

Valorización de un derivado en la Industria del Litio

Agustina Espina Escudero
Profesor: Sebastián Cea
Gestión Financiera

Resumen

Este informe lleva a cabo un análisis sobre la valorización de un derivado financiero dentro del contexto de la creciente industria del litio, centrado en la empresa chilena SQM, una de las principales productoras de este recurso a nivel mundial. En vista del incremento global en la demanda de litio, impulsado por la expansión de la electromovilidad y el desarrollo de energías renovables, se evalúa una opción de tipo call sobre las acciones de SQM. A través de la aplicación del modelo de Black-Scholes y el Teorema Fundamental de Valoración de Activos, se analiza la conveniencia de ejercer dicha opción.

Introducción

El sector de producción y extracción del litio se refiere a la cadena de valor involucrada en la localización, obtención, procesamiento y comercialización de este mineral esencial para la fabricación de baterías y otras tecnologías relacionadas con la transición hacia una economía baja en carbono. Este sector ha adquirido una relevancia crítica en la última década debido al aumento exponencial de la demanda de litio, principalmente impulsada por la expansión de la industria de vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía renovable.

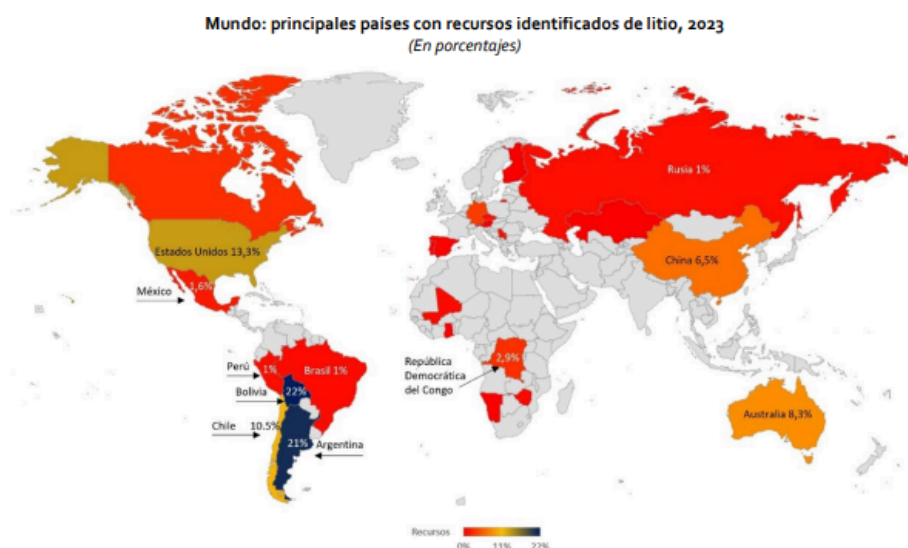
El litio es un material alcalino que se destaca por ser muy ligero y posee alta densidad energética, lo cual lo convierte en un elemento clave para las baterías recargables y necesario para el área de electromovilidad.

1. Contexto global

En 2022, la inversión global en la transición hacia energías limpias alcanzó la cifra récord de 1,1 billones de dólares, lo que representa un aumento del 31% respecto al año anterior. Estos fondos se destinaron a diversos proyectos relacionados con energías renovables, almacenamiento de energía, infraestructura para carga, producción de hidrógeno, energía nuclear, reciclaje, así como captura y almacenamiento de carbono. Además, incluye la adquisición de tecnologías de baja emisión de carbono por parte de los consumidores finales, como paneles solares de pequeña escala, bombas de calor y vehículos eléctricos (Bloomberg REF, 2023). En este marco, la demanda mundial de litio llegó a 690 mil toneladas de Carbonato de Litio Equivalente (LCE), de las cuales el 65% se utilizó en la fabricación de baterías de iones de litio para automóviles eléctricos, subrayando la importancia del litio en la transición hacia un transporte más limpio (COCHILCO, 2023).

2. Chile como fuente de litio

Dentro de los principales países que poseen reservas de este metal están Argentina y Chile, países que componen el “Triángulo del Litio” junto a Bolivia. Estos dos países representan el 46% de las reservas y el 30% de la producción mundial. El litio se encuentra en yacimientos minerales tales como salmueras, pegmatitas y rocas sedimentarias. La extracción del litio a partir de salmueras es actualmente la forma de explotación más rentable, siendo las más importantes en términos de volumen y calidad, las que se encuentran en el Salar de Atacama (Chile), Salar de Uyuni (Bolivia) y Salar del Hombre muerto (Argentina). A continuación, se presenta un mapa en el cual se pueden identificar los principales países con reservas de litio. Este se obtuvo de un documento elaborado por la División de Comercio Internacional e Integración de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el cual presentan un artículo sobre las Perspectivas de desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con el litio en Chile y América del Sur.



Fuente: Mineral Commodity Summaries, enero 2024
Elaboración: CEPAL

3. Mercado, Oferta y demanda del Litio

Este metal no se comercializa de la misma manera que el cobre, siendo este un bien estandarizado o commodity que se comercializa en forma de cátodo de alta pureza. El litio en cambio, es una combinación de distintos compuestos en el que su precio se alinea con la oferta y demanda del mercado internacional.



Fuente: CEPAL sobre la base de datos de Bloomberg.
Elaboración: CEPAL.

Entre 2015 y 2023, los precios del litio experimentaron un fuerte incremento, esto se debe al desajuste entre una demanda en rápido crecimiento y una oferta limitada. A partir de 2023, nuevos proyectos de extracción y una adopción de vehículos eléctricos más lenta de lo previsto estabilizaron los precios. En 2022, las ventas de vehículos eléctricos superaron los 10 millones, esto alcanza el 14% de las ventas de autos nuevos, lo que representa un notable incremento respecto a años anteriores. Dentro de las compañías que pueden destacarse en la producción de vehículos

eléctricos encontramos a Tesla, empresa que domina esa industria y que en 2022 alcanzó márgenes operativos del 17% y Porsche (The Economist, 2023).

La Agencia Internacional de Energía (IEA) estima que la demanda de litio podría triplicarse para 2035 y multiplicarse por diez para 2050, impulsada por su uso en baterías para vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía.

A pesar de que pocas empresas como Albemarle (empresa estadounidense) y SQM (empresa chilena) controlan gran parte de la producción mundial de litio, con un 53% en 2022, se espera que la oferta y la demanda se mantengan en equilibrio hasta 2024. Sin embargo, a partir de 2030 podría existir escasez, especialmente de hidróxido de litio. Esta situación podría mejorarse con nuevos proyectos y avances en reciclaje y tecnología.

4. Motivación

Son múltiples las motivaciones para centrarse e invertir en la industria del Litio, siendo una de las más fundamentales la electromovilidad y la búsqueda de alternativas de baja huella de carbono.

El litio es esencial para la fabricación de baterías de iones de litio, las cuales son utilizadas, como se mencionó anteriormente, en vehículos eléctricos, dispositivos y sistemas de almacenamiento de energía. Actualmente, se presenta un auge en la electromovilidad y son muchas las grandes empresas, tales como Tesla, Porsche, entre otras, que requieren de esta materia prima para la producción de vehículos eléctricos, representando una demanda constante y creciente del litio, y por lo tanto un potencial crecimiento del mercado.

También, este metal juega un papel fundamental en la transición hacia energías renovables y la descarbonización del transporte, siendo este necesario para el desarrollo de baterías eficientes que permitan almacenar energía generada por fuentes renovables y reducir la dependencia de combustibles fósiles.

Desde una perspectiva política, diversos países están implementando políticas y regulaciones para fomentar el uso de energías limpias y reducir las emisiones de carbono. Estas medidas incentivan la utilización de vehículos eléctricos, lo que a su vez aumenta la demanda de baterías, y por lo tanto, de litio.

Resultados y Análisis

1. Contexto

El activo elegido fue SQM (Sociedad Química y Minera de Chile). Esta es una empresa chilena fundada en 1968, dedicada principalmente a la producción y comercialización de productos químicos y minerales. Sus actividades principales incluyen la extracción y producción de Litio, Nitratos y Yodo, Potasio y químicos industriales.

Esta empresa opera en Chile, específicamente en el Salar de Atacama y la región de Tarapacá. La empresa ha jugado un papel fundamental en el crecimiento de la minería no metálica en Chile y cuenta con una importante participación en el mercado internacional de estos productos.

Como se mencionó anteriormente, el precio del litio se comporta principalmente bajo la oferta y demanda del mercado, pero existen otras variables por las cuales también se ve influenciado su comportamiento, y en consecuencia, las acciones subyacentes como las de SQM.

A continuación se mencionan tres variables principales:

- 1. La demanda global de los vehículos eléctricos:** Previamente, se mencionó que uno de los principales componentes de los vehículos eléctricos son las baterías de iones de litio, por lo tanto y bajo el fundamento de la ley de oferta y demanda, un aumento de la demanda de vehículos eléctricos provoca un aumento proporcional de la demanda del litio, presentando una correlación positiva (Zeng et al, 2019) .

Según un estudio realizado por la Agencia Internacional de Energía (AIE) sobre la perspectiva mundial de vehículos eléctricos en 2023, las ventas globales de vehículos eléctricos superaron los 10 millones en 2022, lo que representó un incremento del 55% en comparación con el año anterior. Las proyecciones de la AIE indican que la demanda de estos vehículos continuará en aumento, impulsada por diversas políticas que buscan la descarbonización y fomentan el uso de energías limpias. Estas iniciativas, cada vez más presentes a nivel global, están motivando a los consumidores a optar por vehículos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

- 2. Producción de Litio:** La producción de litio en 2022, fue de 130.000 (CEPAL, 2024) toneladas métricas aproximadamente, en el cual un 75% de dicha producción es generada por Australia y Chile, por lo que en consecuencia, las acciones generadas por SQM, una de las principales empresas encargadas de la industria del litio en el país, son afectadas. Al aumentar la producción, el precio del litio tiende a disminuir, en mayor escala cuando esta producción supera la propia demanda. Es decir, desde una perspectiva mundial en que la producción del litio excede la demanda de este, el precio del litio en consecuencia cae, y en efecto, las acciones implicadas en esta industria.

3. Precios de metales relacionados: El comportamiento de otros materiales esenciales para la producción de baterías de iones de litio, como el níquel y el cobalto, también puede influir indirectamente en el precio del litio. Cuando los precios de estos metales aumentan, los fabricantes de baterías suelen optar por diseños que incluyen una mayor proporción de litio, lo que incrementa su demanda. Por ejemplo, una reducción del 10% en el precio del cobalto puede generar un aumento del 5% en la demanda de litio (Bauer et al., 2021). Históricamente, tanto el níquel como el cobalto han mostrado una alta volatilidad en la última década. En 2018, el cobalto alcanzó un máximo de \$95.000 por tonelada, pero descendió a menos de \$30.000 por tonelada en 2020. El níquel ha seguido una tendencia similar, con un aumento de al menos \$8.000 por tonelada entre 2015 y 2023 (Benchmark Mineral Intelligence, 2023).

2. Derivados y Análisis

A continuación, se escogió un derivado, específicamente un opción de SQM, para poder realizar una valoración de esta opción mediante el método de Black-Scholes. La siguiente opción es la siguiente, en la cual se pueden encontrar valores clave para un correcto análisis, como el Strike y el Rango Diario:

OPR - Delayed Quote • USD

SQM Oct 2024 35.000 call (SQM241018C00035000)

0.6000 0.0000 (0.00%)

As of September 20 at 1:21 PM EDT. Market Open.

Previous Close	0.6000	Strike	35.00	Volume	5
Open	3.1500	Expire Date	2024-10-18	Open Interest	32
Bid	1.0000	Day's Range	0.6000 - 3.1500		
Ask	5.0000	Contract Range	--		

Esta es una opción de tipo call, lo que significa que significa que al vencer, el retorno será $\text{Max}(0, S_1 - 35)$, siendo S_1 el valor del activo riesgoso en un futuro (up o down). Se define como el precio inicial del activo riesgoso, S_0 , al precio acción de SQM 23/09/2024, siendo este el activo subyacente utilizado, S_0 toma el valor de 38,11.

Por otro lado, para el siguiente método se requiere de una herramienta de renta fija, la cual se utilizó un bono generado por la misma empresa, SQM. Este es el siguiente:

Bono Serie "H"/2030

Emisor:	Sociedad Química Y Minera de Chile S.A.
Monto de la emisión:	UF 4,000,000
Año de la emisión:	2009
Estructura de amortización:	Amortizado a partir de 5 de Julio 2019
Vencimiento:	5 de Enero de 2030
Tasa cupón:	4.9% anual, compuesto semestralmente
Tasa efectiva colocación:	5.101%

Para comenzar el método se definieron los parámetros y con esto, la matriz de precios y retornos sin integrar la opción.

```
[ ] # Parámetros Bono
B=4000000
r=0.051
r, B = symbols('r B')
# Parámetros Acción
u=0.0826
d=0.0157
S0=38.11
u, d, S0 = symbols('u d S0')

[ ] W = Matrix([[-4000000, -38.11], [0.051*4000000, 0.0826*38.11], [0.051*4000000, 0.0157*38.11]])
W
W
```

$$\begin{bmatrix} -4000000 & -38.11 \\ 204000.0 & 3.147886 \\ 204000.0 & 0.598327 \end{bmatrix}$$

El precio del bono se mantiene constante en ambos estados, lo que indica un retorno fijo y sin riesgo. Por otro lado, la segunda fila representa el estado 'Up', en el que el precio del activo sube levemente, mientras que en el estado 'Down', el precio del activo cae significativamente desde su valor inicial. Este comportamiento del activo subyacente sugiere una alta volatilidad, lo que refleja un mayor nivel de incertidumbre en los movimientos futuros del precio.

Luego integramos la opción, lo que nos entrega una matriz ampliada en la que la tercera columna representa dicha opción:

```
# Parámetros Opción
q3 = symbols('q3')
K = 50
# Parámetros Bono
r, B = 1.01, 100
# Parámetros Acción
u, d, S0 = 1.5, 0.5, 100
W = Matrix([[-4000000, -38.11, -q3], [0.051*4000000, 0.0826*38.11, max(0, 0.0826*38.11-50)], [0.051*4000000, 0.0157*38.11, max(0, 0.0157*38.11-50)]])
W
```

$$\begin{bmatrix} -4000000 & -38.11 & -q3 \\ 204000.0 & 3.147886 & 0 \\ 204000.0 & 0.598327 & 0 \end{bmatrix}$$

Dicha matriz, nos da a entender que no debe ejercerse la compra de la opción tipo call debido a que en cualquiera de los dos estados, el retorno de la opción es desfavorable, y por lo tanto no conviene su compra. Dicho resultado sigue el Teorema Fundamental de valoración de activos, en el que establece que si el precio del activo subyacente en el estado up o down es superior al strike, la opción tendrá un valor positivo, de lo contrario, su valor será cero.

En el estado Up, se puede observar que el precio de la acción se encuentra por debajo del Strike, siendo este de 35, por lo que en este estado no es conveniente ejercer la compra. Por otro lado, el estado Down presenta que el precio de la opción se encuentra considerablemente por debajo del Strike, por lo que tampoco debe ejercerse la compra. En ambos casos, no sería lógico ejercer la opción, ya que se podrían adquirir las acciones en el mercado a un precio más bajo. La opción estaría fuera del dinero, lo que implica que su valor final sería 0 en ambos escenarios.

Para poder garantizar que se cumpla la ausencia de oportunidades de arbitraje, establecido por el Teorema Fundamental de valoración de activos, se determina un vector $[1, \pi]$, en que π_u y π_d representan las probabilidades ajustadas al riesgo de que ocurran los estados up y down, respectivamente.

El teorema establece que, en ausencia de arbitraje, el precio de cualquier derivado financiero (como una opción call) debe estar vinculado a las probabilidades ajustadas al riesgo de los diferentes resultados futuros y a los retornos esperados de los activos subyacentes.

Luego, se calcula q_3 , el precio de la opción, bajo esta premisa:

```
[ ] # Solver tutorial
# https://docs.sympy.org/latest/modules/solvers/solvers.html
piNA=solve([NA[0],NA[1]],[pi_u,pi_d],dict=True)
piNA
```

$\{ \pi_d : 9.26170169113983, \pi_u : 10.3461414461151 \}$

```
Prices.subs([(d,0.5),(u,1.5),(r,0.01)])
```

$[1880.39215686275 \quad 1915.00630147425 \quad 1034.61414461151 - q_3]$

Se obtiene una expresión para obtener q_3 , cumpliendo la condición establecida, y que es consistente a los retornos esperados de los activos.

Conclusión

Este informe ha examinado la valorización de una opción call sobre acciones de SQM en el contexto de la industria del litio, aplicando el modelo de Black-Scholes y el Teorema Fundamental de Valoración de Activos. A través del análisis de los escenarios futuros, se ha determinado que las condiciones actuales del mercado, caracterizadas por un precio del litio volátil y una posible desaceleración en la demanda de vehículos eléctricos, no son favorables para ejercer la opción. En ambos estados evaluados, up y down, el precio de las acciones de SQM permanece por debajo del strike de la opción, lo que resulta en una opción fuera del dinero y, por lo tanto, de valor nulo. Esto refuerza la importancia de considerar tanto la oferta y demanda de litio como los precios de metales relacionados, como el cobalto y el níquel, en la toma de decisiones de inversión en este sector.

Bibliografía

Castillo, M., Garcés, I., & Furtado Messias, R. (2024). *Perspectivas de desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con el litio en Chile y América del Sur*.

Sociedad Química y Minera de Chile (SQM). (n.d.). *Nuestra historia*. Recuperado de <https://www.sqm.com/acerca-de-sqm/informacion-corporativa/nuestra-historia/>

Sociedad Química y Minera de Chile (SQM). (n.d.). *Bonos actuales*. Recuperado de <https://ir.sqm.com/Spanish/Renta-Fija/Bonos-Actuales/default.aspx>

Zeng, X., Li, J., & Singh, N. (2019). *Recycling of spent lithium-ion battery: A critical review*. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(10), 883-915.

Benchmark Mineral Intelligence. (2023). *Cobalt and Nickel Pricing Trends*. Recuperado de Benchmark Mineral Intelligence.