

cartera juvenil, es decir, no tienen una amplia cartera de productos y no genera grandes fondos, el principal problema es que al no tener fondos sus productos no pueden pasar a estrella y se convierten eventualmente en peso muerto (en el futuro). Debe reorientarse para encontrar productos generadores de fondos que permitan equilibrarse.

Antes de entrar en el detalle del análisis para la industria chilena productora de litio, vale la pena señalar que hay dos supuestos detrás de la matriz del BCG:

- **Efecto experiencia:** Una cuota de mercado relativamente elevada implica una ventaja competitiva en términos de costos en relación a los competidores, así por ejemplo SQM tiene una ventaja sobre FMC debido a sus diferentes cuotas de mercado; inversamente, una cuota de mercado relativa baja implica una desventaja en términos del costo unitario. Lo anterior supone que si la empresa ha sido eficiente en lograr una cuota de mercado significativa, también lo ha sido para controlar sus costos y aumentar su productividad. Esta primera hipótesis implica que el competidor más poderoso tendrá una rentabilidad más elevada, y así podría generar ventajas, que se traducirán en una mayor facilidad para obtener mayores flujos de caja.
- **Necesidad de liquidez:** Todo mercado que se encuentra en expansión o crecimiento, como es el caso del mercado de las baterías de litio, implica una necesidad elevada de esfuerzos y recursos para el crecimiento de la demanda por litio debido a este mercado; inversamente, la necesidad de liquidez o recursos es débil para los productos de litio orientados hacia mercado del aluminio que viene en franco retroceso. Por lo tanto, los esfuerzos comerciales y de desarrollo de productos (o servicios) no deben ir hacia este mercado.

Estas dos hipótesis se pueden traducir en que la necesidad de recursos o esfuerzos (para crecer) dependerá si la empresa se encuentra o no en los cuadros de crecimiento alto, esto será lo contrario para aquellos productos relacionados con mercados estancados.

**Figura 6: Matriz crecimiento-cuota de mercado.**



Fuente: Elaboración propia con información de la Referencia 75.

Sobre la base de las hipótesis previamente planteadas se puede categorizar los distintos productos-mercados del litio de acuerdo a la siguiente tipología (Referencias 74 y 75):

1. **Vacas lecheras.** Productos cuyo mercado de referencia está en débil crecimiento, pero para los cuales la empresa posee una cuota de mercado relativamente elevada. Constituyen una fuente de financiación para sostener las actividades de diversificación o de investigación. El objetivo estratégico es "cosechar". Además como no precisan grandes reinversiones para mantener su posición competitiva, serán el principal soporte del departamento de I+D. Las estrategias deben ir encaminadas a mantener su dominio del mercado, incluyendo pro supuesto las inversiones en tecnología necesarias para sostener su liderazgo. Para la industria del litio, en esta categoría se considerará al producto-mercado de las cerámicas y vidrios, que históricamente ha sido el principal cliente de carbonato de litio con porcentajes del 31% en el 2002 o 22% en el 2006, pese a que está en franco retroceso, sigue siendo una de las principales fuentes de ingresos para la industria chilena y cuenta con un importante número de clientes en EE.UU. y Europa.
2. **Perros.** Los productos cuya cuota de mercado es débil en un mercado que envejece. Mantener esfuerzos comerciales o de desarrollo de productos nuevos para avivar ese mercado se traduce generalmente en un desgaste financiero sin esperanza de mejora. Además cuenta con un costo de oportunidad que genera la propia inmovilización de recursos de la empresa que podrían ser invertidos más adecuadamente en otras actividades. La industria chilena productora de litio debe considerar si hay buenas razones para mantener los esfuerzos comerciales para conseguir más clientes en esos negocios o mejor concentrarse en otros con mejores perspectivas. En esta categoría se considerará al producto-mercado

ligado al aluminio, debido a que siempre ha representado una proporción menor de las ventas y además presenta una tendencia hacia la baja, en 2006 su porcentaje de participación estuvo entorno al 5%.

3. **Dilemas.** Son los productos-mercados con débil cuota de mercado relativa, pero con expansión rápida y que exige importantes fondos para desarrollar estrategias comerciales para captar los nuevos clientes y sus requerimientos. Si no son apoyados con importantes asignaciones financieras, estos productos evolucionarán progresivamente hacia la situación de perros a medida que se desarrolle su ciclo de vida o la competencia ganará esa cuota de mercado nuevo. El objetivo prioritario es entonces desarrollar y explotar esta creciente cuota de mercado o retirarse dejándosela a la competencia. Un dilema para la industria chilena es el producto-mercado de los polímeros y fármacos, que es un uso relativamente, relacionado fuertemente con la industria química y medica, pero que ha tenido un interesante crecimiento, ha casi duplicado su importancia relativa desde un 4% en 2001 a un 9% en 2006, pero aún es un uso menor y que requiere del desarrollo de alianzas con las grandes químicas multinacionales de manera de entender las nuevas especificaciones o formatos en que requieren sus insumos de productos de litio.

4. **Estrellas.** Productos-mercados que son líderes, el cual está en crecimiento rápido. Exigen medios financieros importantes para mantener el crecimiento y los lazos comerciales con los clientes; pero, debido a su ventaja competitiva, generan beneficios importantes y tomarán en el futuro el relevo de los productos "vacas lecheras". Las estrategias apropiadas irán dirigidas a proteger la posesión de la cuota de mercado de la industria nacional, mediante la reinversión de los beneficios en forma de reducción de precios, mejoras de la calidad del producto, incremento de la cobertura del mercado o énfasis en las políticas de comunicación. Particular atención debe prestarse a la captación de nuevos clientes en los mercados emergentes, fuente determinante para el crecimiento futuro de este producto-mercado. El objetivo estratégico es mantener e incrementar la cuota de participación en el producto-mercado. Claramente el producto-mercado de las baterías recargables se puede considerar en esta categoría, debido a que su importante crecimiento promedio de los últimos años (aumento su importancia relativa desde un 7% en 1998 a un 20% en 2006) y al potencial de desarrollo que tiene, debido a los diversificación del uso de las baterías de litio a otros productos como automóviles, perforadoras, celulares, etc.

Existe también una propuesta respecto a una quinta área en la matriz original (Referencia 75), ésta servirá para posicionar los productos-mercados que en fase de investigación y/o desarrollo (I+D), es decir, los que eventualmente podrían transformarse en relevantes en el futuro. Esta quinta posición es fundamental a la hora de evaluar el equilibrio completo del mercado del litio, ya que la industria productora

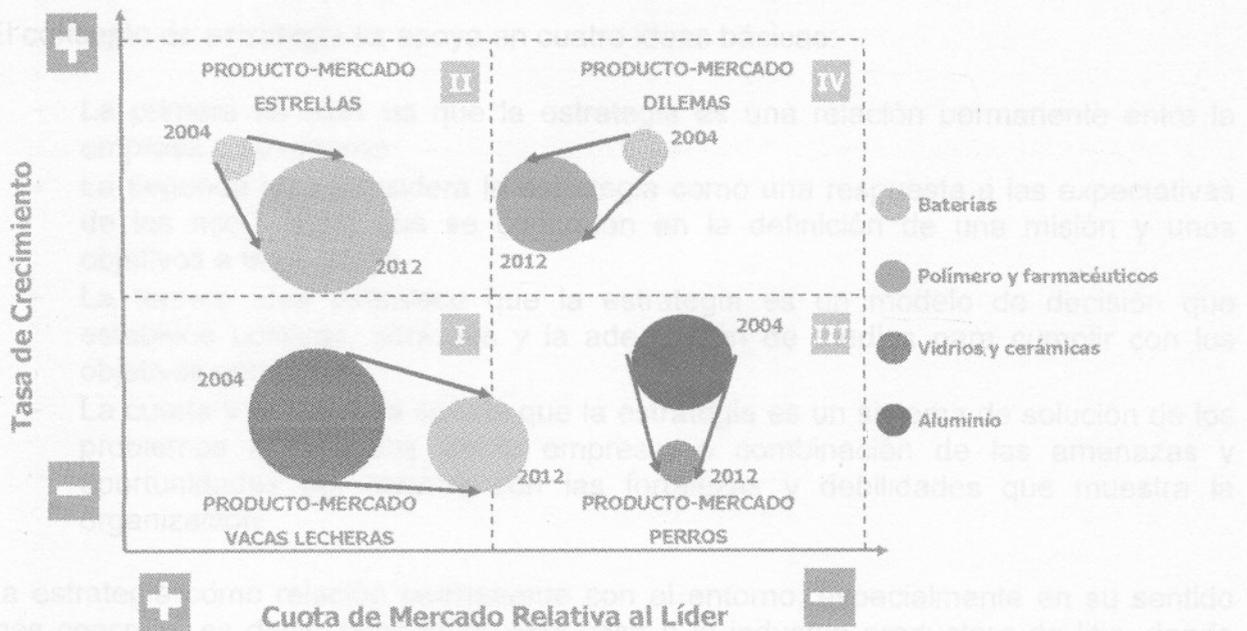
puede estar olvidando estos potenciales nuevos clientes (fabricantes de estos nuevos productos que utilizan litio como materia prima) futuros, es decir, no basta con “mirar” los clientes actuales, sino es necesario prestar atención a la necesidades de los clientes futuros como serán la industria de los automóviles por ejemplo.

### 6.7 Focos estratégicos de crecimiento

#### a) Evolución de la matriz crecimiento-cuota del mercado de referencia

Este punto pretende proyectar la evolución de los productos-mercados asignados a cada una de las categorías anteriores, para finalmente concluir cuales deben ser los de mayor interés en términos de esfuerzos comerciales y de desarrollo de productos para la industria chilena del litio. Para esto se utilizarán los puntos anteriores de este mismo capítulo, es decir, las perspectivas futuras para el consumo de litio y las proyecciones de la demanda.

**Figura 7: Proyecciones para los principales productos-mercados entre las cifras 2004 y las estimaciones hacia 2012.**



Fuente: Elaboración propia con datos de las tablas 41, 42 y 43.

Se observa de la figura anterior que de acuerdo a las estimaciones realizadas y proyecciones de los expertos, las baterías de litio debieran transformarse en la nueva “vaca lechera” para la industria productora de litio, desplazando a los vidrios y cerámicas que crecen paulatinamente a tasas menores. Si en la actualidad la industria de la producción de polímeros y fármacos con compuestos de litio esta en una posición expectante, se prevé que para el 2012 se acerque al cuadrante de estrella, esto esta relacionado con las importantes inversiones en investigación y desarrollo que destinan

las principales químicas farmacéuticas (Referencia 58). Respecto al aluminio, históricamente ha representado una proporción menor de las ventas y las proyecciones no señalan un quiebre de esta tendencia.

## 6.7 Focos estratégicos de crecimiento

El concepto de estrategia viene a ser la respuesta de la empresa a las fuerzas influyentes del entorno. Entendiendo que la formulación de la estrategia empresarial se apoya siempre en la necesidad de responder eficientemente y de actuar con eficacia en un entorno (genérico y específico) complejo, con grandes cambios y sujeto a periodos de crisis. Se la estrategia como el patrón o modelo de decisiones de una empresa que determina y revela sus objetivos, propósitos o metas, que define las principales políticas y planes para lograr esos objetivos y el tipo de negocio que la empresa va a perseguir, la clase de organización económica y humana que es o intenta ser, y la naturaleza de la contribución económica y no económica que intenta aportar a sus accionistas, trabajadores, clientes y a la comunidad. Viene a definir los negocios en que una empresa competirá y la forma en que asignará los recursos para conseguir una ventaja competitiva.

El concepto de estrategia se apoya en cuatro ideas básicas:

- La primera de ellas es que la estrategia es una relación permanente entre la empresa y su entorno.
- La segunda idea considera la estrategia como una respuesta a las expectativas de los accionistas, que se concretan en la definición de una misión y unos objetivos a largo plazo.
- La tercera idea establece que la estrategia es un modelo de decisión que establece políticas, acciones y la adecuación de medios para cumplir con los objetivos generales.
- La cuarta y última idea señala que la estrategia es un sistema de solución de los problemas estratégicos de la empresa, o combinación de las amenazas y oportunidades del entorno con las fortalezas y debilidades que muestra la organización.

La estrategia como relación permanente con el entorno, especialmente en su sentido más concreto, es decir, referido en este caso a la industria productora de litio, donde compete, se compone de 4 elementos principales, los cuales fueron definidos por vez primera por H. I. Ansoff (Referencia 77), autor precursor del pensamiento estratégico. Dichos elementos son:

1. Campo de actividad. Engloba el conjunto de productos y mercados que constituyen la actividad económica actual de la empresa. Las posibles combinaciones determinan las llamadas "unidades de negocio".
2. Vector de crecimiento. Es el conjunto de combinaciones posibles entre productos y mercados actuales o nuevos en los que la empresa puede basar su desarrollo.

3. Ventaja competitiva. Serían las características diferenciadoras de la empresa sobre la competencia que bien reducen sus costes o diferencian mejor sus productos por lo que pueden defender y mejorar su posición competitiva.
4. Efecto sinérgico. Efecto expansivo que produce una adecuada combinación de los elementos de la estrategia o de ella con las acciones ya existentes en la empresa, de forma que puede producir que el todo sea mayor que la suma de las partes.

Todos los elementos anteriores, sirven para entender el alcance de la estrategia, teniendo en cuenta que esto representa una forma de planificar, dirigir y controlar los problemas estratégicos de la empresa (en este caso la industria chilena) y buscar su adaptación ante los retos del cambio del entorno.

### 6.7.1 Focos estratégicos para la industria chilena del litio

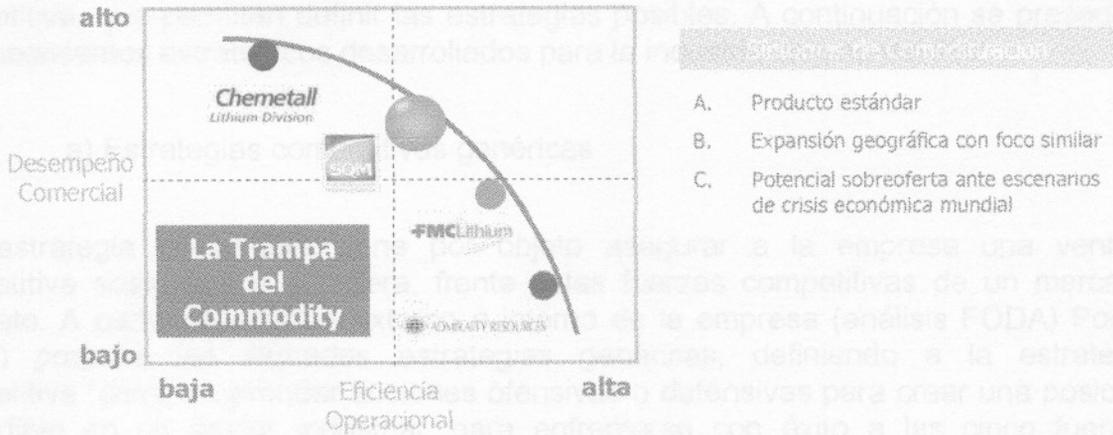
En la industria chilena del litio se tienen respuestas extraordinariamente sólidas para entender por que ha sido rentable en estos últimos 10 años. ¿Qué hace rentable a las empresas SQM Y SCL? En primer lugar un excelente yacimiento, de alta ley y características que permiten una buena recuperación metalúrgica, clima privilegiado (alta tasa de evaporación y baja pluviosidad), tecnologías modernas en la explotación y procesamiento eficientes. En otras palabras lo normal y que se deben seguir haciendo, *el negocio core*. Sin embargo y luego de los capítulos anteriores, este trabajo plantea que no es suficiente si lo que se busca es crecer de manera sostenible.

Como se ha mencionado anteriormente una buena estrategia busca crear valor, una rentabilidad superior. ¿Superior a qué? Generalmente es en comparación con la competencia, en este caso, con otros productores de litio en su primera transformación. Por otro lado, el benchmark tradicional es respecto al mercado de capitales. Las empresas productoras como SQM o SCL al vender productos 100% commodities son empresas tomadoras de precio, y por lo tanto, centran sus esfuerzos en reducir los costos, eficiencia operacional. Es decir, utilizan la clásica estrategia de liderazgo en costos (Referencia 77).

Acá surge el primer gran inconveniente, cuando se define una estrategia, la industria chilena del litio (y en general la industria minera) se hace siempre una pregunta: ¿Quiénes son los competidores relevantes? Con el objetivo de descubrir las ventajas competitivas sobre ellos. Pero dado que se produce carbonato y/o hidróxido de litio commodity, en realidad no se compete contra otras compañías productoras (o al menos no en primer lugar), la evidencia muestra que en 2000 (post crisis asiática) o en 2007 (crecimiento de China) con prácticamente los mismos actores en el mercado mundial, los resultados de las empresas son diametralmente opuestos, por que en la industria del litio las empresas participantes no compiten entre sí, sino *contra el precio, los ciclos económicos, las tasas de interés, las políticas económicas de algunos países consumidores (por ejemplo China), las apuestas especulativas de los participantes en*

los mercados de derivados financieros, etc. Estas definiciones anteriores representan el espíritu central de las propuestas planteadas por este trabajo. La figura siguiente expone de manera esquemática la encrucijada para el crecimiento la producción únicamente de productos commodities.

**Figura 8: Barrera para el crecimiento.**



Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior y de manera cualitativa plantea el hecho que cualquier crecimiento proyectado, cuando el producto que se vende es por ejemplo carbonato de litio commodity, existen barreras naturales para crecer como son la baja diferenciación (alto riesgo de sustitución) y la dependencia constante a los ciclos económicos y de las industrias clientes.

Por lo tanto, no basta con la visión tradicional de situarse en los cuartiles inferiores de la curva de costos de la industria para ser realmente competitivos, sino que también deben aprovecharse las asimetrías del mercado, las cuales no son internas y mientras duran llevan a una rentabilidad superior como es el caso de los últimos años donde un incremento inesperado en la demanda por litio para la industria de las baterías y los productos farmacéuticos, sumado a una oferta ajustada han provocado un incremento significativo en los precios.

Este esta línea, este documento señala la necesidad de una actitud estratégica proactiva, es decir, no basta con la actitud pasiva de esperar las asimetrías, sino que se debe tratar de crear estas que constituyen ventajas competitivas para la empresa. Bajo este punto de vista, no es posible concentrar los esfuerzos de la industria, al menos de la forma que lo hace la industria del petróleo y formar una especie de OPEP del litio, con poder para controlar la oferta, debido a muchas razones, la más poderosa es que el litio tiene múltiples sustitutos dependiendo del uso industrial; y como vimos en el capítulo anterior al analizar las posibilidades de colusión, la importancia relativa del litio

dentro de la estructura de costos de los bienes finales no permite ejercer a priori grandes presiones a los clientes.

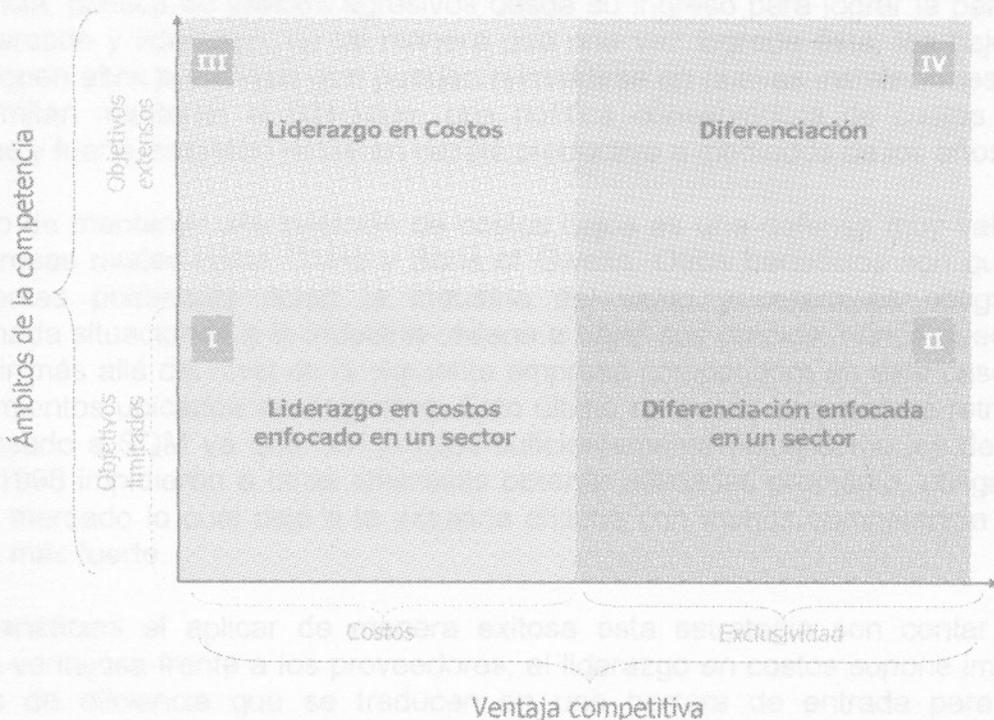
### 6.7.2 Propuestas estratégicas para la industria chilena del litio

Según Menguzzato y Renal, 1991 (Referencia 105), existen dos alternativas fundamentales: el concepto de ciclo de vida de la empresa y el concepto de estrategia competitiva, que permiten definir las estrategias posibles. A continuación se presentan los lineamientos estratégicos desarrollados para la industria chilena del litio:

#### a) Estrategias competitivas genéricas

Una estrategia competitiva tiene por objeto asegurar a la empresa una ventaja competitiva sostenible y duradera, frente a las fuerzas competitivas de un mercado concreto. A partir del análisis externo e interno de la empresa (análisis FODA) Porter (1982) propone las llamadas estrategias genéricas, definiendo a la estrategia competitiva "como emprender acciones ofensivas o defensivas para crear una posición defendible en un sector industrial, para enfrentarse con éxito a las cinco fuerzas competitivas y obtener así un rendimiento superior sobre la inversión para la empresa". Las tres estrategias genéricas son: liderazgo en costes, diferenciación, enfoque o alta segmentación (y las combinaciones entre ellas).

**Figura 8: Estrategias competitivas genéricas.**



Fuente: Elaboración propia a partir de referencia 75.

Estas estrategias de negocios pretenden crear diferencias entre la posición competitiva de la industria chilena y la de sus competidoras. Por lo tanto, para posicionarse se debe decidir si se quiere desempeñar las actividades de manera distinta a los rivales o si se quiere desempeñar actividades distintas a las de ellos.

En particular la industria de las baterías, las de los farmacéuticos o cualquier otra obtendrán valor cuando la industria nacional productora de litio consiga usar sus ventajas competitivas. En este sentido la propuesta tiene dos líneas paralelas, una es continuar con un liderazgo en costos para las actividades productivas centralizadas y una diversificación de las características de los productos de litio.

#### 1. Mantener estrategia de liderazgo en costos en el proceso productivo

Esta estrategia se basa en el desarrollo de un conjunto de actividades integradas que trata de producir productos de litio de características adecuadas para los diferentes clientes al costo más bajo posible, en comparación con el de los competidores. Esta es quizás la estrategia más común de la actividad minera en general.

Más aún, esta es la principal estrategia utilizada en particular por SQM desde su ingreso al mercado mundial del litio, respaldada en el acceso a un yacimiento de excelentes características mineralógicas, un diseño adecuado de los procesos productivos (pozas de evaporación, sistema de transporte y plantas productivas modernas y eficientes), búsqueda constante de economías de escala y efecto experiencia, política de precios agresivos desde su ingreso para lograr la participación en el mercado y liderazgo, de tal manera que una vez lograda ésta, los bajos costos proporcionen altos beneficios que pueden reinvertirse en nuevas instalaciones y equipo que permitan mantener el liderazgo, una política conservadora de costos y gastos indirectos y fuerte inversión inicial en capital productivo a mediados de los años 90's.

El hecho de mantener una posición de costos bajos es una defensa muy valiosa ante las empresas rivales como China y Sons of Gwalia. Otros beneficios son que pese a que clientes poderosos como la industria del vidrio y cerámicas obliguen ante determinadas situaciones a la industria chilena a bajar sus precios, nunca pueden estas rebajas ir más allá del nivel de la siguiente empresa competidora en este caso China o los yacimientos ubicados en Argentina. Esto último ha traído importantes retribuciones en el pasado a SQM ya que con precios suficientemente bajos como los de los años 1997 y 1998 impidieron a otras empresas obtener utilidades promedio, obligándolas a salir del mercado lo cual dejó a la industria chilena con menos competencia y en una posición más fuerte.

Otros beneficios al aplicar de manera exitosa esta estrategia son contar con una posición ventajosa frente a los proveedores; el liderazgo en costos supone importantes desafíos de eficiencia que se traducen en una barrera de entrada para posibles entrantes.

Los riesgos para la industria chilena son que básicamente esta ha sido su única estrategia competitiva, lo que le ha permitido a empresas como FMC, Chemetall e

incluso CITIC desarrollar innovaciones en los productos debido a sus modelos de negocios de integración hacia delante en la línea productiva, es así como estas empresas comercializan una serie de productos derivados de litio que generan importantes ganancias a las cuales la industria chilena y en particular SQM no tiene acceso. Sumado a esto, el concentrarse demasiado en reducir costos a expensas de los niveles competitivos de diferenciación, se podrían traducir en resultados negativos en el futuro si los clientes cambian sus requerimientos respecto a la materia prima, es decir, una inflexibilidad ante cambios en la demanda o ante una innovación tecnológica que permita por ejemplo hacer rentable los recursos de Bolivia.

Finalmente, al mantener precios demasiado bajos para el carbonato de litio se tendrá problemas en el futuro para revertir las expectativas de los clientes sobre lo que es un precio "razonable".

## 2. Estrategia de diferenciación de las características de los productos

Esta propuesta estratégica consiste en el desarrollo y producción de los actuales productos derivados de litio, carbonato de litio, cloruro de litio e hidróxido de litio con características diferentes a las actuales, tal que los clientes perciban que les resulta valioso, lo que permite cobrar un precio superior por él.

Más específicamente, esto es: desarrollo de diferentes granulometrías, volúmenes y concentraciones (Ley media y porcentaje de humedad) de acuerdo a los requerimientos específicos de los clientes, esto no es sólo a nivel agregado (por ejemplo carbonato de litio para la industria de las grasas), sino también de acuerdo a las necesidades clientes importantes. Es decir, el "raw material" que es actualmente, los clientes deben procesarlo de acuerdo a sus actuales procesos productivos, distribución granulométrica, porcentaje de humedad, concentración, tamaño de los paquetes, etc.

Para cada uno de estos, es importante reflejar claramente una amplia gama de elementos para distinguir su producto de la competencia; de esta forma debe optarse por: Potenciar las características intrínsecas del producto: calidad, diseño, tecnología e innovación.

Con esta estrategia la industria consigue aislarse de la rivalidad competitiva, genera lealtad de los clientes blindándose de cierta forma ante la posibilidad de nuevos entrantes y una menor sensibilidad al aumento de los precios. Además esto permite disminuir la probabilidad de que los clientes se cambien a productos sustitutos que ofrecen características diferentes, pero que cumplen la misma función.

No es necesario o más bien imperativo destinar una excesiva cantidad de recursos a un departamento de investigación y desarrollo, es desafío es de que manera en conjunto con los clientes se generan alianzas estratégicas para dichos fines. No obstante, esta estrategia tiene ciertos riesgos competitivos como puede ser la entrada de imitadores en el mercado que oferten unos precios algo menores. Otro es que los clientes podrían

decidir que la diferencia entre precio del carbonato de litio especial y la del producto commodity es demasiado grande; este efecto se reduce si el mismo producto nuevo surge de un desarrollo conjunto entre los clientes y la industria nacional.

### 3. La estrategia de enfoque hacia los mercados de clientes con más proyecciones de crecimiento

Básicamente esta propuesta de valor es complementaria a la anterior y plantea que el desarrollo de productos con nuevas características debe ser para aquellos clientes que tienen proyecciones de crecimiento interesantes, es así como acá el foco deben ser productos derivados de litio para clientes de las industrias de las baterías y de los polímeros y fármacos. Alineado con lo anterior, los esfuerzos de las áreas comerciales deben estar en la búsqueda de nuevos clientes para estos productos y la generación de alianzas estratégicas permitiendo la generación de los beneficios planteados en el punto anterior.

#### b) Estrategias según el ciclo de vida del producto-mercado

En este punto hay que diferenciar que tanto el detalle de las acciones o políticas para cada uno de los mercados dependerá de sus estados actuales y las proyecciones futuras. Es así como se diferencia entre productos-mercados emergentes, maduros y en declive. Estas diferencias están directamente relacionadas con el ciclo de vida de esos mercados.

#### - Acciones para productos-mercados emergentes

Para los productos-mercados de las baterías y los polímeros y productos farmacéuticos se deben realizar importantes esfuerzos comerciales, generar nuevos productos en conjunto de acuerdo a sus necesidades, desarrollo de alianzas estratégicas y de oficinas comerciales.

#### - Acciones para productos-mercados maduros

Según el análisis competitivo realizado anteriormente el mercado de los vidrios y cerámicas está en un estado maduro, históricamente ha representado la mayor proporción de utilización de litio, pero está comenzando a presentar signos de retrocesos. Se deben reforzar los actuales lazos con los clientes actuales, pero no incurrir en grandes gastos ni recursos para buscar nuevos.

Por lo tanto, esto consiste en una reducción de inversiones en aquellas actividades poco o nada rentables, reduciendo costos y generando una liquidez que será utilizada para sanear la empresa y reemprender de nuevo el crecimiento.

## b) Estrategias para industrias en declive

Estas se aplican ante fases de inestabilidad para tratar de frenar caída de las ventas y de los beneficios, incrementando la eficiencia de empresa y saneando su situación económico-financiera. Para el producto-mercado del aluminio está en franco retroceso y las proyecciones y estimaciones de los expertos no prevén una situación distinta para el futuro. Por lo tanto la recomendación para la industria chilena productora de litio es a la supresión de algunos activos o el empleo de los recursos asignados a este mercado, buscando mayor eficacia, reducción de costos en existencias y de personal, etc.

## c) Estrategias de crecimiento para la industria chilena del litio

### 2. Aprovechar los activos actuales

El crecimiento puede desarrollarse mediante crecimiento interno, es decir, recurriendo a la inversión en nuevos equipos productivos, nuevas instalaciones, etc., está ha sido luego del liderazgo en costos la estrategia utilizada sistemáticamente por la industria chilena productora de litio para crecer, aumentar la capacidad productiva instalada, manteniendo los productos ofrecidos e incluso los mercados de consumo. Este trabajo no plantea alejarse de esta, sino más del origen que gatilla el aumento de capacidad, es decir, que no solo responda a un crecimiento de la economía mundial, sino también al desarrollo de nuevos productos, de nuevos mercados y diversificación. Un segundo tipo de crecimiento es el externo, esto es, la adquisición, fusión u otras alternativas.

### 3. Participación en otros mercados y/o en otros países

Estas estrategias contrariamente a las anteriores, están más orientadas a aumentar la participación de la industria chilena en los mercados en los que opera, a extender su ámbito de acción a otros mercados y/o a dotar a la empresa de nuevos productos.

### 4. Adquisición de nuevas capacidades productivas

#### 1. Adquisición de las pertinencias mineras de SCL o SQM

La adquisición horizontal es una estrategia mediante la cual una empresa compra un interés mayoritario, o todo el capital de otra, con el propósito de que la adquirida sea una subsidiaria dentro de su cartera de negocios. Por lo tanto, si SQM comprará a SCL o viceversa, la empresa resultante no solo aumenta su capacidad productiva (del orden las 50.000 toneladas), sino que tendría acceso privilegiado y único al mejor yacimiento de litio en salmueras conocido, aumenta ostensiblemente su fuerza de mercado pudiendo cobrar precios superiores a los de la competencia, desarrollo de economías de escalas y sinergias productivas con las instalaciones de la empresa adquirida.

### 5. Creación de nuevas capacidades productivas

Según un estudio hecho por el Harvard Business Review (HBR) (Referencia 106) cuando los activos de la empresa adquirida son un complemento a las de la adquiriente, la adquisición tiene más éxito. Cuando los activos se complementan, la integración de las operaciones, en este caso de SQM o SCL, tiene más probabilidad de crear sinergias. Además esto puede crear capacidades y competencias centrales exclusivas como por ejemplo la explotación del Salar de Atacama (y sus condiciones privilegiadas). Este estudio también plantea que muchas de las adquisiciones exitosas son las que

otorgan la mayor importancia a la innovación y las inversiones permanentes en actividades de investigación y desarrollo.

Muchos de los problemas que eventualmente se desarrollan durante las adquisiciones como la evaluación incorrecta del blanco elegido, la incapacidad de crear sinergias o dificultades para la integración de los procesos para este caso son mínimos. Ambas empresas se encuentran en el Salar de Atacama con todas las condiciones favorables que se han señalado anteriormente, sus procesos productivos son prácticamente idénticos y compiten en los mismos mercados de clientes.

## 2. Aprovechar los activos actuales

La industria nacional debe aprovechar el creciente aumento de la demanda por litio y los favorables precios para desarrollar proyectos de exploración en el Salar de Atacama para impulsar un crecimiento sustentable en el largo plazo. Actualmente SQM tiene contrato por la explotación y exploración de cerca del 85% del Salar de Atacama y SCL el 15% restante.

Actualmente se explotan los primeros 40 metros del salar de los 200 metros explorados (al menos por SQM). Por lo tanto, si consideramos que se estima que la profundidad alcanza los 10 Km. de profundidad, existen atractivas oportunidades y posibilidades de aumentar las reservas (Referencia 98).

Exploración en otras latitudes: la exploración continua permite expandir las reservas y recursos, hecho que permite tener una industria sustentable en el largo plazo.

## 3. Penetración en el producto-mercado de las batería de litio (agregar anexos Baterías)

A lo largo de este trabajo se ha evidenciado la importancia del producto-mercado de las baterías de litio en el aumento de la demanda (crecimiento promedio anual del 20%), el incremento sostenido que ha tenido el precio (desde 1,5 US\$/Kg. en 2000 a más de 3,2 US\$/Kg. en 2006). Además las proyecciones y perspectivas para este mercado según todos los expertos son muy interesantes y plantean la necesidad de realizar importantes esfuerzos en post de conseguir una buena participación de este mercado.

En esta perspectiva, la estrategia de la industria chilena debe ser capturar una gran proporción de este mercado, a través de la generación de alianzas estratégicas con esas empresas manufactureras de baterías (Sanyo y Panasonic ya tienen plantas instaladas en China), en particular con aquellas instaladas en China que se proyectan como las más atractivas.

Dado todo esto, se propone que la industria evalúe el desarrollo una plataforma de negocios con estas empresas, desarrollando productos customizados de acuerdo a sus necesidades, instalar oficinas comerciales en China y Japón, y una bodega con stock con productos críticos para estos clientes.

#### 4. Desarrollo de nuevos productos en alianza con empresas químicas multinacionales

Esta es una estrategia de cooperación, más específicamente una alianza estratégica complementaria vertical, esto quiere decir, son acuerdos de negocios que permitirán a la industria chilena del litio compartir recursos y destrezas, complementando sus operaciones para obtener ventajas competitivas para el desarrollo de productos a partir de litio como polímeros y fármacos.

De esta forma, la industria chilena aporta todo su "know how" en el desarrollo de derivados de litio a un precio competitivo, con características específicas para la elaboración de productos químicos actuales o nuevos. Esto puede ir más aya y desarrollar en conjunto los insumos necesarios para determinados productos derivados de litio en condiciones específicas que mejora los márgenes o las características del producto desarrollado por la empresa química. Todo esto conlleva a compartir tanto los riesgos como los beneficios, además de asegurar la venta de una importante parte de la producción de litio.

Todos estos esfuerzos estimulan e incentivan la demanda por productos de litio y se toma una actitud proactiva en esta línea. Hasta el momento la actitud de la industria chilena es más bien pasiva y el incentivo de la demanda por ejemplo para el caso de los remedios o fármacos de litio, vino exclusivamente desde las empresas que los fabrican (Referencia 26).

#### 5. Alianza estratégica entre SQM y SCL

Muchas empresas mineras realizan asociaciones con otras que comparten ubicación geográfica, recursos hídricos o incluso el yacimiento. Así por ejemplo la empresa de oro Meridian dueña de la mina de El Peñón ha participado con éxito conjuntas rentables, una de estas asociaciones fue la operación minera con AngloGold en la mina Jerritt Canyon en Nevada Estados Unidos, la cual produjo 1,68 millones de onzas de oro para Meridian desde 1981 hasta 2003 y proporcionó el flujo de caja clave para mantener el crecimiento de Meridian (Referencia 86) y actualmente se está enfocando en asociaciones con empresas de exploración, las que permitirán aprovechar y diversificar las probada experticia en exploraciones de la empresa por todo el mundo con un mayor número de socios.

Un caso mucho más cercano es el de la División Andina de Codelco con la División Los Bronces de Anglo American, ambas se dividen la explotación de un importante yacimiento de cobre, Andina explota desde el sector que da hacia Los Andes en la V Región, mientras que Los Bronces lo hace desde la Región Metropolitana, es decir ambas divisiones conforman prácticamente una sola gran mina. El Plan de Negocios de Codelco del año 2006 (Referencia 87) señala que existen conversaciones y el interés por trabajar con Anglo American para explotar en conjunto el yacimiento, con un plan minero conjunto, compartiendo botaderos y expandiendo los tranques de relave, cosa que desde 1970, fecha en que comenzaron las explotaciones del yacimiento, no se ha realizado.

Dado todo esto, la propuesta estratégica tiene relación con explotar en conjunto SQM y SCL las reservas del Salar de Atacama, desarrollando un plan minero mancomunado aprovechando de esta manera las múltiples sinergias en las operaciones de extracción de la salmuera, las piscinas o canchas de evaporación, el manejo de relaves y las etapas de procesamiento.

## 6. Desarrollo de los mercados de China e India

La diversificación internacional es una estrategia que crea valor a la industria chilena del litio debido a que permite expandir las ventas de sus productos en distintos países y regiones geográficas. Una exitosa implementación de este tipo de estrategias permite aumentar las ventas y las ganancias de las empresas al contar con una cartera de clientes nueva, es más algunas investigaciones (Referencia 79) han demostrado que a medida que la se desarrollan nuevos mercados las utilidades de la empresa aumenta.

Lo interesante es concentrar los esfuerzos para abrir nuevos mercados a la demanda por litio, mercados emergentes como el Asia Pacífico, China o India, deben ser el foco según los antecedentes explicados en los primeros puntos de este capítulo, de formas creativas para aumentar la demanda y promocionando las bondades del litio con los consumidores finales o clientes (ejemplo: en las baterías de litio las mismas empresas productoras de baterías se han encargado de hacerlo). Esto corresponde a una visión distinta de observar y analizar la industria minera del litio, desde el punto de vista de sus usos en la industria de las baterías, la industria química, industria de las grasas, etc., lo que permite no estar tan expuesto a los shocks de demanda o ciclos de la economía mundial. Además estas dos naciones China e India en el futuro tendrán las principales industrias maquiladoras del mundo, entre India y China para el 2025 tendrán más del 45% del PIB mundial a los ritmos de crecimiento actuales (Referencia 102).

Abrir nuevos mercados permite tiene muchos efectos positivos, puede permitir importantes economías de escala y la experiencia, las ventajas de la ubicación, un mercado más grande y la posibilidad de estabilizar las ganancias (Referencia 80).

#### d) Estrategias de diversificación

La estrategia de diversificación supone para la empresa el desarrollo de nuevos productos para los mercados en los que ya opera o la comercialización de los productos actuales en nuevos mercados, o bien del desarrollo de nuevos productos para nuevos mercados. Estos dos aspectos ya están expuestos en las propuestas anteriores, pero cabe mencionar las razones detrás de la diversificación en nuevos productos de litio y el desarrollo de los mercados chino e indio.

Razones de la diversificación: La diversificación le permitirá eventualmente a las empresas chilenas reforzar su competitividad, al generar economías de alcances por ejemplo con la estrategia de adquisición mencionada anteriormente, compartir actividades y transferir competencias centrales. Esto es lo que se llama diversificación relacionada.

Al contar con una mayor gama de productos desarrollados en función de las necesidades de los clientes actuales y futuras aumenta la fuerza de mercado y bloquea a los rivales compitiendo en varios mercados.

#### e) Innovación y competitividad

En general, la minimización de costos y la rigidez de la industria minera son argumentos esgrimidos por las empresas mineras y los tomadores de decisión como detonantes de los malos resultados durante crisis como la ocurrida post crisis asiática, sin llegar a asumir en ningún caso que dichas crisis no tienen su origen en una mala gestión de sus negocios de la que serían directamente responsables. La justificación de estas situaciones nada deseables estaría en una serie de factores externos que escapan al control de las empresas, por ejemplo, los altos costos energéticos, las altas inversiones necesarias para crecer, etc. Sin embargo, el problema de la competitividad es cada vez más un problema de competencia poco convencional. Las soluciones no surgen porque los nuevos competidores sean cada vez más eficientes que los líderes del pasado, sino porque son significativamente más heterodoxos. Descubren las nuevas soluciones porque están dispuestos a olvidarse de lo antiguo y mirar más allá (Referencia 109).

Así pues, una alternativa eficaz para incrementar la competitividad de una industria a largo plazo, consiste en fabricar productos de alto valor agregado, fundamentalmente innovadores. Esta prioridad competitiva se consigue con independencia del tamaño empresarial, si bien son necesarias dos tipos de actuaciones:

- 1.- Desarrollar una estructura organizativa flexible, que facilite la creatividad y participación de los trabajadores en la obtención de productos de alto valor añadido.
- 2.- Invertir en tecnología y formación.

Lo primero es definir que se entenderá por innovación la creación de valor único, más específicamente, como la capacidad de las organizaciones para crear valor

sistemáticamente, interpretando y anticipando las necesidades de sus clientes (Referencia 78). Otros autores como Drucker plantean que la innovación es un hecho social y de mercado, que intenta mejorar la propuesta de valor, donde el consumidor no sólo es el destinatario final, sino que también es el juez que determina el éxito o fracaso de la misma. Pero la innovación no solamente es desarrollar nuevos productos, también es mejorar los procesos productivos, introducir nuevas tecnologías, creación de nuevos diseños, cambios en la organización, nuevos planes de comercialización o incluso innovación en los modelos de negocio de las empresas, este último caso es el principal responsable de los resultados de empresas como Dell, Toyota y 3M. Esta forma de concebir la competitividad empresarial, basada en la capacidad de innovar, resulta cada vez más necesaria para hacer frente a los constantes cambios que impregnan los mercados actuales. Cualquier innovación permite disfrutar a la empresa que la desarrolla, de una situación de monopolio transitorio en el mercado que le reporta beneficios extraordinarios, y que acabará cuando los competidores directos, atraídos por esos beneficios, acaben imitándola e incorporen dicha innovación en sus productos.

En segundo lugar, se debe explicitar la diferencia entre innovación: el invento y la innovación. La distinción entre ambos se debe fundamentalmente a Schumpeter (Referencia 78) quien consideraba que los inventos no tienen por qué conducir necesariamente a innovaciones. Para que un invento pueda ser considerado una innovación debe ser comercializado en el mercado, es decir, la innovación transforma conocimiento en valor. Con esta premisa, existirán inventos que no serán comercializados de forma inmediata, lo más normal es que desde la gestación hasta la comercialización del invento transcurra un tiempo, e incluso otros que nunca llegarán a ser comercializados.

Básicamente las innovaciones pueden ser calificadas de radicales o incrementales. La innovación radical tiene relación con un cambio en la función de producción de carácter histórico, es decir, es un cambio en la manera de hacer las cosas. Este tipo de innovación se caracteriza porque suele abrir nuevos mercados y productos, creando grandes dificultades a las empresas competidoras y puede suponer la base para la entrada con éxito de nuevas empresas e incluso la redefinición de la industria. Por su parte, las innovaciones incrementales son mejoras que se realizan sobre la tecnología existente, es decir, introducen cambios relativamente menores en los productos y procesos actuales, explotan el potencial del diseño establecido y refuerzan el dominio de las empresas que lo comercializan.

### ¿Por qué Innovar?

La hiper-competitividad de la economía mundial actual ha provocado que la innovación no sea una opción para las empresas que compiten en el mercado global, si no que por el contrario, es un imperativo para toda empresa que pretende crecer y ser rentable. Según el Centro de Comercio Internacional (CCI) (Referencia 110) "La innovación ha sido un factor decisivo del éxito de todas las empresas exportadoras más prósperas. Todo esfuerzo serio y sostenido por impulsar innovaciones implica hacer inversiones y correr riesgos. Pero sus frutos son tangibles. En medio de la vorágine de cambios que vive el mundo comercial, la innovación no es sólo una cuestión de rentabilidad para el

exportador, sino también de supervivencia". La innovación es un factor esencial del éxito de las exportaciones, algunos de los motivos principales son:

**Protección de las partes de mercado:** La protección de las ideas innovadoras mediante patentes o derechos de autor es prácticamente imposible. Para mantener su competitividad, los exportadores de servicios están obligados a innovar constantemente, lo que, siendo ya difícil en el contexto nacional, adquiere una complejidad aún mayor en un marco de diferencias culturales y de criterios de comparación internacionales.

**Aumento de las partes de mercado:** La innovación puede asentar firmemente la solidez de una empresa y facilitar su entrada en el mercado exportador. Las ventajas competitivas residen en la capacidad para conseguir, asimilar y aplicar nuevas informaciones sobre la evolución de las necesidades y problemas de los clientes, sus prioridades, la oferta de los competidores y las tecnologías auxiliares de suministro. En el mercado exportador, como es el caso de las empresas chilenas productoras de litio, la rentabilidad suele estar relacionada con la oferta de un nuevo servicio. La experiencia muestra que los clientes están dispuestos a pagar hasta un 10% más por un servicio eficaz para una necesidad hasta entonces no satisfecha, según la CCI. Este porcentaje permite recuperar los costos adicionales de desarrollo y oferta de dichos servicios para la exportación, sin arriesgar la rentabilidad.

**Mejora de la preparación para exportar:**

La innovación incide de tres formas en la capacidad para exportar:

- Mayor aprovechamiento de los recursos. Las innovaciones pueden ser necesarias para atender con mayor eficacia la demanda de los clientes.
- Aumento de la competitividad. La oferta de servicios o de sistemas de prestación de servicios que son nuevos en el mercado de exportación se traduce en una gran ventaja y rentabilidad.
- Flexibilidad cultural. Para adaptar la oferta a las normas culturales del mercado de exportación será probablemente necesario cambiar algunas características del servicio o de su prestación, es decir, habrá que innovar.

**Más eficiencia, menos rotación del personal, mejor imagen:**

Las economías se benefician de la innovación, que genera crecimiento y nuevos puestos de trabajo. Ahora bien, ¿ocurre lo mismo con las empresas? ¿Hay otras ventajas, además de conservar o aumentar las partes de mercado? Absolutamente sí. Algunas de estas ventajas son las siguientes:

- Mayor eficacia operacional. Las innovaciones orgánicas bien escogidas pueden ayudar a reducir los costos de producción y aumentar las utilidades.

- Mayor fidelidad del personal. La voluntad de innovar puede servir para motivar y fidelizar al personal calificado. En muchas economías, la búsqueda de trabajadores especializados es una tarea difícil para las empresas de servicios. El desafío que representa la concepción de nuevas ideas y la satisfacción de contribuir a su éxito pueden constituir un gran estímulo para el personal especializado, y un factor decisivo para su permanencia en la empresa. Esta ventaja favorece a su vez la fidelidad de los clientes, que prefieren tratar con una empresa cuyo personal conocen.
- Mejora de las competencias del personal. Un beneficio imprevisto que las empresas de servicios sacan de las innovaciones se refiere a que sus empleados aprenden nuevas formas de colaboración entre sí o de interacción con los clientes. Esto suele traducirse en un mayor respeto por las ideas ajenas y en una mayor satisfacción de la clientela.
- Mejora de la imagen en el mercado. Cuando los clientes se enteran de las innovaciones, se consolida la reputación de la empresa, que puede aspirar a ser considerada como líder en el mercado.

## 7 Comentarios y conclusiones

Las principales conclusiones y comentarios de este trabajo son las siguientes:

La demanda y la producción de LCE, en este momento, están en equilibrio. Cualquier posible shock tanto de oferta como de demanda pondrá presión en los precios, lo que caracterizará el mercado en el corto y mediano plazo. Si existen presiones al alza en los precios las empresas expandirán su capacidad y se abrirán yacimientos que ahora son ineficientes, si existen presiones a la baja en los precios las empresas menos eficientes en costos saldrán del mercado cayendo la producción. Si no existen presiones, el escenario más probable es que se mantenga el equilibrio al ritmo del crecimiento del producto mundial. Además, el nivel de reservas de litio asegura recursos suficientes para seguir a mediano plazo con las tendencias tanto de la demanda, a largo plazo el escenario más probable es que los recursos y reservas económicamente más rentables disminuyan, debido a la disminución de las leyes medias de los yacimientos actuales produciendo un alza en los costos de producción lo que generará alzas en los precios del LCE contrayendo finalmente la demanda. Cuando el precio sea demasiado alto, se tenderá a buscar productos sustitutos, a menos que haya algún quiebre tecnológico que permita procesos productivos más eficientes que los actuales.

Chile posee las mayores reservas mundiales de litio en salmueras, las cuales se encuentran en el Salar de Atacama. Además estas presentan comparativamente las mejores condiciones a nivel global, no solo por sus niveles de concentración de litio, sino también por el clima que acompaña al yacimiento, una bajísima humedad, una tasa de evaporación promedio anual en torno a los 3.200 mm y una pluviosidad promedio menor a los 15 mm al año.

El mercado mundial de LCE es claramente un oligopolio con productos homogéneos, ya que el análisis de los indicadores, de las estructuras y del comportamiento de los agentes evidencia la existencia de fallas en el mercado. Estas fallas tienden a estar entre un monopolio y la competencia perfecta, las empresas poseen poder de mercado y una posición privilegiada gracias a las barreras de entrada que existen.

La estimación del costo marginal es importante por que nos da una estimación del precio, los márgenes operativos y utilidades, además de poder hacer proyecciones de costos dependiendo de los distintos escenarios de la economía local como mundial. SQM al ser la empresa líder en costos, la estimación de este parámetro no entrega, con bajo grado de incertidumbre, una aproximación a los costos de SCL ya que ambas trabajan el mismo salar y tienen tecnologías similares. Además podemos apreciar el límite competitivo, ya que las empresas rivales fijan el precio en función de la demanda residual de SQM.

Se comprueba la estructura oligopólica del mercado, más específicamente, el tipo de comportamiento que se espera de los competidores es el de Cournot, y el modelo que más se asemeja al verdadero comportamiento de los agentes es el de Stackelberg (Cournot en dos etapas, que en la primera etapa se fija la cantidad a producir y en la segunda etapa se compiten en precio por los contratos de corto y mediano plazo, tomando en cuenta los costos hundidos). La lógica detrás del modelo es que las empresas productoras de LCE manejan estratégicamente el nivel de producción decidiendo la cantidad anualmente teniendo en cuenta las tendencias del mercado (no ocupan toda su capacidad a menos que se requiera) dejando brechas entre su producción potencial y su producción actual. Una vez decidida la producción, se calculan los costos y luego fijando los precios con los cuales salen a competir por los contratos a corto y mediano plazo. Dejando las brechas de producción, comentadas anteriormente, como una especie de barrera a la entrada. Este comportamiento lo siguen las empresas productoras de LCE, las empresas que además producen derivados más específicos de litio, tienen también objetivos de largo plazo que se enfocan en el desarrollo e investigación de nuevos productos, procesos y tecnologías para satisfacer mercados más profundos y complejos que los productos de litio en su primera transformación.

La estimación de la función de demanda mundial de LCE, entrega que la elasticidad precio de la demanda es  $-0.867$  lo que demuestra que la demanda es inelástica. Los demandantes tienden a no dar mucha importancia al precio en las decisiones de compra, lo que muestra una gran necesidad por tener el producto casi sin darse cuenta de lo que pagan por él, así una subida en el precio a mediano plazo no impactará en la cantidad demandada. Esto da pie a que las empresas chilenas productoras del commodity puedan tener a mediano plazo una estrategia de desarrollo de nuevos productos, más específicos y complejos, que respondan a las necesidades de clientes determinados. Con esto se logrará reducir los costos de procesos de los demandantes, creando valor para tanto para los clientes como para los mercados finales formando alianzas estratégicas a largo plazo.

Como plantea Australia Research (Referencia 75) existen diferentes formas de apropiarse de los excedentes que sin duda genera (y generará) la industria chilena del litio, las famosas rentas económicas. Pese a que en los últimos años los precios han alcanzado precios altos, ocurre un hecho que se potencia durante los ciclos de desaceleración de la economía, las rentas económicas se disipan en la competencia entre las empresas o más bien se traspasan al precio (dado que todos los productores venden un producto estándar), y de este a los clientes. Esto sin lugar a dudas es beneficioso desde el punto de vista de la sociedad, pero dado que el análisis de este trabajo es desde el punto de vista de la industria nacional, estos excedentes o al menos una parte importante no queda en manos de los accionistas. La estrategia planteada en el párrafo anterior permite blindarse, de cierta manera, ante escenarios de crisis o shocks adversos en la economía local y mundial.

Se puede decir que dentro de las cinco principales empresas productoras de litio existen tres tipos:

Chemetall y FMC, enfocadas en una estrategia de largo plazo que es desarrollar producto, procesos y tecnologías innovadoras que le permitan satisfacer las necesidades específicas de sus múltiples consumidores.

SQM y Sons of Gwalia, enfocadas en una estrategia de corto y mediano plazo vendiendo materias prima a grandes conglomerados, preocupándose más en la eficiencia de costos. Este es el punto débil ya que estas empresas no están protegidas de forma alguna contra fluctuaciones negativas de la economía.

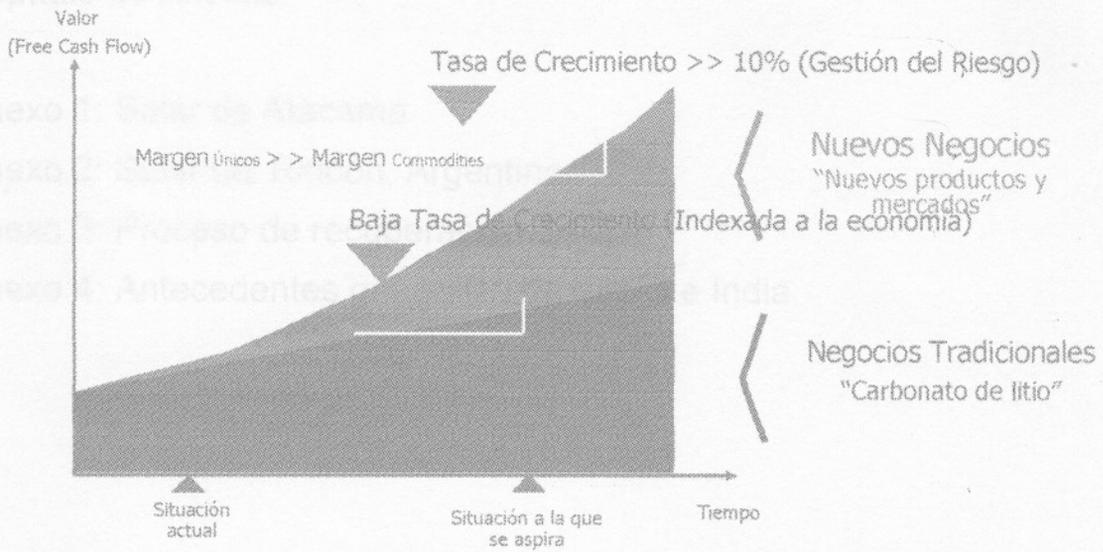
El tercer tipo es la empresa China CITIC Guoan, principal accionista del holding MGL, enfocada en una estrategia de mediano plazo que es expandir su capacidad productiva para abastecer industrias internas que demandan litio, no se preocupa por la eficiencia de costos ni del desarrollo de nuevos productos.

Del análisis de los usos del litio, las proyecciones y estimación de la demanda, se puede concluir que la demanda por litio es impulsada por mercados finales con productos de gran valor agregado asociado a procesos y tecnologías innovadoras y muy avanzadas, y los mercados finales con productos tradicionales (aluminio, vidrios y cerámicas) ven caer su participación en la demanda. El ejemplo más claro es el mercado de los vidrios y cerámicas que desde una participación de más del 50% en los años 90, cae a casi el 15% en el 2004, pero con el impulso de los LCD, nanocerámicas y otros productos avanzados comienza una nueva alza en la demanda.

De acuerdo a lo señalado a lo largo de este trabajo una manera de crecer es el desarrollo de nuevos productos y la otra, es la búsqueda de nuevos mercados. La diversificación internacional es una estrategia que crea valor y permite expandir las ventas hacia distintos países y regiones geográficas, en esta línea y de acuerdo a lo analizado la demanda por productos de litio se incrementará en los mercados emergentes como son el Asia pacífico, China e India. Por lo tanto, una buena parte de los esfuerzos comerciales de la industria chilena productora de litio deben ir a capturar esos nuevos clientes.

En síntesis lo que se ha señalado en este trabajo en términos estratégicos no es abandonar el negocio core y la explotación y venta de productos como el carbonato de litio. Todo lo contrario, es potenciarlo y acompañarlo de nuevos negocios relacionados que se hagan cargo de las asimetrías del mercado, permitan protegerse, al menos en parte, ante crisis económicas mundiales, ganar fuerza de mercado, etc. Esto de manera gráfica se ve en la siguiente figura:

**Figura 9: Desarrollo del negocio core y crecimiento con nuevos negocios.**



Fuente: Elaboración propia con material de la Referencia 85.

Por lo tanto la propuesta en términos generales es seguir e incluso potenciar aquellas estrategias que permiten el desarrollo del negocio core, que es la exportación de carbonato de litio. El punto distinto tiene relación con aplicar esfuerzos en otros ámbitos para el desarrollo de nuevos negocios que permitan el crecimiento sostenido.

## Capítulo de Anexos:

Anexo 1: Salar de Atacama.

Anexo 2: Salar del Rincón, Argentina.

Anexo 3: Proceso de recuperación del litio.

Anexo 4: Antecedentes generales de China e India.

Mientras al norte del portezuelo del Cajón la línea divisoria oriental de la cuenca prácticamente coincide con las altas cumbres de la frontera con Bolivia, en 50 Km

Al sur de dicho portezuelo sigue en toda su extensión en territorio chileno coincidiendo con una línea de volcanes antepuestos de la Alta Puna, que la separa de cuencas endorreicas interiores del altiplano chileno. Al poniente, la cordillera de Uspallata que en su sector norte recibe el nombre de cordón Barras Arenas, la separa de las cuencas andinas occidentales y de la hoya del río Loa.

La zona Almeida constituye la divisoria con el salar de Punta Negra.

El fondo de la cuenca de Atacama está ocupado por el salar propiamente tal, en el cual subsisten algunas lagunas remanentes. La extensión húmeda alcanza aproximadamente a 1.500 km<sup>2</sup>, lo que representa un 10% de la superficie total, con una altitud media de 2.400 m s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Constituye la base de equilibrio de una profusa red de drenaje, cuyas principales vías de escurrimiento desembocan en la cuenca norte del salar a través de los ríos San Pedro y Vilama. El río San Pedro es el principal aporte superficial al Salar de Atacama, ya que existen importantes aportes subterráneos por todo el límite oriental, un gran número de pequeños aportes generados en vertientes que caen desde el oriente y también por el extremo sur.

#### 1.1 Sistema hidroclimático

##### Clima

La cuenca del Salar de Atacama está bajo la influencia del tipo climático denominado desierto templado de altura. Este subtipo climático se localiza por sobre los 2.000 metros de altura, debido a ello las temperaturas son más atenuadas presentando una media anual de 10°C. En este subtipo aparecen las primeras lluvias que fluctúan entre 50 y 100 mm anuales, ellas se presentan en los meses de verano producto del invierno boliviano.

## ANEXO 1

### EL SALAR DE ATACAMA

#### 1. Salar de Atacama

La cuenca del salar de Atacama se desarrolla al centro de la II región de Antofagasta y es, la tercera en tamaño. Posee una superficie aproximada de 15.620 Km<sup>2</sup>, con su mayor longitud en sentido N-S de 210 Km. y un ancho máximo de 110 Km.

Mientras al norte del portezuelo del Cajón la línea divisoria oriental de la cuenca prácticamente coincide con las altas cumbres de la frontera con Bolivia, en 50 Km.

Al sur de dicho portezuelo sigue en toda su extensión en territorio chileno coincidente con una línea de volcanes antepuestos de la Alta Puna, que la separa de cuencas endorreicas menores del altiplano chileno. Al poniente, la cordillera de Domeyko que, en su sector norte recibe el nombre de cordón Barros Arana, la separa de las cuencas arreicas occidentales y de la hoya del río Loa.

La sierra Almeida constituye la divisoria con el salar de Punta Negra.

El fondo de la cuenca de Atacama está ocupado por el salar propiamente tal, en el cual subsisten algunas lagunas remanentes. La extensión húmeda alcanza aproximadamente a 1.500 km<sup>2</sup>, lo que representa un 10% de la superficie total, con una altitud media de 2.400 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar). Constituye la base de equilibrio de una profusa red de drenaje, cuyas principales vías de escurrimiento desembocan en la cabecera norte del salar a través de los ríos San Pedro y Vilama. El río San Pedro es el principal aporte superficial al Salar de Atacama, ya que existen importantes aportes subterráneos por todo el límite oriental, un gran número de pequeños aportes generados en vertientes que caen desde el oriente y también por el extremo sur.

#### 1.1 Sistema físico natural

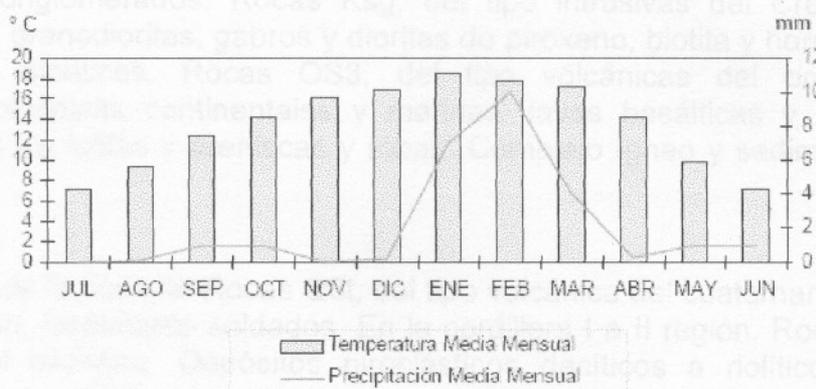
##### Clima:

La cuenca del Salar de Atacama está bajo la influencia del tipo climático denominado desértico marginal de altura. Este subtipo climático, se localiza por sobre los 2.000 metros de altitud, debido a ello las temperaturas son más atenuadas presentando una media anual de 10°C. En este subtipo aparecen las primeras lluvias que fluctúan entre 50 y 100 mm anuales, ellas se presentan en los meses de verano producto del invierno boliviano.

En relación a los montos de precipitación, éstas son aquellas registradas por la estación de San Pedro de Atacama localizada en el sector norte de la cuenca a 2.450 metros de altitud (22° 55' latitud sur, 68° 12' longitud oeste). La precipitación media anual registrada es de 27,8 mm.

La temperatura media anual registrada por la estación anterior es de 13,4°C. En la gráfico 1, se presentan los montos de precipitación y temperaturas medias mensuales del sector norte de la cuenca registrada por la estación San Pedro de Atacama.

**Gráfico X: Diagrama Ombrotérmico sector norte Salar de Atacama**



Fuente: Dirección General de Aguas de Chile, Referencia 90.

### Geología y volcanismo

La geología de la cuenca del Salar de Atacama posee diversas formaciones rocosas entre ellas destacan:

- Salar de Atacama: Rocas MQs, del tipo sedimentaria del mioceno-cuaternario. Depósitos evaporíticos sulfatos, cloruros, carbonatos y niveles diatríticos finos, localmente borax y/o litio.

- Zona poniente de la cuenca: Rocas MP1c, del tipo sedimentarias del mioceno superior-pleistoceno. Secuencias sedimentarias clásticas de piedemonte, aluviales, coluviales o fluviales; conglomerados, areniscas y limonitas. Rocas OM1c, del tipo sedimentaria del oligoceno-mioceno. Secuencias sedimentaria continental parálicas o aluviales: conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y mantos de carbón.

- Zona norte de la cuenca: Rocas Ms3t, del tipo volcánicas del Mioceno superior.

Ignimbritas dacíticas a riolíticas y depósitos piroclásticos asociados a estratovolcanes. Rocas P3t, del tipo volcánicas del Plioceno. Depósitos piroclásticos dacíticos a riolíticos parcialmente soldados. Rocas MP1I, de sedimentarias del Mioceno superior-Plioceno. Secuencias sedimentarias lacustres, en partes fluviales y aluviales, limos, arenas, conglomerados, calizas y cenizas.

• Zona sur de la cuenca: Rocas OM1c, del tipo sedimentarias del oligoceno- mioceno. Secuencias sedimentaria continental parálicas o aluviales: conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y mantos de carbón. Rocas P3t, del tipo volcánicas del Plioceno. Depósitos piroclásticos dacíticos a riolíticos parcialmente soldados. Rocas TrJ3, del tipo volcánicas del Triásico Jurásico inferior. Secuencias volcánicas continentales y transicionales, lavas, domos, brechas, basálticas a riolíticos con intercalaciones de areniscas y conglomerados. Rocas Ksg, del tipo intrusivas del Cretácico superior. monzodioritas, granodioritas, gabros y dioritas de piroxeno, biotita y hornblenda pórfidos andesíticas y dioríticos. Rocas OS3, del tipo volcánicas del ordovícico-silúrico. Secuencias volcánicas continentales y marinas: lavas basálticas y andesíticas con intercalaciones de lutitas y areniscas y tobas. Complejo ígneo y sedimento de Cordón de Lila.

• Zona oriente de la cuenca: Rocas Q3t, del tipo volcánica del cuaternario. Depósitos de flujo piroclástico, localmente soldados. En la cordillera I a II región. Rocas P3t, del tipo Volcánicas del plioceno. Depósitos piroclásticos dacíticos a riolíticos parcialmente soldados. Rocas CP2, del tipo volcano-sedimentaria del carbonífero-pérmico. Secuencia volcánica continentales rocas epiclásticas con intercalaciones de lavas andesíticas y tobas riolíticas. (Referencia 89).

Existe influencia volcánica en esta cuenca por parte del volcán Tatio (Campo hidrotermal, pleitoceno-Geiser, erupción cuaternaria con probable actividad holocena de tipo hidrotermal), Licancabur (Estratovolcán del holoceno sin registro de su última erupción) que se ubican al interior de la cuenca y del volcán Lascar (Estratovolcán histórico cuya última erupción se registra posterior a 1964) y Simbad, que se ubican en los alrededores de la cuenca. (Referencia 90).

### Hidrogeología

La cuenca hidrogeológica de la cuenca del Salar de Atacama se extiende desde la latitud 22°20' hasta la latitud 24°10' sur.

La litología asociada a la cuenca es principalmente de dos tipos, uno de ellos corresponde a rocas volcánicas, fracturadas, constituidas por coladas, tobas y brechas con intercambio de sedimentos clásticos continentales, de los períodos terciarios y cuaternarios caracterizados por una permeabilidad media. Otro tipo corresponde a aquellos depósitos no consolidados, rellenos, conformado por sedimentos fluviales,

glaciales, aluviales y lacustres del período cuaternario de permeabilidad alta.

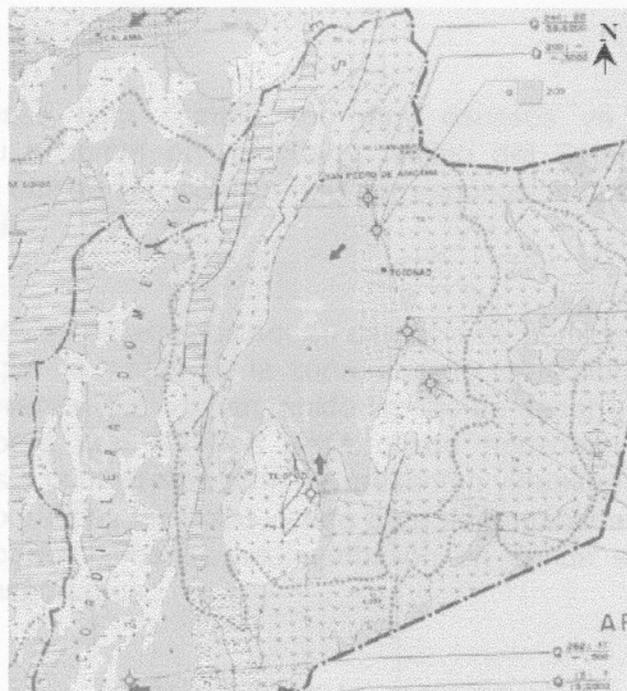
En el sector que ocupa actualmente el Salar de Atacama existe un vasto embalse de agua subterránea que es abastecido desde el norte por un acuífero procedente de un curso paralelo al río San Pedro, por el nororiente, que nace de las estribaciones occidentales del volcán Licancabur y por el sur de las faldas del cerro Pular.

En el sector oriente de este embalse existen pozos de la Dirección General de Aguas (DGA) con alta productividad ( $>10\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ ) a niveles freáticos que varían desde los 18 a 71 metros.

Los principales aportes al acuífero del Salar de Atacama provienen del extremo este, específicamente, de la infiltración de la precipitación que se produce en el altiplano.

Como la cuenca corresponde a un sistema cerrado la descarga se produce por evaporación en el área del salar y en lagunas ubicadas en sus márgenes. (Referencia 91).

**Figura 1: Características Hidrogeológicas de la cuenca del Salar de Atacama (Escala 1:1.000.000)**



Fuente: Referencia 91.

## Geomorfología

El Salar de Atacama se emplaza en una fosa prealtiplánica que en este sector, alcanza los 35 km de amplitud E – W y 90 km N – S. Esta gran fosa es uno de los rasgos morfológicos más interesantes del extremo norte de Chile, posee un exacto alineamiento N – S, marcado por el acento tectónico de su origen y carácter endorreico.

El Salar de Atacama, de edad pliocénica, es la cuenca salina más representativa de la Gran Fosa. Hacia ella concurren las aguas de sistemas hidrográficos prealtiplánicos, tales como el río San Pedro y el río Vilama que proceden del norte.

Dentro del Salar, en su borde occidental, se desarrolla el llano de la Paciencia, el que, hacia el norte, transige en los cerros de Purilactis a una orografía más accidentada. En el límite sur de salar de Atacama se desarrolla la unidad morfoestructural conocida como la Cordillera de Domeyko.

La precordillera de Domeyko se origina en el oligoceno como una serranía baja, pero su altura y envergadura actuales corresponden a las dislocaciones tectónicas pliocénicas, luego de las grandes efusiones de liparitas que sepultan las cordilleras altiplánicas. La Falla del Bordo, en el flanco oriental, indica la línea sobre la cual subió esta precordillera empinándose sobre una flexura de gran curvatura (Referencia 92).

## Suelos

Los suelos que posee esta cuenca son muy escasos ya que está constituida prácticamente en su totalidad por el cuerpo salino del Salar de Atacama. Se ha identificado sólo una unidad taxonómica que corresponde al tipo Entisol ubicada en la zona adyacente al salar.

El tipo de suelo Entisol, se caracteriza por su carencia de horizontes bien desarrollados, poco evolucionados por la aridez de la zona, su alto contenido salino y pH elevado. Pueden ser suelos jóvenes que no han tenido tiempo de desarrollarse o bien viejos, en sentido geológico, pero que no han desarrollado horizontes por corresponder a materiales resistentes a la meteorización. Se presentan virtualmente en todos los climas sobre superficies fisiográficas recientes, ya se trate de empinadas pendientes sujetas a intensa erosión o sobre planos de sedimentación en donde se han depositado los materiales recién transportados.

También pueden encontrarse sobre superficies fisiográficas antiguas, en donde por la intervención del hombre se ha destruido el perfil del suelo o bien cuando se trata de materiales resistentes que no han permitido su desarrollo.

La información referente a los usos del suelo en la cuenca se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 1: Clasificación Usos del suelo Cuenca del Salar de Atacama**

Cuenca del Salar de Atacama (Ha)	Usos del Suelo	Superficie (Ha)	Superficie de la cuenca destinada para cada uso (%)
1.562.000	Praderas	100.311	6
	Terrenos agrícolas	264	0,02
	Plantaciones forestales	3.371	0,2
	Áreas Urbanas	<156,25	0
	Minería Industrial	<156,25	0
	Bosque nativo o mixto	0	0
	Otros Usos *	362.970	23,8
	Áreas sin vegetación	1.095.084	70

\* Referidos a los siguientes usos: matorrales, matorral-pradera, rotación cultivo-pradera, áreas no reconocidas, cuerpos de agua, nieves-glaciares y humedales (ref 9).

Fuente: Referencia 88.

#### *Uso agrícola*

La superficie destinada a este tipo de uso en la cuenca es muy reducida, sólo alcanza las 264 Ha equivalentes al 0,02% del total de la superficie total de la cuenca. [Ref.2.9]. Las zonas de la cuenca que poseen terrenos de uso agrícola, se emplazan próximos a la localidad de San Pedro de Atacama donde los principales cultivos son las plantas forrajeras y praderas artificiales. [Ref. 2.10]

#### *Uso forestal*

El uso del suelo de tipo forestal comprende 3.371 Ha equivalentes al 0,2% de la superficie total. Las plantaciones forestales se emplazan en el sector de la Reserva Nacional Los Flamencos, entre las localidades de San Pedro de Atacama y Toconao. Las especies forestales de esta zona corresponden a Tamarugos.

### *Uso urbano*

El uso del suelo de tipo urbano, comprende una superficie menor a 156,25 Ha. [Ref. 2.9]. El único asentamiento humano que posee población urbana en la cuenca, corresponde al ayllu de San Pedro de Atacama. Esta localidad posee un total de 4.969 habitantes y el 39% de ella es urbana (938 habitantes). La localidad de Toconao es un asentamiento clasificado como Aldea, es decir, corresponde a una entidad rural.

### *Uso minero*

La actividad minera de esta cuenca se caracteriza por las explotaciones de litio, sodio, bórax y potasio por las empresas mineras SCL y SQM. Sus faenas mineras se emplazan próximas al poblado de Toconao (sector nororiente de la cuenca) y al poblado de Peine (sector sur).

### *Áreas bajo Protección Oficial y Conservación de la Biodiversidad*

La cuenca del Salar de Atacama posee sólo un área bajo protección oficial perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), correspondiente a la Reserva Nacional los flamencos. Este sitio posee una superficie de 20.806 Ha equivalentes al 1,3% de la superficie total de la cuenca. La cuenca del Salar de Atacama no posee sitios de Conservación de la Biodiversidad (Referencia 90).

Para esta cuenca no se han detectado derechos de agua otorgados a comunidades indígenas.

Sin embargo, se estima que a futuro estén claramente establecidos los derechos otorgados por la DGA a las comunidades indígenas de las distintas etnias de la segunda región. Esto de acuerdo al convenio DGA-Conadi, "Convenio Marco para la Protección, Constitución y Reestablecimiento de los derechos de Agua de Propiedad Ancestral de las Comunidades Aymaras y Atacameñas, 1987", que responde al reestablecimiento de los derechos ancestrales de agua.

\* Tasa de evaporación (3.200 mm/año) y Clavés (15 mm/año)

Fuente: Referencia 86

PARAMETROS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	CLASE 0	SELECCION
<b>FISICO-QUIMICOS</b>					
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1869	3430	<600	Obligatorio
DBO <sub>5</sub>	mg/L	si	si	<2	Obligatorio
Color Aparente	Pt-Co	si	si	<16	No
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,5	9,4	>7,5	Obligatorio
pH	unidad	7,1	8,8	6,5 - 8,5	Obligatorio
RAS	-	6,3	11,8	<2,4	Si
Sólidos disueltos	mg/L	si	si	<400	No
Sólidos suspendidos	mg/L	si	si	<24	Obligatorio
ΔTemperatura	°C	-	-	<0,5	No
<b>INORGANICOS</b>					
Amonio	mg/L	si	si	<0,5	No
Cianuro	ug/L	si	si	<4	No
Cloruro	mg/L	511,0	756,9	<80	Si
Fluoruro	mg/L	si	si	<0,8	No
Nitrito	mg/L	si	si	<0,05	No
Sulfato	mg/L	250,0	437,6	<120	Si
Sulfuro	mg/L	si	si	<0,04	No
ORGANICOS	-	si	si	-	No
ORGANICOS PLAGUICIDAS	-	si	si	-	No
<b>METALES ESENCIALES</b>					
Boro	mg/l	<1	22	<0,4	Si
Cobre	ug/L	<10	80	<7,2	Si
Cromo total	ug/L	<10	<10	<8	No
Hierro	mg/L	<0,01	3,25	<0,8	Si
Manganeso	mg/L	<0,01	0,94	<0,04	Si
Molibdeno	mg/L	<0,01	0,02	<0,008	Si
Niquel	ug/L	<10	<10	<42	No
Selenio	ug/L	<1	<1	<4	No
Zinc	mg/L	<0,01	<0,01	<0,096	No
<b>METALES NO ESENCIALES</b>					
Aluminio	mg/L	<0,01	4,40	<0,07	Si
Arsénico	mg/L	0,04	0,89	<0,04	Si
Cadmio	ug/L	<10	<10	<1,8	No
Estaño	ug/L	si	si	<4	No
Mercurio	ug/L	<1	<1	<0,04	No
Plomo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,002	No
<b>MICROBIOLOGICOS</b>					
Coliformes Fecales (NMP)	Gérmenes/100 ml	si	si	<10	Obligatorio
Coliformes Totales (NMP)	Gérmenes/100 ml	si	si	<200	No

- Tasa de evaporación (3.200 mm/año) y □luvia (15 mm/año)

Fuente: Referencia 88.

El ratio de conversión de las reservas de 5,32, lo que supone una reserva de 7,46 millones de toneladas de carbonato de litio, considerando un precio de 6000 dólares por tonelada (2003 citado por precio Minerales Industriales) da un valor histórico de 5.447 millones. El ratio de conversión para el cloruro de litio es 11,12 y para el hidróxido de litio es 1,43 veces.

Durante el 2007 se proyectó la planta piloto, el estancaje de revestimientos de plantas y se instalaron otros importantes equipos. El proyecto requiere una inversión total de US\$106,4 millones para su construcción.

## ANEXO 2

### SALAR DEL RINCÓN ARGENTINA

#### 1. Salar del Rincón

Admiralty Resources NL compañía Australiana anunció durante el 2007 que su equipo técnico ha completado la estimación de las reservas del Salar del Rincón, proyecto en el norte de Argentina. De esta forma aparece un nuevo actor (menor) en la escena de productores de litio a nivel mundial. (Referencia 111).

Resumen de las Reservas del Salar:

**Tabla 1: Reservas expresadas en Li metálico (recuperación metalúrgica esperada del 75%).**

	Baja	Esperada	Alta	Incertidumbre
	Miles de toneladas			
Reservas Probadas	746	911±53	1098	±10%
Reservas Probables	288	492±72	762	±25%
Total Reservas	1035	1403±126	1861	±15%

Fuente: Referencia 111.

Esta última estimación de reservas ha aumentado el tamaño del depósito respecto al cálculo previo de recursos inferidos que estaban en torno a las 253000 toneladas, es decir, un aumento de 5,5 veces. Las reservas de potasio también han aumentado de 4,728 millones de toneladas a 50,8 millones de toneladas. Estas reservas tendrán una duración aproximada de 400 años en la actual meta de producción de 17000 toneladas al año de carbonato, cloruro e hidróxido de litio.

El ratio de conversión de litio de carbonato de litio es de 5,32, lo que supone una reserva de 7,46 millones de toneladas de carbonato de litio, considerando un precio de 6000 dólares por tonelada (2006 citado por precio Minerales Industriales) da un valor histórico de \$ 44.7 billones. El ratio de conversión para el cloruro de litio es 6,12 y para el hidróxido de litio es 1,49 veces.

Durante el 2007 se construyó la planta piloto, el estanque de revestimientos de plástico y se instalaron otros importantes equipos. El proyecto requiere una inversión total de US\$106,4 millones para su construcción.

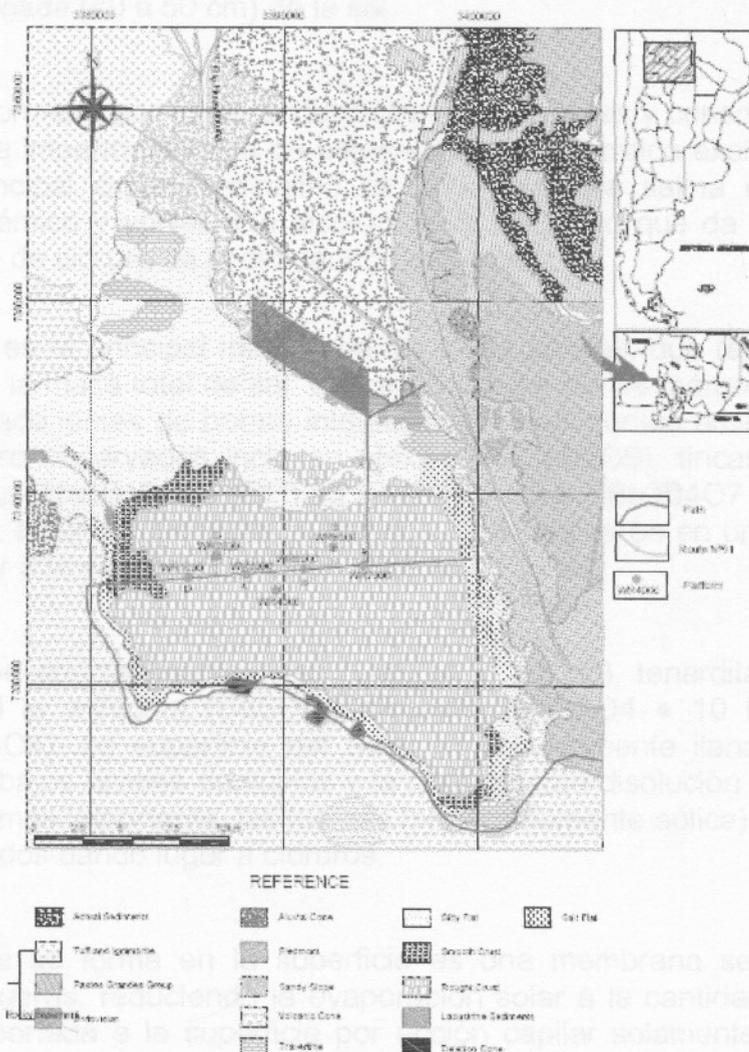
## Ubicación y Geología

Ubicado en la provincia de Salta, Argentina, el Salar del Rincón está situado entre  $24^{\circ} 06' S$  y  $67^{\circ} 04' W$ , a una altura de 3.740 metros sobre el nivel del mar.

Cubre un área de 280 km<sup>2</sup>, que drena un área de aproximadamente 2200 km<sup>2</sup>. Rincón tiene un régimen hidrológico endorreico sin salida de escape de agua de la cuenca (cuenca cerrada).

El margen oeste del Salar está ubicado por sobre los 5600 metros de altura en el cerro Rincón, un estrato-volcán andesítico del pleistoceno, mientras que hacia el NNW colinda con una vasta llanura riodacítica de la edad Pliocénica, la principal fuente de litio y boro. Un enriquecimiento de fuentes de aguas termales a lo largo del margen oriental y occidental proporciona nuevos recursos de litio y sales de boro enriquecido.

**Figura 1: Salar del Rincón**



Fuente: Referencia 111.

El Salar recibe corriente de aguas procedentes de tres fuentes principales:

- El Río Catua, con un flujo máximo de drenaje estacional en la superficie de 30000 l/h de alimentación en el NE de la margen cuenca.
- El drenaje de Huaytiquina, una serie de arroyos efímeros originarios de la Cordillera Principal, a través de una amplia llanura aluvial en el margen de NNO de la cuenca.
- La Quebrada del Rincón, una corriente que tiene un flujo permanente de  $\approx 3000$  l/h, en parte alimentados por fuentes termales, y en parte por el deshielo de la nieve Cerro Rincón (estrato-volcán).

La evaporación anual en el Salar es de 3000 mm, que se sitúa entre los más altos del mundo, que es típico de la región extremadamente árida en la que está ubicado, una región conocida como la Puna. La porosidad va desde un 20% a un 30% de sal cristalina en el cuerpo, la mayoría de la masa del Salar son salmueras salinas supersaturadas protegidas de la evaporación extrema de la Puna por una corteza relativamente delgada (40 a 50 cm) de la sal.

La cuenca esta formada por rocas andesíticas impermeables y consolidados ordovícico sedimentarios. La impermeabilidad de estos estratos endorreico explica el régimen del depósito. El principal órgano cristalino es una salmuera salina en un estado de cristalización dinámica y volver a la disolución de equilibrio que da lugar a complejas mezclas de sales de cloruro de sodio dentro de la matriz.

La Halita (NaCl) es el principal mineral de las fases sólidas, que representan entre el 85% y el 90% de la masa total de sal. Cerca del interior de los márgenes de las playas, Se han desarrollado lentes de borato intersticiales y sedimentos arcillosos salinos. Los minerales de boro observados incluyen ulexita ( $\text{NaCaB}_5\text{O}_9$ ), tincal, un complejo de borato tincalconita ( $\text{Na}_6\text{B}_{12}\text{O}_{15}(\text{OH})_{12} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ ) y bórax ( $\text{Ba}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ). En el interior del Salar, algunos minerales sulfatados de cristalizaron en una solución salina, de manera similar a la evaporación en un sistema lacustre.

El depósito posee principalmente yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ), tenardita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), y en menor cantidad la anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), mirabilita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) Y glaubirita ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$ ). La superficie del Salar es relativamente llana y rugosa, como resultado de los bajos niveles de lluvias y la consiguiente disolución de las sales en la superficie y, aún más importante, las fuerzas (preferentemente eólica) que erosionan los minerales sulfatados dando lugar a cloruros.

Esta corteza que se forma en la superficie es una membrana semipermeable que protege las salmueras, reduciendo la evaporación solar a la cantidad de solución que puede ser transportada a la superficie por acción capilar solamente. El nivel freático comienza de 40 a 50 cm por debajo de la superficie.

## Exploración

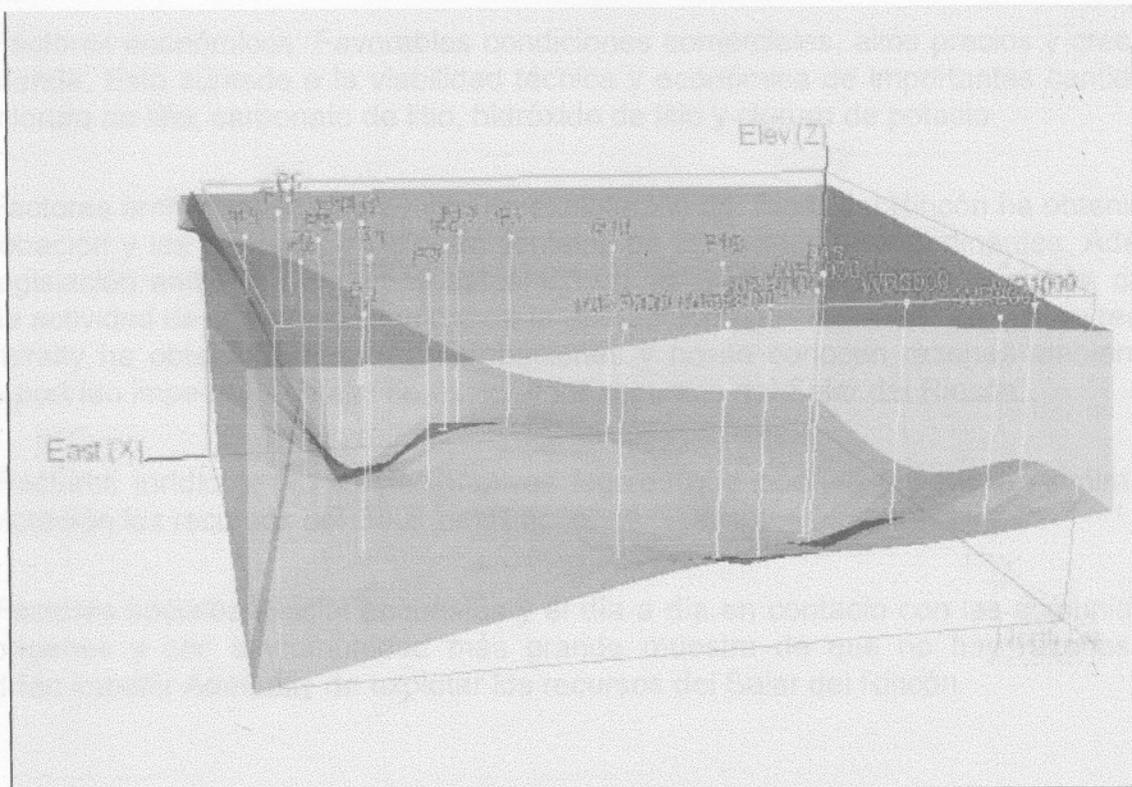
En junio de 2005, Geos Mining Co., evaluó los resultados de una campaña exploratoria anterior (sondajes realizados en entre 1998 y 1999, realizado con sondajes de diámetro de 14 pulgadas). El análisis de los pozos muestreados, que representan unas 65 hectáreas de la parte sur del Salar, presentaron recursos inferidos por 253.000 toneladas de litio (expresado como litio metal) y 4,8 millones de toneladas de potasio (expresado como potasio metal), con una porosidad promedio estimada del 8%.

En 2006, Admiralty realizó un programa de perforación con el objetivo de:

- Explorar completamente el Salar del Rincón. Cabe señalar que la perforación de sondajes en el centro del salar es una tarea que exige considerables obras civiles para hacer accesible la muy rugosa superficie de salar en esa zona.
- Determinar la composición química de las salmueras del salar.
- Establecer la porosidad efectiva de la Salar.
- Establecer las características de los recursos geohidrológicos del salar.

En resumen, este último estudio exploratorio consistió en una campaña de sondajes en el centro del salar, más específicamente siete pozos de producción de gran diámetro (pozos WR, de 300 mm de diámetro, en la Figura 1), cada uno con dos pozos de pequeño diámetro para la observación de los estudios piezométrico (pozos PPR, de 60 mm de diámetro).

**Figura 2: Perfil de sondajes.**



Fuente: Referencia 111.

## Las reservas de litio y potasio

Los resultados del estudio mencionado en el punto anterior, permitieron cuantificar de manera más precisa la magnitud de las reservas de litio y potasio en el salar. Para efectuar la conversión de recursos a reservas, los siguientes criterios deben tenerse en cuenta:

a) Viabilidad Comercial: Durante 2005 y 2006, Admiralty realizó amplias pruebas metalúrgicas con el fin de determinar los parámetros óptimos para el proceso de extracción y separación de cloruro de litio, cloruro de potasio y cloruro de magnesio de las salmueras contenidas en el salar. Los estudios (2007) establecieron que:

- Los parámetros de ingeniería para un proceso de extracción de ingeniería factible en el salar.
- Evaluación técnica y económicamente es viable, para extraer los cloruros de litio y potasio del salar.
- Viabilidad técnica y económica para producir importantes cantidades de carbonato de litio e hidróxido de litio.
- No es comercialmente viable la extracción de magnesio o de sales de magnesio desde las salmueras del salar.
- Otras sales, como el cloruro de sodio, producidas en forma relativamente pura como co-producto, durante el proceso de recuperación de litio y el potasio, no son de interés económico.

b) Factores económicos: Favorables condiciones comerciales, altos precios y creciente demanda. Esto sumado a la viabilidad técnica y económica de importantes cantidades de cloruro de litio, carbonato de litio, hidróxido de litio y cloruro de potasio.

c) Factores ambientales: El proyecto de explotación del Salar del Rincón ha obtenido la aprobación y los permisos medio ambientales de las autoridades pertinentes. Además la legislación ambiental argentina establece un sistema de permisos constante, donde cada actividad de desarrollo requiere de la aprobación en el momento en que se realiza. Admiralty ha obtenido todas las aprobaciones y no se conocen razones ambientales que podrían impedir Admiralty de explotar los recursos del Salar del Rincón.

d) Factores jurídicos: No existen motivos legales que podrían impedir a Admiralty la explotación los recursos del Salar del Rincón.

e) Factores sociales: Social encuestas y el día a día en contacto con las comunidades aborígenes y con la comunidad más grande muestra de que no hay razones que podrían impedir Admiralty de explotar los recursos del Salar del Rincón.

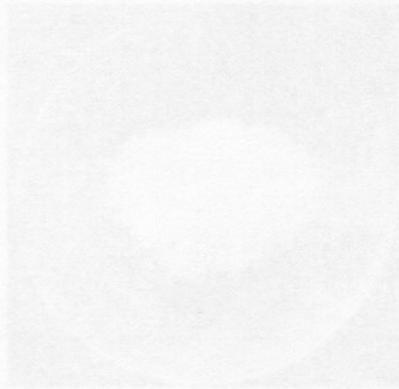
f) Factores políticos: Los gobiernos provinciales y de la nación han manifestado explícitamente su apoyo al proyecto y no hay razones que podrían impedir Admiralty de explotar los recursos del Salar del Rincón.

PROCESO DE RECUPERACIÓN DEL CLORURO DE LITIO

En resumen, estas evaluaciones y estudios de viabilidad han tenido en cuenta los procesos mineros, metalúrgicos, económicos y de comercialización, jurídicos, ambientales, sociales y gubernamentales que permiten la factibilidad de la extracción de las reservas del Salar del Rincón.

La solución de cloruro de litio, corresponde a una salmuera natural (solución salina más concentrada), la que se somete a diversos procesos de concentración, separación del cloruro de potasio, extracción de solvente y remoción del boro presente en la salmuera.

Figura 1: Cloruro de litio



Fuente: Referencia 117

El proceso de recuperación de la salmuera comprende las siguientes etapas:

- Desde el Salar de Atacama se extrae salmuera mediante bombas situadas en diversos puntos.
- Esta salmuera es bombeada hacia pozos de evaporación, para aprovechar la alta tasa de evaporación (3.200 mm/año) y bajo nivel de lluvia (15 mm/año), produciéndose la concentración de la salmuera. Proceso que tarda meses e implica el traslado y movimiento de la salmuera, de una poza a otra, durante el proceso, alrededor de las vacas.
- Las pozas de evaporación se separan en función de la sección del salar desde donde se extraen y los productos a los que darán origen. Son construidas sobre la superficie del Salar, para lo cual es necesario demoler y aplanar la costra salina, sobre la cual se coloca una capa de grava fina y otra de arcilla compactada, haciendo ambas un espesor total de alrededor de 20 cm. Sobre la última capa se coloca una geomembrana (PVC de 0,5 mm de espesor), tanto en los diques de separación como en el fondo de las pozas. En el caso de los diques, construidos con grava fina, se aplica una capa de

## ANEXO 3

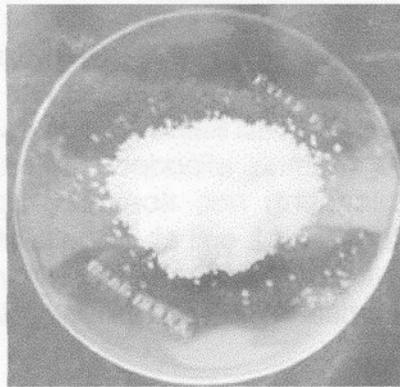
### PROCESO DE RECUPERACIÓN DEL CLORURO DE LITIO

#### 1. Proceso de recuperación de cloruro y carbonato de litio en el Salar de Atacama.

- Luego de extraer la salmuera, se produce la evaporación de las sales que darán origen al cloruro de potasio. Estas se procesan en la planta y dan origen al cloruro de potasio final.

La solución de cloruro de litio, corresponde a una salmuera natural (solución salina muy concentrada), la que se somete a diversos procesos de concentración, separación del cloruro de potasio, extracción de solvente y remoción del boro presente en la salmuera.

Figura 1: Cloruro de litio.



Fuente: Referencia 112.

El proceso de obtención de la salmuera comprende las siguientes etapas:

- Desde el Salar de Atacama, se extrae salmuera mediante bombas situadas en diversos puntos.

- Ésta salmuera es bombeada hacia pozas de evaporación, para aprovechar la alta tasa de evaporación (3.200 mm/año) y bajo nivel de lluvia (15 mm/año), produciéndose la concentración de la salmuera. Proceso que tarda meses e implica el traslado o movimiento de la salmuera, de una poza a otra, durante el proceso, alrededor de 25 veces.

- Las pozas de evaporación se separan en función de la sección del salar desde donde se extraen y los productos a los que darán origen. Son construidas sobre la superficie del Salar, para lo cual es necesario demoler y aplanar la costra salina, sobre la cual se coloca una capa de grava fina y otra de arcilla compactada, haciendo ambas un espesor total de alrededor de 20 cm. Sobre la última capa se coloca una geomembrana (PVC de 0,5 mm de espesor), tanto en los diques de separación como en el fondo de las pozas. En el caso de los diques, construidos con grava fina, se aplica una capa de

arcilla de 12 cm de espesor sobre el talud interior desde la cima hasta la base, compactada con rodillo.

- La remoción del boro desde la salmuera concentrada se efectúa mediante un proceso  
- En el caso del litio, la salmuera es ingresada al sistema MOP (murlato o cloruro de potasio). En este sistema la salmuera es concentrada para generar cloruro de potasio y litio. El proceso se inicia con el llenado y concentración de la salmuera. (En esta etapa la concentración de Litio está bajo 0,2%).

- Luego de una serie de pozas, se produce la cosecha de las sales que darán origen al cloruro de Potasio. Éstas se procesan en la planta y dan origen al cloruro de potasio final.

- Otra parte de la salmuera sigue el proceso exclusivo del litio. En este caso la salmuera, algo más concentrada (bajo 0,9%), se pasa a otras pozas solares y sigue con el proceso de concentración.

Durante el proceso de evaporación las siguientes sales precipitan en las pozas, en forma secuencial, luego son cosechadas y descartadas como impurezas: halita (NaCl), silvinita (NaCl + KCL), carnalita ( $KCL \times MgCl_2 \times 6H_2O$ ) y bischofita ( $MgCl_2 \times 6H_2O$ ). Con motivo de la aplicación del denominado proceso 6% Li, en las pozas de mayor concentración precipita además una carnalita de litio ( $LiCl \times MgCl_2 \times 7H_2O$ ). A objeto de recuperar el litio que contiene, se deposita primero esta sal en una plataforma de drenaje; luego es repulpeada y lavada con una salmuera saturada en cloruro de magnesio, pero no saturada en cloruro de litio. La bischofita ( $MgCl_2 \times 6H_2O$ ) no disuelta se separa por centrifugación y se desecha. El total de sales que precipita en las pozas y que son retiradas mediante cargadores frontales y camiones.

- Una vez que se ha alcanzado la concentración requerida (bajo 6% Li, 1,8% Mg, 0,8% B, 35,2% Cl y densidad 1,32 gr/cm<sup>3</sup>), la salmuera se envía a la planta de carbonato de litio en Antofagasta en camiones cisternas, para ser tratada finalmente con carbonato de sodio para precipitar el litio en forma de carbonato de litio.

**Figura 2: Pozas de evaporación de SQM.**



Fuente: Referencia 112.

- En dicha planta, la salmuera es tratada para la remoción de boro.

## 2. Proceso de extracción y remoción de Boro:

- La remoción del boro desde la salmuera concentrada se efectúa mediante un proceso de extracción por solventes, en el cual un solvente orgánico inmiscible con la salmuera, le extrae el boro selectivamente, en un proceso multietapa y contra corriente.

El proceso consta básicamente de dos etapas:

a) Extracción, en donde se extrae el boro a la salmuera y;

b) Remoción, en donde se regenera el solvente orgánico el cual se recircula al proceso.

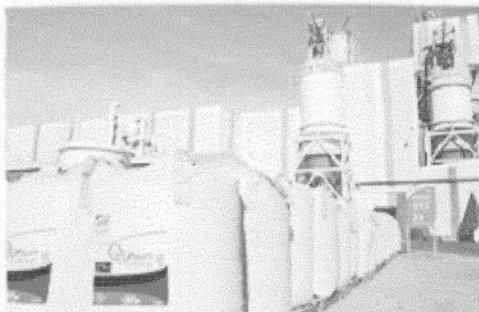
- Extracción:

La salmuera con alto contenido de boro, que es recibida desde el Salar de Atacama, se alimenta a mezcladoras decantadoras donde se mezcla con un solvente orgánico (pH bajo 2 acidulando con ácido clorhídrico), el cual le extrae sucesivamente el boro hasta quedar con menos de 30 ppm.

- Remoción:

El solvente orgánico, cargado con boro proveniente de la etapa de extracción, ingresa a la etapa de remoción, donde es mezclado con agua alcalinizada, para ser regenerado y poder ser realimentado al proceso. El proceso se desarrolla en contracorriente.

**Figura 3: Planta Salar del Carmen de SQM.**



Fuente: Referencia 31.

En la segunda etapa, la salmuera libre de boro (10 ppm aprox.) es tratada para eliminar todo el magnesio contenido en ella en dos fases de purificación, como carbonato de magnesio e hidróxido de magnesio, respectivamente. Para ello, la salmuera concentrada se diluye primeramente en un reactor hasta un contenido de 1,0% Li con licor madre reciclado (90°C) desde la etapa de precipitación del carbonato de litio, agregándose también una cierta cantidad de solución de ceniza de soda, para evitar la precipitación de carbonato de litio. Alrededor de un 85% del magnesio presente en la salmuera precipita como carbonato de magnesio, que se separa por filtración,

repulpeándose con licor madre y bombeando la pulpa obtenida a una poza de descarte. La solución resultante de dicha filtración, que contiene el magnesio remanente, se trata en un reactor en caliente (80°C) con una solución de carbonato de sodio y cal apagada, precipitando el magnesio como hidróxido junto con carbonato de calcio, compuestos que son filtrados y repulpeados con licor madre para su envío a una poza de descarte.

El carbonato de litio se obtiene por precipitación en caliente (alrededor de 85°C) entre la salmuera purificada, que es una solución de cloruro de litio (1% Li) prácticamente libre de magnesio (1 ppm) y una solución de carbonato de sodio al 32% en peso. El producto final, una vez separado del licor madre por filtración, es luego lavado y secado en horno rotatorio. Se puede comercializar en cristales o se compacta, tritura y clasifica para ser vendido en forma de gránulos. La pureza del producto es cercana al 99,5%, aunque el mercado sólo exige 99,1%. Se envasa indistintamente en bolsas de papel de 50 lb y 30 kg, maxisacos de 1000 kg, así como en tambores de 100 kg.

Cabe señalar que un factor importante en la extracción del litio a partir de salmueras es la razón Mg/Li., si esta razón es elevada encarece los costos de extracción y disminuye la eficiencia del proceso (el Salar de Uyuni en Bolivia presenta una razón alta de Mg/Li).

Tabla 1: PIB en 1990-2005 en miles de millones de dólares de 2000, según medida de poder de compra (PPC).

País	1990	2000	2005	Factor
Bangladesh	120,65	190,67	253,29	2,10
Camboya	13,81	23,99	32,66	2,36
China	1800,46	4369,57	7687,85	4,03
Hong Kong, China	118,43	173,53	214,54	1,84
India	1368,18	2460,57	3412,91	2,49
Indonesia	370,46	624,57	756,06	2,05
Japón	2776,36	3326,53	3527,49	1,27
Corea del Sur	429,36	760,54	944,53	2,20
Laos	4,26	6,29	11,56	2,71
Mongolia	3,94	3,86	5,14	1,30
Sri Lanka	53,24	66,08	90,99	2,74
Nepal	20,10	32,32	37,12	1,85
Pakistán	167,16	265,94	334,75	2,00
Filipinas	219,91	305,11	305,52	1,39

## ANEXO 4

### ANTECEDENTES GENERALES DE CHINA E INDIA

#### 1. Antecedentes generales de China e India

China e India más sus países limítrofes, multiplicaron su Producto Interior Bruto real por 2,34 en el período 1990-2005, lo que implica una tasa media de crecimiento del 3.4% anual, mientras que el conjunto del mundo según los datos de la tabla 1, multiplicó su PIB real por un factor de 1.64, lo que implica una tasa media del 1.98% anual (Referencia 82).

El PIB real por habitante se multiplicó por un factor igual al cociente entre el factor del PIB y el factor de la población. Como el PIB creció más que en el conjunto del mundo y la población en el conjunto de estos países se multiplicó por un factor 1.22, similar a la media mundial, según los datos de la tabla 2, el resultado es que el PIB por habitante creció también más que en el conjunto mundial, como muestran los datos de la tabla 3.

**Tabla 1: PIB en 1990-2005 en miles de millones de dólares de 2000, según paridad de poder de compra (PPC).**

País	1990	2000	2005	Factor
Bangladesh	120,65	190,67	253,29	2,10
Camboya	13,81	23,69	32,66	2,36
<b>China</b>	<b>1900,46</b>	<b>4959,67</b>	<b>7667,85</b>	<b>4,03</b>
Hong Kong, China	116,43	173,59	214,54	1,84
<b>India</b>	<b>1368,19</b>	<b>2460,57</b>	<b>3412,91</b>	<b>2,49</b>
Indonesia	370,48	624,57	758,06	2,05
Japón	2776,36	3326,53	3527,49	1,27
Corea del Sur	429,30	760,54	944,63	2,20
Laos	4,26	8,29	11,56	2,71
Mongolia	3,94	3,86	5,14	1,30
Birmania	33,24	59,08	90,93	2,74
Nepal	20,10	32,32	37,12	1,85
Pakistán	167,16	265,94	334,75	2,00
Filipinas	219,91	305,11	365,52	1,66

Singapur	34,45	95,40	116,45	3,38
Sri Lanka	40,42	70,20	80,03	1,98
Tailandia	233,14	385,77	491,32	2,11
Vietnam	70,34	158,15	227,24	3,23
Total	7923	13904	18572	2,34
Mundo	32565	44075	53285	1,64

Fuente: Referencia 82.

En la tabla 1 los países con los mayores factores de crecimiento han sido China con 4.03, Singapur con 3.38 y Vietnam con 3.23. Los otros 15 países han tenido en general un factor superior a la media mundial (1.64), con sólo dos excepciones (Japón explicable por su ya elevado nivel de PIB por habitante, y Mongolia, país que ha experimentado una mala evolución del PIB real en el período 1990-2000, según los datos disponibles, pero que ha mejorado mucho su ritmo de crecimiento en el período 2000-2005, con una tasa del 5.7% anual). Destacan claramente los PIB de China e India como los mayores mercados en dinero hacia donde apuntar los esfuerzos comerciales, se descartó Japón dado que hoy en día es el principal destino de las exportaciones de carbonato de litio desde Chile.

China e India no sólo son los dos países más poblados del mundo, sino que además son los que presentan las mejores perspectivas de crecimiento económico a nivel mundial.

**Tabla 2: Población en 1990-2005 en millones de personas.**

País	1990	POB00	POB05	Factor
Bangladesh	108,28	128,92	141,82	1,31
Camboya	9,10	12,74	14,07	1,55
<b>China</b>	<b>1133,68</b>	<b>1262,64</b>	<b>1304,50</b>	<b>1,15</b>
Hong Kong, China	5,70	6,67	6,94	1,22
<b>India</b>	<b>849,52</b>	<b>1015,92</b>	<b>1094,58</b>	<b>1,29</b>
Indonesia	178,23	206,26	220,56	1,24
Japón	123,54	126,87	127,96	1,04
Corea del Sur	42,87	47,01	48,29	1,13
Laos	4,14	5,28	5,92	1,43

Mongolia	2,19	2,40	2,55	1,17
Birmania	42,28	47,72	50,52	1,19
Nepal	19,45	24,43	27,13	1,40
Pakistán	112,35	138,08	155,77	1,39
Filipinas	61,48	75,77	83,05	1,35
Singapur	2,70	4,02	4,35	1,61
Sri Lanka	16,99	19,36	19,58	1,15
Tailandia	56,30	61,44	64,23	1,14
Vietnam	67,60	78,52	82,97	1,23
Total	2836	3264	3454	1,22
Mundo	5091	5864	6218	1,22

Fuente: Referencia 82.

La tabla 2 muestra la evolución de la población de los 18 países durante el período 1990-2005, en millones de habitantes, y el factor de crecimiento. Se observa que el conjunto de estos países ha multiplicado su población por un factor 1.22, lo que implica una tasa de crecimiento del 1.32% anual, similar a la media mundial. Esta tasa significa una moderación importante en comparación con décadas anteriores, como puede verse en Guisán y Expósito (2003) y en otros estudios (1.69% en el conjunto de Asia y 1.99% en la India durante el período 1980-99). Esta disminución de la presión demográfica es importante para que el proceso de despegue del desarrollo económico pueda consolidarse, al favorecer, junto a otros factores, el incremento de la inversión por habitante, tanto en capital físico como en educación, y disminuir los problemas de pobreza, entre otros efectos positivos (Banco Mundial). Nuevamente los países más relevantes en términos del tamaño del mercado son China e India.

El último factor de crecimiento ha estudiar es el Producto Interior Bruto real por habitante es el cociente entre los factores de crecimiento del PIB real y de la población, resultando los valores que figuran en la tabla 3.

Los mayores factores de crecimiento del PIB real por habitante se han dado en China (3.51), Vietnam (2.63), Birmania (2.29), y Singapur (2.10), muy por encima del conjunto, mientras que varios países de bajo nivel de renta han mostrado crecimientos demasiado moderados, como es el caso de Filipinas, con sólo un factor de 1.23.

**Tabla 3: PIB por habitante en 1990-2005 en dólares de 2000, según paridad de poder de compra (PPC).**

País	1990	2000	2005	Factor
Bangladesh	1114	1479	1786	1,60
Camboya	1518	1859	2321	1,53
<b>China</b>	<b>1676</b>	<b>3928</b>	<b>5878</b>	<b>3,51</b>
Hong Kong, China	20409	26045	30896	1,51
<b>India</b>	<b>1611</b>	<b>2422</b>	<b>3118</b>	<b>1,94</b>
Indonesia	2079	3028	3437	1,65
Japón	22474	26220	27568	1,23
Corea del Sur	10014	16179	19560	1,95
Laos	1029	1570	1952	1,90
Mongolia	1799	1610	2013	1,12
<b>Birmania</b>	<b>786</b>	<b>1238</b>	<b>1800</b>	<b>2,29</b>
Nepal	1034	1323	1368	1,32
Pakistán	1488	1926	2149	1,44
Filipinas	3577	4027	4401	1,23
<b>Singapur</b>	<b>12732</b>	<b>23744</b>	<b>26764</b>	<b>2,10</b>
Sri Lanka	2378	3626	4087	1,72
Tailandia	4141	6279	7649	1,85
<b>Vietnam</b>	<b>1041</b>	<b>2014</b>	<b>2739</b>	<b>2,63</b>
Total	2794	4260	5377	1,92
Mundo	6397	7516	8589	1,34

Fuente: Referencia 82.

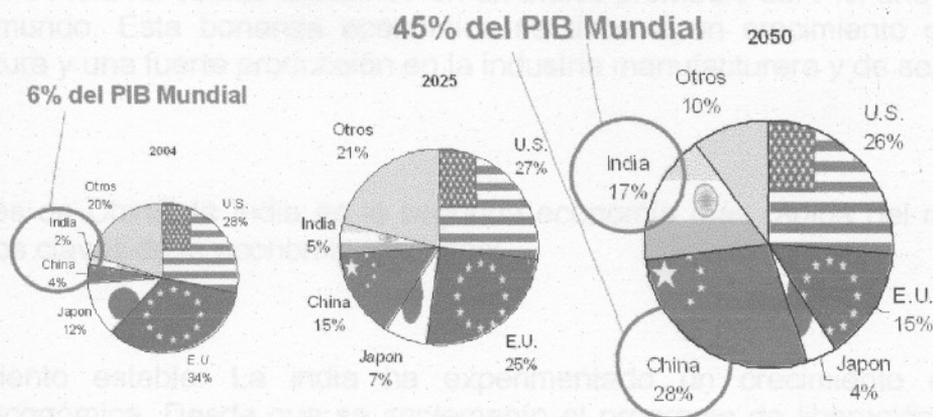
Los mayores factores de crecimiento del PIB real por habitante se han dado en China (3.51), Vietnam (2.63), Birmania (2.29), y Singapur (2.10), muy por encima del conjunto, mientras que varios países de bajo nivel de renta han mostrado crecimientos demasiado moderados, como es el caso de Filipinas, con sólo un factor de 1.23.

## 2. República Popular China

La República Popular China cada vez con más fuerza se está transformando en un socio comercial relevante para Chile y el mundo. Desde que China inició su proceso de reforma económica, especialmente en los años posteriores a su adhesión a la OMC, ha venido trabajando para modificar su estructura institucional y jurídica, para consolidarse como uno de los actores más relevantes del sistema multilateral de comercio. China ha empleado activamente su política comercial y en materia de inversiones extranjeras para cumplir sus objetivos industriales y de desarrollo, en particular el desarrollo del sector privado. De conformidad con la Ley de Comercio Exterior, el objetivo de la política comercial de China es acelerar su apertura al mundo, desarrollar el comercio exterior y promover un sólido desarrollo económico.

El PIB de China el año 2005 fue superior a los US\$ 9,4 mil Billones (PPP), con un crecimiento del 9,3% respecto al año anterior (el PIB del país ha crecido un promedio del 9,4 por ciento al año aproximadamente, a un ritmo constantemente superior al de cualquier otra economía). Si se estudia el PIB por sector el más importante es la Industria con un 53,1%, los Servicios con un 32,5% y la Agricultura con un 14,4% (Referencia 113). Todo lo anterior evidencia la vertiginosa aceleración con que ocurren los cambios económicos en China, China representará el 15% del PIB mundial en el año 2025 y casi el 30% para el 2050.

**Figura 1: Tendencia mundial de crecimiento de los principales países.**



Fuente: Referencia 84.

China un mercado de 1,3 mil millones de habitantes, se ha convertido en el tercer socio comercial del mundo en 2006, con importaciones superiores a los US\$ 660 mil millones. El gigante asiático demandó casi un 18% más en 2005 respecto al año anterior (Fuente: Referencia 113).

La evolución de las cifras macroeconómicas de China demuestra una tendencia de largo plazo en el crecimiento de esta nación. Entre 1980 y 2005 China creció a una tasa promedio anual de un 9,8% (Fuente: Referencia 84), más aún, otro antecedente significativo es respecto al nuevo poder adquisitivo de los chinos, el producto per cápita de China a comienzos de 1980 era cercano a los US\$ 250, llegando a los US\$ 1.860 en 2005, esto significa un crecimiento del 7400% en 25 años. Además se espera que el ingreso por cada chino siga en alza y las estimaciones al 2010 son en torno a los US\$ 2600 per cápita, es decir, un crecimiento un 6,6% anual, permitiendo un acceso a productos de mayor valor agregado. Otra forma de analizar el dato anterior, es poniéndolo en contexto con nuestro país: En China existen hoy cerca de 100 millones de personas con un PIB per cápita igual o superior al de nuestro país, esto es, aprox. US\$ 10.000 anuales y se espera que para el 2025 este número llegue a los 600 millones. el programa de reforma económica, y desde entonces dicho crecimiento alcanza un 7% anual aproximadamente.

### 3. India

La economía india continúa creciendo a niveles récord. Las cifras oficiales muestran que aumentó un 9,3% el año pasado, superando las expectativas de los analistas. Este es el ritmo de crecimiento más rápido en casi dos décadas.

Por otro lado el 60% de los indios vive cerca de la línea de pobreza y no pueden permitirse gastar más en sus compras semanales. En los últimos diez años, la economía india ha estado creciendo en un índice promedio del 7%, uno de los mayores en el mundo. Esta bonanza económica se debe a un crecimiento constante de la agricultura y una fuerte producción en la industria manufacturera y de servicios.

Después de China, la India es la segunda economía más rápida del mundo. Algunos aspectos claves de la economía india son:

Crecimiento estable. La india ha experimentado un crecimiento con estabilidad macroeconómica. Desde que se implemento el programa de liberación, el crecimiento de del PBI se ha acelerado y ahora es mas del 6.8%

Economía grande y diversificada.- según el banco mundial, la india es la sexta economía más grande del mundo en términos de paridad de su capacidad adquisitiva con su PBI de más de US\$ 1 billón.

La agricultura, actividad que se emplea a dos tercios de la fuerza laboral de la india y contribuye con un tercio de PBI, ha tenido un crecimiento estable. Las reservas de

grano de la india exceden los 35 millones de toneladas y este país ha emergido ahora como un exportador de granos y de otros productos agrícolas.

La india cuenta con una base de manufactura diversificada. Los sectores industriales claves, como el de productos electrónicos (como baterías de litio), maquinaria industrial y agrícola, componentes, insumos agrícolas, químicos (industria de fármacos) y petroquímicos, fertilizantes, material para el envasado y el procesamiento de alimentos, se proyectan con un crecimiento anual de 7% a 45% para el resto de esta década.

Comercio exterior creciente. El comercio de la india ha crecido rápidamente desde que se inició el programa de reforma económica, y desde entonces dicho crecimiento alcanza un 7% anual aproximadamente.

que tienen relación con el calentamiento global. El paso lo dio Toyota en 1997 con la producción de un auto con motor híbrido de combustión interna y eléctrica a batería recargable, con el fin de reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Desde ese momento se han hecho muchas investigaciones para determinar la confiabilidad y factibilidad de este sistema de motor, llegando a la conclusión que la mejor fuente para fabricar la batería recargable que se necesita para construir este auto es de litio, ya que provee la mayor capacidad y rendimiento de todas las baterías del mercado. Mercedes también desarrolló una versión de automóvil eléctrico, usando una batería llamada ZEBRA (zero emission battery reserve activity), que es una batería de clorhidrato de níquel sodio, pero el proyecto fue abandonado después de la fusión con Daimler and Chrysler. Más tarde en 2004 se produjo un auto con células de combustible, Nissan sabiendo de este nicho de mercado, se ha mantenido el margen de la producción. (Referencia 106)

Peró se han encontrado con algunos problemas para el desarrollo de un auto eléctrico o híbrido que pueda realmente reemplazar a los que utilizamos actualmente de combustión interna, los más importantes son (Referencia 107)

- **Tiempo de Recarga:** Un problema con los EV<sup>EV</sup> es el tiempo que toma recargar una batería completamente descargada. Una carga mientras el cliente descansa (preferentemente de noche) es muy cómodo, pero para viajes largos detenerse a recargar una batería completamente en el mismo tiempo que demoras en cargar gasolina sería ideal. Si las baterías se recargasen en cosa de minutos en vez de horas removería una de las principales barreras en la adopción de los EV.

- **Ciclo de vida:** Para que una batería sea eficiente debe tener una vida útil razonable, idealmente de 10 años o 241.000 kilómetros. Además se tiene que tener en cuenta cada vez que una batería, pierde algo de capacidad.

## ANEXO 5

# AUTOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS

### 1. Automóviles eléctricos e híbridos.

Siguiendo las tendencias y presiones de política mundial, los fabricantes de autos tienen que hacer algo con respecto a las emisiones de dióxido de carbono que se emanan a la atmósfera cada año y que tienen relación con el calentamiento global. El paso lo dio Toyota en 1997 con la producción de un auto con motor híbrido, de combustión interna y eléctrica a batería recargable, con el fin de reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Desde ese momento se han hecho muchas investigaciones para determinar la confiabilidad y factibilidad de este sistema de motor, llegando a la conclusión que la mejor fuente para fabricar la batería recargable que se necesita para construir este auto es de litio, ya que provee la mayor capacidad y rendimiento de todas las baterías del mercado. Mercedes también desarrolló una versión de automóvil eléctrico, usando una batería llamada ZEBRA (zero emission batteries reserve activity), que es una batería de clorhidrato de níquel sodio, pero el proyecto fue abandonado después de la fusión con Daimler and Chrysler. Mas tarde el 2004 se produjo un auto con células de combustible. Nissan sabiendo de este nicho de mercado, se ha mantenido al margen de la producción. (Referencia 108).

Pero se han encontrado con diversos problemas para el desarrollo de un auto eléctrico o híbrido que pueda realmente reemplazar a los que utilizamos actualmente de combustión interna, los más importantes son (Referencia 107):

- Tiempo de Recarga: Un problema con los EV<sup>27</sup> es el tiempo que toma recargar una batería completamente descargada. Una carga mientras el cliente descansa (preferentemente de noche) es muy cómodo, pero para viajes largos detenerse a recargar una batería completamente en el mismo tiempo que demoras en cargar gasolina sería ideal. Si las baterías se recargarán en cosa de minutos en vez de horas removería una de las principales barreras en la adopción de los EV.
- Ciclo de vida: Para que una batería sea eficiente debe tener una vida útil razonable, idealmente de 10 años o 241.000 kilómetros. Además se tiene que tener en cuenta cada vez que una batería, pierde algo de capacidad.

---

<sup>27</sup> Electric Vehicles.

- Rendimiento a bajas temperatura: Muchas baterías recargables tienen un rendimiento muy pobre a bajas temperaturas, lo ideal es que para un auto EV la batería pueda funcionar a  $-20^{\circ}\text{C}$
- Costo: Las baterías NiMH e ión litio actualmente disponibles son demasiado caras para el uso general en vehículos EV (PHEV y BEV). El desafío es bajar los costos haciendo penetrar fuertemente las baterías en los mercados.
- Se observa que existen aún barreras para la producción de vehículos híbridos y eléctricos, y se necesita aún más investigación para obtener los resultados deseados para el rendimiento de las baterías recargables de litio. El competidor más fuerte que entra al mercado son el etanol y el hidrógeno, que hasta ahora muestran mayor eficiencia y mejor rendimiento que algún posible auto eléctrico. (Referencia 108).

- Convenio de sociedad

- Contrato de sociedad

- Contrato de agencia de ventas

Los acuerdos señalados, que dieron origen a la SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LIMITADA, se pueden resumir en los siguientes puntos:

## 1. Objeto de la Sociedad

i) Exploración del litio contenido en el Salar de Atacama.

ii) Estudio de factibilidad para la explotación del litio.

iii) Explotación, producción y venta de productos de litio que contengan 200.000 toneladas métricas de litio metálico equivalente.

iv) Producción y comercialización del magnesio que se extraiga y procese a partir de las salmueras del Salar.

## 2. Capital y Aportes.

i) Capital social inicial: US\$ 3.977.500.-

ii) Aporte de FOOTE.

a) La cantidad de US\$ 1.637.790.-, que representa el costo del estudio de factibilidad terminado en Septiembre de 1973.

## ANEXO 6

### RESUMEN ACUERDOS ENTRE CORFO Y FOOTE MINERAL CO. PARA LA EXPLOTACIÓN DE LITIO EN EL SALAR DE ATACAMA

Con fecha 13 de Agosto de 1980 la CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION y FOOTE MINERAL COMPANY llegaron a diversos acuerdos para la explotación de litio en el Salar de Atacama, los que están contenidos en los siguientes documentos:

- Convenio básico
- Contrato de sociedad
- Contrato de agencia de ventas

Los acuerdos señalados, que dieron origen a la SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LIMITADA, se pueden resumir en los siguientes puntos:

#### 1. Objeto de la Sociedad.

- i) Exploración del litio contenido en el Salar de Atacama.
- ii) Estudio de factibilidad para la explotación del litio.
- iii) Explotación, producción y venta de productos de litio que contengan 200.000 toneladas métricas de litio metálico equivalente.
- iv) Producción y comercialización del magnesio que se extraiga y procese a partir de las salmueras del Salar.

#### 2. Capital y Aportes.

- i) Capital social inicial: US\$ 3.977.800.-
- ii) Aporte de FOOTE:
  - a) La cantidad de US\$ 1.637.790.-, que representa el costo del estudio de factibilidad terminado en Septiembre de 1979.

b) La cantidad de US\$ 550.000 en dinero efectivo para hacer frente a los gastos previos a la construcción de la Planta.

Total aporte FOOTE: US\$ 2.187.790, equivalente al 55% del capital.

iii) Aporte de CORFO:

a) La cantidad de US\$ 491.000, que representa el costo estimado de los estudios y trabajos realizados por CORFO respecto del litio al 17.1.75.

b) Transferencia de 3.343 pertenencias mineras OMA de las 32.768 de propiedad de CORFO en el

Salar de Atacama, valorizadas en US\$ 849.010.-

c) La cantidad de US\$ 450.000 en dinero efectivo, con el mismo objeto señalado en ii.b).

Total aporte CORFO: US\$ 1.790.010.-, equivalente al 45% del capital.

### 3. Administración.

i) La sociedad será administrada y dirigida por los socios a través de un Consejo constituido por 5 Delegados titulares y 5 suplentes, de los cuales 3 Delegados representarán a FOOTE y 2 Delegados a CORFO.

ii) CORFO se reserva los siguientes derechos:

a) Política de ventas. CORFO podrá en cualquier momento, a través de sus Delegados, oponerse a que se continúe aplicando la política de ventas vigente, siempre que esta decisión no comprometa los contratos ya convenidos.

b) Designación Gerente General.- Este será contratado por plazos de un año renovables. La renovación del contrato a cada vencimiento requerirá del voto favorable de a lo menos 1 Delegado de CORFO.

### 4. Duración.

El plazo de duración de la sociedad será el necesario para lograr su objetivo, con un período inicial de 30 años, prorrogable automáticamente por períodos sucesivos de 5 años, siendo el último de éstos por el plazo necesario para el cumplimiento del objeto social.

## 5. Área de Concesión.

## REFERENCIAS

- (1) i) CORFO transfiere a la Sociedad un total de 3.343 pertenencias mineras OMA.
- (2) ii) Dado que el mineral es un cuerpo líquido, se ha estimado necesario proteger el área de concesión frente a terceros estableciendo una franja denominada *tierra de nadie* y que comprende 1.370 pertenencias mineras OMA. Respecto de esta franja de protección, CORFO se obliga a no gravar ni enajenar parte alguna de sus pertenencias, y a no realizar ni permitir en ellas explotación u obra alguna. Las patentes de estas 1.370 pertenencias serán de cargo de la sociedad.
- (3)
- (4)
- (5) iii) La transferencia de las pertenencias indicadas en i) la hace la Corporación sujeta a la condición de que al disolverse o terminar la Sociedad dichas pertenencias volverán gratuitamente y de pleno derecho al dominio de la Corporación.

Survey

- (7) 2008 Minerals Yearbook, Joyce A. Ober, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey

(8) Falta.

- (9) González Letelier Alvaro. Riquezas minerales de Chile a nivel mundial. Universidad de Chile 1990.

(10) U.S. Bureau of Mines, Minerals Facts and Problems.

- (11) EVALUATION OF THE POTENTIAL OF SALAR DEL RINCON BRINE DEPOSIT AS A SOURCE OF LITHIUM, POTASH, BORON AND OTHER MINERAL RESOURCES. Final Report prepared for Admiralty Resources NL and Argentina Diamonds Ltd. by Peter Pavlovic, Consultant Engineer and Jorge Fowler, Mining Engineer, December 13, 2004.

- (12) Análisis de la Estructura Mundial de la Industria del Litio y Criterios de Proyección de Investigación Científica y Tecnológica. Universidad de Chile, 2003.

(13) Simposio Chileno del Litio, falta año.

- (14) Mineral Commodity Summaries 2002. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey

- (15) Mineral Commodity Summaries 2003. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey

- (16) Mineral Commodity Summaries 2004. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey

- (17) Mineral Commodity Summaries 2005. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.

## REFERENCIAS

- (1) Industrials Minerals. Junio 2001.
- (2) Industrials Minerals. Junio 2007.
- (3) 2002 Minerals Yearbook, Joyce A. Ober. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey.
- (4) 2003 Minerals Yearbook, Joyce A. Ober. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey.
- (5) 2004 Minerals Yearbook, Joyce A. Ober. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey.
- (6) 2005 Minerals Yearbook, Joyce A. Ober. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey.
- (7) 2006 Minerals Yearbook, Joyce A. Ober. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey.
- (8) Falta.
- (9) González Letelier Alvaro, Riquezas minerales de Chile a nivel mundial, Universidad de Chile 1990.
- (10) U.S. Bureau of Mines, Minerals Facts and Problems.
- (11) EVALUATION OF THE POTENTIAL OF SALAR DEL RINCON BRINE DEPOSIT AS A SOURCE OF LITHIUM, POTASH, BORON AND OTHER MINERAL RESOURCES. Final Report prepared for Admiralty Resources NL and Argentina Diamonds Ltd. by Pedro Pavlovic, Consultant Engineer and Jorge Fowler, Mining Engineer. December 15, 2004.
- (12) Análisis de la Estructura Mundial de la Industria del Litio y Criterios de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica. Universidad de Chile, 2003.
- (13) Simposio Chileno del Litio, falta año.
- (14) Mineral Commodity Summaries 2002. U.S. Department of the Interior. U.S Geological Survey.
- (15) Mineral Commodity Summaries 2003. U.S. Department of the Interior. U.S Geological Survey.
- (16) Mineral Commodity Summaries 2004. U.S. Department of the Interior. U.S Geological Survey.
- (17) Mineral Commodity Summaries 2005. U.S. Department of the Interior. U.S Geological Survey.

- (18) Mineral Commodity Summaries 2006. U.S. Department of the Interior. U.S Geological Survey.
- (19) Mineral Commodity Summaries 2007. U.S. Department of the Interior. U.S Geological Survey.
- (20) Análisis de Riesgo para la Sociedad Química y Minera Chilena S.A. Fitch Ratings.
- (21) Aplicaciones de la energía Geotérmica a la Industria Alimentaria en Chile. Estudio de prefactibilidad económica. María Macarena Lee Castro. Universidad de Chile 2006.
- (22) Despite cost, no cooling in hot runner market. Nanofillers slow the burn by Clare Goldsberry. [www.modplas.com](http://www.modplas.com). Enero 2007.
- (23) The trouble with Lithium, implications of future PHEV production for Lithium Demand. William Tahil Research Director of the Meridian International Research, January 2007.
- (24) China Lithium Carbonate Market forecast Report, 2008-2010. Abstract.
- (25) The Economics of Lithium, 10th edition 2006. Roskill. Abstract.
- (26) Global Li-ion Battery Market Report 2007.
- (27) Grease Industry Trends, Sandra Cowan. Citgo Petroleum Corporation.
- (28) Lithium cobalt oxide production sees growth in China. 2005.
- (29) Lithium batteries power hybrid cars of future: Saft. Andras Gerley. 2007.
- (30) The lithium industry: Its recent evolution and future prospects. Arlene Ebensperger a, Philip Maxwell b,\* , Christian Moscoso c.
- (31) SQM Corporate Presentation. Marzo 2007.
- (32) SQM Corporate Presentation. Septiembre 2006.
- (33) Glass and Ceramics Industry Information. ([www.primaryinfo.com/glassceramics.html](http://www.primaryinfo.com/glassceramics.html)).
- (34) Advanced Glasses and Glass Ceramics: Materials, processing and new developments. Abstract.
- (35) Factors Affecting U.S. Production Decisions: *Why Are There No Volume Lithium-Ion Battery Manufacturers in the United States*. Ralph J. Brodd.
- (36) Lubricant Oil and Greases ([www.baotou.com](http://www.baotou.com)).
- (37) Large and Advanced Battery Technology and Markets 2004. Abstract.
- (38) Apuntes de Econometría I, clases 1 a 25. Javiera Vásquez Nuñez. Primavera 2005.
- (39) Modelos Económicos, guía para la elaboración de modelos econométricos con EVIEWS. Antonio Pulido San Román y Julián Pérez García.
- (40) Econometría de Económicas, Casos 1 y 3. Análisis de diferentes formas funcionales en un modelo de comercio exterior. El problema de la heterocedasticidad. Curso 2004-2005. Amparo Sancho y Guadalupe Serrano.

- (41) [http://www.bancopenta.cl/noticias/noticia\\_detalle](http://www.bancopenta.cl/noticias/noticia_detalle).
- (42) SQM – B, Banchile Inversiones, departamento de estudios.
- (43) SQM Form 20 F 2002.
- (44) SQM Form 20 F 2003.
- (45) SQM Form 20 F 2004.
- (46) SQM Form 20 F 2005.
- (47) SQM Form 20 F 2006.
- (48) Industrial Organization: A Strategic Approach. Jeffrey Church and Roger Ware.
- (49) Los Índices de Concentración: Una Visión General. Luis Mariano Rodríguez.
- (50) Curso de Organización Industrial. R. Fischer. CEA-DII. Universidad de Chile.
- (51) Mineral Pricewatch.
- (52) The Economics of Lithium. Roskill 1999.
- (53) Informe de Clasificación de Riesgos para SQM. Feller Rate. Octubre 2006.
- (54) Annual Report 2006, SQM.
- (55) Annual Report 2006, Rockwood Holdings Inc.
- (56) Annual Report 2006, FMC Corp.
- (57) Perspectivas de Crecimiento Económica Mundial. Secretaria de Comunicaciones y transporte Mexicano.
- (58) China Quematical Reporter. Volumen 18, nº 23, Agosto 16, 2007. Pagina 8.
- (59) [www.mineralogicrecord.org](http://www.mineralogicrecord.org)
- (60) Presentación Corporativa SQM, 2007.
- (61) Presentación Corporativa SQM, 2006.
- (62) Presentación Corporativa SQM, 2005.
- (63) Economía Industrial, Jacquemin Alex, Hipno Europea, S.A, 1982.
- (64) Información Servicio Nacional de Aduanas.
- (65) Información de ProChile.
- (66) Estado de Resultado SQM 2002.
- (67) Estado de Resultado SQM 2003.
- (68) Estado de Resultado SQM 2004.
- (69) Estado de Resultado SQM 2005.
- (70) Estado de Resultado SQM 2006.
- (71) Estado de Resultado SQM 2007
- (72) Report to Creditors, Son of Gwalia, noviembre 2006.

- (73) Perspectivas de Crecimiento Económica Mundial. Secretaria de Comunicaciones y transporte Mexicano.
- (74) China Quematical Reporter. Volumen 18, nº 23, Agosto 16, 2007. Pagina 8.
- (75) Competitividad Mundial en Minería. Programa de Economía de Minerales, Departamento de Ingeniería de Minas, Universidad de Chile. Christian Moscoso, 2006.
- (76) La empresa y la competitividad. Universitat Politècnica de Catalunya. Jaume Mussons Sellés.
- (77) Administración Estratégica: Competitividad y conceptos de globalización. Michael A. Hitt, R. Duane Ireland y Robert E. Hoskisson, 2004.
- (78) Economía de la Innovación. Ralph Landau y Christopher Freeman, 2000.
- (79) Drucker Meter, 2002. "The Discipline of Innovation". Harvard Business Review, 2002, pg. 5-10.
- (80) R. E. Hoskisson, M. A. Hitt, Managerial incentives and investment in R&D in large multiproducts firms. Organization Science. Pg. 1118-1129.
- (81) Zahra, Ireland, & Hitt, International expansion by new venture firms.
- (82) Proyecciones del PIB mundial. Banco Mundial, 2005.
- (83) <http://www.stats.gov.cn>
- (84) Fondo Monetario Internacional, Forecast 2006.
- (85) Harvard Business School Publishing, "Strategy and Innovation".
- (86) [www.meridiangold.com](http://www.meridiangold.com).
- (87) Reporte Anual 2006. Codelco Chile.
- (88) SERNAGEOMIN servicio nacional de geología y minería. Mapa geológico de Chile.
- (89) VOLCANES Activos de Chile <http://povi.org/chile.htm>.
- (90) MOP, Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Aguas. Mapa Hidrológico de Chile.
- (91) IGM, Instituto Geográfico Militar. Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. 1983.
- (92) Gajardo, Rodolfo. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. CONAF. Editorial Universitaria. 1994.
- (93) Evaluation of the potential of Salar del Rincón brine deposit as a source of lithium, potash, boron and other mineral resources. Admiralty Resources NL, 2007.
- (94) [www.batteryuniversity.com](http://www.batteryuniversity.com).
- (95) Chemical & Engineering News, 2006b
- (96) Estadísticas del Banco Central de Chile ([www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl))
- (97) China Mining and Metals, Weekly, Volumen 6 capítulo 38. 2007.

- (98) Entrevistas realizadas a ejecutivos de la gerencia comercial de SQM, Diciembre 2007.
- (99) Taking Stocks: Ten Years alter the Asian Financial Crisis, The Mckinsey Quarterly, Diciembre 2007.
- (100) China, precios de commodities y desempeño de América latina: algunos hechos estilizados, Banco Central de Chile, Agosto 2007.
- (101) Diagnóstico sector minero, Consejo Nacional de Innovación para la competitividad, 2006.
- (102) Estadísticas de la Organización Mundial de Comercio ([www.wto.org/english/res\\_e/statis\\_e](http://www.wto.org/english/res_e/statis_e))
- (103) [www.unctad.org/statistics/handbook](http://www.unctad.org/statistics/handbook)
- (104) China's Trade Impact on SSA: Minimising Threats and Maximising Opportunities', paper presented to Institute of Public Policy Research Conference. Kaplinsky, R., Junio 2006.
- (105) La Dirección Estratégica de la empresa. Ariel Económica. Menguzzato M. y Renal J.J. Barcelona. 1991.
- (106) Estrategias de Crecimiento, Harvard Business Review, 2004.
- (107) Peak Oil the Electric Vehicle Imperative, Meridian International Research, Octubre 2006.
- (108) Resource Investor: "A Lithium Suply Crisis", Jack Lifton, Diciembre, 2006.
- (109) Competing for the future, Harvard Business School Press, Hamel, G.; Prahalad, C.K., Boston, Massachusetts, 1994.
- (110) Cámara Comercio Internacional (CCI), 2006.
- (111) Salar del Rincón Project. Exploration and evaluation of geohydrological characteristics. Mercoaguas Consultants. Abraham, C.; and Dib Ashur, P. Julio 2007.
- (112) Rocks and Minerals Handbook, Chris Pellant, 2000.
- (113) Fuente: FMI, CIA - The World Factbook, Global Marketing, WTO.