del producto

El hidróxido de litio (LiOH) es un compuesto cristalino blanco higroscópico muy reactivo y altamente corrosivo, el cual no se encuentra libremente en la naturaleza. Es usado principalmente para la producción de grasas lubricantes, como electrolito en baterías, en cerámicas, catalizador en reacciones de polimerización y para la purificación de gases y aire en naves espaciales y submarinos. Se encuentra comercialmente disponible en forma anhídrida y como monohidrato y en tres calidades diferentes: grado técnico, grado industrial y grado batería. Para el presente proyecto nuestro producto será un hidróxido de litio monohidratado de grado batería, ya que según nuestro estudio de mercado la demanda de este insumo industrial aumentará principalmente debido a que el hidróxido de litio permite que las baterías tengan una mayor densidad energética en comparación con aquellas fabricadas con carbonato. Asimismo, nuestro producto pertenecerá a la CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme), sección 202, clase 2029 Fabricación de otros productos químicos.

Figura 2.20: Vista detallada del producto



Elaboración propia.

## 2.4.2 Tecnologías existentes

Existen una cantidad limitada de fuentes de litio en la naturaleza, entre ellas están minerales como el spodumeno, la petalita y lepidolita, arcillas como la hectorita y lagunas salares, esta última siendo la más utilizada a nivel industrial. Actualmente existen solo 2 procesos industrialmente viables para la producción de hidróxido de litio: A partir del mineral spodumeno y en base al carbonato de litio producido desde las lagunas salares. Producir derivados del litio en base de un mineral arcilloso como la hectorita no es viable, puesto que su contenido de litio es de 0.5%.

El primer proceso es en base al concentrado del mineral spodumeno el cual se encuentra generalmente mezclado con cuarzo, feldespatos y otros compuestos, contiene un 8.3% de litio aproximadamente, este mineral pasa por varios procesos hasta llegar hasta el hidróxido de litio. La ecuación de reacción global y el diagrama de flujo del proceso se muestra a continuación.

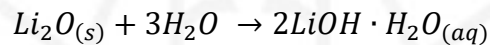
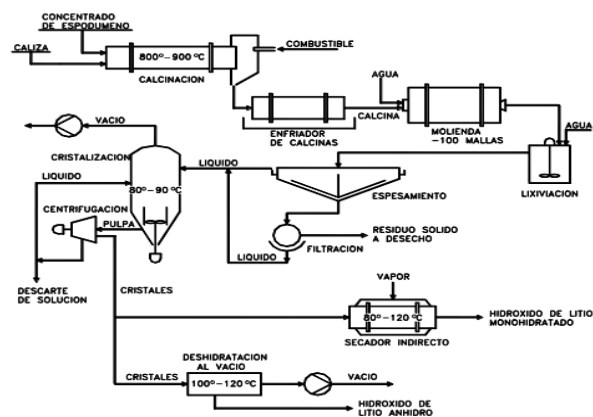


Figura 2.21: Diagrama de flujo para la producción de hidróxido de litio a base de spodumeno



Fuente: Dr. Wilkomirsky I.

El segundo proceso para la producción de hidróxido de litio es a base de carbonato de litio. Cabe resaltar que este proceso se utiliza exclusivamente para plantas de producción que tienen como fuente de litio las lagunas salares, puesto que desde esta fuente de litio no se puede obtener directamente hidróxido de litio y necesariamente se tiene que obtener primero el carbonato para que a partir de este generar el hidróxido de litio. Las lagunas salares poseen 0.2% de concentración de litio, sin embargo, al

concentrarlas por evaporación es posible llegar a un 6% de concentración de litio. La ecuación de reacción global y el diagrama de flujos de este segundo proceso se muestra a continuación.

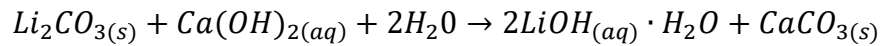
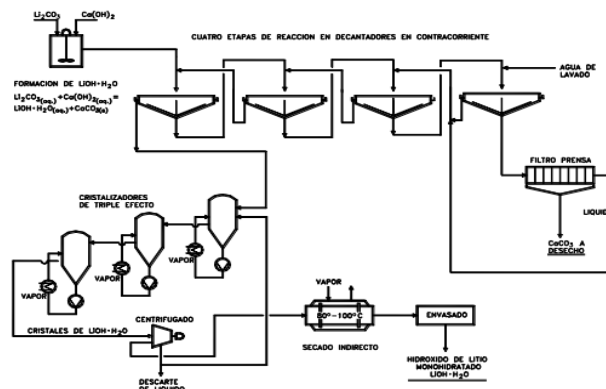


Figura 2.22: Diagrama de flujo para la producción de hidróxido de litio a base de carbonato de litio



Fuente: Dr. Wilkomirsky I.

### 2.4.3 Especificaciones de calidad y normas técnicas.

Para la elaboración del cuadro de especificaciones técnicas se tomó en cuenta las recomendaciones de Targray Technology International Inc, empresa multinacional distribuidora de materiales industriales como baterías de iones de litio, biocombustibles, productos refinados, energía solar fotovoltaica y almacenamiento de energía. Las especificaciones técnicas del hidróxido de litio dependen de su uso final como insumo industrial, como electrolito en baterías requiere principalmente como mínimo una pureza del 99% y un mínimo de impurezas de otros elementos, las demás especificaciones técnicas se encuentran en la siguiente tabla donde se detallan las características necesarias para un hidróxido de litio con un grado de calidad para uso como insumo en baterías.

Tabla 2.16: Cuadro de especificaciones técnicas del producto

<b>Nombre del producto:</b>	Hidroxido de Litio Monohidratado		<b>Desarrollado por:</b>	Franco Palacios		
<b>Función:</b>	Insumo industrial para la fabricación de baterías		<b>Verificado por:</b>	German Iparraguirre		
<b>Insumos requeridos:</b>	Carbonato de litio (99%), hidroxido de calcio, agua		<b>Autorizado por:</b>	Alvaro Vila		
<b>Costos del producto:</b>	700 USD\$		<b>Fecha:</b>	7/09/2019		
Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Medio de control	Técnica de inspección	NCA
	Variable / Atributo	Nivel de criticidad	V.N. ± Tol			
Color	Atributo	Mayor	Blanco	Vista	Muestreo	0.1
Forma	Atributo	Mayor	Cristalina	Vista	Muestreo	0.1
Peso	Variable	Mayor	50 kg ± 0.1 kg	Balanza industrial	Muestreo	0.1
Grado de pureza	Variable	Crítico	>99.00%	Refractometro	Muestreo	0
Sodio (Na)	Variable	Crítico	<0.005%	Equipo de medición de sodio	Muestreo	0
Potasio (K)	Variable	Crítico	<0.005%	Equipo de medición de potasio	Muestreo	0
Cloro (Cl-)	Variable	Crítico	<0.003%	Equipo de medición de cloro	Muestreo	0
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	Variable	Crítico	<0.01%	Equipo de medición de sulfatos	Muestreo	0
Dioxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Variable	Crítico	<0.3%	Equipo de medición de dioxido de carbono	Muestreo	0
Calcio (Ca)	Variable	Crítico	<0.002%	Equipo de medición de calcio	Muestreo	0
Hierro (Fe)	Variable	Crítico	<0.0007%	Equipo de medición de hierro	Muestreo	0
Ácido Clorhídrico (HCl)	Variable	Crítico	<0.005%	Equipo de medición de ácido clorhídrico	Muestreo	0
Agua (H <sub>2</sub> O)	Variable	Crítico	<0.005%	Equipo de medición de humedad	Muestreo	0

Fuente: Targray. Elaboración propia

#### 2.4.4 Proceso de producción general

Como se especificó anteriormente, la elaboración del hidróxido de litio varía de acuerdo a la fuente de litio que se utiliza y al uso final que se le da como insumo industrial para otras empresas, en este caso para la industria de baterías.

#### 2.4.5 Selección del proceso de producción

Para el presente proyecto se eligió el proceso de producción de hidróxido de litio a base de carbonato de litio, puesto que el precio del mercado de este último insumo ha disminuido en los últimos años, mientras que la proyección de demanda de hidróxido de litio en el mercado mundial sigue en aumento, ya que el hidróxido de litio posee una mayor densidad energética que el carbonato. Según lo descrito por Wilkomirsky (2008) se describe el proceso de producción de dicho insumo en las siguientes etapas.

Las materias primas principales son el carbonato de litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) al 99% de pureza e hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Cada uno de estos insumos en paralelo son mezclados con agua hasta obtener soluciones en concentración del 60% cada una, esta mezcla toma un tiempo promedio de 60 minutos. Luego ambas soluciones son mezcladas en un reactor en una relación estequiométrica de 1:1; sin embargo, sus pesos molares son casi iguales ( $\approx 74$  gramos/mol) y por lo tanto también se procede a mezclar en el reactor en relación 1:1 en peso, esta reacción se lleva a cabo a una temperatura de  $550^\circ\text{C}$  a una velocidad de 0.45 segundos/ litro.

A continuación, se muestra las cantidades de moles y masa que llega a reaccionar, así como también las cantidades de los elementos producidos teniendo en cuenta los parámetros establecidos anteriormente. Cabe resaltar que la variable X representa la masa de carbonato de litio que se alimenta al reactor.

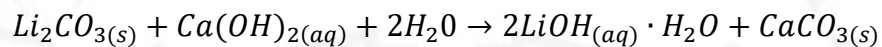


Tabla 2.17: Cantidades de reactantes y productos en la reacción real.

	$\text{Li}_2\text{CO}_3$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCO}_3$
Masas molares (Kg/kmol)	74	74	18	42	100
Masa (Kg)	0.8X	0.8X	(0.8)18X/37	(0.8)42X/37	(0.8)100X/74
Moles (Kmol)	X/74	X/74	0.8X/18	(0.8)X/37	(0.8)X/74

Elaboración propia

La mezcla que sale del reactor contiene hidróxido de litio monohidratado y carbonato de calcio mezclados en una solución acuosa junto a los reactantes sobrantes los cuales son separados y almacenados en tanques aparte para su posterior aprovechamiento, toda la mezcla de productos se lava en un sistema de 4 decantadores en serie en el cual se suministra agua en proporciones iguales a cada decantador hasta que al final en el último decantador quede una solución de hidróxido de litio al 10% más el carbonato de calcio restante que no pudo decantar. En este sistema el carbonato de calcio precipita por gravedad para posteriormente ser retirado y ubicado en pequeños tanques de almacenamiento para la venta a terceros. Aproximadamente se retira el 30% del carbonato de calcio en el primer decantador y este porcentaje de eliminación va disminuyendo gradualmente en 5%.

Luego, al llegar al filtro prensa se elimina el último 10% de carbonato de calcio restante, cabe resaltar que todos los porcentajes de eliminación descritos anteriormente son respecto al carbonato de calcio total que se forma en la reacción previa, así como



también que el tiempo necesario para lograr la precipitación del carbonato de calcio es de aproximadamente 40 minutos por decantador.

Luego, la solución de hidróxido de litio al 10% se bombea hacia un sistema de evaporadores de triple efecto que transfiere calor de forma indirecta mediante tuberías internas y separa el agua mediante evaporación para así formar los cristales de hidróxido de litio monohidratado, cabe resaltar que el vapor que se separa en el primer evaporador sirve como agente térmico para el siguiente, para así poder tener un eficiente uso de la energía.


El producto obtenido es una solución concentrada de cristales de hidróxido de litio al 92.5% y pequeños restos de impurezas acumuladas (K, Ca, Na, Mg, etc), los cristales son lavados con agua en una máquina centrífuga, esta agua representa el 10% en peso de la solución de hidróxido de litio entrante a dicha estación, gracias a ello las impurezas son separadas junto con el total del agua de lavado, dichas impurezas representan el 2% del hidróxido de litio entrante.

Siguiente a ello el hidróxido de litio cristalizado es trasladado para ser secado de 80°C a 100°C mediante vapor indirecto, en dicha operación se separa el total de humedad restante. Por último, un operario procede a envasar en bolsas de 50 kg el producto final.

#### 2.4.6 Especificación detallada de maquinaria y equipos.


##### Máquinas

Tabla 2.18: Ficha técnica del mezclador industrial

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Mezclador industrial		
<b>Modelo:</b> HD		
<b>Precio:</b> USD\$ 10 000		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad: 5000 Litros Capacidad de procesamiento 5000 litros-kg/hora	Diámetro: 1060 Altura: 1810	


Fuente: Alibaba. HUND.

Tabla 2.19: Ficha técnica de reactor con agitador y chaqueta de calentamiento

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Reactor industrial con agitador y calefactor interno		
<b>Modelo:</b> FARFLAY FDK CCL		
<b>Precio:</b> USD\$ 30 000		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad: 10 000 Litros Capacidad de procesamiento 8000 litros-kg/hora	Diámetro: 2000 Altura: 3000	

Fuente: Alibaba. Farflay.

Tabla 2.20: Ficha técnica del decantador – espesador

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Decantador – espesador		
<b>Modelo:</b> VED		
<b>Precio:</b> USD \$ 4685		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad: 10 000 litros Capacidad de procesamiento: 15000 litros-kg/hora	Diámetro: 2500 Altura: 3510	

Fuente: Bupolsa

Tabla 2.21: Ficha técnica del filtro prensa

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Filtro prensa		
<b>Modelo:</b> HPF4		
<b>Precio:</b> USDS 30 000		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad de procesamiento: 4800 litros-kg/h	Largo: 4270mm Ancho: 1500mm Altura: 1400mm	

Fuente: Alibaba. Hesheng Filter.

Tabla 2.22: Ficha técnica del sistema de evaporación de triple efecto

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Sistema de evaporación de triple efecto		
<b>Modelo:</b> SJM3-5400		
<b>Precio:</b> USDS 85 000		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad de procesamiento: 4300 litros-kg/hora	Largo: 7300mm Ancho: 2500mm Altura: 13300mm	


Fuente: Alibaba. Shuangi Intelligent

Tabla 2.23: Ficha técnica de la centrífuga

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Centrífuga separadora.		
<b>Modelo:</b> LW350X1500		
<b>Precio:</b> USDS 20 000		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad de procesamiento: 8000 litros-kg/hora	Largo: 3500mm Ancho: 1000mm Altura: 1300mm	

Fuente: Alibaba. Wuxi Suhang Machinery Manufacturing Co., Lt

Tabla 2.24: Ficha técnica del secador rotatorio de intercambio indirecto

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Secador rotatorio de intercambio indirecto		
<b>Modelo:</b> ZJZG φ1 2 × 6 m		
<b>Precio:</b> USDS 20 000		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad de procesamiento: 2000 kg/hora	Largo: 6000mm Ancho: 2159mm Altura: 2475mm	

Fuente: Alibaba. ZJZG.


Tabla 2.25: Ficha técnica de envasadora semiautomática

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Envasadora semiautomática		
<b>Modelo:</b> LCS		
<b>Precio:</b> USD\$ 5000		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad de procesamiento: 200 bolsas/hora	Largo: 3000mm Ancho: 1050mm Altura: 2800mm	

Fuente: Alibaba. M&J Machinery Engineer Co. Ltd

## Equipos:

Tabla 2.26: Ficha técnica de la carretilla de transporte

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Carretilla de transporte		
<b>Modelo:</b> WB8614T		
<b>Precio:</b> USD\$ 10		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad: 250 kg Material: Metal reforzado.	Largo: 990mm Ancho: 700mm Altura: 1340mm	


Fuente: Alibaba.

Tabla 2.27: Ficha técnica de tanque de almacenamiento de desechos

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Tanque de almacenamiento industrial.		
<b>Modelo:</b> CG-01		
<b>Precio:</b> USD\$ 1500		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad: 500 Litros Temperatura máxima: 130°C Presión: 0.3Mpa	Diámetro: 800mm Altura: 1000mm	


Fuente: Alibaba. HFQX.

Tabla 2.28: Ficha técnica de parihuelas

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Parihuelas		
<b>Modelo:</b> STD 4000 Fortex		
<b>Precio:</b> USD\$ 15		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Carga estática: 4000kg Carga dinámica: 1300kg	Longitud: 1200mm Ancho: 1000mm Altura: 150mm	

Fuente: Basa

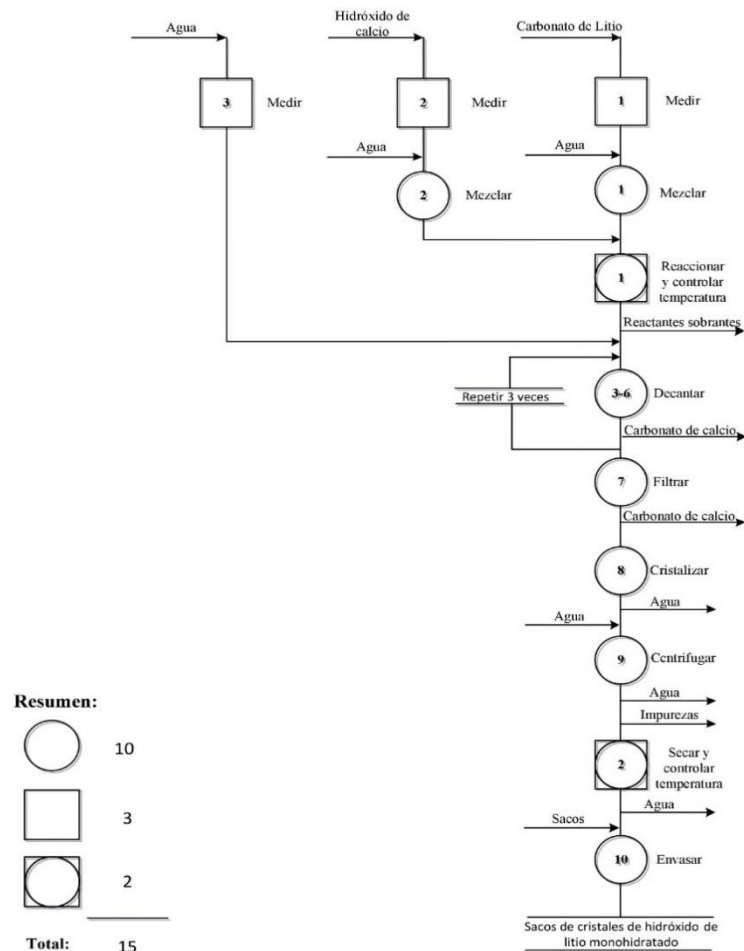
Tabla 2.29: Ficha técnica montacarga

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
<b>Nombre:</b> Montacarga		
<b>Modelo:</b> GP050LX		
<b>Precio:</b> USD\$ 13450		
<b>Datos Técnicos</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	
Capacidad de carga: 2000kg	Longitud: 3500mm Ancho: 1500mm Altura: 2000mm	

Fuente: Yale

## 2.4.7 Diagrama de operaciones del proceso

DOP para la producción de sacos de hidróxido de litio monohidratado

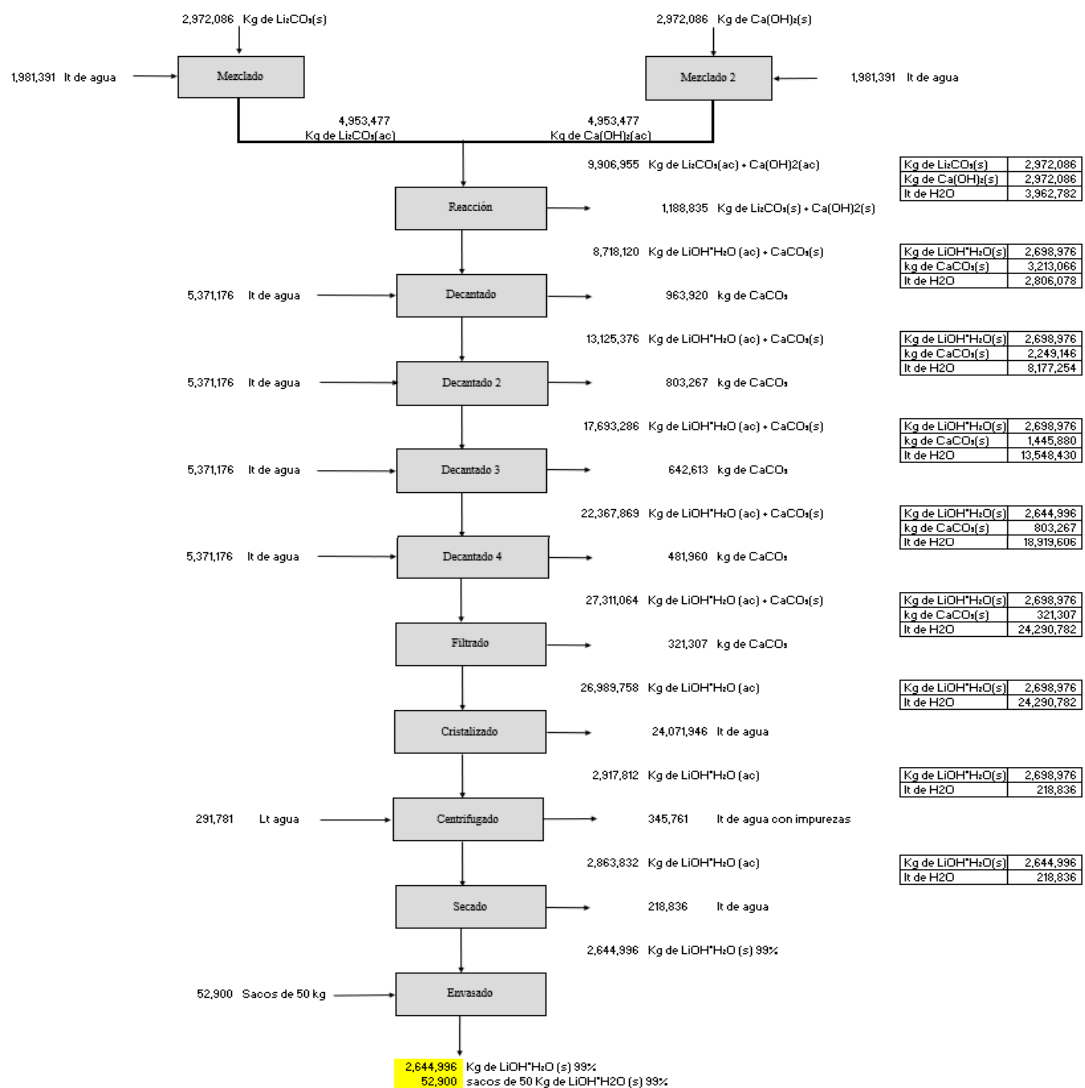


Elaboración propia.

## 2.4.8 Balance de materiales en diagrama de bloques

A continuación, se presenta el diagrama de bloques con datos de entrada y salida calculados en base a la producción máxima, la cual ha sido definida en el programa de producción acorde a la política de inventarios que planteamos para el proyecto.

Figura 2.23: Balance de materiales para la producción máxima programada



### 2.4.9 Requerimientos de maquinaria

Para hallar el número de máquinas necesarios en cada proceso u operación se utilizará la siguiente fórmula, la cual asocia capacidades de procesamiento con la cantidad a procesar en cada máquina. Cabe resaltar que para aquellas máquinas que no posean una capacidad de procesamiento más sí una capacidad de almacenamiento se calculara la capacidad de procesamiento dividiendo la capacidad de almacenamiento máxima de dicha maquina entre el tiempo promedio fijo que debe permanecer el producto dentro de la maquina por requerimientos del proceso. Sin embargo, para el caso del reactor su capacidad de producción es establecida netamente por el requerimiento del proceso.

$$\#Máquinas = \frac{\left(\frac{Unidades}{Periodo} * \frac{NHE - M}{Unidades}\right)}{\frac{NHP}{NHR} * \frac{NHE}{NHP} * \frac{NHR}{Periodo}}$$

Para el presente proyecto se trabajará en un turno por día cada uno de 8 horas, 5 días a la semana, 52 semanas al año. Para efectuar los cálculos el factor utilización será de 0.85 (NHP/NHR = U = 0.85) el cual considera el tiempo efectivo que se obtiene al descontar los tiempos de refrigerio, mantenimiento, etc. Asimismo, el factor eficiencia será de 0.9 (NHE/NHP = E = 0.90) el cual considera el desempeño en situaciones particulares. Es importante resaltar que el cálculo de maquinarias que se necesitan en el proceso es de acuerdo a la producción máxima planeada en el programa de producción, año 2025. A continuación, se muestra el cálculo de las diferentes máquinas que intervienen en el proceso productivo propuesto de hidróxido de litio.

Tabla 2.30: Cálculo del número de máquinas

Operación	QE	Unidad	Capacidad de procesamiento (Und / HM)	Tiempo (HM/unidad)	Horas/día	Días/Semana	Semanas/Año	Horas disponibles	U	E	# Máquinas	# Máquinas
<b>ACTIVIDADES AUTOMÁTICAS</b>												
Mezclador 1	4,953,477	kg	5,000	0.000200	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.6226	1
Mezclador 2	4,953,477	kg	5,000	0.000200	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.6226	1
Reacción	9,906,955	kg	8,000	0.000125	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.7783	1
Decantado 1	14,089,296	kg	15,000	0.000067	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.5903	1
Decantado 2	18,496,552	kg	15,000	0.000067	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.7750	1
Decantado 3	23,064,462	kg	15,000	0.000067	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.9663	1
Decantado 4	27,739,045	kg	15,000	0.000067	8	5	52	2,080	0.85	0.90	1.1622	2
Filtrado	27,311,064	kg	4,800	0.000208	8	5	52	2,080	0.85	0.90	3.5758	4
Cristalizado	26,989,758	kg	4,300	0.000233	8	5	52	2,080	0.85	0.90	3.9446	4
Centrifugado	3,209,593	kg	8,000	0.000125	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.25	1
Secado	2,863,832	kg	2,000	0.000500	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.8999	1
Envasado	52,900	sacos	200	0.005000	8	5	52	2,080	0.85	0.90	0.1662	1

Elaboración propia

#### 2.4.10 Requerimientos de mano de obra

En el proceso de producción de hidróxido de litio planteado no existe una operación manual; sin embargo, siempre es necesaria la actividad humana dentro del proceso productivo, ya sea para el control y supervisión de las máquinas en operación, para el traslado de materiales dentro de la planta de producción, etc. Por ello, se propone tener un operario de producción por cada tipo de máquina, así como también un jefe de planta, el cual se encargará del control de producción y de la constante observación del proceso para así asegurar la efectividad de este y estar presente ante cualquier tipo de percance. En total existirán 9 colaboradores dentro del área de producción.

## 2.4.11 Cálculo de la capacidad de producción y el cuello de botella.

Tabla 2.31: Matriz de capacidad de planta

Actividad	Cantidad de entrada	Unidad	Capacidad de Procesamiento	Unidad	# Maqu Op	Horas/día	Días/Semana	Semanas/Año	U	E	CO	Factor	COPT
Mezclador 1	4,953,477	Kg	5,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	7,956,000	0.0107	84,965
Mezclador 2	4,953,477	Kg	5,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	7,956,000	0.0107	84,965
Reacción	9,906,955	Kg	8,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	12,729,600	0.0053	67,972
Decantado 1	14,089,296	Kg	15,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	23,868,000	0.0038	89,615
Decantado 2	18,496,552	Kg	15,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	23,868,000	0.0029	68,262
Decantado 3	23,064,462	Kg	15,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	23,868,000	0.0023	54,743
Decantado 4	27,739,045	Kg	15,000	kg/h	2	8	5	52	0.85	0.90	47,736,000	0.0019	91,035
Filtrado	27,311,064	Kg	4,800	kg/h	4	8	5	52	0.85	0.90	30,551,040	0.0019	59,176
Cristalizado	26,989,758	Kg	4,300	kg/h	4	8	5	52	0.85	0.90	27,368,640	0.0020	53,643
Centrifugado	3,209,593	Kg	8,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	12,729,600	0.0165	209,807
Secado	2,863,832	Kg	2,000	kg/h	1	8	5	52	0.85	0.90	3,182,400	0.0185	58,784
Envasado	52,900	sacos	200	sacos/h	1	8	5	52	0.85	0.90	318,240	1.0000	318,240

Elaboración propia

Observando la matriz podemos concluir que el cuello de botella se encuentra en la operación de cristalizado. Esto determina la capacidad de planta en 53,643 sacos (50kg) de hidróxido de litio monohidratado anuales, lo que equivale a 2,682,127 kilogramos de hidróxido de litio monohidratado por año. Con la información hallada podemos decir que la capacidad de producción en el año 2025 (año 6) estará en una utilización de 98.62%, cabe resaltar que este es el año de mayor producción según nuestro programa de producción por lo que no tendríamos problemas al producir en los otros años cuyas producciones planeadas son menores.

## 2.4.12 Estudio de impacto ambiental

Acorde al proceso que planteamos en el presente proyecto se presenta los posibles impactos y aspectos ambientales que se pueden generar a lo largo de proceso productivo

Tabla 2.32: Impactos ambientales

Entradas	Proceso	Salidas	Aspectos ambientales	Impactos ambientales	Componente afectado	Acción de prevención
Hidróxido de calcio y carbonato de litio en solución	Reacción	Reactantes sin reaccionar	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelos	Suelos	Reuso de los reactantes previo acondicionamiento de los mismos en el laboratorio
Hidróxido de litio y carbonato de calcio en solución	Decantación (1-4)	Carbonato de calcio sólido	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelos	Suelos	Almacenamiento del residuo para una posterior tratamiento y venta a terceros
Hidróxido de litio y restos de carbonato de calcio en solución	Filtración	Restos de carbonato de calcio sólido	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelos	Suelos	Correcta disposición del residuo en el relleno sanitario respectivo
Hidróxido de litio en solución	Cristalización	Vapor de agua caliente	Generación de vapores contaminantes	Contaminación del aire	Atmósfera	Elaboración de campanas extractoras para recircular mediante tuberías el vapor a las máquinas que lo necesiten como agente térmico previo acondicionamiento de T°
Hidróxido de litio en solución e impurezas	Centrifugar	Solución de agua con impurezas contaminantes	Generación de efluentes contaminantes	Contaminación de cuerpos de agua	Cuerpos de agua (Desague)	Implementación de un sistema de tratamiento de efluentes en el laboratorio
Hidróxido de litio en solución	Secado	Vapor de agua caliente	Generación de vapores contaminantes	Contaminación del aire	Atmósfera	Elaboración de campanas extractoras para recircular mediante tuberías el vapor a las máquinas que lo necesiten como agente térmico previo acondicionamiento de T°

Elaboración propia.

Luego de analizar la matriz de aspectos e impactos ambientales se procede a sugerir algunas propuestas de implementación de producción más limpia (PML).

- Implementación de un centro de acondicionamiento de los reactantes sobrantes al final de la reacción para así poder reutilizarlos en posteriores lotes del proceso.
- Implementación de un centro de acopio y tratamiento de los residuos sólidos provenientes de los decantadores para así poder revenderlos a terceros.
- Colocar tanques de almacenamiento pequeños en los diferentes puntos de salida de residuos sólidos, para venderlos o destinarlos al relleno sanitario correspondiente.
- Implementación de un sistema de tratamiento de efluentes en el laboratorio de calidad de la empresa.
- Implementación de campanas extractoras para recircular mediante el sistema de tuberías la salida de vapor de diferentes máquinas hacia un centro de acondicionamiento y regulación de temperatura para que posteriormente el vapor mismo sea utilizado como agente térmico en la misma u otras máquinas que lo necesiten.
- Realizar un control mensual respecto a la cantidad de reactantes no reaccionados u otros residuos generados con relación a las materias primas ingresadas con el objetivo de medir la eficiencia y eficacia de los recursos y tener en cuenta dicho indicador para implementar las medidas correctivas correspondientes.

#### **2.4.13 Programa de producción**

Para el presente proyecto nuestra política de inventarios será tener un stock final del 15% mensual respecto a la demanda correspondiente durante el periodo 2020-2025 y en el último año de cierre no se poseerá ningún inventario. Esta política tiene como objetivo mantener un stock de inventarios bajo y seguro, para así no repercutir en gastos adicionales y producir acorde a la demanda de nuestro mercado. Cabe resaltar que el cálculo de inventario tiene en cuenta la política de ventas mensuales, lo que quiere decir que el inventario final de cada año es el de su último mes de venta correspondiente. Asimismo, tiene en cuenta el sistema FIFO (First In First Out).



Tabla 2.33: Programa de producción del año 2020 al 2025

	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
Inventario Inicial (Sacos)	0	96	153	245	392	627
Ventas (Sacos)	5,097	8,158	13,057	20,897	33,444	53,527
Inventario Final (Sacos)	96	153	245	392	627	0
Producción (Sacos)	5,193	8,215	13,149	21,044	33,679	52,900
Producción (Kg)	259,628	410,770	657,443	1,052,200	1,683,963	2,644,996

Elaboración propia.

#### 2.4.14 Requerimientos de insumos y otros

A continuación, se detallarán los requerimientos de los principales insumos que se necesitan en el proceso productivo: carbonato de litio, hidróxido de calcio, agua y sacos. Cabe resaltar que la política de adquisición de insumos será poseer lo necesario para producir de acuerdo con el programa de producción.

Tabla 2.34: Requerimientos de insumos del año 2020 al 2025.

Insumos	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
Carbonato de litio (Kg)	291,735	461,567	738,745	1,182,319	1,892,208	2,972,086
Hidroxido de calcio (Kg)	291,735	461,567	738,745	1,182,319	1,892,208	2,972,086
Agua (Lt)	2,526,524	3,997,325	6,397,777	10,239,280	16,387,157	25,739,267
Sacos (Unidades)	5,193	8,215	13,149	21,044	33,679	52,900

Elaboración propia.

#### 2.4.15 Requerimientos de servicios

##### A. Relativo al hombre

##### B.

**Instalaciones adecuadas para uso del personal:** Se dispondrá en el área de operaciones y en la administrativa con baños tanto para hombres como para mujeres; donde cada uno contará con una cabina para personas con discapacitados amoblado según la norma A.120. Del mismo modo, la empresa tendrá un comedor con la capacidad necesaria para todo el personal; donde los empleados podrán tener refrigerio. Los baños serán de 11m x 3.5m, las áreas administrativas de 13.5m x 13.6m y el comedor de 10.8m x 5m. El detalle de las medidas internas de dichas áreas se presenta en los capítulos siguientes.

**Vías de acceso:** Se tendrá vías de acceso tanto para la entrada como para la salida del personal; estas no intervendrán con el flujo de materia prima o productos terminados. Asimismo, se tendrá entradas y salidas especiales para las personas con discapacidad (rampas especiales). Adicionalmente, habrá salidas de emergencia en el área de operación y administración. Para finalizar, se tendrá una zona de estacionamiento regular y de discapacitados; con una entrada de gran tamaño para los camiones que transportan la materia prima e insumos, así como la salida de productos terminados.

**Protección en caso de incendios:** La compañía tomará en cuenta medidas de prevención contra incendios para poder salvaguardar las instalaciones y maquinaria, pero en especial la integridad de sus colaboradores.

- Capacitar al personal en materia de prevención de riesgos laborales y en medidas de protección contra incendios y ante una posible evacuación.
- Señalización para la evacuación.
- Mantener libre las salidas de emergencia.
- Contar con equipos contra incendios en cada área de la planta (extintores).
- Verificar cada cierto tiempo el estado de las instalaciones eléctricas.

**Calefacción y ventilación:** La planta contará con un ambiente propicio tanto para el personal como para el producto que se está realizando para esto se implementará un sistema de aire acondicionado. Adicionalmente, se tendrá extractores para poder eliminar contaminantes que puedan ser perjudiciales para el proceso o empleados.

**Enfermería:** Dentro de las instalaciones se contará con un tópico donde se podrá atender cualquier emergencia emergente a lo largo periodo laboral. Según la guía de diseño de instalaciones el área mínima para las instalaciones médicas debe ser de 3.35m<sup>2</sup>, por ello se estimó un área de 16m<sup>2</sup>, siendo las dimensiones 4m x 4m.

**EPP's:** Los operarios contarán con los implementos de seguridad necesarios para la realización de sus actividades productivas.

**Iluminación:** Las instalaciones de la planta contará con una iluminación óptima gracias a las siguientes medidas.

- Un programa de mantenimientos de fuentes de luz; consistirá en limpiar las fuentes o reemplazarlas si es necesario y toda la responsabilidad caerá en el área de mantenimiento
- Pintar las instalaciones con colores claros
- Se aprovechará al máximo la luz natural, disponiendo de ventanas en los espacios de trabajo, las cuales darán la luz del día durante la jornada de trabajo.

### **C. Relativo a la máquina**

**Mantenimiento:** La planta tendrá un programa preventivo ante posibles fallas de maquinaria el cual consistirá en una inspección mensual de las maquinarias en mención, así como la continua capacitación de los operarios para su uso correcto. Por otro lado, se implementará un área de manteamiento donde se llevará a cabo todas las actividades referentes a esta; esta incluirá colaboradores altamente especializado para el mantenimiento de la maquinaria.

**Distribución de líneas de servicios auxiliares:** Dentro de estos servicios se destacan los de instalaciones eléctricas y abastecimiento de agua.

- **Abastecimiento de agua:** Se empleará un uso correcto del agua para la limpieza de las maquinas tanto interior como exterior. Por lo mismo, se instalará puntos de recojo de agua que permitan el mínimo esfuerzo para obtenerla dentro de toda la planta; esto se hará con un conjunto de tuberías.
- **Instalaciones eléctricas:** Se tendrá un mayor cuidado con las instalaciones eléctricas ya que constituyen un gran riesgo para la planta; puesto que pueden causar accidentes. Del mismo modo, se debe tomar en cuenta que se cumpla con la demanda de energía para el correcto funcionamiento de la planta.

### **D. Relativo al material**

**Control de calidad:** Se realizará un muestreo cada 10 lotes para verificar la calidad del material que ingresa a la planta (carbonato de litio). La planta tendrá un área especial de control de calidad.

**Control de producción:** Durante algunos de los procesos fundamentales para la producción de hidróxido de litio tales como la reacción y secado; se realizará un control de la temperatura; con la finalidad de salvaguardar la integridad y las características del producto que la empresa desarrolla. Todo esto mediante personal capacitado, maquinarias e instalaciones adecuadas. Al igual que el control de calidad se tendrá un área de control de producción.

**Control de rechazos, normas y desperdicios:** Por política de la empresa y por la Norma ISO 17025 (requisito 5.3” Instalaciones y condiciones ambientales”), está contará con un programa de tratamiento de residuos sólidos, gases y líquidos. Donde se tendrá extractores para los gases, así como tanques de almacenamiento de desperdicios

para su posterior tratamiento; asimismo. una parte se utilizará como reflujó luego de su tratamiento. Por el lado de rechazos, al igual que la entrada de materia prima e insumos, se toma una muestra de un saco cada 10 lotes para garantizar la calidad del producto.

#### 2.4.16 Disposición de planta

##### Cálculo del área requerida para la producción

Para determinar el área mínima de producción requerida se utilizará el método Guerchet, con el cual se calculará la superficie total de cada máquina compuesto por la superficie estática, de gravitación y evolución. Cabe resaltar que para el punto de espera de materias primas y productos terminados se tendrá una capacidad 2 sacos por nivel y se tendrá 10 niveles, esto nos otorga un total de 20 sacos por parihuela.

A continuación, se muestra el análisis de los diferentes puntos de espera:

- Hidróxido de calcio y carbonato de litio en parihuelas (2)

$$\frac{1.20m^2}{0.88m^2} \times 100 = 136.4 \%$$

Al ser mayor a 30%, se considera un punto de espera independiente.

- Tanque de almacenamiento de los reactantes (1)

$$\frac{0.5m^2}{3.14m^2} \times 100 = 16 \%$$

Al ser menor a 30%, no se considera un punto de espera independiente

- Tanques de almacenamiento de carbonato de litio en los decantadores (4)

$$\frac{0.5m^2}{4.91m^2} \times 100 = 10.24 \%$$

Al ser menor a 30%, no se considera un punto de espera independiente.

- Productos terminados en parihuela (1)

$$\frac{1.2m^2}{3.15m^2} \times 100 = 38.10 \%$$

Al ser mayor a 30%, se considera un punto de espera independiente.

Tabla 2.35: Datos del método de Guerchet

	L	A	H	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ss x n x h	Ss x n	
<b>Elementos estáticos</b>												
Mezclador 1	ø 1.06	-	1.81	2	1	0.88	1.76	0.33	2.98	1.60	0.88	
Parihuela de carbonato de litio	1.20	1.00	1.25	-	1	1.20	-	0.15	1.35	1.50	1.20	
Mezclador 2	ø 1.06	-	1.81	2	1	0.88	1.76	0.33	2.98	1.60	0.88	
Parihuela de hidróxido de calcio	1.20	1.00	1.25	-	1	1.20	-	0.15	1.35	1.50	1.20	
Reactor	ø 2	-	3.00	2	1	3.14	6.28	1.18	10.60	9.42	3.14	
<del>Tanque de almacenamiento reactantes</del>	<del>ø 0.8</del>	<del>-</del>	<del>1.00</del>	<del>-</del>	<del>1</del>	<del>0.50</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	
Decantador 1	ø 2.5	-	3.51	2	1	4.91	9.82	1.84	16.57	17.23	4.91	
<del>Tanque de almacenamiento 1 CaCO3(s)</del>	<del>ø 0.8</del>	<del>-</del>	<del>1.00</del>	<del>-</del>	<del>1</del>	<del>0.50</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	
Decantador 2	ø 2.5	-	3.51	2	1	4.91	9.82	1.84	16.57	17.23	4.91	
<del>Tanque de almacenamiento 2 CaCO3(s)</del>	<del>ø 0.8</del>	<del>-</del>	<del>1.00</del>	<del>-</del>	<del>1</del>	<del>0.50</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	
Decantador 3	ø 2.5	-	3.51	2	1	4.91	9.82	1.84	16.57	17.23	4.91	
<del>Tanque de almacenamiento 3 CaCO3(s)</del>	<del>ø 0.8</del>	<del>-</del>	<del>1.00</del>	<del>-</del>	<del>1</del>	<del>0.10</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	
Decantador 4	ø 2.5	-	3.51	2	2	4.91	9.82	1.84	33.13	34.46	9.82	
<del>Tanque de almacenamiento 4 CaCO3(s)</del>	<del>ø 0.8</del>	<del>-</del>	<del>1.00</del>	<del>-</del>	<del>2</del>	<del>0.10</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	<del>-</del>	
Filtro prensa	4.27	1.50	1.40	1	4	6.41	6.41	1.60	57.65	35.87	25.62	
Sistema de evaporación de triple efecto	7.30	2.50	13.30	1	4	18.25	18.25	4.56	164.25	970.90	73.00	
Centrífuga separadora	3.50	1.00	1.30	1	1	3.50	3.50	0.88	7.88	4.55	3.50	
Secador rotatorio de cambio indirecto	6.00	2.16	2.48	1	1	12.95	12.95	3.24	29.15	32.06	12.95	
Envasadora semiautomática	3.00	1.05	2.80	1	1	3.15	3.15	0.79	7.09	8.82	3.15	
Parihuela de productos terminados	1.20	1.00	1.25	-	1	1.20	-	0.15	1.35	1.50	1.20	
										<b>368.10</b>	1,153.97	150.07
<b>Elementos móviles</b>												
Carretilla	0.99	0.70	1.34	-	1	0.69	-	-	0.69	0.93	0.69	
Montacargas	3.50	1.50	2.00	-	2	10.50	-	-	21.00	42.00	21.00	
Operarios	-	-	1.65	-	9	0.50	-	-	-	7.43	4.50	
										50.35	26.19	
										Hem	1.92	
										Hee	7.69	
										k	0.1250	

Elaboración propia

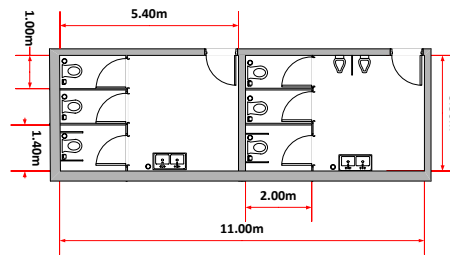
Se determina que el área de producción mínima requerida es de 368.1 m<sup>2</sup> más al espacio que ocupa la carretilla. Con el fin de obtener una mejor distribución de máquinas y equipos y la facilidad para la movilidad de los equipos de acarreo entrantes, en este caso los montacargas, se determinó que el área de producción necesaria para el presente proyecto es de 384 m<sup>2</sup> (25.8m x 16.3m).

### Cálculo de otras áreas requeridas

- **Servicios**

En base a la guía de servicios sanitarios del curso de diseño de instalaciones se ha considerado para los baños 2 lavatorios, 3 inodoros y adicionales 2 urinarios para el baño de hombres. Como la distancia máxima de recorrido para acceder a un servicio sanitario no debe ser mayor a 50m, se consideró conveniente establecer 2 baños áreas de SSHH. El área de cada servicio sanitario será de 38.5 m<sup>2</sup>.

Figura 2.24: Área de los servicios sanitarios (Mujer – Hombre)

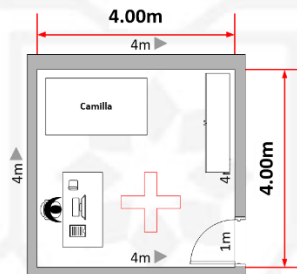


Elaboración propia

- **Tópico**

El tópico es un área importante para poder reaccionar rápidamente si ocurriera algún accidente dentro de las instalaciones de nuestra planta. Dentro de esta área se colocará una camilla, un escritorio, sillas y un estante para colocar medicinas. Según la guía de diseño de instalaciones el área mínima para las instalaciones médicas debe ser de  $3.35\text{m}^2$ , por ello se estimó un área de  $16\text{m}^2$ , siendo las dimensiones  $4\text{m} \times 4\text{m}$ .

Figura 2.25: Área del tópico

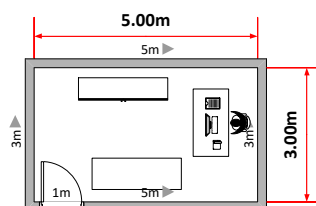


Elaboración propia

- **Área de calidad**

En esta área el técnico de laboratorio analiza las distintas características del hidróxido de litio para asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas preestablecidas. Es un área muy importante considerando que el producto que ofrecemos es uno de los de más alta pureza del mercado y exclusivamente para clientes industriales.

Figura 2.26: Área de control de calidad

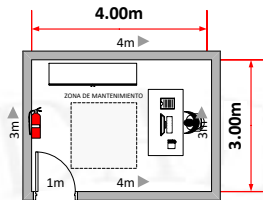


Elaboración propia

- **Área de mantenimiento**

En esta área se colocará 1 escritorio, 1 silla y un estante para colocar los utensilios necesarios para realizar mantenimiento a los diferentes equipos y máquinas involucrados en el proceso productivo.

Figura 2.27: Área de mantenimiento

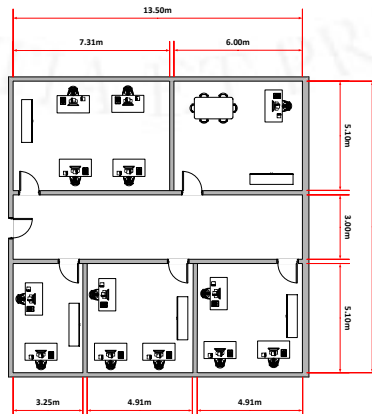


Elaboración propia

- **Oficinas administrativas**

Las oficinas del personal administrativo estarán separadas según las diferentes gerencias que existen en nuestra compañía: Operaciones, finanzas, comercial y recursos humanos. En cada oficina se encontrará el gerente a cargo junto con sus subordinados correspondientes, cada uno contando con un su equipo de trabajo (computadora, silla, escritorio, impresora, estantes). El tamaño de cada oficina será directamente proporcional al número de colaboradores que trabajen dentro de ella. Cabe resaltar que esto no aplica para el gerente general el cual tendrá una oficina aparte donde contará con todo su equipo necesario. Se ha considerado dentro del área un pasadizo de 3 m de ancho. Por la disposición de las oficinas dentro del área de administración, el área total será de 183.6m<sup>2</sup>.

Figura 2.28: Área de oficinas administrativas

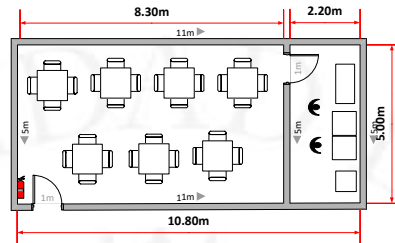


Elaboración propia

- **Comedor**

Para calcular el área del comedor se considerará un área de 0.95 m<sup>2</sup> por persona, sin tomar en cuenta la cocina. Por lo tanto, al tener en la planta 26 colaboradores se estimó un área mínima de 24.7 m<sup>2</sup> más la cocina, en total el área del comedor será de 54m<sup>2</sup> para asegurar un ambiente cómodo.

Figura 2.29: Área del comedor



Elaboración propia

- **Almacén de productos terminados**

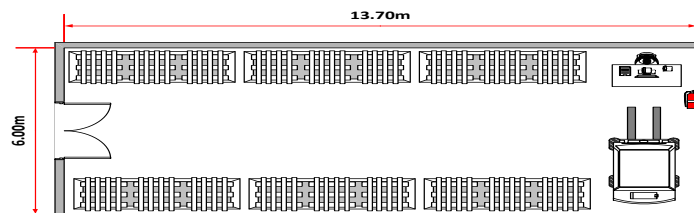
El almacén de productos terminados será calculado de acuerdo al inventario máximo final que se tendrá en el año 5, el cual es de 627 sacos, teniendo en cuenta que en cada parihuela se pueden almacenar 10 sacos de 50 kg se necesitarán 55 parihuelas en total. Asimismo, los racks paletizados tendrán 4 niveles y que en cada nivel se puede almacenar 3 parihuelas, el rack paletizado será hecho a pedido con las siguientes especificaciones técnicas. (12 parihuelas por rack). Asimismo, se ubicará un montacargas y un escritorio.

Tabla 2.36: Ficha técnica de rack paletizado.

Nota Técnica de Máquinas y Equipos		Imagen Referencial
Nombre: Rack Paletizado		
Modelo: E0077715		
Precio: USD\$ 1200		
Datos Técnicos	Dimensiones (mm)	
3 parihuelas por nivel (suelo + 3 niveles de carga) Peso máximo: 4500 kg / nivel	Longitud: 3600 Ancho: 1100 Altura: 4500	

Fuente: Noegashop

Figura 2.30: Área del almacén de productos terminados.



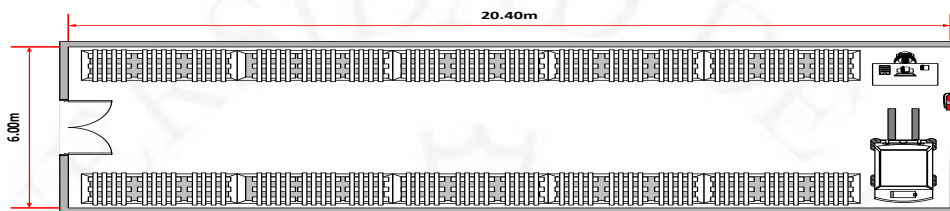
Elaboración propia



- **Almacén de materias primas**

El almacén de materia prima responderá directamente a la política de compra de la empresa, la cual es por mes, teniendo en cuenta el máximo requerimiento mensual de la materia prima es de aproximadamente 2350 sacos de hidróxido de calcio y 2350 sacos de carbonato de litio. Por lo que, en total, tomando de referencia las especificaciones del rack paletizado y las parihuelas previas se estima un total de 10 racks paletizados. Asimismo, se ubicará un montacargas y un operario con su respectivo escritorio.

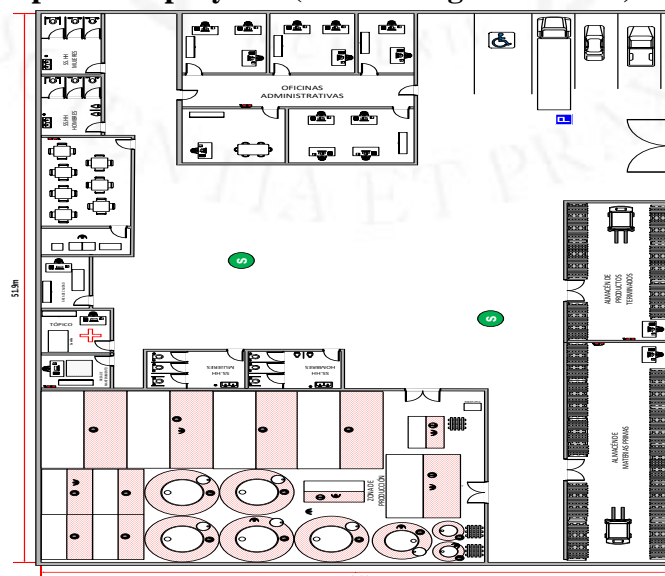
Figura 2.31: Área del almacén de materias primas



Elaboración propia

Las zonas para discapacitados fueron tomadas en cuenta en el diseño del área de los servicios higiénicos, ya que se puso un baño especializado para dichas personas (1.4m x 2m). Asimismo, se dispuso de un estacionamiento especializado de 3.5m x 5m, el cual posee su propia señalización. Sus gráficos se encuentran en las áreas respectivas. Por otro lado, el diseño general y la disposición en planta de las diferentes áreas previamente detalladas tomará en cuenta la función del área y sus relaciones entre ellas. A continuación, se muestra la disposición de planta para el presente proyecto.

**Presentación del plano del proyecto (Con áreas gravitatorias)**



Elaboración propia



Según el diagrama de Gantt realizado previamente podemos concluir que el proyecto tardaría en establecerse en 44 días y si el inicio de obras es el primer día de enero del año 2020 sus actividades productivas comenzarían el 14 de febrero del mismo año.

## 2.5 Organización y administración

### 2.5.1 Organización pre - operativa y operativa

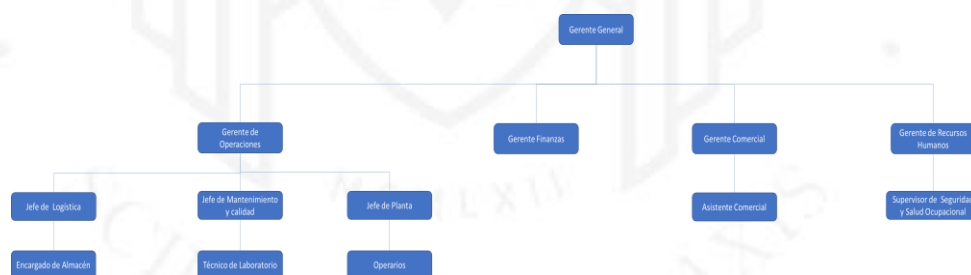
La organización de la empresa es fundamental para lograr el éxito de esta, ya que permite aprovechar mejor los recursos disponibles con el fin de maximizar la rentabilidad y asegurar un crecimiento de las utilidades.

Una correcta organización empresarial elimina la duplicidad de esfuerzos y muestra el orden jerárquico que hay dentro de la organización, además de los canales de comunicación que deben seguir los colaboradores para cumplir con sus funciones.

#### Organización pre – operativa

La organización preoperativa es importante para cualquier proyecto. Este busca que la empresa se encuentre lista para operar en el menor tiempo posible, además de reducir gastos en sueldos que sean innecesarios hasta que inicie la operación de la compañía. Esta tenderá a convertirse en el esquema de organización operativa que se muestra en el siguiente punto.

Figura 2.32: Organigrama preoperativo



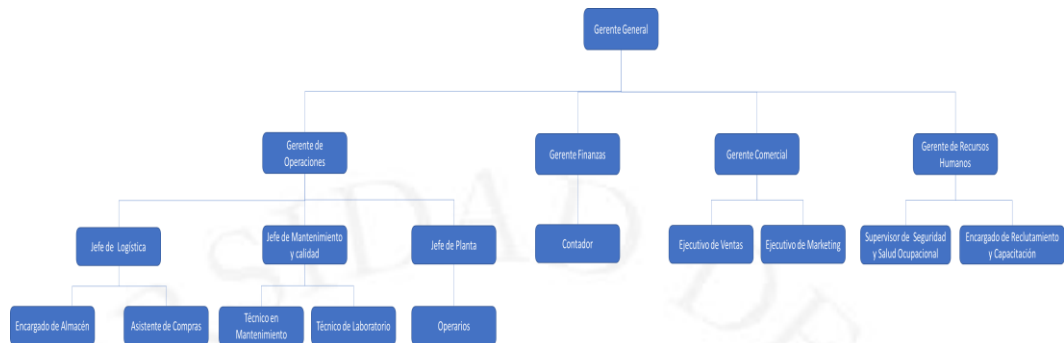
Elaboración propia

#### Organización operativa

Cómo se mencionó anteriormente, gracias a la elaboración de la organización empresarial podemos eliminar la duplicidad de esfuerzos, mostrar el orden jerárquico en la organización y los canales de comunicación que deben seguir los colaboradores para cumplir con sus funciones.

Para un desempeño eficaz y eficiente de la organización se ha considerado la siguiente organización empresarial. La función de cada puesto se desarrollará en el punto 2.5.4.

Figura 2.33: Organigrama operativo



Elaboración propia

## 2.5.2 Visión, misión y objetivos estratégicos

La visión y misión son las bases que determinan la dirección que sigue una empresa bajo las cuáles se establecen sus estrategias y objetivos. Estos definen el propósito de la organización y lo que desea ser a futuro. Por ello, deben ser comunicadas e interiorizadas por todos sus colaboradores, así sus decisiones y acciones serán en función de lograr las metas establecidas y alcanzar la visión propuesta en un futuro.

### Visión

La visión explica la situación futura que quiere alcanzar la empresa. Para que pueda ser interiorizada, la visión no debe ser muy extensa y debe ser motivadora para servir como guía en las decisiones que tomen los colaboradores de la organización. La visión de nuestra empresa es la siguiente:

Ser uno de los principales proveedores de hidróxido de litio en Sudamérica, reconocidos por la calidad de nuestro producto y los valores de nuestra compañía.

### Misión

La misión es la razón de ser de la empresa; es decir, explica cuál es su actividad principal.

Esta comunica a que clientes busca satisfacer, qué necesidades satisface y cómo satisface estas necesidades. La misión de nuestra empresa es la siguiente:

Somos una empresa proveedora de hidróxido de litio de alta pureza a empresas productoras de baterías eléctricas que se encuentran comprometidas con la revolución energética del mundo.

## **Objetivos estratégicos**

“Los objetivos estratégicos se refieren a resultados que indican si una organización está fortaleciendo su posición en el mercado, su vitalidad competitiva y sus perspectivas futuras” (Thompson et al., 2015).

Los objetivos estratégicos de la empresa son los siguientes:

- Desarrollar e implementar un programa de evaluación de desempeño y recompensas en el primer año de funcionamiento de la empresa.
- Aumentar la participación de mercado en 5% anual durante la vida del proyecto.
- Implementar un Sistema de Gestión de Calidad en el primer año de funcionamiento de la empresa.
- Incrementar la productividad de la empresa constantemente durante la vida del proyecto.
- Implementar plan de Gestión Ambiental en el primer año de funcionamiento de la empresa.
- Desarrollar programas de capacitación y especialización que involucren por lo menos al 15% de los colaboradores anualmente.

### **2.5.3 Aspectos legales**

En este punto se mencionará todo lo necesario para constituir una empresa en Chile, ya que es el lugar donde se ubicará la planta industrial.

#### **Sociedad**

Según Mulatti (2017) en Chile existen 4 tipos sociedades principales para constituir una empresa. Estas son:

- Empresa Individual de Responsabilidad Limitada (EIRL)
- Sociedad de Responsabilidad Limitada
- Sociedad Anónima
- Sociedad por Acciones

En el siguiente cuadro se observa una comparación entre los 3 tipos más importantes de sociedades que podrían ser una opción para el proyecto.

Tabla 2.37: Características de sociedades en Chile

Nombre	Sociedad de Responsabilidad Limitada	Sociedad por Acciones	Sociedad Anónima Cerrada
Abreviatura	Ltda.	SpA.	S.A.C.
Normas	Ley N° 3.918 que crea las Sociedades de Responsabilidad Limitada. Artículos 455 - 456 del Código de Comercio. Artículos 2053 - 2115 del Código Civil.	Artículos 424 - 450 del Código de Comercio. Ley N° 20.190 Introduce adecuaciones tributarias e institucionales para el fomento de la industria de capital de riesgo y continúa el proceso de modernización del mercado de capitales. Ley N° 18.046 Ley sobre sociedades anónimas.	Ley N° 18.046 Ley de sociedades anónimas DS N° 702 del Ministerio de Hacienda.
Razón Social	Puede contener el nombre de uno o más de los socios o bien una referencia al objeto de la sociedad y debe terminar con la expresión 'Limitada'.	Se puede señalar cualquier nombre siempre que la frase termine con la expresión 'SpA'.	Se puede señalar cualquier nombre siempre que la frase termine con la expresión 'Sociedad Anónima' o S.A.
Número de socios o accionistas	Debe tener al menos 2 y puede llegar a tener hasta 50 socios. Los socios pueden ser personas naturales o personas jurídicas.	Puede tener desde un accionista que pueden ser personas naturales o jurídicas.	Desde dos personas que pueden ser naturales o jurídicas.
Administración	La administración puede ser conjunta entre los socios, indistinta o incluso se puede elegir un representante que no sea socio de esta.	La administración en la SpA es libre, puede ser administrada por una o más personas naturales. Se pueden usar las figuras de directorio, gerente, administradores e incluso un tercero puede ser designado en el estatuto social como administrador.	La administración de la sociedad anónima la ejerce un directorio elegido por la junta de accionistas. El directorio no podrá estar integrado por menos de tres directores.
Representante Legal	Pueden ser los socios o un tercero ajeno a la sociedad. El representante legal, tiene la representación judicial y extrajudicial.	Pueden ser los accionistas o un tercero ajeno a la sociedad.	Estará a cargo de los directores o de sus suplentes en caso de que ellos se ausenten o quien designen.
Responsabilidad	Los socios serán responsables hasta el monto de sus aportes sociales.	Los accionistas serán responsables hasta el monto de sus aportes.	Los accionistas serán responsables hasta el monto de sus aportes.

Fuente: tuempresaenundia.cl

El tipo de sociedad anónima a elegir será la Sociedad Anónima Cerrada.

Esta forma de administración es común en Chile y es planteada principalmente para las empresas de capital de riesgo. La sociedad anónima cerrada es formada por el aporte de dos o más socios o accionistas a un fondo común que es administrado por un directorio. Es importante mencionar que las acciones en este tipo de sociedad no pueden ser ofertadas públicamente salvo que sean sometidas voluntariamente a la fiscalización de la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS).

### Régimen cambiario

Según el Comité de Inversiones Extranjeras de Chile (CIEChile), las inversiones extranjeras son reguladas por el Compendio de Normas de Cambios Internacionales del Banco Central y el Estatuto de Inversión extranjera (DL N° 600). Siendo el primero un sistema que opera a través de entidades bancarias comerciales que contempla divisas y créditos. Mientras que el segundo dispone que a esta inversión se le apliquen los regímenes tributarios, arancelarios y jurídicos aplicables a la inversión nacional, cumpliendo con el principio de no discriminación.

Las características principales de estos dos mecanismos se muestran a continuación.

Figura 2.34: Características de los mecanismos de inversión

Capítulo XIV	Decreto Ley 600
Se aplica a cualquier operación de más de US\$ 10.000.	Es voluntario. Opera en la primera inversión por montos superiores a US\$5 millones en divisas y US\$2,5 millones en otras modalidades.
No se suscribe contrato.	Se suscribe contrato con el Estado de Chile, previa autorización por conformidad o autorización directa del CIE.
No existe obligación de liquidar las divisas a pesos chilenos.	Las divisas se deben liquidar a pesos chilenos.
Acceso al MCF se rige por regulación al momento de realizar la operación.	Garantiza acceso al MCF en cualquier momento.
No hay plazo mínimo para realizar la operación.	La remesa de capital sólo puede hacerse pasado un año. La remesa de utilidades no está sujeta a plazo.
Se rige por un régimen tributario común.	Permite optar por un régimen de invariabilidad tributaria (arts. 7, 11 bis y 11 ter).

Fuente: Comité de Inversiones Extranjeras

### Régimen tributario

**Impuesto a la renta:** Este impuesto se divide en dos categorías, siendo la primera la que se aplica a los ingresos provenientes de la industria, el comercio y otros que involucran el uso del capital, a diferencia de la segunda que se aplica a los ingresos provenientes de servicios de trabajadores dependientes.

Para la empresa se aplica el impuesto de primera categoría que actualmente es del 27% para el régimen semi integrado.

Figura 2.35: Tipo de régimen tributario

Año	Régimen renta atribuida	Régimen parcialmente integrado
2017	25%	25,5%
2018 y siguientes	25%	27%

Fuente: Deloitte. (2018)

Además, existe un impuesto adicional del 35% sobre los dividendos, retiros y remesas de las utilidades obtenidas por empresas de propiedad de accionistas o socios no domiciliados en Chile.

#### 2.5.4 Manual de funciones

El manual de funciones sirve como guía para los colaboradores. Este proporciona las funciones principales que deben cumplir debido al puesto que ocupan. Además, permite detectar duplicidad de funciones dentro de la organización. Es importante resaltar que el manual de funciones debe actualizarse conforme lo requiera la organización.

**Tabla 2.38: Manual de funciones**

<b>Puesto</b>	<b>Función</b>
Gerente General	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Designar todos los puestos Gerenciales</li> <li>• Planear las estrategias y objetivos empresariales</li> <li>• Supervisar la labor de los gerentes a su cargo</li> <li>• Ser el principal nexo entre los accionistas y los colaboradores</li> <li>• Analizar el desempeño de la organización y ser el líder principal dentro de ella</li> </ul>
Gerente de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar el proceso productivo de la organización</li> <li>• Supervisar a los jefes a su cargo</li> <li>• Mejorar la productividad del proceso productivo</li> <li>• Asegurar la calidad del proceso productivo</li> </ul>
Gerente Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar la estrategia financiera junto al Gerente General</li> <li>• Elaborar los presupuestos de la organización</li> <li>• Analizar y proponer oportunidades de inversión</li> <li>• Supervisar la labor del personal a su cargo</li> </ul>
Gerente Comercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar la labor del personal a su cargo</li> <li>• Elaborar estrategias comerciales</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los canales de distribución</li> <li>• Analizar las oportunidades del mercado</li> <li>• Negociar directamente con los clientes de la empresa</li> </ul>
Gerente de Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar las pautas y criterios sobre los que se basará la elección de personal</li> <li>• Generar un gran ambiente de trabajo en toda la organización</li> <li>• Generar actividades para motivar las relaciones laborales</li> <li>• Supervisar la labor del personal a su cargo</li> <li>• Establecer un programa de evaluación y recompensas para los colaboradores</li> </ul>
Jefe de Logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar planes para el área de Logística</li> <li>• Supervisar las actividades de compra de materiales</li> <li>• Controlar el stock de materia prima, insumos y producto terminado</li> <li>• Supervisar la labor del personal a su cargo</li> <li>• Elaborar informes para el Gerente de Operaciones</li> </ul>
Jefe de Mantenimiento y Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un plan de mantenimiento anual</li> <li>• Elaborar y aprobar las especificaciones técnicas del producto</li> <li>• Implementar un Sistema de Calidad</li> <li>• Proponer nuevas tecnologías para el proceso productivo</li> <li>• Elaborar informes para el Gerente de Operaciones</li> </ul>
Jefe de Planta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar planes de producción</li> <li>• Mejorar la productividad del proceso productivo</li> <li>• Supervisar la labor de los operarios y motivarlos</li> <li>• Implementar políticas medio ambientales</li> <li>• Encontrar oportunidades de mejora dentro del proceso productivo</li> <li>• Elaborar informes para el Gerente de Operaciones</li> </ul>
Contador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir con las obligaciones fiscales</li> <li>• Producir informes para el Gerente Financiero</li> <li>• Llevar los registros contables de la empresa</li> </ul>
Ejecutivo de Ventas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el plan de ventas</li> <li>• Elaborar informes de ventas</li> <li>• Asistir a reuniones con clientes y futuros clientes</li> <li>• Colaborar con el Gerente Comercial en la formulación del plan de Ventas</li> </ul>
Ejecutivo de Marketing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el plan de marketing</li> <li>• Elaborar análisis de mercado de Litio en el mundo</li> <li>• Gestionar la relación con los clientes junto al departamento comercial</li> <li>• Colaborar con el Gerente Comercial en la formulación del plan de Marketing</li> </ul>
Supervisor de Seguridad y Salud Ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar políticas preventivas contra accidentes laborales</li> <li>• Capacitar a los colaboradores en temas de seguridad y salud ocupacional</li> <li>• Elaborar informes mensuales acerca de seguridad y salud en la empresa</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar revisiones a las instalaciones</li> </ul>
Encargado de Reclutamiento y Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar el programa de evaluación de colaboradores</li> <li>Implementar el programa de capacitaciones</li> <li>Colaborar con las demás áreas para la contratación de colaboradores</li> </ul>
Encargado de Almacén	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener registros de inventario</li> <li>Proponer mejoras en la disposición del almacén</li> <li>Recibir la mercancía y verificar su estado</li> <li>Gestionar el almacén de acuerdo con lo establecido por el jefe de logística</li> </ul>
Asistente de Compras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyar en las negociaciones con proveedores</li> <li>Realizar análisis de precios de materiales</li> <li>Realizar informes acerca de las compras realizadas</li> <li>Estar al tanto del stock de materiales e insumos para su reposición</li> </ul>
Técnico en Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar el plan de mantenimiento</li> <li>Conocer el funcionamiento de cada máquina y herramienta</li> <li>Proponer renovación de maquinaria</li> <li>Proponer mejoras al plan de mantenimiento</li> </ul>
Técnico de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar controles de calidad a la materia prima, insumos, productos en proceso y productos terminados</li> <li>Preparar y calibrar los equipos de laboratorio</li> <li>Elaborar informes de calidad</li> </ul>
Operario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operar las máquinas involucradas en el proceso productivo</li> <li>Cumplir con el plan de producción elaborado por el jefe de planta</li> <li>Cumplir con las normas de seguridad en la planta</li> <li>Apoyar en el traslado de materiales, insumos y equipos en proceso</li> </ul>

Elaboración propia

## 2.5.5 Cálculo de gastos en remuneraciones y salarios

Los sueldos son una parte importante de los costos fijos de cada organización. El cálculo del sueldo bruto anual, en dólares, de cada trabajador se detalla a continuación:

Tabla 2.39: Cálculo del gasto total en remuneraciones

Puesto	Cantidad	Sueldo Bruto Anual	Total
Gerente General	1	78.000	78.000
Gerente de Operaciones	1	48.000	48.000
Gerente Financiero	1	48.000	48.000
Gerente Comercial	1	48.000	48.000
Gerente de Recursos Humanos	1	48.000	48.000
Jefe de Logística	1	33.000	33.000
Jefe de Mantenimiento y Calidad	1	33.000	33.000
Jefe de Planta	1	36.000	36.000
Contador	1	16.800	16.800
Ejecutivo de Ventas	1	24.000	24.000
Ejecutivo de Marketing	1	24.000	24.000
Supervisor de Seguridad y Salud Ocupacional	1	24.000	24.000
Encargado de Reclutamiento y Capacitación	1	18.000	18.000
Encargado de Almacén	2	12.000	24.000
Asistente de Compras	1	18.000	18.000
Técnico en Mantenimiento	2	12.000	24.000
Técnico de Laboratorio	1	14.400	14.400
Operario	8	7.800	62.400
Total			621.600

Elaboración propia

## 2.6 Inversión

### 2.6.1 Inversiones

La inversión es utilizar capital en un proyecto con la finalidad de incrementar su valor; es decir, obtener una ganancia futura. Las inversiones suelen conllevar un riesgo y

mientras más alto sea este, mayor rentabilidad se espera obtener por la inversión. A continuación, se detallarán las inversiones que se realizarán en activos fijos tangibles e intangibles y en el capital de trabajo permanente.

### Fija tangible

La inversión fija tangible es uno de los componentes más importantes de la inversión, ya que involucra una gran parte de la inversión para la obtención de maquinaria y equipos, muebles y enseres, terreno, edificación, etc. Los elementos de la inversión fija tangible, a excepción del terreno, serán depreciados con el paso del tiempo e incrementarán los costos operativos de la empresa. A continuación, se presenta el detalle de la inversión en activos fijos tangibles.

Tabla 2.40: Inversión en máquinas y equipos

Maquinas y equipos	Cantidad	Precio Unitario	Inversión (dólares)
Mezclador industrial	2	10.000	20.000
Reactor industrial con agitador y calefactor interno	1	30.000	30.000
Decantador - Espesador	5	4.685	23.425
Filtro prensa	4	30.000	120.000
Sistema de evaporación de triple efecto	4	85.000	340.000
Montacargas	2	13.450	26.900
Centrifuga separadora	1	20.000	20.000
Secador rotatorio de intercambio indirecto	1	20.000	20.000
Envasadora semiautomática	1	5.000	5.000
Carretilla de transporte	4	10	40
Tanque de almacenamiento industrial	5	1.500	7.500
<b>Total</b>			<b>612.865</b>

Elaboración propia

Tabla 2.41: Inversión en terreno

Terreno	
Costo m2 en dólares	160
Área necesaria (52m*37m)	1.924
<b>Total en dólares</b>	<b>307.840</b>

Elaboración propia

Un parámetro para tomar en cuenta es el valor de la Unida de Fomento chilena (UF), que fue necesario para el cálculo de las obras civiles. El valor de 1 UF es 38.53 dólares.

Tabla 2.42: Inversión en Obras Civiles

Obras Civiles	Cantidad m2	Costo (UF/m2)	Costo total en UF	Costo Total dólares
Planta	702	12	8.423	324.549
Administrativo	184	24	4.406	169.779
<b>Total</b>				<b>494.328</b>

Elaboración propia

Tabla 2.43: Inversión en muebles y enseres

Muebles y enseres	Cantidad	Precio Unitario	Inversión (dólares)
Escritorios de oficina	26	100	2.600
Sillas de oficina	26	40	1.040
Mesa para cocina	7	115	805
Refrigeradora	1	350	350
Cocina	1	200	200
Silla para cocina	28	25	700
Parihuelas	384	15	5.760
Estantes	26	90	2.340
Rack paletizado	16	1.200	19.200
Útiles de oficina			300
Total			33.295

Elaboración propia

Tabla 2.44: Inversión en equipos de cómputo

Equipos de cómputo	Cantidad	Precio Unitario	Inversión (dólares)
Computadoras	17	1.000	17.000
Impresora	5	300	1.500
Total			18.500

Elaboración propia

Tabla 2.45: Inversión fija tangible total

Rubro	Inversión (dólares)
Maquinas y equipos	612.865
Terreno	307.840
Obras Civiles	494.328
Muebles y enseres	33.295
Equipos de cómputo	18.500
Equipos de laboratorio	7.000
Total Activo Fijo Tangible	1.473.828

Elaboración propia

### Fija intangible

Aquí se toma en consideración aquellos gastos de la fase preoperativa que no son considerados como inversión en activos tangibles. Estos activos afectan el costo operativo en el estado de resultados a través de la amortización de intangibles. El detalle de estos gastos se muestra a continuación.

Tabla 2.46: Inversión fija intangible total

Rubro	Inversión (dólares)
Organización	3.500
Capacitación	5.000
Patentes y Licencias	3.000
Gastos preoperativos	25.000
Prueba, puesta en marcha	3.500
Total	40.000

Elaboración propia

## Capital de trabajo permanente

La inversión en capital de trabajo es el conjunto de recursos que son necesarios para que un proyecto pueda operar sin problemas de liquidez durante un ciclo de vida productivo. El ciclo productivo abarca desde la compra de materiales hasta la cobranza por ventas. El método utilizado fue el del déficit acumulado máximo. Se ha considerado para este cálculo una política de cobranza de 75% al contado y el resto en 30 días. La política de pagos que se consideró para el análisis fue de 60% al contado y el resto en 30 días. A continuación, se detallan los ingresos y egresos operativos mensuales del primer año del proyecto.

Tabla 2.47: Flujo de ingresos por ventas mensuales del primer año del proyecto

	Año 1											
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ventas	142,716	196,235	214,074	231,914	285,432	303,272	338,951	356,790	374,630	374,630	374,630	374,630
Cobranza												
75% al contado	107,037	147,176	160,556	173,935	214,074	227,454	254,213	267,593	280,972	280,972	280,972	280,972
25% en 30 días		35,679	49,059	53,519	57,978	71,358	75,818	84,738	89,198	93,657	93,657	93,657
Ingresos	107,037	182,855	209,614	227,454	272,052	298,812	330,031	352,330	370,170	374,630	374,630	374,630

Elaboración propia

Tabla 2.48: Flujo de egresos operativos mensuales del primer año del proyecto

	Año 1											
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Compra Carbonato de Litio	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172
60% al contado	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303
40% del mes anterior		92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869
Pago Carbonato de Litio	139,303	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172
Compra Hidroxido de Calcio	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293
Costo de requerimiento de agua	653	653	653	653	653	653	653	653	653	653	653	653
Gastos de administración y ventas fijos	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400
Sacos	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817
Mano de Obra directa	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200
CIF	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948
Total egresos	205,615	298,484	298,484	298,484	298,484	298,484	298,484	298,484	298,484	298,484	298,484	298,484

Elaboración propia

Tabla 2.49: Flujo de ingresos y egresos operativos mensuales del primer año del proyecto

	Año 1											
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ingresos	107,037	182,855	209,614	227,454	272,052	298,812	330,031	352,330	370,170	374,630	374,630	374,630
Egresos	- 205,615	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484	- 298,484
Flujo de caja operativo	- 98,578	- 115,629	- 88,870	- 71,030	- 26,432	328	31,547	53,846	71,686	76,146	76,146	76,146
Flujo de caja acumulado	- 98,578	- 214,207	- 303,077	- 374,107	- 400,538	- 400,211	- 368,664	- 314,818	- 243,132	- 166,986	- 90,841	- 14,695

Elaboración propia

Por lo tanto, la inversión en capital de trabajo permanente será de 400,538 dólares. A continuación, se muestra el total de la inversión requerida para el proyecto.

Tabla 2.50: Inversión total para el proyecto

Rubros	Total (dólares)
<b>I. Inversión fija tangible</b>	<b>1,466,828</b>
Terreno	307,840
Maquinas y equipos	612,865
Equipos de Computo	18,500
Muebles y enseres	33,295
Obras Civiles	494,328
Depreciacion total	
<b>II. Inversión fija intangible</b>	<b>40,000</b>
Organización	3,500
Capacitación	5,000
Patentes y licencias	3,000
Gastos preoperativos	25,000
Prueba, puesta en marcha	3,500
Amortizacion total	40,000
<b>III. Capital de trabajo</b>	<b>400,538</b>
<b>Sub Total</b>	<b>1,907,366</b>
Imprevistos	190,737
<b>Total inversion</b>	<b>2,098,103</b>

Elaboración propia

## 2.6.2 Financiamiento

El financiamiento es vital para cualquier proyecto de inversión, ya que es a través de este que la empresa podrá adquirir los recursos productivos necesarios para poner en marcha la operación. Asimismo, quienes financien la operación de la empresa buscarán obtener ganancias, que deberán ser generadas por la misma, para asegurar el crecimiento de la empresa. La empresa puede financiarse de distintas formas, siendo las principales los aportes de los accionistas o dueños de la empresa y la deuda que contraen con entidades financieras. En los siguientes puntos se detallará la estructura del capital de la empresa y el estado de situación financiera al año 0.

### Relación deuda/capital

Según HSBC al contratar un crédito se obtienen los siguientes beneficios, además de aumentar el capital de la empresa:

- Reducir el cargo fiscal, ya que los intereses aumentan el escudo fiscal
- Acceder a diversos servicios financieros
- Al tener un buen historial crediticio se podrá acceder a mejores condiciones de créditos

La relación deuda capital que tendrá la empresa es la siguiente:

$$\frac{\text{Pasivo}}{\text{Activo total}} = 0.45$$

Por lo tanto, la empresa financiará el 45% de sus activos mediante acreedores. La relación deuda patrimonio de la empresa será de 0.82.

A continuación, se detalla la estructura del capital de la empresa en dólares.

Tabla 2.51: Estructura del capital de la empresa

Rubro	Valor
Patrimonio	1,153,956
Pasivo	944,146
<b>Total pasivo y patrimonio</b>	<b>2,098,103</b>

Elaboración propia

A continuación, se muestran las diferentes tasas de financiamiento en Chile.

Tabla 2.52: Tasas de interés promedios de diferentes bancos chilenos.

Tasa Anual (%)	Banco Ripley	Banco Santander	Banco de Chile	Banco Consorcio	Corpbanca
Medianas empresas	4.52%	4.44%	4.54%	4.46%	4.54%

Fuente: SBIF

Por lo tanto, se escoge la tasa de interés de 4.44% anualmente del banco Santander. Asimismo, el cronograma de pagos se detallará en la parte de financiamiento.

Tabla 2.53: Cronograma de pagos

	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
Saldo inicial	944,146	944,146	803,371	656,345	502,792	342,420	174,928
Amortización		140,775	147,026	153,554	160,371	167,492	174,928
Intereses		41,920	35,670	29,142	22,324	15,203	7,767
Cuota		182,695	182,695	182,695	182,695	182,695	182,695
Saldo final	944,146	803,371	656,345	502,792	342,420	174,928	-

Elaboración propia

## Estado de situación financiera (Año 0)

A continuación, se detallará el estado de situación financiera al año 0.

Tabla 2.54: Estado de situación financiera al año 0

Activos		Pasivo	
<u>Activo Corriente</u>		<u>Pasivo Corriente</u>	
Efectivo y equivalente efectivo	591,275	Deuda a Corto Plazo	-
<b>Total Activos Corrientes</b>	<b>591,275</b>	<b>Total Pasivos Corrientes</b>	<b>-</b>
<u>Activo No Corriente</u>		<u>Pasivo No Corriente</u>	
Terrenos	307,840	Deuda a largo plazo	944,146
Edificios	494,328	<b>Total Pasivo No Corriente</b>	<b>944,146</b>
Maquinaria	612,865	<b>Total Pasivo</b>	<b>944,146</b>
Mobiliario y equipo de Oficina	51,795		
Activos Intangibles	40,000	<u>Patrimonio</u>	
<b>Total Activo No Corrientes</b>	<b>1,506,828</b>	Capital Social	1,153,956
		<b>Total Patrimonio</b>	<b>1,153,956</b>
<b>Total Activos</b>	<b>2,098,103</b>	<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>	<b>2,098,103</b>

Elaboración propia

## 2.7 Presupuestos de ingresos y egresos

### Presupuesto de ingresos

A continuación, se presenta el presupuesto de ingresos para los años 2020-2025. Este fue elaborado teniendo en consideración la política de cobranza de la empresa.

Tabla 2.55: Presupuesto de ingresos 2020-2025 en dólares

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Ventas</b>	<b>3,567,900</b>	<b>5,710,600</b>	<b>9,139,900</b>	<b>14,627,900</b>	<b>23,410,800</b>	<b>37,468,900</b>

Elaboración propia

### Presupuesto de egresos

Para elaborar el presupuesto de egresos se tuvo en cuenta el principio de devengado.

Tabla 2.56: Presupuesto de egresos en dólares del 2020 al 2025

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Compra Carbonato de Litio	2,786,070	4,407,965	7,055,011	11,291,146	18,070,586	28,383,425
Costo de requerimiento de agua	7,832	12,392	19,833	31,742	50,800	79,792
Compra Hidroxido de Calcio	87,521	138,470	221,623	354,696	567,662	891,626
Sacos	21,809	34,505	55,225	88,385	141,453	222,180
CIF (Sin depreciación)	155,375	170,374	207,419	245,835	307,316	405,722
Mano de Obra directa	98,400	98,400	98,400	98,400	98,400	98,400
Gastos de administración y ventas fijos	424,800	424,800	424,800	424,800	424,800	424,800
Pago de deuda (Cuota)	182,695	182,695	182,695	182,695	182,695	182,695
<b>Total egresos</b>	<b>3,764,502</b>	<b>5,469,601</b>	<b>8,265,008</b>	<b>12,717,699</b>	<b>19,843,712</b>	<b>30,688,640</b>

Elaboración propia

El flujo entre el presupuesto de ingresos y egresos sería el siguiente.

Tabla 2.57: Flujo entre presupuestos de ingresos y egresos en dólares del 2020 al 2025

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Ingresos</b>	3,567,900	5,710,600	9,139,900	14,627,900	23,410,800	37,468,900
<b>Egresos</b>	3,764,502	5,469,601	8,265,008	12,717,699	19,843,712	30,688,640
<b>Balance</b>	<b>-196,602</b>	240,999	874,892	1,910,201	3,567,088	6,780,260

Elaboración propia

## 2.8 Análisis económico y financiero

### 2.8.1 Reportes financieros proyectados

#### Estado de resultados

Tabla 2.58: Estados de resultados

ESTADOS DE RESULTADOS	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
Ventas	3,567,900	5,710,600	9,139,900	14,627,900	23,410,800	37,468,900
Costo de ventas	3,163,501	4,895,479	7,671,275	12,093,109	19,169,348	30,506,340
<b>Utilidad bruta</b>	<b>404,399</b>	<b>815,121</b>	<b>1,468,625</b>	<b>2,534,791</b>	<b>4,241,452</b>	<b>6,962,560</b>
Gastos de administración y ventas	424,800	424,800	424,800	424,800	424,800	424,800
Amortización	6,233	6,233	6,233	6,233	6,233	6,233
<b>Utilidad operativa</b>	<b>-26,635</b>	<b>384,088</b>	<b>1,037,592</b>	<b>2,103,757</b>	<b>3,810,419</b>	<b>6,531,527</b>
Gastos financieros	41,920	35,670	29,142	22,324	15,203	7,767
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>-68,555</b>	<b>348,418</b>	<b>1,008,450</b>	<b>2,081,433</b>	<b>3,795,215</b>	<b>6,523,760</b>
Impuesto a la renta	0	94,073	272,281	561,987	1,024,708	1,761,415
<b>Utilidad neta</b>	<b>-68,555</b>	<b>254,345</b>	<b>736,168</b>	<b>1,519,446</b>	<b>2,770,507</b>	<b>4,762,345</b>
<b>Resultados acumulados</b>	<b>68,555</b>	<b>185,791</b>	<b>921,959</b>	<b>2,441,405</b>	<b>5,211,913</b>	<b>9,974,257</b>

Elaboración propia

#### Flujo de caja de corto plazo-tesorería

Tabla 2.59: Flujo de caja del año 2020 (primer año)

FLUJO DE CAJA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ventas	142,716	196,235	214,074	231,914	285,432	303,272	338,951	356,790	374,630	374,630	374,630	374,630
Cobro durante el año	107,037	147,176	160,556	173,935	214,074	227,454	254,213	267,593	280,972	280,972	280,972	280,972
Cuenta a cobrar del año anterior	0	35,679	49,059	53,519	57,978	71,358	75,818	84,738	89,198	93,657	93,657	93,657
<b>Total Ingreso de efectivo</b>	<b>107,037</b>	<b>182,855</b>	<b>209,614</b>	<b>227,454</b>	<b>272,052</b>	<b>298,812</b>	<b>330,031</b>	<b>352,330</b>	<b>370,170</b>	<b>374,630</b>	<b>374,630</b>	<b>374,630</b>
Compra Carbonato de Litio	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172
Pago durante el año	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303	139,303
Cuenta a pagar del año anterior	0	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869	92,869
Pago Carbonato de Litio	139,303	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172	232,172
Costo de requerimiento de agua	653	653	653	653	653	653	653	653	653	653	653	653
Compra Hidroxido de Calcio	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293	7,293
Sacos	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817	1,817
CIF (Sin depreciación)	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948	12,948
Mano de Obra directa	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200
Gastos de administración y ventas fijos	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400
Pago de deuda (Cuota)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182,695
Impuesto a pagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total egresos</b>	<b>205,615</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>298,484</b>	<b>481,179</b>
<b>Movimiento de efectivo</b>	<b>-98,578</b>	<b>-115,629</b>	<b>-88,870</b>	<b>-71,030</b>	<b>-26,432</b>	<b>328</b>	<b>31,547</b>	<b>53,846</b>	<b>71,686</b>	<b>76,146</b>	<b>76,146</b>	<b>-106,550</b>
<b>Efectivo en caja inicial</b>	<b>591,275</b>	<b>492,697</b>	<b>377,068</b>	<b>288,198</b>	<b>217,168</b>	<b>190,737</b>	<b>191,064</b>	<b>222,611</b>	<b>276,457</b>	<b>348,143</b>	<b>424,289</b>	<b>500,434</b>
<b>Efectivo en caja final</b>	<b>492,697</b>	<b>377,068</b>	<b>288,198</b>	<b>217,168</b>	<b>190,737</b>	<b>191,064</b>	<b>222,611</b>	<b>276,457</b>	<b>348,143</b>	<b>424,289</b>	<b>500,434</b>	<b>393,885</b>

Elaboración propia



## Estado de situación financiera

Tabla 2.60: Estado de situación financiera del año 1

<b>Activos</b>		<b>Pasivo</b>	
<u>Activo Corriente</u>		<u>Pasivo Corriente</u>	
Efectivo y equivalente efectivo	393,885	Deuda a Corto Plazo	-
Existencias	59,316	Cuentas por pagar comerciales	92,869
Cuentas por cobrar comerciales	93,657	<b>Total Pasivos Corrientes</b>	<b>92,869</b>
<b>Total Activos Corrientes</b>	<b>546,858</b>		
<u>Activo No Corriente</u>		<u>Pasivo No Corriente</u>	
Terrenos	307,840	Deuda a largo plazo	803,371
Edificios	494,328	<b>Total Pasivo No Corriente</b>	<b>803,371</b>
Maquinaria	612,865	<b>Total Pasivo</b>	<b>896,240</b>
Mobiliario y equipo de Oficina	51,795		
Activos Intangibles	40,000	<u>Patrimonio</u>	
Depreciación acumulada	65,810	Capital Social	1,153,956
Amortización acumulada	6,233	Resultados acumulados	- 68,555
<b>Total Activo No Corrientes</b>	<b>1,434,784</b>	<b>Total Patrimonio</b>	<b>1,085,402</b>
<b>Total Activos</b>	<b>1,981,642</b>	<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>	<b>1,981,642</b>

Elaboración propia

### 2.8.2 Cálculo e interpretación de indicadores empresariales

Tabla 2.61: Indicadores del año 2019 y 2020

INDICADORES	Año 2019	Año 2020
<b>Liquidez</b>		
Razon corriente		5.89
Razon ácida		5.25
Razón de efectivo		4.24
Capital de trabajo	591,275	453,989
<b>Solvencia</b>		
Razón de deuda	0.45	0.45
Razón deuda - patrimonio	0.82	0.83
Calidad de deuda	0.00	0.10
Deuda largo plazo patrimonio	0.82	0.74
Deuda corto plazo patrimonio	0.00	0.09
<b>Rentabilidad</b>		
Margen bruto		11.33%
Margen neto		-1.92%
Rentabilidad neta del patrimonio (ROE)		-6.32%
Rentabilidad neta sobre activos (ROA)		-3.46%
Rentabilidad EBITDA		1.27%
<b>Gestión y Eficiencia</b>		
Rotacion de activos totales		1.80

Elaboración propia

### Análisis de liquidez

Se puede observar una alta tasa en las razones corriente, ácida, de efectivo y capital de trabajo; cada una más exigente que otra; lo que nos proporciona información

suficiente para poder afirmar que la empresa tendrá a lo largo de los años una mayor capacidad para atender sus deudas a corto plazo (mayor liquidez).

### **Análisis de solvencia**

Con respecto a los indicadores de solvencia, la razón deuda, deuda – patrimonio, deuda a largo plazo van disminuyendo lo que nos indica que en promedio la empresa poseerá una mayor capacidad para cumplir con sus obligaciones de pago. No obstante, la deuda a corto plazo aumentará esto debido a que incurrirá en nuevos gastos que no se tenían en cuenta en los primeros años.

### **Análisis de rentabilidad**

Al inicio estos indicadores son negativos debido a la deuda en la que incurrirá en el año 1 para empezar sus operaciones, pero luego de ver un crecimiento en las ventas se podrá observar que los cinco indicadores que tomamos en cuenta a futuro crecerán algunos pasando de ser negativos a positivos lo que nos indicará que existirá un buen nivel de eficiencia operativa de la empresa para generar utilidad.

### **Análisis de gestión y eficiencia**

El único indicador calculado fue el de rotación activos totales que nos indica, con su crecimiento a futuro, que la eficiencia en el uso de activos para generar ventas será mucho óptima a lo largo de los años.

## **2.8.3 Determinación de flujos de fondos futuros**

### **F.F. económico – F.F. financiero**

Tabla 2.62: Flujos de fondos

<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>Año 2019</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Año 2021</b>	<b>Año 2022</b>	<b>Año 2023</b>	<b>Año 2024</b>	<b>Año 2025</b>
<b>NOPAT</b>		-26,635	280,384	757,442	1,535,743	2,781,606	4,768,014
Inversión	-2,098,103						
Depreciación y Amortización		72,044	72,044	72,044	72,044	72,044	72,044
Valor en libros							1,074,566
Capital de trabajo							400,538
<b>Flujo de fondos económico</b>	<b>-2,098,103</b>	<b>45,409</b>	<b>352,428</b>	<b>829,486</b>	<b>1,607,786</b>	<b>2,853,649</b>	<b>6,315,162</b>
Préstamo	944,146						
Cuota		-182,695	-182,695	-182,695	-182,695	-182,695	-182,695
Escudo fiscal por intereses		11,318	9,631	7,868	6,027	4,105	2,097
<b>Flujo de fondos financiero</b>	<b>-1,153,956</b>	<b>-125,968</b>	<b>179,363</b>	<b>654,658</b>	<b>1,431,119</b>	<b>2,675,059</b>	<b>6,134,564</b>

Elaboración propia

## 2.9 Evaluación económica y financiera

### 2.9.1 Cálculo e interpretación de indicadores

Para el cálculo de nuestros indicadores primero definiremos el costo de oportunidad del proyecto teniendo en cuenta que será una empresa establecida en Chile y su mercado en China. Cabe resaltar que el rendimiento esperado y la tasa libre de riesgo fueron brindadas por el laboratorio de mercado de capitales de la Universidad de Lima, y el Beta no apalancada de NYU Stern, la beta apalancada fue calculada teniendo en cuenta la relación deuda capital y el impuesto chileno.

Tabla 2.63: Parámetros para el cálculo del costo de oportunidad.

METODO CAPM	
Tasa libre de riesgo	4.407%
Rendimiento esperado del mercado	11.94%
Beta no apalancada	1.42
Deuda	944,146
Capital	1,153,956
Beta apalancada	2.27
COK	<b>21.49%</b>

Fuente: Elaboración propia. Mercado de capitales Universidad de Lima. Betas NYU Stern.

Si bien el COK calculado es de 21.49%, para el proyecto se decidió exigirle un 25% acorde a las exigencias de la compañía y sus accionistas.

Figura 2.36: Indicadores de evaluación económica y financiera

<b>VAN FINANCIERO</b>	2,266,136
<b>TIR</b>	55.1%
<b>B/C</b>	2.96
<b>Periodo de Recupero (PR)</b>	5 años 2 meses 29.76 días

Elaboración propia

Al darnos un VAN financiero positivo se concluye que al final del proyecto recuperaremos la inversión requerida y además obtenemos el retorno que estábamos buscando al establecer la tasa en 25% (COK). Al final de la vida del proyecto se obtendrá ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

Por otro lado, con un TIR de 55.1% el proyecto de inversión será aceptado ya que la tasa de rendimiento interno que obtendremos es mayor a la tasa mínima de rentabilidad en este caso es mayor a un COK de 25%.

Respecto al indicador de beneficio – costo nos da un resultado de 2.96, esto quiere decir que los beneficios son aproximadamente tres veces que los costos, lo cual haría que el proyecto sea viable.

Finalmente, el periodo de recupero para el presente proyecto será de 5 años, 2 meses y 29 días, lo que significa que toda la inversión será recuperada al cumplirse ese intervalo de tiempo.

## 2.9.2 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es usado para tomar decisiones acertadas acerca de la inversión de sus capitales. Inicialmente se identificó las variables independientes (precio, demanda, COK, impuestos, Carbonato de Litio y Eficiencia del proceso) y los ubicamos en 3 escenarios (pesimista, probable y optimista). Con todos estos datos ejecutaremos el análisis de sensibilidad.

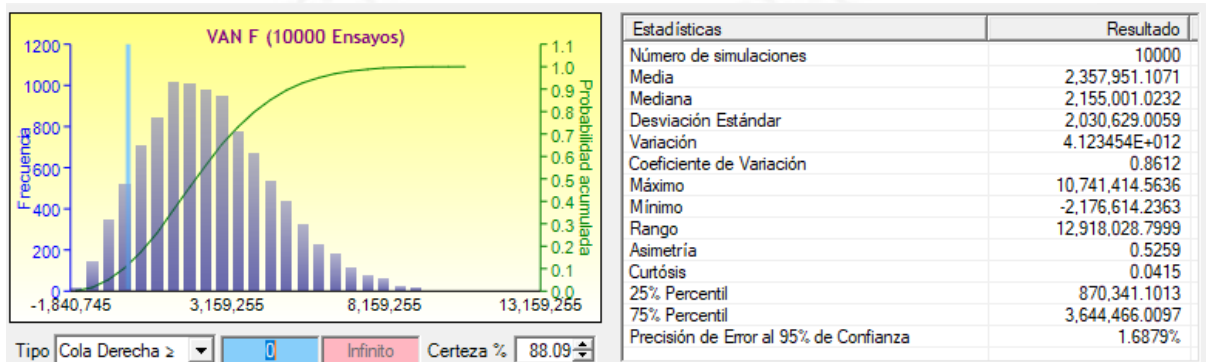
Tabla 2.64: Variables independientes con sus respectivos escenarios

Variables independientes	Escenario Pesimista	Escenario probable	Escenario optimista
Precio	600	700	820
Demanda	2,500	5,097	7,500
COK	30.00%	25.0%	21.49%
Impuesto	30%	27.00%	25%
Carbonato de Litio (Ton)	12,500	9,550.0	8,500
Eficiencia del proceso	86.00%	88.99%	92.00%

Elaboración propia

Luego se realizó la simulación de Montecarlo en el cual se obtuvo como resultado una probabilidad de 88.09% de que el proyecto tenga éxito.

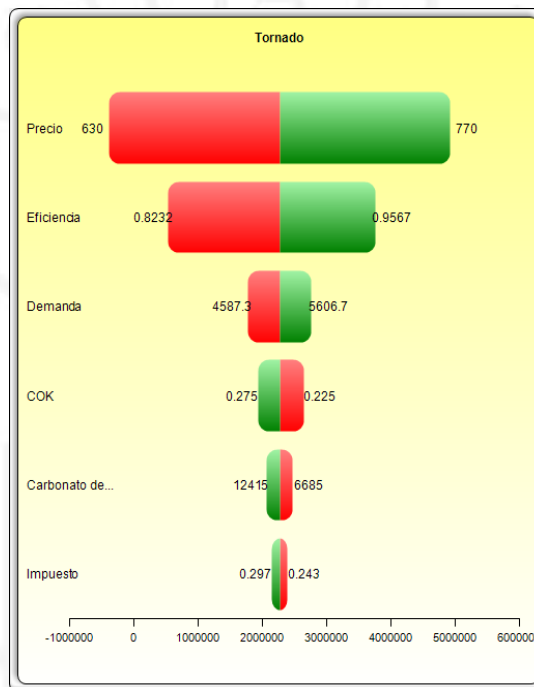
Figura 2.37: Simulación de Montecarlo



Elaboración propia

Finalmente se realizó el análisis de tornado cuyo objetivo es averiguar la relación que tiene las variables independientes con el VAN financiero. Como se puede observar en la figura 2.38 el precio, la eficiencia y la demanda tienen una relación directa con el VAN, ya que, si aumenta el valor de alguna de estas variables, el VAN también incrementará su valor. Por otro lado, con las variables del COK, Carbonato de Litio y el impuesto sucederá todo lo contrario, si aumenta el valor de estos disminuirá el valor del VA financiero.

Figura 2.38: Análisis de tornado



Elaboración propia

Asimismo, se realizó un análisis de sensibilidad multivariable teniendo en cuenta el valor del precio y la demanda. A continuación, se presenta 25 distintos valores del VAN Financiero de acuerdo con la variación de las dos variables mencionadas anteriormente.

Figura 2.39: Análisis multivariable

VAN FINANCIERO		PRECIO				
		-10.00%	-5.00%	0.00%	5.00%	10.00%
DEMANDA	10.00%	-150,774	1,307,447	2,765,669	4,223,890	5,682,112
	5.00%	-267,975	1,123,963	2,515,902	3,907,841	5,299,780
	0.00%	-385,176	940,480	2,266,136	3,591,791	4,917,447
	-5.00%	-502,377	756,996	2,016,369	3,275,742	4,535,115
	-10.00%	-619,578	573,512	1,766,602	2,959,693	4,152,783

Elaboración propia

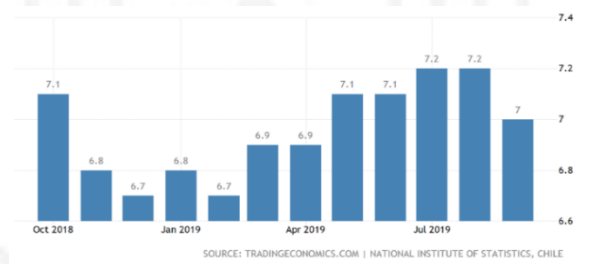
Según el anterior análisis se puede reafirmar que el precio es la variable que más correlación tiene con el resultado del VAN Financiero. Así como también que una baja del precio del 10% traería un resultado negativo sin importar si la demanda aumente hasta el 10%.

## 2.10 Evaluación social del proyecto

Al presente proyecto se le atribuyen determinados beneficios y costos para la sociedad. Estos tendrán un efecto sobre el bienestar de esta, por lo que se espera la mayor contribución para su crecimiento económico y social.

Por un lado, se consideró como principal beneficio la empleabilidad. El establecimiento de la planta de conversión de hidróxido de litio generará un total de 27 puestos de trabajo en Antofagasta, Chile, país donde, según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2019), el alza de la tasa de desocupación supera a la de los ocupados en los últimos periodos trimestrales, siendo estas 7.2% y 55.2%, respectivamente.

Figura 2.40: Tasa de Desempleo - Chile



Fuente: Tradingeconomics

Una de las causas que provocan este escenario es la creciente informalidad, característica de toda Latinoamérica, junto con las malas condiciones laborales en el sector público. Chile, a pesar de presentar una tasa de empleabilidad superior a la media de la región, tiene una considerable tasa de informalidad laboral (40%). Este problema alude a todas las actividades económicas y ocupaciones que, en la legislación o en la práctica, no están cubiertas o están insuficientemente contempladas por sistemas formales (OIT, 2012). Consecuentemente, la propuesta de nuevos puestos de trabajo logrará un impacto positivo en la sociedad chilena, tanto en el corto, como en el largo plazo.

Por otro lado, el mayor costo que el proyecto generaría para la sociedad es la contaminación. Este factor es inherente al desarrollo de la industria a nivel mundial, ya

que las distintas actividades de una empresa pueden generar un impacto negativo al medioambiente directa o indirectamente, a través de las operaciones que involucran todo el ciclo de vida del producto. Según Greenpeace (2019), Chile encabeza el ranking de países latinoamericanos con ciudades con peor calidad de aire. Este problema puede ser potencial causa de millones de muertes y pérdidas monetarias elevadas, principalmente, en zonas donde se concentran gran cantidad de empresas cuyas emisiones sobrepasan los límites permisibles establecidos por norma. Ello queda acorde con lo expuesto por el Instituto de Políticas Públicas en Salud, quienes afirman que un 12% de sus muertes son a causa de ambientes contaminados, las mismas que perjudican en mayor proporción a los niños y adultos mayores.

No obstante, de acuerdo con la Deutsche Welle (2019), la principal fuente de emisiones dañinas para la atmósfera es la carbonización. En territorio chileno existe muchas plantas de generación de carbón, las cuales son responsables de gran parte de las emisiones totales de efecto invernadero en el país. En los últimos años, se han planeado diversas soluciones que implican el cierre permanente de estos centros, pero que no solucionarían el problema en el largo plazo.

Teniendo en cuenta lo anterior, a pesar de que el sector al que se dirige el proyecto no es el principal responsable de las consecuencias medioambientales que las actividades económicas generan, si causan un costo importante a la sociedad.

### 2.10.1 Interpretación de indicadores sociales

Teniendo en cuenta la información económica y financiera ya presentada, se procedió a calcular los siguientes indicadores, cabe resaltar que se tuvo en cuenta el WACC como tasa de descuento debido a que nuestro proyecto es de ámbito privado.

Tabla 2.65: Cálculo del WACC

	Montos	% Participacion	Tasas	Tasas despues IR
<b>Capital propio</b>	1,153,956	55.00%	25.00%	18.25%
<b>Prestamo</b>	944,146	45.00%	4.44%	3.24%
<b>Inversion total</b>	2,098,103		<b>WACC</b>	<b>11.50%</b>

Elaboración propia

## Valor Agregado

Es un indicador que evidencia el aporte que se hace a los insumos y materias primas para su transformación. Se realizaron los siguientes cálculos.

$$\text{Sea: Valor Agregado} = \text{Ingresos} - \text{MP/Insumos}$$

Tabla 2.66: Tabla para hallar valor agregado

	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
Ventas	3,567,900	5,710,600	9,139,900	14,627,900	23,410,800	37,468,900
Carbonato de Litio	2,786,070	4,407,965	7,055,011	11,291,146	18,070,586	28,383,425
Agua	7,832	12,392	19,833	31,742	50,800	79,792
Hidroxido de Calcio	87,521	138,470	221,623	354,696	567,662	891,626
Sacos	21,809	34,505	55,225	88,385	141,453	222,180
Valor agregado	664,669	1,117,269	1,788,207	2,861,931	4,580,298	7,891,877

Elaboración propia

De esta manera, los flujos de valor agregado se descontaron a razón de 11.50%, obteniendo un VA Actual o aporte de valor de US\$ 11,043,141

$$\text{Valor Agregado} = 11,043,141$$

## Densidad de Capital

$$\text{Den. Cap.} = \text{Inversión total} / \text{Número de empleos} = 2,098,103 / 27$$

$$\text{Densidad de Capital} = 77,708$$

Este indicador relaciona el valor de los activos de la compañía con el personal ocupado, de manera que estima la inversión necesaria para crear un puesto de trabajo. Es decir, el proyecto invertiría US\$ 77,708 por cada puesto de trabajo generado, aproximadamente.

## Productividad de Mano de Obra

$$\text{Prod. M.O.} = \text{Valor Promedio Producción Anual} / \text{Número de Puestos Generados} = 12,916,509 / 27$$

$$\text{Prod. M.O.} = 478,389$$

Indica la capacidad de la mano de obra empleada para generar producción en el proyecto. En este caso se determina que cada puesto de trabajo genera un valor de producción de US\$ 478,389 en total.

## Intensidad de Capital

$$\text{Int. Cap.} = \text{Inversión total} / \text{Valor Agregado} = 2,098,103 / 11,043,141$$



$$\text{Int. Cap.} = 0.184$$

La intensidad de capital mide la eficacia respecto al dinero empleado para generar dinero. Un valor alto o mayor a uno indica un funcionamiento ineficiente; gasta más de lo que se beneficia. Mientras que valores inferiores o menores a uno sugieren un mayor retorno de la inversión. Así, según lo obtenido para el proyecto, para obtener un dólar de ingreso o valor agregado, se invierte 0.184 centavos de dólar.

### **Relación producto- capital**

$$\text{Relac. Prod-Cap} = \text{Valor Agregado} / \text{Inversión total} = 1 / \text{Intensidad de Capital} = 1 / 0.184$$

$$\text{Relac. Prod-Cap} = 5.43$$

La relación producto – capital interfiere en la viabilidad de un proyecto, es decir obtendremos casi 5 veces la inversión total requerida en el proyecto.

### **Balance de Divisas**

El balance permite medir el ahorro o pérdida de divisas que puede generar un proyecto. A continuación, se detalla el cálculo del indicador.

$$\text{Balance de Divisas} = \text{Ingresos} - \text{Egresos de divisas}$$

$$\text{Donde: Ingresos} = \text{Exportaciones} + \text{Sustitución de importaciones}$$

$$\text{Egresos} = \text{Materiales, repuestos, insumos importados}$$

Acorde con lo anterior, fue necesario determinar los valores de las exportaciones e importaciones realizadas durante la vida del proyecto. Con respecto a lo primero, es preciso mencionar que el 100% de las ventas corresponden a exportaciones hacia el mercado chino. Mientras que, con relación a las importaciones, estas se componen de la compra del carbonato de litio. El 30% de la materia prima se obtiene de afuera, ya sea adquirida a crédito como también la cancelada al contado. Asimismo, la maquinaria necesaria para la transformación y obtención del producto se importó de Asia.

Tabla 2.67: Tabla para el cálculo de balance de divisas

	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
Exportaciones		3,567,900	5,710,600	9,139,900	14,627,900	23,410,800	37,468,900
Importaciones	-612,865	-835,821	-1,322,389	-2,116,503	-3,387,344	-5,421,176	-8,515,028
Balance de divisas	-612,865	2,732,079	4,388,211	7,023,397	11,240,556	17,989,624	28,953,872

Elaboración propia

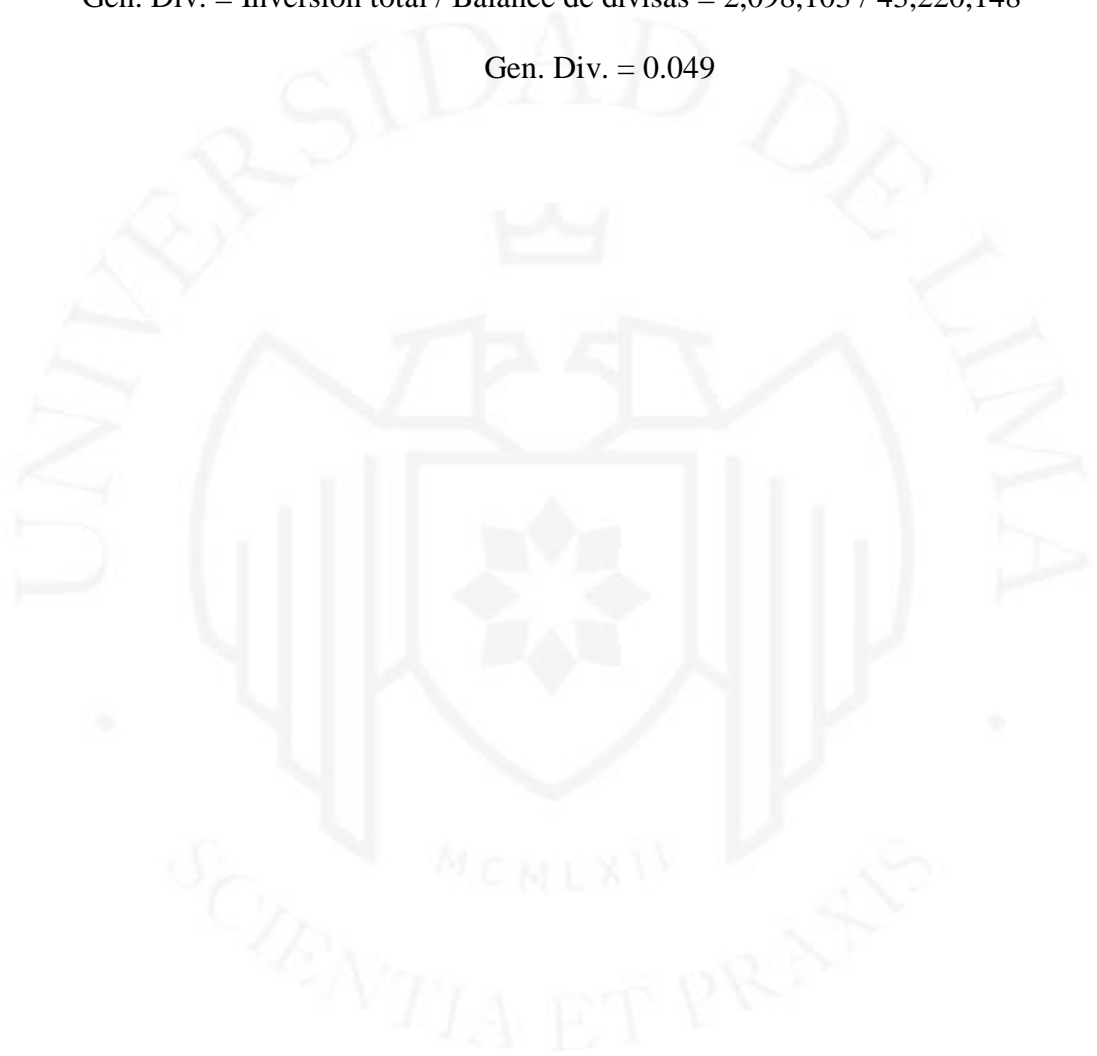
Luego, para obtener el balance de divisas actual, se aplicó el WACC definido anteriormente, 11.50%. Así, se obtuvo un valor de 43,220,148 para el BD Actual; es decir, aquel es el monto que el proyecto lograría traer al país desde el extranjero

### **Generación de Divisas**

Este indicador sirve para medir la cantidad de inversión que se requiere para generar una unidad de divisa.

$$\text{Gen. Div.} = \text{Inversión total} / \text{Balance de divisas} = 2,098,103 / 43,220,148$$

$$\text{Gen. Div.} = 0.049$$



## CONCLUSIONES

- Según del estudio comercial, técnico y económico-financiero se comprueba que el proyecto sí es viable para un horizonte de seis años. La ejecución de este permitiría el beneficio de gran parte de sus stakeholders; principalmente, de sus accionistas, quienes, de acuerdo con la evaluación financiera detallada líneas arriba, esperan una rentabilidad mínima del proyecto del 25% (COK); no obstante, los flujos determinados sugieren una rentabilidad máxima esperada del 55.1% (TIR), retorno aún más favorable.
- Según el análisis social realizado, el proyecto otorgaría grandes beneficios para la sociedad chilena, como la promoción de empleabilidad, un alto balance de divisas y un alto valor agregado, el cual promoverá una mayor cantidad de actividades económicas. Por lo que se puede afirmar que el proyecto sí es viable socialmente.
- Según el análisis realizado en el presente trabajo de investigación China es actualmente el mercado más demandante de hidróxido de litio y derivados y posee un potencial aún mayor debido principalmente a las nuevas tendencias de digitalización y tecnologías nuevas en el mundo, por lo que es la mejor elección para el presente proyecto.
- Se logró determinar a la ciudad de Antofagasta, Chile, como la mejor ubicación para el establecimiento de la planta de producción, debido a diversos factores que le favorecen. Entre estos, destacan la cercanía a las fuentes de extracción de la materia prima y su ya desarrollada industria. Asimismo, la ciudad evidencia tener canales apropiados de transporte, así como los recursos y suministros básicos que permitan realizar las operaciones necesarias para el fin.
- El proceso de obtención del hidróxido de litio para el presente proyecto es el más usado a nivel global y fue elegido principalmente debido su alta viabilidad tanto económica como técnica. Respecto a las principales materias primas utilizadas tanto el carbonato de litio, el hidróxido de calcio y agua serán obtenidas de empresas chilenas aledañas, Asimismo, si bien el proceso requiere altas cantidades de agua, esta será utilizada eficientemente gracias al proceso de recirculación propuesto

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable no solo tener en cuenta los factores económicos financieros para determinar la viabilidad de un proyecto, sino también factores sociales y medioambientales que puedan asegurar la sostenibilidad de este en el tiempo.
- Se recomienda evaluar en un futuro la viabilidad de un proyecto eligiendo el proceso de transformación de hidróxido de litio mediante electrólisis cuando este proceso permita producciones a gran escala y sea viable técnica y económicamente.
- El alto uso del agua es un factor importante en proyectos relacionados a la producción de insumos industriales, como lo es el hidróxido de litio, por lo que es recomendable darle especial énfasis al uso de este insumo y otorgar un proceso que asegure el eficiente uso del mismo.
- Se recomienda el adicional uso de un análisis de sensibilidad multivariable para así poder obtener mejores conclusiones acerca de la viabilidad del proyecto y establecer diferentes escenarios posibles más realistas.

## Referencias

- Australian Government. (2017). *Geoscience Australia - Lithium*. Obtenido de <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/minerals/mineral-resources-and-advice/australian-resource-reviews/lithium#heading-1>
- Bueno, J. C. (2019). *Cuánto cuesta abrir una empresa en Chile*. Obtenido de <https://www.neolo.com/blog/cuanto-cuesta-abrir-una-empresa-en-chile.php>
- BUPOLSA. (2019). *Espesador - Decantador de superficie con pies (VED)*. Obtenido de BUPOLSA: <http://www.bupolsa.com/producto/espesador-decantador-de-superficie-con-pies/>
- COCHILCO. (2017). *Mercado internacional del Litio y su potencial en Chile*. Obtenido de <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20internacional%20del%20litio%20y%20su%20potencial%20en%20Chile.pdf>
- Cochilco. (2018). *MERCADO INTERNACIONAL DEL LITIO Y SU POTENCIAL DE CHILE*. Obtenido de <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Informe%20Litio%209%2001%202019.pdf>
- García Nieto, J. P. (2013). *Constur ye tu Web comercial: de la idea al negocio*. Madrid: RA-MA.
- García, I. (10 de Enero de 2018). *Importancia de la organización de una empresa*. Obtenido de <https://www.emprendepyme.net/importancia-de-la-organizacion-de-una-empresa.html>

## Bibliografía

- Aguirre, C. (18 de Agosto de 2014). *El rol del gerente financiero dentro de una organización*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2014/08/18/rol-gerente-financiero-organizacion/>
- Albemarle. (2015). *Battery products*. Obtenido de <https://www.albemarle.com/businesses/lithium/products/battery-products>
- Banco Mundial. (2019). *Chile panorama general*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/country/chile/overview#1>
- Barletta, F., Pereira, M., Robert, V., & Yoguel, G. (2013). Argentina: dinámica reciente del sector de software y servicios informáticos. *Revista de la CEPAL*(110), 137-155. Obtenido de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/50511/RVE110Yoqueletal.pdf>
- BASA. (2019). *Pallet Plástico STD 4000 Fortex*. Obtenido de BASA: <http://www.basa.com.pe/basa-industrial/330-pallet-plastico-peru.html>
- BBC. (2018). *China vs. Estados Unidos, la "mayor guerra comercial en la historia": cómo nos puede afectar a todos*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-44735016>
- Bustamante, S., Campusano, S., Muños, F., Ortega, V., & Santoro, E. (2012). *Litio: Producción, Demanda y Precio*. Santiago.
- Cámara Chilena de la Construcción. (2019). *CCHC*. Obtenido de <https://www.cchc.cl/centro-de-informacion/indicadores/indice-de-costos-de-edificacion>
- Caro Pardo, G. A. (2010). *Estudio de prefactibilidad técnico económico de una planta de fruta mínimamente procesada en fresco*. Santiago de Chile. Obtenido de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103982/cf-caro\\_gp.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103982/cf-caro_gp.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Choy, M., & Chang, G. (2014). *Medidas macroprudenciales aplicadas en el Perú*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de

<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-07-2014.pdf>

COCHILCO. (2018). *Mercado internacional del Litio y su potencial en Chile*. Obtenido de

<https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Informe%20Litio%209%2001%202019.pdf>

ConceptoDefinición. (2019). *Definición de Zona Industrial*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/zona-industrial/>

Congress, G. C. (06 de Septiembre de 2019). *CRU: Lithium prices plunging as hype meets reality; impact of new supply, disappointing BEV sales*. Obtenido de <https://www.greencarcongress.com/2019/09/20190906-cru.html>

CRU. (11 de Diciembre de 2018). *Litio*. Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto3\\_Litio\\_FINAL\\_11Dic2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto3_Litio_FINAL_11Dic2018.pdf)

EcuRed. (Julio de 2012). *Hidróxido de Litio*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Hidr%C3%B3xido\\_de\\_Litio](https://www.ecured.cu/Hidr%C3%B3xido_de_Litio)

ENGEL&VOLKERS. (s.f.). *Amplios terrenos para grandes proyectos en Antofagasta*. Obtenido de <https://www.engelvoelkers.com/es-cl/antofagasta/blog/amplios-terrenos-para-grandes-proyectos-en-antofagasta/>

Escuela Europea de Ecelencia. (2017). *Colombia: Funciones del responsable del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-45001.com/2017/08/responsable-sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>

Farfly. (2007). *Química reactor, reactor industrial, dispersión reactor*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/chemical-reactor-industrial-reactor-dispersing-reactor-60480409719.html>

Forbes. (4 de Agosto de 2019). *Why China Is Dominating Lithium-Ion Battery Production*. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/rpapier/2019/08/04/why-china-is-dominating-lithium-ion-battery-production/#4867823a3786>

- Gestión*. (24 de Agosto de 2019). Obtenido de *Gestión*:  
<https://gestion.pe/economia/empresas/sqm-baja-perspectiva-de-precio-de-litio-ante-exceso-de-oferta-noticia/>
- Hensheg Filter. (2017). *Hesheng HPF automatic hydraulic membrane plate and frame wine filter press machine for slurry dewatering*. Obtenido de Alibaba:  
<https://spanish.alibaba.com/product-detail/hesheng-hpf-automatic-hydraulic-membrane-plate-and-frame-wine-filter-press-machine-for-slurry-dewatering-60812646453.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.29.1cb44607hDqaJw&s=p>
- HFYL. (2017). *Pequeños tanques de agua de acero inoxidable tanques de almacenamiento industrial*. Obtenido de Alibaba:  
<https://spanish.alibaba.com/product-detail/Small-stainless-steel-water-tank-industrial-60791273440.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.76.3266ed28H85Jzk&s=p>
- Hill, C., Jones, G., & Schilling, M. (2015). *Administración estratégica : teoría y casos : un enfoque integral*.
- Hundom Technology. (2013). *Acero inoxidable/vapor chaqueta climatizada tanque de mezcla*. Obtenido de Alibaba: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-electric-steam-heated-jacket-mixing-tank-60414716886.html?spm=a2700.md\\_es\\_ES.maylikever.3.700074e0AGdxGG](https://spanish.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-electric-steam-heated-jacket-mixing-tank-60414716886.html?spm=a2700.md_es_ES.maylikever.3.700074e0AGdxGG)
- IMF Business School. (s.f.). *¿Cuáles son las funciones del jefe de compras?* Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/compras/funciones-jefe-compras/>
- IMF Business School. (s.f.). *Funciones y tareas del Director de Logística*. Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/director-de-logistica/>
- IMF Business School. (s.f.). *Qué es el Director Comercial y cuáles son sus funciones*. Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/marketing/funciones-director-comercial/>



- Keliber. (28 de Febrero de 2019). *Lithium Project*. Obtenido de [https://www.keliber.fi/site/assets/files/1889/executive\\_summary\\_of\\_the\\_update\\_d\\_definitive\\_feasibility\\_study\\_id\\_17398.pdf](https://www.keliber.fi/site/assets/files/1889/executive_summary_of_the_update_d_definitive_feasibility_study_id_17398.pdf)
- Livent. (2018). *LITHIUM HYDROXIDE MONOHYDRATE, BATTERY GRADE*. Obtenido de <https://livent.com/wp-content/uploads/2018/09/QS-PDS-1021-r3.pdf>
- Livent. (Julio de 2019). *ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA Y SISTEMAS DE BATERÍAS*. Obtenido de <https://livent.com/es/market-products/energy-storage-battery-systems/>
- Livent. (2019). *Hidróxido de litio monohidratado de calidad para baterías*. Obtenido de <https://livent.com/es/product/lithium-hydroxide-monohydrate-battery-grade/>
- M&J Machinery Engineer Co. Ltd . (2007). *Máquina de embalaje automática o semiautomática*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/good-quality-automatic-or-semi-automatic-60047824926.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.21.73231b3b7DOy39&s=p>
- NoegaShop. (2017). *Rack Paletizado*. Obtenido de <https://www.noegashop.com/es/estanteria-industrial/83-rack-paletizado>
- NYU Stern. (Enero de 2019). *Damodaran Betas*. Obtenido de [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)
- Ondho. (10 de Octubre de 2018). *Qué son las 4 p del marketing*. Obtenido de <https://www.ondho.com/que-son-4-p-marketing-como-aplicarlas-ejemplos/>
- Perfil. (2019). *La economía argentina se desploma más de lo previsto en marzo*. Obtenido de <https://www.perfil.com/noticias/bloomberg/bc-la-economia-argentina-se-desploma-mas-de-lo-previsto-en-marzo.phtml>
- Pichuncheo, D. A. (2018). *Exportación Chilena de Carbonato de Litio: Cadena de producción y variables del mercado*. Santiago.
- Portal Minero. (21 de Septiembre de 2018). *Proyectos para elevar producción de litio superan los US\$1.000 millones*. Obtenido de Portal Minero: <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=156862207>

- PORTALPYME. (30 de Octubre de 2018). *PORTALPYME*. Obtenido de <https://pyme.emol.com/12781/sueldos-pyme/>
- PROCOLOMBIA. (2015). *Aspectos legales en Chile*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/pasante/aspectos-legales-en-chile>
- Reuters. (2018). *Argentina's economic crisis explained in five charts*. Obtenido de <https://www.reuters.com/article/us-argentina-economy-idUSKCN1LD1S7>
- Riquelme, M. (2015). *Funciones Del Gerente De Recursos Humanos*. Obtenido de <https://www.webyempresas.com/funciones-del-gerente-de-recursos-humanos/>
- Sáen Alva, R. (2004). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de embutidos*. Lima. Obtenido de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/Ingenie/saenz\\_ar/saenz\\_ar.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/Ingenie/saenz_ar/saenz_ar.htm)
- Sánchez Soto, G., & Thompson, A. (2016). *Administración estratégica : teoría y casos*. México D.F.: McGraw-Hill Education.
- SBIF. (2019). *Tasas de Interés*. Obtenido de <https://www.sbif.cl/sbifweb/servlet/InfoFinanciera?indice=4.1&idCategoria=555&tipocont=0#accordion2170>
- Shuangzi Intelligent. (2017). *Tres efecto otoño película Evaporator CBD de extracción*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Three-Effect-Fall-Film-Evaporator-for-62237438820.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.34.14b93b33mdnJqF>
- SQM. (2018). *Productos: Litio y derivados*. Obtenido de <https://www.sqm.com/productos/litio-y-derivados/>
- SQM Solutions for human progress*. (01 de Setiembre de 2019). Obtenido de <https://www.sqm.com/productos/litio-y-derivados/>
- TARGRAY. (19 de Mayo de 2011). *Product Data Sheet: Lithium Hydroxide*. Obtenido de <https://www.targray.com/content-data/mediafiles/images/documents/pds-lithium-hydroxide.pdf>
- tuempresaenundia.cl. (s.f.). *Cuadro Comparativo de Empresas y Sociedades*. Obtenido de

<https://www.tuempresaenundia.cl/VD/docs/Cuadro%20Comparativo%20de%20Empresas%20y%20Sociedades.pdf>

U.S. Geological Survey. (Febrero de 2019). *Mineral Commodity Summaries*. Obtenido de <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mcs-2019-lithi.pdf>

Wikipedia. (2019). *Argentina - Foreign relations*. Obtenido de [https://en.wikipedia.org/wiki/Argentina#Foreign\\_relations](https://en.wikipedia.org/wiki/Argentina#Foreign_relations)

Wikipedia. (2019). *Perth*. Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/Perth>

Wilkomirsky, I. (2008). *Pirometalurgia: Extracción y refinación de metales no ferrosos, Litio*. Obtenido de Departamento de Ingeniería Metalúrgica. Universidad de Concepción: <https://www.scribd.com/doc/28821896/metalurgia-extractiva-del-litio-01-10-2009>

Wittmann, R. (2006). ¿Hubo una revolución en la lectura a finales del siglo XVIII? En G. Cavallo, & R. Chartier, *Historia de la lectura en el mundo occidental* (págs. 435-472). México D.F.: Santillana.

Wuxi ShuHang Machinery Technology. (2015). *La industria minera Material separador decantador centrífuga de la máquina*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Mining-Industry-Material-Separator-Decanter-Centrifuge-60463990682.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.11.43a35efdqp78xh&s=p>

YALE. (2019). *Montacarga hombre sentado*. Obtenido de YALE: <https://www.yale.com/latin-america/es-mx/rango-de-productos/montacargas-de-combustion-interna/gp050lx/>

ZJZG. (2016). *Ahorro de Energía minería equipos de secado tambor secador rotatorio para clay/baba*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Energy-saving-mining-drying-equipment-drum-62153899386.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.33.58935f0di26QHJ>