

“La soberanía sobre los recursos naturales es la condición para la liberación de la dominación colonial y neoliberal. Un estado que no aprovecha los recursos naturales priva a su pueblo de la riqueza necesaria para su desarrollo”

Evo Morales Ayma
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Oficina La Paz
Av. Mariscal Santa Cruz, esquina Yanacocha
Edificio Hansa, piso 19,
(591-2) 2145724 - (591-2) 2145725

Oficina Oruro
Calle Junín, esquina Petot s/n
(591-2) 5251156

Oficina Potosí
Av. Universitaria frente a ex terminal de buses,
Edificio COMIBOL
(591-2) 68420306

Oficina Uyuni
Calle Loa, entre Ferroviaria y Tomás Frías,
Zona vivienda N° 2
(591-2) 6933922

Planta Piloto Llipi Loma
Campamento COMIBOL
(591-2) 6138900 - (591-2) 6138923

www.evaporiticos.gob.bo



GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS

MEMORIA 2013



La Fase I piloto de la Industrialización de los recursos evaporíticos ha concluido, con la puesta en marcha de la Planta semiindustrial de Cloruro de Potasio y Planta Piloto de Carbonato de Litio.

Con la inversión garantizada por el Gobierno, se inició la Fase II destinada a la implementación de las Plantas Industriales de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio con la construcción de piscinas para la producción industrial.

La Fase III, Baterías de ión Litio, comprende la producción de baterías de ión Litio, de cátodos y electrolitos a través de una asociación y/o compra, llave en mano, de tecnología desarrollada. Es una de las etapas finales de la producción del Carbonato de Litio, de esa forma el Estado boliviano se hace cargo de toda la cadena productiva.

2013

MEMORIA
INSTITUCIONAL
GERENCIA NACIONAL
DE RECURSOS
EVAPORITICOS





Juan Evo Morales Ayma
Excmo. PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



Ing. Mario Virreira Iporre
MINISTRO DE MINERÍA Y METALURGIA



Ing. Marcelino Quispe López
PRESIDENTE CORPORACIÓN MINERA DE BOLIVIA

INDICE

PRESENTACIÓN	7
1. ESCRIBIENDO HISTORIA	13
2. PLANTA SEMI-INDUSTRIAL DE CLORURO DE POTASIO	23
3. PLANTA PILOTO CARBONATO DE LITIO	33
4. AVANCES EN LA GESTIÓN 2013 FASE II	39
5. AVANCES EN LA GESTIÓN 2013 FASE III	53
6. AVANCES GESTIÓN 2013 MEDIO AMBIENTE	67
7. AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN	75
8. ESTACIÓN EXPERIMENTAL TAUCA - SALAR DE COIPASA	95
9. GESTIÓN ADMINISTRATIVA	105
10. RELACIONES EXTERNAS Y COMUNITARIAS	111
11. EL LITIO Y CLORURO DE POTASIO EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL	115



EVO MORALES AYMA
PRIMER PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



Ing. Luis Alberto Echazú Alvarado
GERENTE NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS

PRESENTACIÓN

El 2013 fue un año que marca el inicio de la industrialización de los recursos evaporíticos en el país, con resultados concretos como son la producción regular de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio en su fase piloto.

Por primera vez Bolivia produce productos estratégicos como el Carbonato de Litio, materia prima para las baterías de Litio y otras aplicaciones, el Cloruro de Potasio, un fertilizante de gran demanda mundial, el primero producido en la Planta Piloto de Llapi y el Segundo en la Planta semiindustrial construida dentro del salar de Uyuni a 15 kilómetros de tierra firme.

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos ha dado un paso significativo en la industrialización de los recursos evaporíticos, culminando la Fase Piloto e ingresando simultáneamente a la Fase II con la conclusión del primer módulo industrial de piscinas de evaporación y la entrega del proyecto a diseño final de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio, por la consultora alemana ERCOSPLAN.

Con estos resultados, nuestro país se prepara para ingresar al grupo de países productores de fertilizantes, ya no se puede hablar de proyectos a futuro, hoy decimos que las plantas piloto, después de ser inauguradas y puestas en marcha por el Presidente Evo Morales, están en plena operación con un producto que se está comercializando en el mercado nacional.

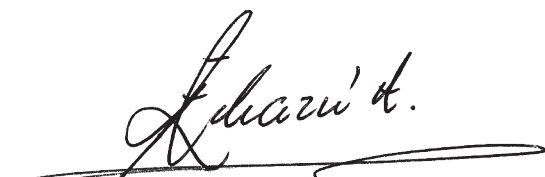
La obtención de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio, es resultado de un arduo trabajo de investigación, desarrollo de tecnología y conocimiento científico logrado por profesionales de la GNRE; con satisfacción podemos decir que nuestro país está en condiciones de desarrollar su propia tecnología. Si los anteriores gobiernos predicaban y argumentaban que la industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni estaba reservada a países con tecnología, recursos y conocimiento científico, hoy demostramos al mundo que eso era

una falacia, un discurso político con el objetivo de entregar nuestros recursos a los intereses extranjeros.

La industrialización del Carbonato de Litio no termina con la producción de materia prima, la GNRE también encara la Fase III, con la adquisición de una Planta Piloto de Baterías de ion Litio, cuya instalación se realiza en el complejo industrial de La Palca, se inició a fines de noviembre, esperando su puesta en marcha para el mes de mayo de 2014, con ello nuestro país también se apresta a la producción de baterías de Litio, de esta forma estaremos cerrando toda la cadena productiva en la industria del Litio.

Finalmente, no podría terminar sin agradecer el permanente apoyo de las comunidades del Sud Oeste boliviano, de nuestro gobierno y por supuesto, mi reconocimiento a los profesionales, técnicos, obreros y todo el personal de la GNRE por su invaluable contribución y esfuerzo, cuyo concurso desde su puesto de trabajo, ha hecho posible el logro de una tarea sobre la que el país y el mundo han puesto sus ojos.

Invito a seguir con la revisión de la Memoria 2013, documento en el que se explican, con mayor amplitud, los avances y logros en esta industria que es nueva en el país.



Ing. Luis Alberto Echazú Alvarado
GERENTE NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS



1. El Gobierno instruye la industrialización de los Recursos Evaporíticos

A partir del Decreto Supremo N° 29496, promulgado por el Presidente Juan Evo Morales el 1ro de abril de 2008, se inician los primeros pasos del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos, en este documento génesis, se instruye a la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), la creación dentro de su estructura institucional, de una instancia responsable de la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni.

DECRETO SUPREMO N° 29496
DE 1 DE ABRIL DE 2008
EVO MORALES AYMA
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que en el marco del Plan Nacional de Desarrollo, el Gobierno Nacional ha consolidado la presencia y dominio originario del Estado en su rol promotor y protagonista del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Que la Ley N° 3720 de 31 de julio de 2007 habilita a la Corporación Minera de Bolivia - COMIBOL, a participar directamente en toda la cadena productiva con las funciones de Prospección y Exploración; Explotación; Concentración; Fundición y refinación; Comercialización de minerales y metales; y Administración de las áreas fiscales.

(...)

Que el Artículo 77 del Decreto Supremo No 28631 dispone que el Ministerio de Minería y Metalurgia tiene bajo su tuición o dependencia orgánica y administrativa a la COMIBOL.

EN CONSEJO DE MINISTROS, DECRETA:

ARTICULO 1.- (PRIORIDAD NACIONAL). Se declara de prioridad nacional la industrialización del Salar de Uyuni para el desarrollo productivo, económico y social del Departamento de Potosí.

ARTICULO 2.- (INSTANCIA RESPONSABLE).

I. Se instruye a la Corporación Minera de Bolivia - COMIBOL crear dentro de su estructura institucional una instancia responsable de la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni.

II. La COMIBOL proveerá los recursos necesarios para el funcionamiento de esta instancia con recursos propios hasta \$us. 5.700.000.- (CINCO MILLONES SETECIENTOS MIL 00/100 DOLARES ESTADOUNIDENSES), para lo cual se le autoriza efectuar las modificaciones presupuestarias correspondientes.

Los señores Ministros de Estado en los Despachos de Hacienda y Minería y Metalurgia, quedan encargados de la ejecución y cumplimiento del presente Decreto Supremo.

Es dado en el Palacio de Gobierno de la ciudad de La Paz, al primer día del mes de abril del año dos mil ocho.

FDO. EVO MORALES AYMA, David Choquehuanca Céspedes, Juan Ramón Quintana Taborga, Alfredo Octavio Rada Vélez, Walker San Miguel Rodríguez, Celima Torneo Rojas, Graciela Toro Ibáñez, Luis Alberto Arce Catacora, René Gonzalo Orellana Halkyer, Angel Javier Hurtado Mercado, Oscar Coca Antezana, Susana Rivero Guzmán, Luis Alberto Echazú Alvarado, Walter J. Delgadillo Terceros, María Magdalena Cajías de la Vega, Walter Selum Rivero.

2. Resolución del Directorio de COMIBOL N° 3801/2008

En cumplimiento del Decreto Supremo N° 29496, el Directorio de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) determina la creación de la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos, que luego se denominará Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos por Resolución del Directorio de COMIBOL N° 4366/2010.



CORPORACION MINERA DE BOLIVIA
RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO GENERAL N° 3801/2008

**APROGACIÓN PROYECTO, A DISEÑO FINAL: DESARROLLO INTEGRAL DE LAS
SALMUERAS DEL SALAR DE UYUNI - INSTALACIÓN., DESARROLLO Y PUESTA EN
MARCHA DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA EXPLOTACIÓN DE LITIO**

CONSIDERANDO:

Que, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo, el Gobierno Nacional ha consolidado la presencia y dominio originario del Estado en su rol promotor y protagonista del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La Ley N° 3720, habilita a la Corporación Minera de Bolivia – COMIBOL, a participar directamente en toda la cadena productiva con las funciones de prospección y exploración, explotación, concentración, fundición y refinación, comercialización de minerales y metales y administración de las áreas fiscales. Las actividades propias de la Corporación Minera de Bolivia, por mandato expreso del Decreto Supremo N° 29474, es una Empresa Pública Nacional Estratégica, por lo que sus acciones deben estar encausadas al aprovechamiento de todos los recursos naturales mineralógicos, así como la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni.

Que, el Decreto Supremo N° 29496 de 01.04.2008, declara de prioridad nacional la industrialización del Salar de Uyuni para el desarrollo productivo, económico y social del Departamento de Potosí, instruyendo a la Corporación Minera de Bolivia a crear dentro de su estructura institucional una instancia responsable de la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, así como proveer los recursos necesarios para el funcionamiento de esta instancia con recursos propios hasta \$us. 5.700.000 (Cinco Millones Setecientos Mil 00/100 Dólares Americanos), para lo cual, se le autoriza efectuar las modificaciones presupuestarias correspondientes.

(...)

Por tanto, el Directorio General de la Corporación Minera de Bolivia:

RESUELVE:

(APROBAR el proyecto a diseño final: Desarrollo Integral de las Salmueras del Salar de Uyuni – Instalación, Desarrollo y Puesta en Marcha de una Planta Piloto para la Explotación de Litio, en la localidad de Río Grande, provincia NorLípez del Departamento de Potosí, elaborado por la Comisión encargada a nivel de Gobierno.

INSTRUIR a la incorporación dentro la Estructura Orgánica Institucional de la Corporación Minera de Bolivia a la "DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS EVAPORITICOS DE BOLIVIA", cuya inicial prioridad es la ejecución y la puesta en marcha de una Planta Piloto para la industrialización de las salmueras del Salar de Uyuni, Planta que tendrá como cede de funcionamiento la localidad de Río Grande, provincia NorLípez del Departamento de Potosí, debiendo la Presidencia Ejecutiva determinar la estructura interna de la misma, cumpliendo todos los pasos administrativos y legales correspondientes.

Regístrese, hágase saber y Archívese.

La Paz, 3 de abril de 2008

Ing. Hugo Miranda Rendón, Presidente; Ing. Guillermo Cortez Arce, Director, Jorge Cuenca Arias; Director; Esteban Villca Rodríguez, Director; Federico Escobar Churqui, Director; Ing. Mario Paulsen Tejada, Director.

Es conforme:

Armando F. Limachi Gómez, Secretario General.

3. Inauguración de obras civiles en Llipi

Al Sur del Salar de Uyuni, en el lugar denominado Llipillipi, el 10 de mayo de 2008, se da inicio a la construcción de obras civiles, con el colocado de la piedra fundamental por el Presidente Juan Evo Morales, y la entusiasta y masiva participación de comunidades del entorno de salar.



4. Conclusión de la infraestructura de Llapi

En agosto de 2009, el Presidente Evo Morales inaugura la infraestructura concluida en 6.500 metros cuadrados construidos, con todas sus dependencias como oficinas, laboratorios, dormitorios, cocina, comedor, panadería, sala de reuniones, talleres, almacenes; además de los servicios de electricidad, telefonía, Internet, fax, agua potable, alcantarillado y otras construcciones.



Infraestructura de la GNRE en Llapi

5. Inauguración y puesta en marcha de la Planta semiindustrial de Cloruro de Potasio (09-08-12)

Sobre la costra salina del salar de Uyuni, a 15 kilómetros de tierra firme, se construyó la Planta semiindustrial de Cloruro de Potasio, es la primera experiencia de esta naturaleza en ingeniería civil, factoría construida sobre una superficie salina flotante. Con la puesta en marcha de esta Planta, nuestro país comienza la industrialización de los recursos evaporíticos, logrando producir por primera vez un fertilizante de alta calidad comercializado en el mercado nacional.



Ign. Luís Alberto Echazú en acto de inauguración de la Planta semiindustrial de Cloruro de Potasio, agosto 2012

6. Inauguración y puesta en marcha de Planta Piloto de Carbonato de Litio

El 3 de enero de 2013 se inicia la producción de Litio, con la inauguración de la Planta Piloto de Carbonato de Litio por el Presidente Evo Morales, en instalaciones de Llipi, ubicada al sur del Salar de Uyuni. Es la primera vez en la historia de Bolivia, que un recurso natural de la importancia del Litio, será industrializado en el marco de la soberanía nacional. La concreción de la Planta Piloto de Carbonato de Litio, es el resultado del esfuerzo enteramente boliviano, “Este emprendimiento tiene una particular importancia porque se trata de una determinación política del Presidente Morales, que ha sido seguido por el esfuerzo de investigadores bolivianos que han diseñado el proceso íntegramente con técnicos bolivianos”.(Ing. Luís Alberto Echazú, Gerente Nacional de Recursos Evaporíticos).



Presidente Evo Morales, Ing. Echazú y el Vicepresidente Alvaro García Linera en acto de inauguración de la Planta Piloto de Carbonato de Litio

7. Primera venta de Cloruro de Potasio (27-05-13)

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos COMIBOL, ha comenzado la provisión de Cloruro de Potasio al mercado interno, a partir de la primera venta de 250 toneladas, concretada el mes de mayo. A partir de esta transacción, nuestro país se encamina a la producción sostenida de este fertilizante para dejar de depender de la importación de KCl. Los visibles resultados de la industria piloto están a la vista, beneficiando a nuestro país con la primera venta de Cloruro de Potasio “made in Bolivia” con una facturación de \$us. 120.000, es el resultado de la industrialización de los recursos evaporíticos en su fase piloto, sobre estos parámetros se instalará una planta con capacidad de producción industrial.



Trabajadores de la GNRE, después de haber culminado con el embarque de una de las entregas de la primera venta de Cloruro de Potasio





2

PLANTA SEMI-INDUSTRIAL DE CLORURO DE POTASIO

La Planta semiindustrial de Cloruro de Potasio fue inaugurada por el Presidente Evo Morales en agosto de 2012, superada la etapa de ajustes, la Planta de KCl en su fase de piloto, se consolida con la producción regular de este fertilizante.

Con la puesta en marcha de esta Planta, nuestro país comienza la industrialización de los recursos evaporíticos, logrando producir por primera vez en el país, un fertilizante de alta calidad que ya es comercializado en el mercado nacional. La Planta semiindustrial de Potasio, hasta fines de noviembre, ha producido un total de 800 toneladas y concretado una primera venta de 250 toneladas.

1. Producción de Cloruro de Potasio

El trabajo que desarrolla la GNRE para la obtención del Cloruro de Potasio, se inicia desde la prospección y perforación de pozos en el salar de Uyuni, el bombeo de las salmueras a las piscinas de evaporación para la liberación del agua y otros elementos, con el objetivo de obtener, en primera instancia, la materia prima (silvinitaNaCl y KCl), para el procesamiento de Cloruro de Potasio.

1.1. Cosecha y almacenamiento de materia prima

La “cosecha” de la silvinita se realiza después de haber liberado el agua y otros elementos mediante procesos de evaporación en diferentes piscinas, en esta etapa se logra la separación de la materia prima depositada en las piscinas, cuya composición libre de salmuera varía según los reportes de análisis que observamos en la siguiente tabla, que muestra la composición del Cloruro de Potasio entre 20% y 30%.



Planta de Cloruro de Potasio en producción

Análisis de los cristales de silvinita

CONCENTRACIÓN DE CRISTAL [% peso]							%
Li	Mg	K	Na	Ca	SO4	Cl	TOTAL
0.02	0.33	12.23	29.82	0.05	0.78	55.98	100

1.2. Módulo de molienda

Después del almacenamiento en un “stock pile”, se realiza la trituración correspondiente reduciendo el tamaño de la partícula en una primera etapa, utilizando la trituradora de rodillos hasta 1”, para luego ingresar al molino de jaula donde se reduce el tamaño, hasta el rango de número de malla Tyler 48 a 60, liberando de esta manera los cristales de Cloruro de Potasio, para que puedan ser utilizados en la flotación.



Molino de rodillos para reducir el tamaño de partículas de Silvinita

1.3. Acondicionamiento

El acondicionamiento se realiza en dos etapas en un tiempo de residencia de 30 minutos por tanque, los cristales de silvinita son tratados con una solución de salmuera saturada en Potasio, proveniente de las piscinas de evaporación con las que trabaja la Planta de Cloruro de Potasio, hasta que la concentración de sólidos alcance un rango entre 30% y 40%, en esta etapa se agrega:

- Armeen (colector), en un rango entre 90 a 100 g/t de pulpa, como promedio en función a las pruebas realizadas por la Dirección de Investigación y Desarrollo (I&D) de la GNRE
- MIBC (espumante), en un rango entre 10 a 25 g/t de pulpa, como promedio en función a las pruebas realizadas por el departamento de I&D dependiente de la GNRE

1.4. Módulo de flotación

Las celdas de flotación están asociadas en 3 bancos de 4 celdas, haciendo un total de 12, número 24 Denver (de 50 pies cúbicos), en esta etapa se realiza la separación del Cloruro de Potasio, concentrando en la etapa rougher hasta un 50% de KCl aproximadamente, luego en la etapa cleaner se concentra hasta un 70% promedio, las colas de ambos son tratadas en las celdas scavenger, para recuperar el Cloruro de Potasio remanente.



Celdas de flotación en Planta KCl

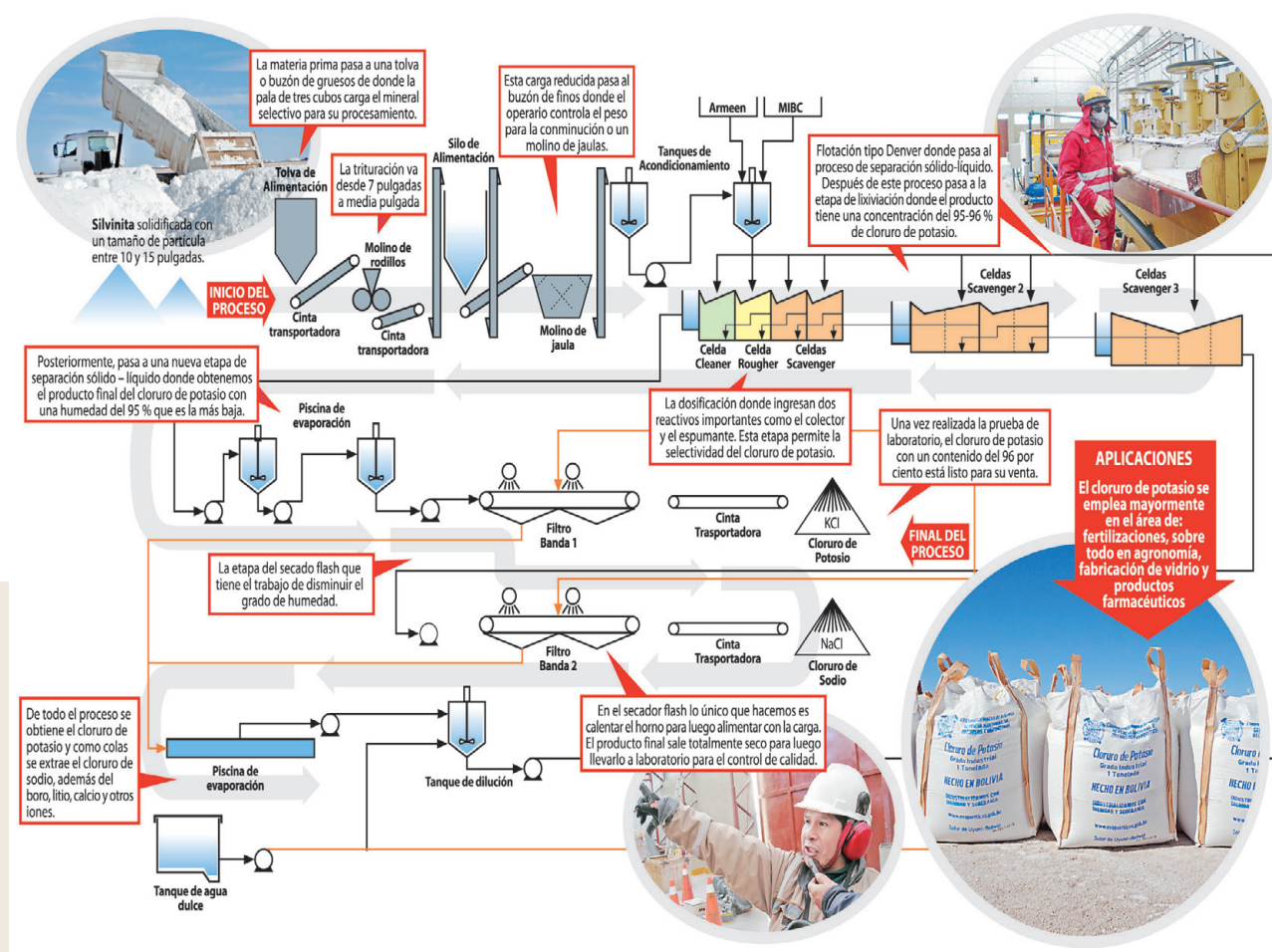
En primera instancia se trabaja con una celda rougher, para optimizar el proceso de flotación y dos celdas cleaner, la distribución de trabajo es en contra corriente para optimizar la recuperación en cuatro celdas scavenger.

1.5. Lixiviación

La lixiviación es la etapa, en la que se realiza la eliminación de Cloruro de Sodio, utilizando una solución en agua dulce, para disolver la mayor cantidad de Cloruro de Sodio remanente, que no fue separada en las celdas de flotación, en un tiempo de residencia de aproximadamente 30 minutos.

1.6. Filtrado

El filtrado es un sistema de flujo continuo de solución de Cloruro de Sodio, en esta etapa la pulpa contiene un mayor porcentaje de Cloruro de Potasio, la solución de lixiviado, es separada mediante un filtro prensa, con la finalidad de obtener un Cloruro de Potasio que contenga entre un 10% y 15% de humedad.



Infograma del proceso de obtención de Cloruro de Potasio



Cloruro de Potasio embolsado en maxisacos, lista para su venta

La recuperación de Cloruro de Potasio a lo largo de toda la trayectoria diseñada, permite obtener un producto de calidad comercial, como se puede observar en el siguiente cuadro:

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO

PRODUCTO: CLORURO DE POTASIO	
ELEMENTO	%
KCl	95.2 min
K	49,87
Cl	47,90
Na	0,6
K ₂ O	60 min
Humedad	2,0 max.
Índice de salinidad	116.3+/- 10%
pH en solución al 10% (20°C)	Límite inferior: 5.4 Límite superior: 10

3. Piscinas de acoplamiento

Se han construido piscinas de acoplamiento para generar cantidades necesarias de materia prima (silvinita) que garantizan la continuidad de la producción de Cloruro de Potasio, por ello, se vio por conveniente la ampliación de las piscinas piloto a las cuales se denominó piscinas de acoplamiento, con las siguientes dimensiones:

- Piscina de Halita : 15 Ha
- Piscina de Silvinita 1 : 7,5 Ha
- Piscina de Silvinita 2 : 7,5 Ha

El proceso se inicia con el bombeo de salmuera y evaporación de manera continua a la piscina de acoplamiento de Halita, haciendo el seguimiento permanente al comportamiento de la evaporación, cristalización y operación general de estas piscinas.



Evaporación en su etapa final para la cosecha de Silvinita

Finalizada la etapa de montaje de la planta de encalado y acoplamiento, se realizan las pruebas mecánica y eléctrica, en vacío y con carga de encalado, posteriormente se procede al ajuste y optimización del proceso, controlando parámetros que garanticen salmueras con contenidos de sulfatos acorde al proceso establecido.

4. La GNRE abastece Cloruro de Potasio al mercado nacional

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos ha comenzado con la provisión de Cloruro de Potasio al mercado interno, a partir de la primera venta de 250 toneladas concretada a fines de mayo de 2013.

Nuestro país se encamina a la producción sostenible de este fertilizante, para dejar de depender de la importación de KCl, con este objetivo, la GNRE ha empezado la producción regular de 8 a 10 toneladas por día.

Actualmente la Planta semiindustrial de Cloruro de Potasio está en producción regular, y se tiene previsto licitar una cantidad mayor de este fertilizante, con el fin de atender la creciente demanda en el mercado nacional.

Según los estudios de la GNRE, el Salar de Uyuni posee una reserva de 2.000 millones de toneladas de Potasio que representan más de 3.700 millones de toneladas de Cloruro de Potasio, con lo cual Bolivia se ubica en el segundo país con mayores reservas en el mundo, después de Canadá.



Trabajador de la GNRE en Planta semiindustrial de KCl





3

PLANTA PILOTO CARBONATO DE LITIO

1. Producción de Carbonato de Litio

Las operaciones de la Planta Piloto de Carbonato de Litio, a la fecha, se van consolidando con la producción de Li_2CO_3 de calidad comercial, que es acopiada para su futura venta y disposición de volúmenes que requerirá la Planta Piloto de baterías de ion Litio, que se implementa en la localidad de La Palca – Potosí.

Esta Planta está ubicada en Llipi, al Sur del salar de Uyuni, la instalación y montaje de los equipos se inició en septiembre de 2012, iniciando sus operaciones en enero de 2013.



Tanques de almacenamiento de concentrados de Litio

2. Proceso tecnológico en la obtención del Carbonato de Litio

La obtención del Carbonato de Litio comienza desde la prospección del salar de Uyuni, con la perforación de pozos de exploración determinada por personal del área de investigación y geología, una vez establecida la profundidad y ubicación de mayor concentración de Litio, se procede con la respectiva instalación de los ductos y bombeo de las salmueras a las piscinas de evaporación.

La separación de los diferentes elementos constituyentes de la salmuera extraída, se realiza mediante un proceso de evaporación, logrando obtener en primera instancia la silvinita para su procesamiento y obtención de Cloruro de Potasio, el proceso de separación de otros elementos continúa hasta la obtención de Sulfato de Litio, materia prima que se procesa en la Planta Piloto para la obtención de Carbonato de Litio.



Técnicos de la GNRE operando los filtros prensa de Planta Piloto de Carbonato de Litio

La técnica está basada, en tecnología propia desarrollada por los investigadores de la GNRE, para el tratamiento de salmueras del salar de Uyuni, con el objetivo de obtener sales de Carbonato de Litio.

La evaporación produce saturación en solutos, que permite que se eleven las concentraciones de las sales, por efecto de las oscilaciones de temperatura se empiecen a producir nucleación y crecimiento de los cristales. En un sistema de cristalización discontinua, como consecuencia de la diferencia de solubilidades de cada uno de los cristales, se produce la cristalización fraccionada.

Se ha optado por el sistema de evaporación solar, por las ventajas que presenta, no se consume otro tipo de energía ni se utilizan reactivos químicos, mientras que sus desventajas son el tiempo requerido para la evaporación (promedio 7 meses) y la dependencia de las condiciones meteorológicas del lugar (velocidad de evaporación y régimen de lluvias).

Análisis de solución de Sulfato de Litio

SALMUERA [%]	
Li	4.18
Mg	2.85
K	0.04
Na	0.07
Ca	0.09
SO ₄	0.02
Cl	30.93
B	0.37
H ₂ O	61.44
ρ [g/cm ³]	1.35

Fuente:GNRE, elaboración en base a información de planta (2013).
Composición del cristal de Li₂SO₄ para la producción de Li₂CO₃

	Li	Mg	K	Na	Ca	SO ₄	Cl	B	H ₂ O
[%]	6.19	3.68	2.27	3.27	0.32	47.1	13.3	0.13	23.2

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de la GNRE – Llapi

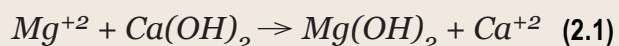
En función a la composición y la cantidad de magnesio presente en el cristal, se establecen las siguientes etapas:

2.1. Dilución

Este proceso se realiza para que la actividad de los iones de la salmuera aumente (debido a la dilución), mediante la adición de agua o agua madre, para que la concentración de litio disminuya hasta 1%.

2.2. Encalado

Es la etapa en la cual la salmuera diluida reacciona con una cal de elevada pureza aproximadamente de 70 a 75%, el magnesio reacciona con el Hidróxido de Calcio, precipitando el Hidróxido de Magnesio, según la siguiente reacción:



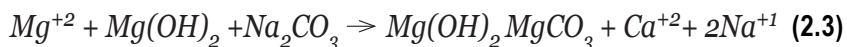
Después de esta reacción, se realiza una primera separación del Hidróxido de Magnesio formado (Mg(OH)₂), ayudando en el proceso de separación el Sulfato de Calcio (CaSO₄) mediante un filtrado, disminuyendo la cantidad de Magnesio. La cantidad de Cal añadida está en función a la cantidad de Magnesio presente en la salmuera.



Instalaciones de la Planta de encalado

2.3. Carbonatación

La solución de carbonato de sodio, se prepara disolviendo el carbonato de sodio aproximadamente entre el 20% a 25%, a una temperatura de 20°C a 30°C. Se realiza el agregado de Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), y luego se calienta el sistema hasta una temperatura que esté entre 40°C y 60°C, hasta que el precipitado tenga una composición más estable según las siguientes reacciones:

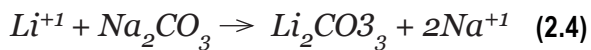


Una vez que el precipitado tenga una composición más estable, este es separado mediante un filtrado, dejando a la solución remanente con pequeñas cantidades de Magnesio y Calcio, que no influirán en la segunda carbonatación.



Caldero de presión para la generación de vapor que es utilizado en el proceso de obtención de carbonato de Litio

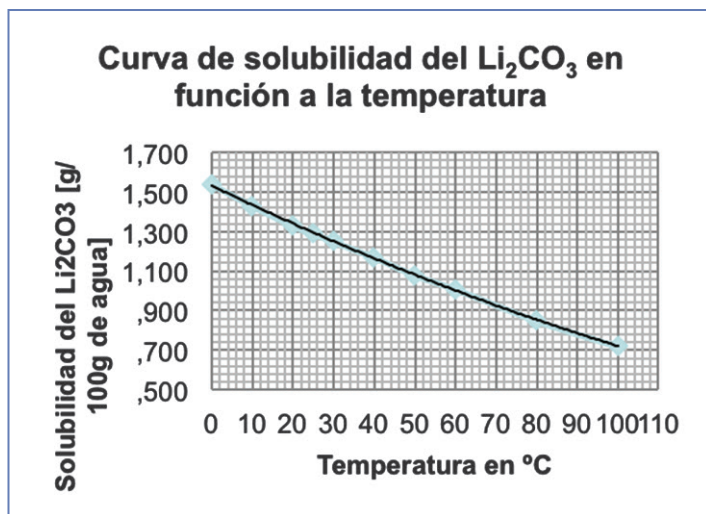
La segunda etapa de carbonatación, se realiza agregando la cantidad suficiente de Carbonato de Sodio, en función a la cantidad de Litio que está presente en la solución remanente y se somete a un calentamiento hasta aproximadamente 90°C, temperatura en la que se forma el Carbonato de Litio.



Obtenido el carbonato de litio, realizamos un lavado y una separación del precipitado mediante un filtrado.

En el grafico 2.1, vemos la curva de equilibrio de la solubilidad del carbonato de litio, en función a la temperatura: Vemos que es inversamente proporcional a la temperatura.

Solubilidad del Carbonato de Litio en función a la temperatura



3. Calidad de producto

El rendimiento del proceso de obtención del Carbonato de Litio (Li_2CO_3), es del 60% hasta la fecha; pero el mismo está aumentando a medida que se sigue trabajando en la Planta Piloto de Carbonato de Litio, la composición prevista del producto es como sigue:

Tabla 2.2 Análisis del producto de Carbonato de Litio obtenido Li_2CO_3

	Li	Mg	K	Na	Ca	SO4	Cl	CO3	H2O
[%]	18.37	<0.005	0.005	0.007	<0.07	<0.005	<0.07	79.71	<1.0

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de la GNRE – Llapi



1. Construcción de piscinas industriales

Para la Fase Industrial, han sido proyectados 18,5 kilómetros cuadrados de área basal de piscinas, para lo cual ya se ha iniciado la construcción de plataformas y diques del primer módulo de piscinas industriales, con el correspondiente traslado de sal escarificada y fresada para que la misma sea compactada, perfilada y posteriormente impermeabilizada.

Para la Fase II, se ha iniciado con la construcción de las piscinas industriales, en un área de aproximadamente 774 hectáreas, de las cuales, se ha concluido con la construcción de 516 hectáreas de área basal, de acuerdo al siguiente detalle:

- Piscina de encalado: 16 hectáreas
- Piscina de Halita: 180 hectáreas
- Piscina de Silvinita 1: 120 hectáreas
- Piscina de Silvinita 2: 120 hectáreas.



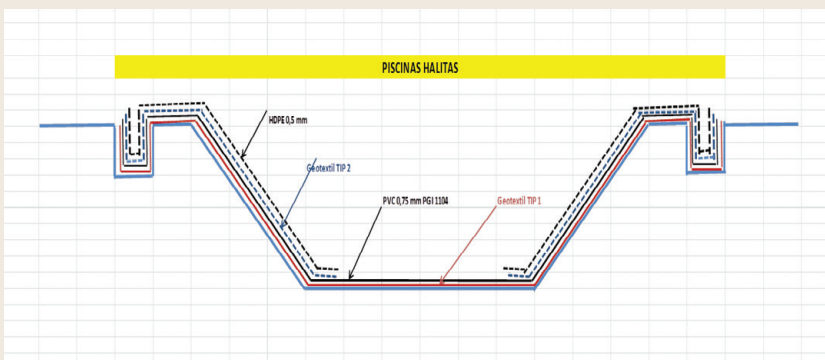
Cavado de zanja para el anclaje de geomembranas,
última etapa en la construcción de una de las piscinas de
evaporación industrial

2. Impermeabilización de piscinas de evaporación

Para garantizar la concentración de salmueras extraídas de las profundidades del salar, se hace necesario impermeabilizar las piscinas de evaporación con la utilización de geotextiles y geomembranas, estos materiales nos permiten intervenir y controlar los procesos de evaporación y manejar grandes volúmenes de salmueras.

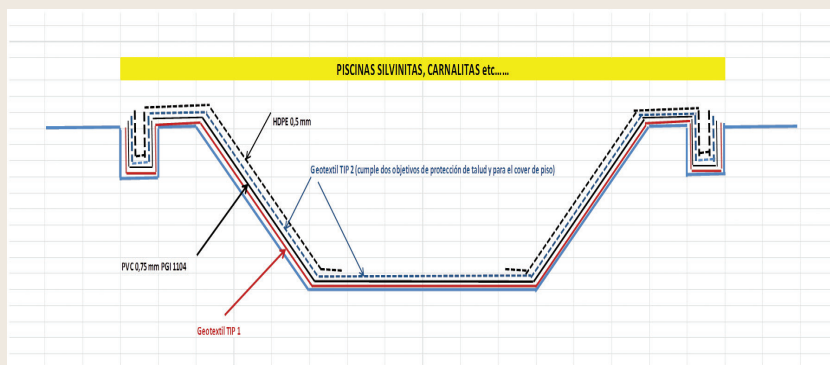


Piscina de evaporación industrial impermeabilizada



- Piscina Halita: Se procedió a la impermeabilización de esta piscina que tiene un área de 30 Ha, el impermeabilizado comprende la utilización de Geotextil tipo 1, membrana de PVC, Geotextil tipo 2 y recubrimiento solo en taludes con membrana de HDPE para protección contra los rayos ultravioleta.
- Piscinas Silvinita: El proceso de impermeabilización de esta piscina tiene las mismas características a la piscina de halita, con la diferencia de que en esta última, está previsto el tendido de una capa de sal compactada por

encima del material impermeabilizante, con el objetivo de evitar daños en el material y facilitar el ingreso de maquinaria al momento de la cosecha de Silvinita.



3. Ingeniería de diseño final de la planta industrial de Cloruro de Potasio

Concluida la instalación y montaje de la Planta semiindustrial de KCl, se inició la producción de ajuste en el módulo de alimentación, molinos, flotación, el sistema eléctrico, y otros equipos, para la optimización del proceso de producción, paralelamente se avanza en el diseño de la Planta Industrial de KCl, con una capacidad de producción de 700.000 toneladas por año. En la penúltima semana de diciembre, la consultora alemana ERCOSPLAN, entregó a la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, 50 carpetas de diseño de ingeniería final de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio a instalarse en el salar de Uyuni, además de anexos, apéndices y más de 500 planos. La convocatoria pública se realizó en agosto de 2012, luego de un proceso de evaluación y revisión cuidadosa, se adjudicó a la empresa alemana ERCOSPLAN, representada legalmente en nuestro país por el consorcio



Carpetas del proyecto a diseño final de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio entregado por la consultora ERCOSPLAN

boliviano Arellano Ltda. Para el estudio y diseño del proyecto de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio, ha trabajado un equipo multidisciplinario de 35 ingenieros y 16 técnicos de diseño in situ (en Salar de Uyuni) como en Erfurt (Alemania), en un tiempo promedio de 300 días a partir de la firma de contrato. El proyecto a diseño final de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio prevé la generación de 500 nuevos puestos de trabajo (250 Ingenieros y Técnicos, 250 Obreros y Personal de Servicio). La producción de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio será de las siguientes características:

- Material Final: KCl con 95% pureza
- Utilización de materia Prima: 2.200.000 m³/año - material cristalizado procedente de piscinas de evaporación
- Producción: 700.000 Tn/año

La instalación y montaje de la Planta Industrial para la producción de Cloruro de Potasio, contempla los siguientes módulos:

- Cribado Húmedo y Molienda
- Flotación Rougher
- Flotación Cleaner
- Lixiviación en frío y Producto Desalmuerizado
- Flotación Scavenger
- Proceso de Colas
- Agua del Proceso y Acopio de Salmuera Recuperada
- Planta de Dosificación de Reactivos
- Planta de Compresión
- Sistema de Agua de Lavado
- Sistema de Agua de Sellado

4. Implementación de la Planta Industrial Li₂CO₃

Una vez normalizada la producción piloto de Carbonato de Litio, este proceso nos permite brindar los parámetros e indicadores técnicos para la proyección de la Planta Industrial, como el cálculo para provisión de materia prima (Sulfato de Litio), requerimiento de energía, rendimiento de equipos, consumo de agua entre otros, cuya información es de utilidad estratégica para el diseño de la Planta Industrial.

Conforme a lo planteado, en la presente gestión se viene trabajando en la preparación de la ingeniería conceptual para el Carbonato de Litio, se realizó la convocatoria pública de la Ingeniería de Diseño Final en diciembre 2013

y concretar su adjudicación en la siguiente gestión. Toda vez que los resultados de la etapa de pilotaje aún se encuentran en optimización constante con resultados preliminares.



Trabajador de la GNRE operando el filtro prensa de la Planta Piloto de Carbonato de Litio

5. Diseño y construcción red de distribución de energía eléctrica

El proyecto consiste en el tendido de red eléctrica para el primer módulo de piscinas industriales, con postes de fibra de vidrio PRFV de 9 m dentro del salar de Uyuni y que tiene por finalidad abastecer de energía a los equipos de bombeo de las piscinas, a la planta de encalado, campamento, también comprende la instalación de un sistema de iluminación en el sector de las piscinas industriales. Dicho proyecto fue iniciado en el mes de julio y concluido en el mes de noviembre.



Centro de Control de Motores de la Planta Piloto de Carbonato de Litio

6. Construcción línea de transmisión en 230 KV tramos San Cristóbal – Planta Llipi – Planta – Salar de Uyuni

La GNRE ha contratado los servicios de la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE), para el proyecto de consultoría que consiste en el estudio TESA de la Construcción de la línea de transmisión en 230 KV tramo San Cristóbal – Planta Llipi – Planta KCI – Salar de Uyuni con el objetivo de cubrir la demanda de 40 MVA, potencia que requieren las plantas de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio. Los trabajos de consultoría fueron iniciados en el mes de septiembre y según contrato suscrito, la entrega de la carpeta a diseño final del proyecto concluye en marzo del 2014.

7. Implementación de maquinaria y equipos

El equipamiento de maquinaria y medios de transporte fue encarado con prioridad en las anteriores gestiones cubriendo la mayor parte de los requerimientos de la GNRE, entre la maquinaria adquirida en la gestión 2013, se tiene:

- Topadoras: 2 topadoras D7 marca CAT
- Camión Grúa: de cap. 30 ton, marca ZOOMLION
- Vagonetas: 2 vagonetas LAND CRUISER para uso del área de geología, aplicadas en exploración y supervisión de obras.
- Bus de transporte de pasajeros: con capacidad de 40 pasajeros.



Bus adquirido por la GNRE para el traslado de trabajadores a instalaciones del Salar

8. Implementación de obras en ingeniería civil

El proyecto integral de industrialización de los recursos evaporíticos, requiere la construcción de una infraestructura adecuada para el desarrollo de esta industria, por ello, la Unidad de Ingeniería Civil ha desarrollado diferentes obras civiles ejecutadas que se resumen a continuación:

- Construcción de 6 Galpones para almacenamiento de Cal, Geomembranas y Geotextiles.
- Módulos de depósito tipo Tinglado para Talleres
- Tanque de Almacenamiento de Agua de 1.000.000 litros, semienterrado de Hormigón Ciclópeo.
- Dos módulos de baños higiénicos y cámara séptica.
- Estudio de consultoría de Levantamiento Topográfico de la Línea de Aducción de Agua –Diseño y Cálculo desde Calcha K a la Planta Llippi. Con una longitud de aprox. 40 Km.
- Construcción de silos de almacenamiento de cal.
- “Terraplén desde la KCI a las Piscinas Industriales” con un ancho de calzada de 4 m. con una distancia de 8 Km. construido con equipo y personal de la GNRE.
- Estación de servicio. Se inició la construcción de la estación de servicio que proveerá diesel y gasolina para la maquinaria pesada y liviana de la planta.

9. Construcción de galpones de almacenamiento

Con el objetivo de mantener en condiciones adecuadas los insumos y materiales, además de almacenar la producción de KCl y Li_2CO_3 , la GNRE ha determinado la construcción de tres módulos de depósitos – tipo tinglado – en la Planta Llippi. Esta obra fue adjudicada en abril y a la fecha se encuentra concluida.

Este proyecto tiene la finalidad de cumplir con el almacenamiento en los insumos y materiales, bajo las normas de medio ambiente y parámetros industriales, en total son 9 galpones de los cuales, 6 tienen una dimensión de 50 por 20 metros y tres galpones son de 22 por 57 m² c/u, haciendo un área total de aproximadamente 9.762 m².



Galpones de almacenamiento

Entre los objetivos específicos se señala que, debido al intenso trabajo para la habilitación de las piscinas es importante el almacenamiento y estocamiento de los materiales, para diversas áreas; por lo tanto, se plantea la construcción de galpones en la Planta de Llapi.

10. Viviendas prefabricadas y servicios

Al margen de la infraestructura correspondiente a la administración central de Llapi, actualmente se concluye la construcción de 6 módulos de viviendas prefabricadas, para el hospedaje de los trabajadores, considerando que la ampliación de operaciones en la Planta de Llapi y en el salar, significa el incremento de personal para las plantas de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio. En estas plantas el personal técnico trabaja por turnos las 24 horas en la modalidad 14-7 (14 días continuos de trabajo y 7 días de descanso).

Los nuevos módulos de viviendas prefabricadas cuentan con todos los servicios básicos y condiciones de comodidad, cada módulo de viviendas cuenta con dos bloques de servicio higiénico equipados con duchas, lavamanos y tazas de desagüe. Para el tratamiento de las aguas servidas se han construido las respectivas cámaras sépticas, de acuerdo a normas de medio ambiente y seguridad industrial, además del servicio de lavarropa para los seis módulos.

11. Construcción de estanque de agua

La industrialización de los recursos evaporíticos, para el procesamiento de salmueras en la obtención de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio requiere varios insumos, uno de los más importantes es el agua y su uso está muy bien controlado:

De acuerdo a proyecciones realizadas por la GNRE, se tiene un primer estudio realizado sobre el requerimiento de agua para consumo del personal, su utilización en la producción de Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio y otras operaciones que se resume en el siguiente cuadro:

Fase Piloto 318 m3/día

CONSUMO AGUA DULCE	USO
10 m ³	Planta semiindustrial - Cloruro de Potasio
6 m ³	Planta Piloto de Carbonato de Litio
293 m ³	Planta de Encalado
9 m ³	Consumo humano

Habiendo ingresado a la fase II (Industrial), se plantea la construcción de un estanque de almacenamiento de agua potable para cubrir el consumo humano y requerimiento en las plantas de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio. Para la construcción del estanque se firmó el contrato de ejecución de la obra, en abril de 2013. A la fecha, el estanque de almacenamiento ya se ha concluido y se realizan las respectivas pruebas de resistencia y capacidad de sobrecarga, entre otros.



Estanque de agua potable construida en la cima del cerro Llipi

El estanque de almacenamiento de agua es una de las primeras obras para el abastecimiento de este líquido elemento, con una capacidad de 1.060m3. Para el suministro de agua potable la GNRE, mediante la unidad de geología, realiza las prospecciones y perforación de pozos, con este objetivo, se han realizado las consultas y convenios correspondientes con las comunidades que tienen vertientes naturales y reservorios subterráneos.

12. Ampliación de terraplén de acceso al salar

Para el acceso al salar de Uyuni, la GNRE ha construido un terraplén de 3 metros de diámetro, habilitando espacios de cruce de vehículos a cada 500 metros; como el flujo vehicular es mucho más intenso, se requiere la ampliación del acceso al salar, para ello se han realizado los estudios y cálculos necesarios de ingeniería civil.

Por lo mencionado, la Unidad de Ingeniería Civil de la GNRE, ha realizado el diseño de un nuevo sistema de alcantarillado en su primera fase a fin de poder realizar la ampliación de la plataforma a 12.00 metros de ancho con una longitud de 15.62 kilómetros de largo, hasta la planta semiindustrial KCL, ampliándose a un extensión de 7 Kms. hasta el área de evaporación industrial.

Esta vía de acceso a la Planta de Cloruro de Potasio, está en función de las características geofísicas del salar de Uyuni, para garantizar el tráfico permanente especialmente en la época de lluvia.



Terraplén de acceso a instalaciones del salar, al fondo la Planta semiindustrial de KCI

Por otra parte, se complementó con el diseño de las respectivas alcantarillas de drenaje y obras de arte que encausarán las aguas, prevaleciendo la protección de las mismas y estarán soportadas a través de muros de gaviones y colchonetas Galfan (Alambre Galvanizado de Zinc que está recubierto con un compuesto termoplástico a base de PVC), siendo de gran importancia el grado de compactación tanto de la capa base y sub base, sujetas a las normas

técnicas de construcción de carreteras, a su vez deben resistir el material ligante, o sea, agua saturada con Cloruro de Sodio (agua extremadamente salada) propia de la formación del salar, y garantizar resultados óptimos en cuanto a la compactación de suelos en vías de alto tráfico para:

- Garantizar el tráfico vehicular de manera segura y permanente durante todo el año en ambos sentidos
- Evitar el deterioro de la futura plataforma por medio de alcantarillas
- Disponer de manera adecuada la provisión constante de materiales a las plantas
- Mantener el orden y la limpieza en la Planta de Llipi
- Proteger y resguardar la plataforma de ingreso a través de las alcantarillas impidiendo afectaciones por las inclemencias del tiempo.

13. Construcción de Estación de Servicio

Las operaciones que la GNRE realiza en el salar de Uyuni, son de gran magnitud, especialmente en el traslado de materiales (costra salina escarificada) para la construcción de piscinas industriales, para ello diariamente se movilizan aproximadamente unas 40 volquetas de 12 y 20 toneladas que trabajan un promedio de 12 horas continuas, además de otros equipos como maquinaria pesada; por ello, se vio la necesidad de contar con una Estación de Servicio, para la provisión de combustible, que además permitirá una mejor administración y gestión de este insumo. Este trabajo fue encomendado a la constructora VOLCÁN S.A. que concluyó la obra a fines de diciembre de 2013.



Estación de Servicio construida en Planta Llipi





1. La GNRE implementa Planta Piloto de baterías de ion Litio

En el complejo industrial de La Palca, del Departamento de Potosí, la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) implementa un laboratorio y una Planta Piloto de baterías de ion Litio, como culminación de la cadena productiva en la industrialización del Carbonato de Litio.

Con este objetivo la GNRE firmó un contrato, bajo la modalidad de llave en mano, con la empresa china LinYiDake Trade Co. Ltda, a la fecha ya ha hecho llegar el 100% de los equipos que se encuentran en proceso de instalación en la infraestructura condicionada en el complejo industrial de La Palca – Potosí, este trabajo está siendo realizado por 10 técnicos de la empresa china LinYi a partir de la segunda semana de diciembre 2013.

La Planta Piloto es una unidad funcional de carácter integral y comienza desde la capacitación, experimentación y producción de las baterías de Litio a cargo de profesionales bolivianos, que tienen como objetivo validar el proceso tecnológico para la producción industrial. La Planta Piloto tiene el objetivo de llevar a cabo pruebas técnicas de producción. Esta factoría tendrá dos líneas de elaboración de celdas, y dos de ensamblado de baterías.

En la primera línea de elaboración, se fabricarán pequeñas celdas de ion Litio con una capacidad aproximada de 0.8 Ah, el volumen de producción será de 1,000 celdas/día. En la segunda línea de elaboración, se producirán celdas de gran capacidad (10 Ah.), con una capacidad aproximada de 50 unidades/día.

En las dos líneas piloto de ensamblado de baterías se contempla:

- Línea de ensamblado de pequeñas baterías para celulares
- Línea de ensamblado de baterías de alto poder, de hasta 2 KWh.

El contrato con la empresa LinYiDake, estipula la instalación, calibración de equipos, la producción experimental de baterías de Litio y electroquímica así como la puesta en marcha de la Planta Piloto, además de proporcionar la formación técnica de ingenieros y técnicos bolivianos, de esa manera usar y operar de forma apropiada todos y cada uno de los equipos, instrumentos, materiales, insumos y la transferencia de la tecnología para fabricar diferentes tipos de baterías de ion Litio.

En la adjudicación a la empresa LinYiDake, se establece la provisión, instalación y puesta en marcha bajo la modalidad “llave en mano”, con transferencia de tecnología, de un laboratorio y una Planta Piloto de baterías de Litio, destinados a la GNRE – COMIBOL.



Técnicos de la empresa china LinYi y personal del proyecto de baterías de Litio de la GNRE en La Palca

Entre las tareas complementarias a desarrollar entre la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos y la empresa LinYi, se contempla:

- a) Instalación de todos los equipos para el laboratorio y de la Planta Piloto de baterías de Litio
- b) Diseño de la infraestructura de un laboratorio y una Planta Piloto necesarios para la instalación de los equipos especializados
- c) Instalación y calibración de los equipos de Laboratorio y de la Planta Piloto de baterías de Litio
- d) Puesta en marcha y operación del laboratorio y Planta Piloto de baterías de Litio
- e) Entrenamiento del personal técnico boliviano

- f) LinYi proporcionará manuales de operación estándar (SOP) de los equipos principales
- g) LinYi proporcionará una guía básica para las experimentaciones y producción iniciales
- h) Asegurar la calidad de los electrodos y celdas.

De esta forma, el Estado boliviano asume la industrialización del Carbonato de Litio, que comienza desde la investigación, explotación, industrialización y la obtención de productos finales como la producción de baterías de ion Litio.

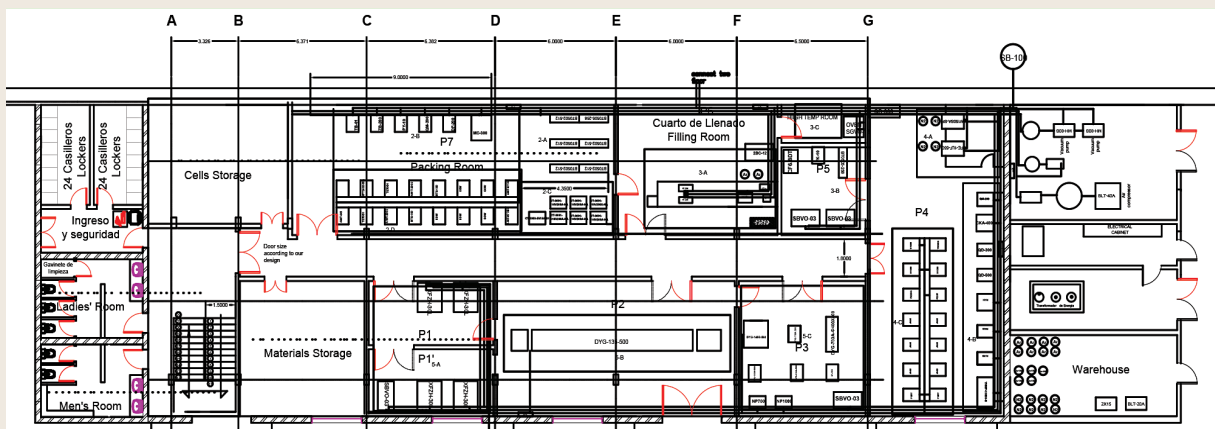
Si bien el Carbonato de Litio como materia prima tiene un precio expectable a nivel internacional, su precio varía de acuerdo al grado de pureza y su aplicación, sin embargo, si es transformado en cátodos y baterías de Litio, su precio final se multiplica considerablemente.

2. Conclusión de obras civiles en La Palca

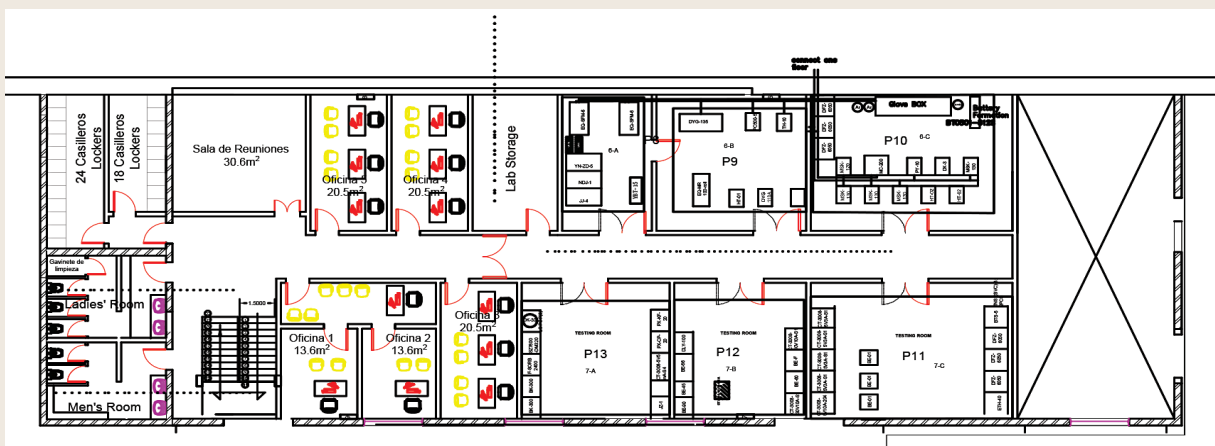
En el complejo industrial de la Palca, la GNRE reacondicionó la infraestructura a las condiciones específicas de la industria de última tecnología como es el ensamblado de las baterías de ion Litio, con este propósito se han concluido las obras civiles, que comprenden varios módulos como el área administrativa, laboratorio, ambientes para las máquinas, almacenes y otros, en la planta piloto de baterías se pueden distinguir las siguientes áreas:

- Área de elaboración de celdas de baja capacidad
- Área de elaboración de celdas de alta capacidad
- Laboratorio de baterías
- Sala de máquinas
- Almacenes de materia prima y producto terminado
- Oficinas

La infraestructura además cuenta con características especiales como paredes antihumedad, antifuego y antipolvo, los pisos también son resistentes al agua y no retienen polvo. Toda la planta se encuentra regulada de acuerdo a especificaciones y recomendaciones propias de esta industria, de modo que las condiciones de trabajo son entre 15-25°C y humedad menor al 50%.



Planta baja



Planta alta

3. Descripción y organización de equipos en la planta

Los equipos que se emplean para la elaboración de celdas tanto de alta como de baja capacidad tienen funciones similares, y de acuerdo a la línea de fabricación de una celda se tienen los siguientes subprocesos:

- Mezclado
- Recubrimiento
- Prensado y corte
- Línea de ensamblado de celdas
- Sala de Alta temperatura
- Llenado de electrolito
- Línea de ensamblado de baterías
- Formación y ciclado
- Almacenaje de celdas y baterías.

Dentro de cada uno de estos subprocesos, se cuenta con equipos que son operados de modo manual y semiautomático.

La sala de máquinas es un espacio donde se encuentran los equipos destinados a crear las condiciones para operar los equipos, por ejemplo: bombas de vacío, para crear la línea de vacío, compresores, para crear la línea de aire comprimido; bombas hidráulicas, para la línea de recirculación de agua y deshumidificadores, para crear la línea de aire seco.



Equipos de Planta Piloto de baterías de Litio a ser instalada en La Palca

El proceso de producción de baterías es prácticamente el estandarizado a nivel internacional, las partes que deben fabricarse para que una celda funcione son: ánodo, cátodo y carcasa, además se tiene el electrolito y el separador.

En primer lugar se fabrican los electrodos, ánodo y cátodo, el ánodo está elaborado a partir de carbono grafito, solvente, aglomerantes y lámina colectora de cobre.

El cátodo se fabrica empleando un óxido metálico de litio, solvente, aglomerantes y lámina colectora de aluminio.

Los electrodos son unidos mediante la membrana separadora entre ellos. Posteriormente se colocan las pestañas que son las encargadas de hacer el contacto con el medio externo. Los electrodos, ya juntos, son cuidadosamente enrollados de acuerdo a la celda que se quiera elaborar. Un vez que los electrodos se encuentran enrollados son colocados dentro de una carcasa de aluminio. A esta carcasa ahora se le adiciona el electrolito. Con esto la celda se encuentra físicamente terminada; pero aún falta la activación electroquímica, para que pueda ser empleada como acumulador de energía.

La activación se la realiza por un proceso electroquímico muy bien controlado. Durante esta primera carga se produce un fenómeno particular que es la formación de una capa de pasivación en el ánodo, que previene que el material activo se destruya en futuras cargas.

Estas celdas terminadas pueden ser arregladas en diferentes combinaciones para obtener baterías. Las baterías que tienen mayor capacidad, son sometidas a procesos de carga y descarga antes de ser puestas como producto terminado.

4. Proceso de producción de baterías de ion Litio

La tecnología adquirida por la GNRE a la empresa china LinYiDakeTrade Co., Ltd, incluye la elaboración de celdas y baterías de alta y baja capacidad, que pueden ser empleadas en diferentes aplicaciones.

Desde el inicio del contrato la GNRE solicitó la información técnica relacionada con los procesos de producción de estas celdas; en este sentido, se recopiló la documentación de los equipos que formarán la Planta Piloto de Baterías. De acuerdo a la información, los manuales de equipos y bibliografía del proceso de producción de celdas de ión Litio, los siguientes flujogramas muestran de modo general el proceso de transformación de materiales e insumos a celdas y baterías de ión Litio en la Planta Piloto de Baterías en La Palca.

Uno de los productos que se elaborará es una batería de alta capacidad para bicicletas eléctricas. El modelo comercial de esta batería se muestra en la siguiente figura:



Las características de estas baterías son las siguientes:

- Larga vida: la batería puede llegar los 2000 ciclos (carga y descarga a 1C, y una retención de 80% de la capacidad después de 2000 ciclos)
- Alta seguridad: no se produce fuego ni explosión en: pruebas de sobrecarga de hasta 30V, pruebas de corto circuito, prueba de punción, y calentamiento hasta 130°C.
- Buen rendimiento en el proceso de carga y descarga.
- Alta velocidad de descarga de hasta 10C.
- Amplio rango de temperatura de trabajo: de -10°C a 60°C , el extremo frío o extremo calor no afectan su rendimiento.

Voltaje nominal	24V
Capacidad nominal	10Ah
Dimensiones	75× 145× 175(mm)
Impedancia interna	$\leq 80\text{m}\Omega$
Máximo voltaje en carga	29.4V
Corriente de carga	2A
Mínimo voltaje en descarga	21V
Corriente nominal en descarga	5A
Máxima corriente en descarga	15A
Modo de carga	CC/CV
Peso	About 3.5kg
Protección a la sobrecorriente	30A
Ciclo de vida	About 800 Cycles
Temperatura en carga	0-45 °C
Temperatura en descarga	-20 - 55 °C

5. Instalación de laboratorio y Planta Piloto de baterías de ion Litio

Con la llegada de los técnicos de la empresa china LinYiDake en diciembre, se inicia la instalación de la Planta Piloto de Baterías de ion Litio, en el complejo industrial de La Palca del departamento de Potosí, la conclusión del montaje de los equipos está prevista para fin de año, posteriormente se dará inicio al calibrado, pruebas de ajuste, capacitación y operación de la Planta por un periodo de cuatro meses, finalmente la producción piloto de las primeras baterías de ion Litio fabricadas en Bolivia.



Ing. Echazú junto a técnicos de empresa LinYi en su primera visita a la GNRE

La instalación del laboratorio de baterías de ion Litio, se llevó a cabo previa refacción y reacondicionamiento de mobiliario y laboratorio del centro de investigación de la dirección de Electroquímica y Baterías. La empresa constructora “LAROUS” fue la encargada de realizar este trabajo, concluyendo en el mes de marzo, de acuerdo a lo que estipulaba el contrato.

En estos ambientes trabaja personal calificado en investigación, con bastante comodidad y condiciones en un laboratorio de características modernas.

El laboratorio de baterías cuenta con dos ambientes: en el primero se realizan ensayos destructivos y en el otro, análisis. Los ensayos destructivos incluyen pruebas de golpe, punción, sobrevoltaje, caída y vibración, de este modo se asegura que la batería terminada soporte condiciones adversas según normas estándar; por otra parte, se tienen equipos para control de calidad de los materiales, dentro de estos se puede medir densidad de sólidos, área superficial, tamaño de partícula, y otros.

6. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología (CICYT)

El Centro de Investigación será una institución de primer nivel en investigación de los recursos evaporíticos de Bolivia, este proyecto tiene una base presupuestaria aprobada para equipamiento de aproximadamente 7.7 MM\$US (siete millones setecientos mil dólares americanos).

A la fecha, ya se cuenta con 3 equipos de última generación, instalados, calibrados y en funcionamiento para los primeros avances programados en investigación de refinación de sales básicas de Litio; además de equipamiento, materiales y reactivos en general.

7. Equipamiento adquirido

Equipo GLOVEBOX UNILAB 1200/780, adquirido a la empresa M. BRAUN, Inc. El monto de compra del equipo asciende a 43.757,7 \$US. El equipo ya fue traslado a La Palca, y se encuentra en instalaciones del centro de investigación. Los gases y accesorios, adquiridos adicionalmente, permiten el trabajo de investigaciones en atmósferas controladas creadas por este equipo.

Microscopio electrónico de barrido SEM, adquirido a la firma SPEKTRA representante de SHIMATZU por la suma de \$us 311.137,00. El equipo fue desaduanado y trasladado a La Palca el 7 de febrero de 2013. Técnicos altamente capacitados de la empresa proveedora realizaron la instalación, calibrado y capacitación del personal en La Palca.



Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) instalado en La Palca

Potenciostato – Galvanostato, adquirido a la firma Arellano, representante de GAMRY INSTRUMENTS, por la suma de \$us 36.315,00. La instalación, calibración y capacitación, se realizaron en el mes de febrero en los Laboratorios de Villa Fátima. Al presente, el Potenciostato-Galvanostato con sus accesorios se encuentra instalado en el laboratorio de La Palca.

8. Asociación no comercial para la producción de materiales catódicos entre la GNRE y POSCO

En lo que se refiere al Proyecto de Materiales de Cátodos, un contrato de riesgo compartido fue firmado el 5 de Julio de 2012. El proyecto J.V. (Joint Venture) ha sido observado por las autoridades del Ministerio de Planificación (VIPFE) y Ministerio de Economía y Finanzas.

En una nueva redacción, con la participación de los Ministerios mencionados, además del Ministerio de Minería y Metalurgia, se ha cambiado el “Contrato Joint Venture”, a “convenio para el establecimiento conjunto de una planta piloto para la investigación desarrollo y obtención de materiales catódicos para baterías de ión Litio” entre el consorcio coreano POSCO KORES Y LA Corporación Minera de Bolivia COMIBOL.



Representantes del consorcio Cores Posco analizando documentación para un posible acuerdo en oficinas de la GNRE

Renegociado este documento con el Consorcio Coreano, se procederá a la firma correspondiente. Sin embargo, desde el mes de febrero del 2013 ya se cuenta con documentación en digital del lay out de la Planta Piloto de Materiales Catódicos que se implementará en La Palca - Potosí, incluyendo especificaciones del equipo, instalación eléctrica, sanitaria, piping para gases a ser usados. Además, ya se realizaron avances en lo que se refiere a contactar a empresas nacionales que estén interesadas en hacerse cargo de la remodelación y construcción de la infraestructura de los ambientes destinados a la implementación de la Planta Piloto de Materiales Catódicos bajo todas las especificaciones suministradas por el Project Manager.

9. Evaluación y diseño final de plantas piloto

La empresa consultora Diseño & Ingeniería LogicEnvironment S.R.L. que se adjudicó y firmó el contrato para realizar la consultoría “Evaluación de estructuras, galpones para planta piloto, viviendas y alojamientos ubicados en predios de la Palca-Potosí”, en cumplimiento al contrato suscrito, realizó trabajos en la evaluación de estructuras y predios habitacionales, estudios topográficos, diseño de accesos y vías a proyecto final, evaluación de accesos y puentes, construcción de maquetas y diseño, cómputo y proyecto de diseño final de las plantas piloto, que se implementarán en La Palca - Potosí.

10. Inspección de técnicos de LINYI DAKE TRADE CO. LTD

La empresa china, LinYiDakeTrade Co, Ltd. en cumplimiento del contrato suscrito con la GNRE participó en la remodelación de la Planta Piloto de Baterías mediante comunicación permanente por medio de la red. Asimismo, el acopio de todos los equipos, materiales e insumos fue realizado hasta finales del año 2012 y enviados a Bolivia por vías aérea y marítima, llegando a Bolivia en marzo de 2013, y trasladados a La Palca.

Asimismo, entre el 26 de septiembre y el 1 de octubre de 2013, un grupo de 3 técnicos chinos de la empresa LinYiDakeTrade Co., Ltd se hizo presente en La Palca para realizar la inspección de los avances de la remodelación de infraestructura, tanto civil como de instalaciones eléctrica, termomecánica y otros. Además, verificaron la llegada de todos los equipos, insumos, accesorios y repuestos.

En su paso por la ciudad de La Paz, la manager de LinYiDake, Xia Zhang, informó que su empresa tiene muchos años de experiencia en la fabricación de baterías de Litio y otros productos, mostrando a los periodistas algunos equipos de última tecnología producidos por su empresa.

11. Capacitación de técnicos bolivianos en China

De acuerdo al contrato suscrito entre la GNRE y LinYiDakeTrade Co., Ltd de compra de Bienes, Servicios y Transferencia de Tecnología de “Un Laboratorio y Una Planta Piloto de Baterías de Litio”, dos técnicos bolivianos fueron enviados a China a instalaciones industriales del vendedor, para capacitarse en el manejo de equipos de la planta. El Ing. Víctor Ramírez Reguerín, Encargado de Mantenimiento, y la Ing. Juana Luisa Olivares Berdeja, Responsable de Producción, fueron capacitados en instalaciones de las plantas de baterías en China por espacio de un mes.



Profesionales de la GNRE en visita a la fábrica de baterías de Litio de LinYi en China

12. Firma de convenio entre el CNTQ (Venezuela) y la GNRE

El interés de fomentar cooperación científica, tecnológica e industrial para el desarrollo de proyectos conjuntos para el bienestar de los pueblos de la República Bolivariana de Venezuela y del Estado Plurinacional de Bolivia, llevó a un acercamiento entre ambas partes.

El 25 de mayo de 2013 se concretó la firma del convenio entre el Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ) adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación de la República Bolivariana de Venezuela y la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia (GNRE) de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) del Estado Plurinacional de Bolivia “para la implementación de acciones conjuntas de investigación, desarrollo y formación para impulsar la industrialización del litio”, dicho convenio fue firmado por el presidente del CNTQ Dr. José Biomorgi y el Gerente General de la GNRE Ing. Luis Alberto Echazú.

El CNTQ y la GNRE convienen trabajar conjuntamente definiendo las siguientes fases:

- Definición del equipo técnico conjunto
- Definición de un plan de formación multianual
- Presentación y contacto entre instituciones de educación superior y centros de investigación y desarrollo.
- Definición de las actividades, programas y proyectos a desarrollar en función de las líneas de investigación.
- Creación de un programa de formación de cuarto y quinto nivel

Los emprendimientos que fueron evaluados y aprobados por el equipo técnico de ambos países, bajo el marco del convenio, son:

- Emprendimiento 1: Desarrollo de separadores para baterías de Litio.
- Emprendimiento 2: Desarrollo de componentes electrónicos para la producción de “Battery Management Systems” (BMS).
- Emprendimiento 3: Desarrollo de materiales de ánodo para baterías de Litio a base de grafito.
- Emprendimiento 4: Desarrollo de filmes de aluminio de alta pureza para colectores de corriente catódicos

13. Elaboración del Plan Maestro para el Proyecto de Industrialización del Litio.

Un consorcio holandés conformado por: Da Vinci Laboratory Solutions (DVLS), Universidad Tecnológica de Delft, Battery Technology International-BTI (ex GAIA), participó en la elaboración del Plan Maestro, financiado íntegramente por el Gobierno del Reino de Los Países Bajos, a través de la embajada holandesa en Bolivia. El presupuesto empleado, en la ejecución de esta consultoría, fue de aproximadamente 200.000,00 € (doscientos mil Euros).



Delegación de Holanda junto a directivos de la GNRE en conferencia de prensa

Como parte del proceso de elaboración del Plan Maestro, se realizó una visita de tres semanas a Bolivia de este consorcio holandés liderado por la Universidad Tecnológica de Delft. La visita tuvo lugar del 8 al 26 de abril de 2013. Personal de la GNRE - COMIBOL y los miembros de este Consorcio trabajaron juntos sobre los tres componentes del Plan Maestro:

1. La planta de baterías de ion Litio
2. El laboratorio de investigación sobre baterías de ion Litio
3. El programa de capacitación e investigación en baterías de ion Litio

Se realizaron reuniones con Universidades bolivianas involucradas en las investigaciones de campo con las baterías de ión Litio (UMSA, UTO, UATF y UMSS), visita de campo al sitio industrial en La Palca, reuniones con miembros del personal de la Dirección de Electroquímica y Baterías, discusiones y presentación final con la gerencia y el personal de la dirección.

Producto de este trabajo, en mayo de 2013 se envió a la GNRE el borrador del Master Plan. Después de algunas observaciones por parte de la GNRE, el documento final en versiones inglesa y española del “Plan Maestro del Proyecto Industrialización del Litio”, fue entregado oficialmente por la Ministra Holandesa de Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo, al Estado Plurinacional de Bolivia representado por el Viceministro de Relaciones Exteriores Emb. Juan Carlos Alurralde Tejada, en la Asamblea General de Naciones Unidas en Nueva York el 21 de septiembre de 2013.

En fecha 27 de Agosto de 2013 y con el objetivo de fortalecer la cooperación bilateral en políticas energéticas para el desarrollo de la industrialización de baterías de Litio, el enviado especial para Recursos Naturales del Reino de los Países Bajos, Príncipe Jaime de Borbón y Parma, y el Canciller del Estado Plurinacional de Bolivia, David Choquehuanca, firmaron la “Carta de intenciones sobre cooperación en temas energéticos entre el Estado Plurinacional de Bolivia y el Reino de los Países Bajos” que, contribuirá en la relación de cooperación entre ambos países

1. Gestión Ambiental General

La industrialización de los recursos evaporíticos en el Salar de Uyuni, ya cuenta con la Licencia Ambiental categoría I del Proyecto Planta Modular y Planta Industrial de Cloruro de Potasio, regularmente se elaboran los informes de monitoreo ambiental para las Autoridades Ambientales Competentes.

En esta gestión se presentó el Monitoreo Ambiental Anual del Proyecto Planta Piloto de Carbonato de Litio a la Dirección de Madre Tierra del Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y se está elaborando el informe de monitoreo anual.

También se realiza el monitoreo de aire y agua en la Estación Experimental de Tauca.

El Estudio de Comparación de la Estructura de las Comunidades Microbianas en Salmueras y Tapetes de Áreas sin Intervención y Áreas de Aprovechamiento de Recursos Evaporíticos en el Salar de Uyuni, se inició este año y ya se están realizando los análisis metagenómicos de las primeras muestras tomadas en época seca.

2. Gestión de residuos sólidos

En el campamento base de las Plantas Modulares de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio, ubicado en Llipi, se seleccionan los residuos sólidos, asimismo se adquirió un incinerador para no tener que disponer todos los residuos sólidos en un vertedero.

El Banco Interamericano de Desarrollo, en el marco del Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable ATN/SF-12152-BO, por el cual se ejecuta el Programa del Desarrollo del Litio en Bolivia, contratará este año a una empresa para desarrollar el Plan de Manejo y Valorización de Residuos Sólidos del Proyecto Desarrollo Integral de la Salmuera del Salar de Uyuni de acuerdo a los TdRs que desarrollamos.

En la estación experimental de Tauca, se realizó un diagnóstico rápido, se capacitó al personal de la GNRE y a la comunidad en manejo y gestión de residuos sólidos, realizando una campaña de limpieza, además de la construcción de composteras y un vertedero controlado aislado con geomembrana.

También se trabaja con la comunidad de Río Grande, próxima a la Planta de Llipi, capacitando puerta a puerta, así como también a los estudiantes, para la selección en origen, aprovechamiento y reducción en la generación de residuos sólidos.

3. Gestión de aguas residuales

Se ha instalado una planta de tratamiento de aguas residuales de los campamentos de Llipi y del Salar, realizando el seguimiento ambiental correspondiente, para determinar si las aguas residuales se encuentran dentro de los límites establecidos en el Reglamento, situación que es reportada en el informe anual de monitoreo.



Planta de tratamiento de aguas residuales instalada en Llipi

4. Coordinación del Programa de Desarrollo del Litio en Bolivia

El Estado Plurinacional de Bolivia ha recibido un financiamiento del BID para cofinanciar el “Programa de Desarrollo del Litio en Bolivia” firmando la Carta Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable ATN/SF-1152-BO en fecha 23 de marzo de 2011. El mismo establece que la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de la Corporación Minera de Bolivia es la responsable de la ejecución del programa.

A partir del 19 de junio de 2012, se comienza la ejecución del Programa Desarrollo del Litio en Bolivia en sus 6 componentes:

1. Diseño e implantación de cursos y/o seminarios técnicos sobre tecnologías de procesamiento de sales derivadas de litio y baterías de litio.
2. Estudio sobre las alternativas energéticas y sus impactos ambientales para el proceso industrial.
3. Realización de Estudios Ambientales.
4. Desarrollo del modelo analítico y predictivo del sistema de piscinas de evaporación.
5. Identificación y adquisición de contenidos de apoyo a la formulación del modelo de negocios del litio.
6. Realización de campañas informativas y audiovisuales y didácticas sobre el proyecto.



Calefacción de agua a energía solar instalado en campamento de Llapi

El Plan de Adquisiciones del Programa establece que sea finalizado el 23 de septiembre de 2013; sin embargo, por el avance hasta la fecha, se solicitó al BID se amplíe su ejecución hasta junio de 2014, respaldados en la cláusula décimo novena del Convenio Subsidiario, que establece que el mismo finaliza tan pronto se cumplan todas las obligaciones generadas en el Convenio en la ejecución del Programa a satisfacción del Estado Plurinacional de Bolivia y el BID.

5. Capacitación en Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

Conociendo que la predisposición al cumplimiento de la normativa vigente en medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional y el éxito de la gestión, están basados en la educación de nuestros dependientes y de los dependientes de las empresas que nos dan servicios, en la gestión 2013 se dieron 56 capacitaciones entre cursos y charlas de inducción o charlas cortas. Las temáticas fueron las siguientes:

Charlas de 5 minutos:

1. Orden y Limpieza en el lugar de Trabajo
2. Accidentes e incidentes
3. Casco de Seguridad

Inducción al personal nuevo en Seguridad Industrial y Medio Ambiente

Cursos de más de 30 minutos en:

1. Plan de Acción de Emergencia
2. Manejo Defensivo
3. Traumatismos y sus consecuencias en la cabeza
4. Trabajo en altura, uso de arnés y Línea de Vida
5. Uso de extintores
6. Uso y mantenimiento de Protección Respiratoria
7. Importancia para la salud del uso de Protección Respiratoria
8. Primeros Auxilios, Evaluación primaria y secundaria - Manejo de heridas contusiones fracturas entre otros
9. Primeros Auxilios - Manejo y uso e implementos del botiquín de primeros auxilios
10. Manejo de Residuos Sólidos

Se beneficiaron con estos cursos los personeros de la Planta de Llipi, la Estación Experimental de Tauca y de las empresas COPA, BUHOS S.A., DELTA S.R.L, LIMPOSUR, Exploraciones MALDONADO y GERIMEX, que nos prestan servicios trabajando en la Planta Llipi y en campamentos en el Salar.

En coordinación con la Dirección de Comunicación, específicamente con el Jefe de Relaciones Comunitarias, nuestro personal de la Planta de Llipi participó en capacitaciones en Medio Ambiente y Seguridad Industrial y en campañas de salud, que se desarrollaron en diferentes comunidades del Área de Influencia del Proyecto Desarrollo Integral de la Salmuera del Salar de Uyuni.



Capacitación en seguridad industrial

El personal de Seguridad y Salud Ocupacional, Medio Ambiente, Seguridad de la Planta, Administración y el Sindicato, participaron del curso que ofreció la empresa INTOXIMETER Inc., que es la proveedora de Alcohóímetros y nos enseñó los fundamentos básicos y el buen uso del aparato, el capacitador fue el Dr. John Schneider.

Enmarcados en la política “cero accidentes en el trabajo”, se ha elaborado la cartilla número 1: “Prevención de Accidentes en el Trabajo”.



Capacitación en primeros auxilios

6. Capacitación en sistemas de gestión NB-OHSAS 18001

Además de la capacitación que imparte nuestro personal, en la Planta de Llipi, se incorpora la participación de trabajadores de Tauca, quienes participan de los cursos teórico prácticos en la capacitación en Sistemas de Gestión NB-OHSAS 18001, con duración de 36 horas.

Nuestro personal también se capacitó en un taller práctico y teórico en el que aprendieron a realizar monitoreo en ambientes de trabajo con los equipos correspondientes y la revisión de los documentos con los que cuenta la Unidad de Seguridad y Salud Ocupacional.

7. Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Las labores que desarrollan los trabajadores tanto en la Planta Llipi como en la Estación Experimental de Tauca, fueron evaluadas mediante la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER), la misma que permitió la elaboración del procedimiento de entrega de Implementos de Seguridad por área de trabajo.



Capacitación de Normas Básicas de Seguridad Industrial.

8. Dotación y disposiciones en cuanto a Implementos de Seguridad Industrial

La GNRE, preservando la integridad física y la salud de los trabajadores que desarrollan actividades en las diferentes áreas, realiza la entrega correspondiente de los implementos de trabajo, según la identificación de peligros y evaluación de riesgos de cada puesto, además de realizar la renovación de los mismos, considerando el tiempo de vida y verificando el desgaste de dicho implemento. De acuerdo a normas estipuladas por la DIMA (Dirección de Medio Ambiente) – COMIBOL, Ley 16998 de Higiene, Seguridad y Salud Ocupacional, el Departamento de SlySO – MA.

Dotación de ropa de trabajo:

- Overol simple (tela caqui), a todo el personal
- Overol simple (tela jeans), al área mecánica industrial, mantenimiento automotor
- Overol térmico, a todo el personal
- Mandiles, gorro, uniforme de cocina. Personal de cocina y panadería
- Chaleco tipo geólogo, al área de geología, topografía y eléctricos.



Respiradores de media cara con filtros para partículas suspendidas.

Ropa de abrigo:

Parkas térmicas a todo el personal.

Botines de seguridad:

En la actualidad todos los trabajadores calzan botines de seguridad, tanto dieléctricos como botines con punta de acero, según los riesgos de cada área.

Cascos de seguridad:

Se procedió a la dotación de cascos de seguridad de diferentes colores de acuerdo al área de trabajo, cumpliendo con la normativa vigente.

Implementos de seguridad de cambio frecuente:

Guantes, lentes, overoles desechables, respiradores de libre mantenimiento, entre otros. Los mismos que son cambiados de acuerdo al tiempo de vida útil y/o contingencia eventual.

La entrega de estos implementos para los trabajadores del salar, es supervisada y registrada. La reposición, por desgaste de los mismos, se realiza por áreas de trabajo luego de realizarse las inspecciones correspondientes.



Entrega de equipos de protección personal

1. Actividades desarrolladas en la investigación de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni

El área de investigación de la GNRE, se constituye en el pilar de la industrialización de los recursos evaporíticos yacientes en nuestros salares, el aporte del equipo que trabaja en los laboratorios de Llipi y de La Paz, nos reporta resultados concretos, habiendo establecido los procesos de industrialización del Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio con tecnología y conocimiento científico propio, generado por profesionales de nuestro país.

Como paso fundamental para el inicio de la investigación, la GNREB instaló laboratorios equipados con tecnología de punta, lo que permite avanzar en la investigación y capacitación. Un equipo de profesionales desarrolla sus tareas de manera permanente con un promedio de 40 ensayos por día.



Parte del equipo que trabaja en laboratorios de Llipi

2. Estudio del comportamiento del Sulfato de Litio en una salmuera saturada de Sulfato de Magnesio.

El espíritu de esta investigación es la determinación de las condiciones en la formación de cristales de Li_2SO_4 evaporando una salmuera saturada en MgSO_4 , con una relación Mg/Li igual a 15 (salmuera de la piscina de Sales Mixtas). Para este propósito se consideró la variación de concentraciones de Li, Mg, SO_4 y Cl^- y la temperatura del medio,

esta última estimada en función del comportamiento meteorológico del salar de Uyuni registrados por la GNRE. Los ensayos de cristalización fraccionada fueron diseñados en función de los resultados obtenidos por simulación en PHREEQC, con el fin de verificar el número de pruebas experimentales.

2.1. Obtención de Sulfato de Potasio empleando sales mixtas de Potasio y Magnesio

Esta investigación se enmarca en el tratamiento de sales con elevado contenido de Cloruro de Potasio (KCl) y Sulfato de Magnesio (MgSO_4), producidas en la piscina de Sales Mixtas, concretamente en la obtención de Sulfato de Potasio (K_2SO_4), un fertilizante de mayor valor comercial que el KCl. Para ello, se aprovecha el fenómeno de metástasis entre el KCl y el MgSO_4 que da paso a la formación de K_2SO_4 en determinadas condiciones de humedad y temperatura.

El K_2SO_4 obtenido en las primeras pruebas, muestra una recuperación de 36,80% de Potasio y los valores de sus acompañantes (Na, Mg y Cl) no exceden los límites permisibles para fertilizantes de K_2SO_4 con valor comercial en el mercado.



Laboratorista realizando análisis en equipo de adsorción iónica

2.2. Estudio del comportamiento del Potasio en la cristalización de la salmuera de la piscina Silvinita

Esta investigación se desarrolla en el campo de los sulfatos empleando una salmuera producida en la primera etapa de cristalización (piscina Halita), con el fin de determinar las condiciones de temperatura y concentración de Potasio y los demás iones, en las que cristaliza una mayor cantidad de sales de Cloruro de Potasio (KCl), susceptibles de ser tratadas en la planta de flotación de KCl de la GNRE.

Para ello, se identifican las posibles etapas de cristalización por evaporación a 12, 9, 7 y 5 °C empleando el programa PHREEQC, estos resultados teóricos se contrastan experimentalmente determinando que a 5, 7, 9 y 12 °C el Potasio precipita como KCl en las dos primeras etapas de cristalización, a partir de la tercera etapa de cristalización la formación de KCl viene acompañada de elevadas cantidades de Carnalita, Kainita, Sulfato de Potasio y Kieserita, lo que limita su tratamiento por flotación para obtener KCl.



Sales cristalizadas en piscina piloto

2.3. Obtención de Cloruro de Sodio comercial a partir de las sales de la piscina Halita

Este trabajo se enmarca en el tratamiento de sales producidas en la primera etapa de cristalización de salmueras de Uyuni, cuya composición evidencia un elevado contenido de NaCl, sin embargo, por su contenido en Sulfato y Magnesio no serían aptas para consumo humano, de acuerdo con la norma vigente.

Considerando el relativo bajo precio del NaCl en el mercado local, como sal de mesa, la metodología empleada para el tratamiento de las sales en cuestión debía ser lo menos costosa posible; por tanto, el procedimiento ensayado fue la disolución de estas sales con agua y recrystalización por evaporación solar.

Las pruebas experimentales fueron diseñadas en función de los resultados obtenidos por simulación. Los resultados experimentales muestran que se puede obtener NaCl ajustado a la norma boliviana en cuanto se refiere a contenido de NaCl, Mg y SO_4 .



Piscina Halita de la Fase Piloto

2.4. Obtención de Cloruro de Potasio partir de sales mixtas de Potasio y Magnesio

Esta investigación tiene por objetivo la obtención de material susceptible de flotación de KCl empleando sales mixtas de Potasio, Magnesio, Sodio, Cloruro y Sulfato.

El procedimiento adoptado para esta investigación sienta sus bases en las diferencias de solubilidad entre los compuestos sulfatados, Cloruro de Magnesio, Cloruro de Potasio y Cloruro de Sodio. La herramienta empleada para disminuir el número de pruebas experimentales fue la simulación en PHREEQC. Los resultados experimentales preliminares se están evaluando para una segunda rueda de pruebas.

3. Procesamiento de Salmueras

Los trabajos encarados por el área de procesos extractivos fueron desarrollados en el procesamiento de salmueras del tipo Sulfato y las del tipo Cloruro que están en procesamiento en la Planta Piloto, además del seguimiento al Modelo Analítico y Predictivo del Sistema de Piscinas de Evaporación, que realiza la Consultora Española Trabajos Técnicos y Científicos S.L.

Circuito de Salmuera Tipo Sulfato: Con el fin de determinar la recuperación de Potasio y Litio del proceso de evaporación de salmueras con elevado contenido de sulfatos, se realizaron balances másicos teóricos y experimentales. Asimismo, para determinar las etapas de cristalización de sales de Potasio y Litio se realizan pruebas experimentales diseñadas sobre la base de los

resultados obtenidos por simulación. Las pruebas experimentales, a su vez, se contrastaron con los obtenidos por otro programa de simulación (EQL/EVP), determinando que existe una mayor aproximación entre los experimentos con los resultados de EQL/EVP que con los resultados de PHREEQC.

Por otra parte, de manera experimental se determinaron cinco etapas de cristalización, de las que se identifican tres: Halita, Silvinita y Sulfato de Litio monohidratado, quedando pendiente la identificación de dos etapas intermedias y el tratamiento de la salmuera residual con miras a incrementar la obtención de Sulfato de Litio.

Circuito de Salmuera Tipo Cloruro: Se hizo la comparación entre los resultados obtenidos mediante el programa de simulación PHREEQC y el diagrama del sistema $\text{Mg-K-Na-Cl-H}_2\text{O}$, para determinar la ruta de cristalización que sigue esta salmuera a una temperatura de separación cercana a los 20 °C.

Se observa que existe una diferencia en cuanto a los resultados experimentales y del diagrama de fases; pero tanto la simulación como los datos experimentales siguen la ruta de cristalización del diagrama a la temperatura de 10 °C, aunque existen diferencias entre las composiciones.



Parte del circuito de piscinas de evaporación de la Fase Piloto

Modelo Analítico y Predictivo del Sistema de Piscinas de Evaporación: La modelación del sistema de piscinas de evaporación por parte de la consultora Trabajos Técnicos y Científicos S.L. culmina con la entrega del programa desarrollado en “Matlab”, aunque existen observaciones respecto a las tasas de evaporación y las sales cristalizadas, de acuerdo a datos proporcionados a partir del circuito piloto que funcionó en octubre del año 2011. El programa

fue modificado; pero, el desarrollo del mismo no muestra la cristalización de las sales de acuerdo a los diagramas de fases y simulaciones por programas como “PHREEQC” o “EQL/EVP”.

4. Pruebas de electrodiálisis

En el marco de cooperación con la empresa japonesa JOGMEC se viene desarrollando la investigación de la concentración de la salmuera mediante el proceso de electrodiálisis, el montaje se inició en octubre de 2012, debiendo cumplir un año de operación para evaluar sus parámetros, estudiar el rendimiento y las características de los productos obtenidos.

El procedimiento de operación es el siguiente: al equipo ingresa salmuera extraída del salar de Uyuni, la cual es diluida con agua en una relación de 2 a 1, esta solución ingresa al primer banco de celdas (60 pares) de electrodiálisis, donde se realiza la primera separación de los iones monovalentes (Li, Na, K y Cl) de los bivalentes (Mg, Ca y SO_4), del cual se obtienen dos líquidos, dializada (concentrado en Li) y desalinizada (como residuo), esta solución concentrada pasa por un segundo banco de celdas de electrodiálisis (40 pares), para realizar una limpieza y extraer el Litio, además de eliminar la mayor cantidad de sulfatos, finalmente obtenemos la Salmuera Dializada.



Técnicos de la GNRE, recogiendo muestras de salmuera

Durante la operación del equipo se tuvieron varios cambios por problemas que se fueron presentando de manera gradual, se podría agrupar en cuatro partes de operación, a continuación se detalla las características de cada periodo:

Primer periodo (octubre-diciembre): Al ser el inicio de pruebas, se operó sin inconvenientes.

Segundo periodo (diciembre-mayo): Se cambiaron las membranas por el desgaste y en algunos casos por las quemaduras presentadas, además debido a la cristalización que se presentó en las mangueras se optó por diluir en la parte inicial antes del ingreso al equipo, para evitar mayores cristalizaciones dentro de las tuberías.

Tercer periodo (mayo-septiembre): Se realizó dos cambios significativos, se redujo el pH del líquido de electrodo y se aumentaron las temperaturas de operación, el primero debido a las constantes precipitaciones de cristales en las membranas y el segundo por la cristalización en las tuberías (por el frío en la época de invierno).

Cuarto periodo (septiembre-octubre): Se realizó el cambio de membranas con unas que contenían ión flúor en su estructura, que aumenta su vida útil, además de la neutralización del líquido de electrodo residual por las fuertes emisiones de gas cloro.

Los reactivos utilizados son prioritariamente Sulfato de Sodio y Ácido Sulfúrico, el consumo de este último se fue incrementando de manera exponencial.

5. Adsorción iónica – JOGMEC

En la tercera semana del mes de febrero, concluyeron las pruebas de Adsorción iónica a cargo de la empresa JOGMEC (Japan Oil, Gas and Metals National Corporation), luego de trabajar durante seis meses.

Las últimas pruebas se realizaron de acuerdo a lo expuesto por el Dr. Hirai como sigue:

- El adsorbente utilizado fue a base de λ - MnO_2 (se usó 5 Kg de adsorbente)
- El ácido utilizado para la activación del adsorbente fue el HCl.
- La solución para la desorción fue H_2SO_4 en solución de concentración 0,5 N.
- Cada prueba realizada fue de una duración de 3 horas aproximadamente. Estas consistían en hacer pasar salmuera de pozo por la columna de adsorción y el tiempo de residencia aproximado era de 1,5 horas. Luego de este tiempo se purgaba la salmuera de la columna y se iniciaba el proceso de desorción haciendo circular en contracorriente ácido sulfúrico 0,5 N por la columna. El tiempo de residencia del ácido en la columna para el proceso de desorción fue de 1 hora aproximadamente. Luego de este tiempo, se procedía a purgar la solución a un ritmo constante durante 30 minutos.



Investigador de la GNRE en trabajo de laboratorio

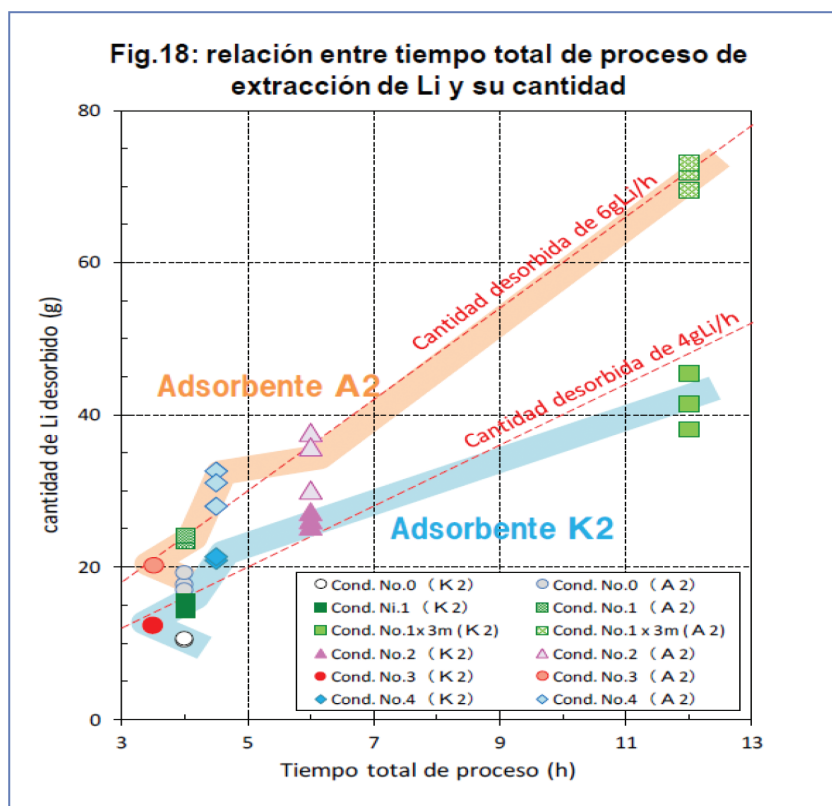
6. Descripción de las actividades del proceso

Las pruebas realizadas en el año 2013, tenían el objetivo de encontrar las condiciones para obtener una buena tasa de adsorción con la menor cantidad posible de reactivos, para lo cual se realizaron pruebas con los siguientes métodos.

- 1) Regular el pH de la salmuera previamente para un solo paso por la columna.
- 2) Con el pH previamente regulado, se repitieron las veces de un solo paso.
- 3) Se incrementó el caudal a una velocidad mayor que la normal.

Condiciones	Condiciones N° 0	Condiciones N° 1	Condiciones N° 2	Condiciones N° 3	Condiciones N° 4
Volumen del adsorbente	Volumen de los gránulos 19L				
pH de salmuera	Sin regular	Regulado a 8.4 con la adición de NaOH			
Cantidad de salmuera Veces	19L/1 vez	19L/1 vez	19L/3 veces	19L/1 vez	19L/3 veces
Caudal alimentado	SV = 10 (aprox. 0.33L/min)			SV = 20 (Aprox. 0.66L/min)	
Tiempo requerido	1 hora		3 horas	0.5 horas	15 horas
Observaciones	Prueba de un solo paso en 2012	Condiciones normales	3 repeticiones	Caudal doble	Caudal doble x 2 repeticiones

Condiciones de Pruebas – Adsorción Iónica – JOGMEC 2013



Relación entre tiempo total de proceso de extracción de Litio y su cantidad

Como resultado del estudio se obtuvo el siguiente cuadro:

Condiciones de tratamiento	Mayor cantidad adsorbida por hora + menor consumo de álcali	Mayor cantidad extraída por hora	Menor cantidad de consumo de ácido	Tasa de extracción (=adsorción) de Li
Condiciones N°0 pH no regulado x 1 h de adsorción	(10 a 25g/0 mg NaOH/h)	X (2 a 4g/h)	X (-5 a 10g/0 mg HCl/3p)	X (30 a 60%)
Condiciones N° 1 pH=8.4 x 1h de adsorción	(15 a 30g/0 mg NaOH/h)	(4 a 6 g/h)	(0 a 20 g/0mg HCl/3p)	(30 a 80%)
Condiciones N° 2 pH=8.4 x 1h de adsorción x 3 veces	X (10g/0mg NaOH/h)	(4 a 6g/h)	(30 a 60g/0mg HCl/3p)	(70 a 90%)
Condiciones N° 3 pH=8.4 x doble caudal (0.5 h)	(30 a 40g/0mg NaOH/h)	(3 a 6g/h)	X (-5 a 15g/0mg HCl/3p)	(40 a 70%)
Condiciones N° 4 pH=8.4 x doble caudal (0.5h) x 3 veces	(10 a 20g/0mg NaOH/h)	(5 a 7g/h)	(20 a 45g/0mg HCl/3p)	(60 a 95%)

Cuadro resumen de resultados – Proceso de Adsorción Iónica JOGMEC

7. Manejo de piscinas

Durante toda la gestión se realizó el control diario de las piscinas piloto de evaporación, teniendo como base de decisión los resultados del Laboratorio de Análisis Químico que guía el trabajo a desarrollar, la jornada inicia con la toma de muestras de todas las piscinas en funcionamiento, tanto de salmuera como el cristal del día, además se realizan las mediciones de las alturas de evaporación de salmuera y cristalización.

Una segunda parte del trabajo se inicia con el bombeo programado y el control de los mismos, teniendo que compensar el volumen evaporado para mantener el sistema de manera continua, incluyendo pruebas en bañeras, limpieza de ductos. Además se lleva a cabo la medición de tasas de evaporación en bateas estandarizadas, para establecer parámetros por temporada que permitan realizar la comparación con gestiones anteriores y predecir los sucesos posteriores.

8. Cosecha de sales - piscinas piloto

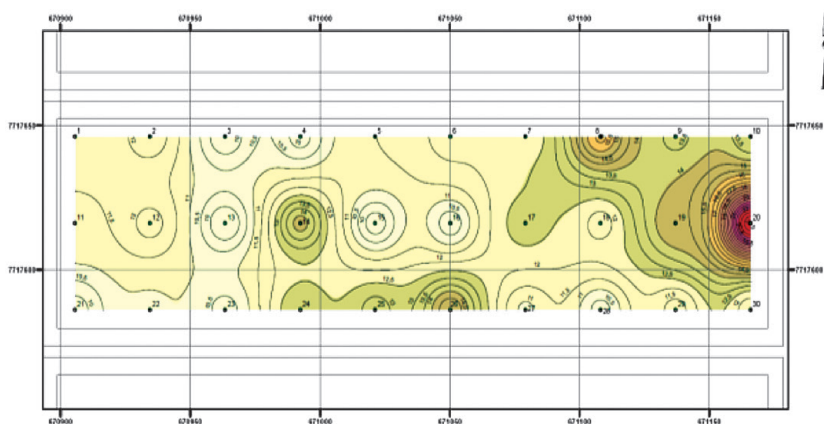
Silvinita 1: En julio, se comenzó la evacuación de salmuera libre de la piscina de silvinita 1, es el primer paso para su posterior cosecha, durante un tiempo de aproximadamente tres semanas, posterior a la misma se realizó la apertura de zanjas (de sur a norte), para que pueda drenar la salmuera ocluida presente en el cristal, en la semana siguiente, después de su acumulación, se realiza el bombeo de la mencionada salmuera, finalizado este trabajo, se procede al nodeado para la toma de muestras y obtener un plano de concentraciones; con este propósito se realiza el acamellonado de las sales de Silvinita.



Acamellonado de Silvinita según grado de concentración.

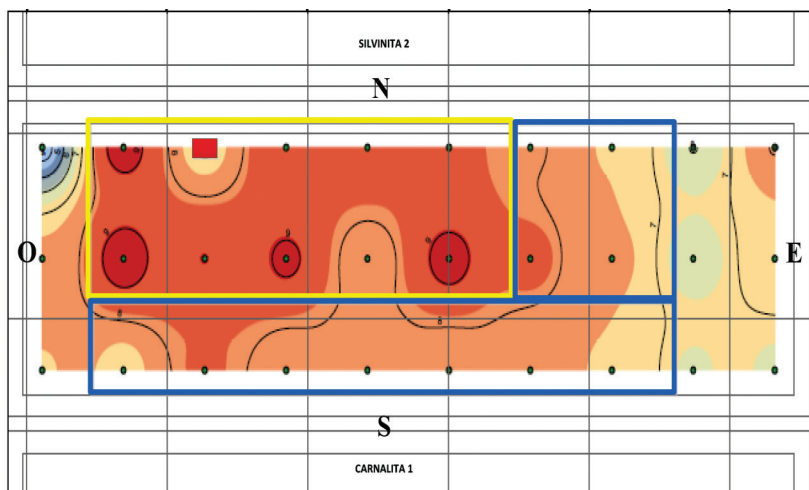
9. Acamellonado de los cristales

Este trabajo de cosecha está basado en las concentraciones reportadas por el laboratorio químico, sobre las cuales se realiza una separación entre las leyes de alta, media y baja. En el siguiente diagrama se puede observar la variación de la concentración en función del ión Potasio.



Posteriormente al acamellonado se procedió al traslado de los cristales a la plataforma de alimentación de la Planta de Cloruro de Potasio, donde se realizó el muestreo final. De esta cosecha se obtuvieron 4.500 toneladas de cristales de silvinita.

Cosecha Silvinita 3: Desde el mes de enero se desarrolló la cosecha de la piscina Silvinita 3, evacuando aproximadamente 10,344.0 toneladas de salmuera libre y 2.370 toneladas de salmuera ocluida; se continúa con el cuadrículado de la piscina (para la toma de muestras) y con los datos obtenidos, se realizó la simulación de concentración mediante el programa Arc GIS, como se observa a en el siguiente gráfico:



Concentración de cristales en la Piscina de Silvinita 3

En el gráfico se pueden observar las tres zonas diferenciadas según su concentración en Potasio, alta ley (sector delimitado por amarillo), media ley (sector delimitado por azul) y baja ley (sectores no delimitados). En función a las zonas identificadas se realizó el acamellonado (8 sectores) y posteriormente el traslado de las sales hacia la parte exterior al lado este de las piscinas, donde diferenciando sus leyes, se acumularon en camellones.

En resumen, se realizó la cosecha de los cristales de la Piscina Silvinita 3 obteniendo 8,321.9 Toneladas de cristal con una concentración de 8.60% de Potasio y 7.54% de Magnesio, con un peso aparente de 0.74.

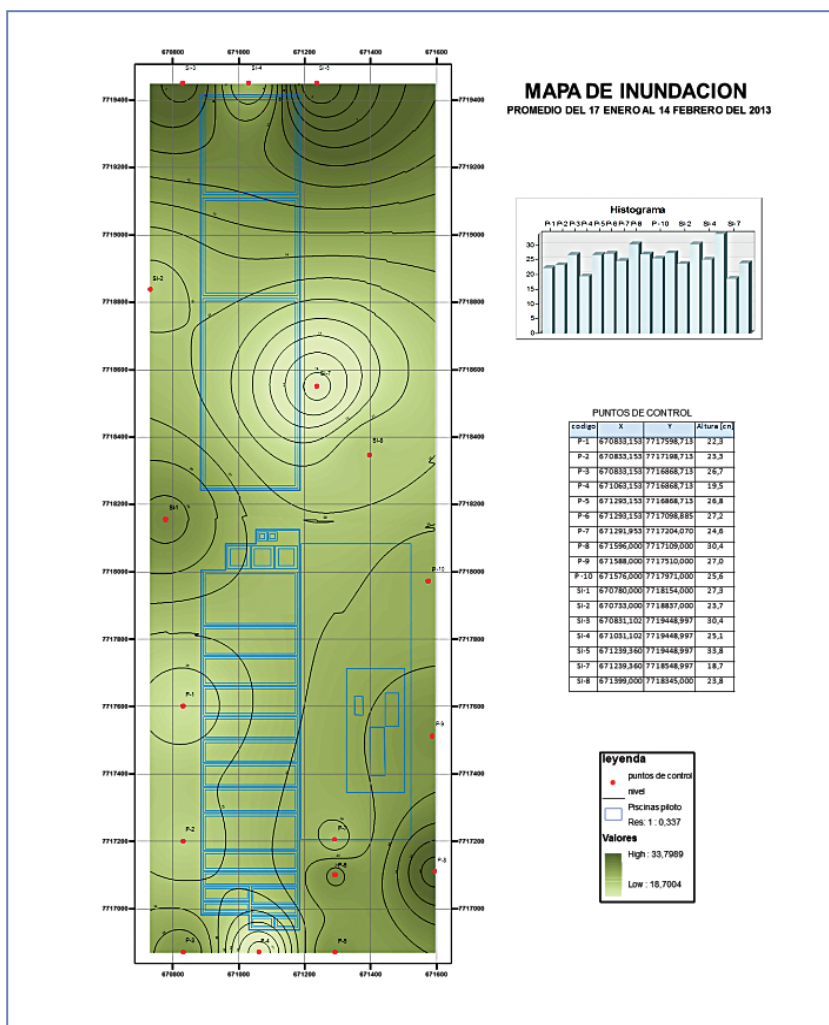
Cosecha de Sulfato de Litio: Las cosechas de Sulfato de Litio desarrolladas actualmente a diferencia de las cosechas de las demás piscinas, no se realizan anualmente sino de manera periódica, estas están en relación a las tasas de evaporación y a la concentración que presente la salmuera; debido a que cuando la salmuera llega al punto aproximado de 4gr/lit Li y 4 gr/lit Mg, se produce el cambio de piscina para la precipitación del Sulfato de Litio; vale decir, este proceso se realiza en sistema batch, posteriormente a la obtención de los cristales la salmuera residual es traspasada a otra piscina, y los cristales son recogidos mediante un trabajo manual.

Durante esta gestión se realizaron tres cosechas, una en enero, la segunda en mayo-junio y una tercera en septiembre, entre las dos primeras se obtuvieron 40 toneladas con una concentración promedio de 5.5% de Litio, la última desarrollada se encuentra en etapa de acopio para posteriormente realizar el envío a la planta de Carbonato de Litio.

10. Análisis de la inundación

El periodo de lluvias en el Salar de Uyuni se inicia en diciembre extendiéndose hasta mediados de marzo, con una acumulación de precipitación pluvial promedio en todo este lapso de 209mm, 121mm y 118 mm (área de Piscinas salar, Planta Llipi y UOP, respectivamente), considerando este aspecto se realizó un estudio de la inundación en los alrededores de las piscinas en coordinación con la Unidad de Geología, determinando 17 puntos, realizando la medición regular de la altura de inundación de los mismos, cada dos días.

El 17 de enero se comienzan las mediciones de las alturas de inundación, se observa que en fecha 27 de enero, se tuvieron las mayores alturas reportadas como se muestra en el siguiente mapa:



El análisis se dividió en dos sectores, lado este y lado oeste, debido a la separación que presentan por el área donde están construidas las piscinas. Los afluentes que se tienen al lado este de las piscinas, son el Río Grande de Lipez y Colorado, al lado oeste el Río Colcha K.

11. Estudio Geológico-Hidrogeológico de la Cuenca del Salar Uyuni

El estudio tiene la finalidad de conocer las características de la cuenca del Salar de Uyuni, las condiciones que dieron lugar a la formación del depósito, condiciones hidrológicas y otras. Durante la gestión 2013 se realizó el muestreo de aguas y sedimentos en época seca, en la cuenca de Río Grande, las actividades ejecutadas son detalladas a continuación:

- Estudio Hidrogeológico de la subcuenca del Río Grande de Lipez-San Gerónimo.

- Trabajo de gabinete previo: recopilación bibliográfica, delimitación de áreas de captura y ubicación de puntos de muestreo de aguas y sedimentos de corriente.
- Trabajo de campo: Toma de muestras, datos hidrogeológicos-Geológicos en época de Estiaje.
- Trabajo de gabinete final: Análisis de resultados de las muestras de agua y de sedimentos de corriente entregadas por laboratorio, redacción del informe hidrogeológico-geológico de la época de Estiaje.
- Revisión de información y control de calidad.

Para la gestión 2014, se tiene programado realizar el muestreo de aguas y sedimentos en época de lluvia de la cuenca de Río Grande, y realizar además el muestreo tanto en época seca, como en época húmeda, de las demás subcuencas que conforman la cuenca del Salar de Uyuni.



Primeros trabajos de exploración geológica en el Salar de Uyuni.

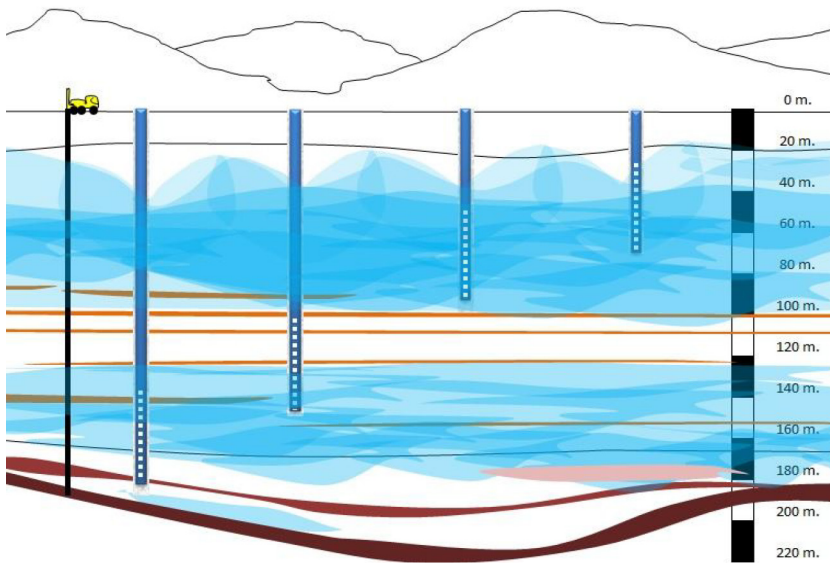
12. Perforación de pozos de exploración y producción

Los trabajos de exploración están orientados a generar el modelo conceptual, con el objetivo de determinar las áreas de alimentación de salmueras, para posteriormente encarar la producción de Li_2CO_3 y KCl a partir de salmuera; este trabajo se lo está realizando mediante la perforación de pozos a diamantina y pozos de circulación directa escalonados, los cuales, con el apoyo de estudios geofísicos realizados con diferentes metodologías coadyuvarán en la generación de un modelo preliminar del yacimiento.

Con los resultados de los pozos exploratorios se perforarán pozos de producción, los cuales están destinados a la parte productiva del proyecto, es decir, para alimentar las piscinas de evaporación e iniciar el proceso productivo de Li_2CO_3 y KCl a partir de salmueras.

De acuerdo a estos criterios los metrajes de perforación son los siguientes:

- Se han perforado un total de 1.500 m a diamantina
- Se viene perforando un total 3.000 m con circulación directa



Esquema de los trabajos exploratorios en el Salar de Uyuni en base a pozos escalonados

Sobre la base de los pozos perforados a diamantina se obtuvo la configuración estratigráfica del salar de Uyuni en el sector, la disposición de las diferentes capas de Halita, arenas y arcillas por debajo de la superficie. De acuerdo al mapeo de estos horizontes se ha planificado la perforación de pozos escalonados con el fin de obtener caudales y concentraciones a diferentes profundidades, con lo cual se determinarán los horizontes productores.



Escarificadora en Salar de Uyuni



Trabajos de perforación en el Salar de Uyuni

13. Unidad de Laboratorio

El laboratorio de análisis químico brinda los servicios de análisis de muestras para las diferentes áreas con las que cuenta la gerencia, investigación, procesos, plantas piloto, geología, etc. Los métodos de análisis empleados son el volumétrico, gravimétrico, e instrumental (absorción atómica, uv-visible y turbidimetría), estos métodos se encuentran descritos en Procedimientos Operativos Estándar (POE's) establecidos por el personal de la unidad.

13.1. Servicio de análisis químico

Los laboratorios trabajan enfocados en reportar resultados confiables para los que requieran de los mismos en ocho elementos que son: Litio, Sodio, Potasio, Magnesio Calcio, Cloruros, Sulfatos y Carbonatos y tres parámetros: Porcentaje de Humedad, Densidad y pH, a su vez se realiza el análisis de Cal viva (Óxido de Calcio).

Todas las muestras analizadas son reportadas diariamente a las respectivas unidades. Durante el presente año se tiene el siguiente detalle de la cantidad de muestras, iones analizados y reportados:

Procedencia de muestras entregadas a laboratorio	Cantidad de muestras líquidas	Cantidad de muestras sólidas	Nº de Elementos analizados por muestra	Nº de Parámetros analizados por muestra
Análisis de Cal		248	2	
Análisis de aguas	44		7	3
Adsorción Iónica	886		2	2
Electrodialisis	415	26	7	3
Cosecha		41	7	2
Inundación	122		7	2
Geología	19		7	2
Lechada de cal	126		7	2
Lodo		73	7	2
Piscinas piloto	3801	2483	7	2
Planta Cloruro de Potasio	32	1353	7	3
Planta Carbonato de Litio	390	188	7	3
Procesos	80	77	7	2

Servicio de análisis - Laboratorio Planta Llipi

De acuerdo a la anterior tabla se tiene que en la presente gestión el laboratorio de la Planta de Llipi ha recibido 5.835 muestras líquidas y 4.412 muestras sólidas, determinando de 2 a 7 elementos por muestras y de 2 a 3 parámetros.

Paralelamente al servicio de análisis que brinda el laboratorio, se han desarrollado trabajos para la implementación de la norma ISO/TEC 17025 y la elaboración de fichas técnicas las cuales se describen a continuación:

13.2. Implementación de la Norma NB ISO/TEC 17025:2005

Los análisis de laboratorio son parte fundamental de procesos de investigación y producción, de ahí que los laboratorios que trabajan en estos campos deben tener controlados todos sus procesos desde que reciben las muestras hasta que dan el resultado final, pasando por el proceso de análisis.

La norma ISO/IEC 17025 es una normativa internacional desarrollada por ISO (International Organization for Standardization) en la que se establecen los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración, se trata de una norma de Calidad que tiene el objetivo demostrar que son técnicamente competentes y capaces de producir resultados técnicamente válidos.

En la presente gestión el laboratorio de la Planta de Llipi ha iniciado la implementación de esta norma la cual contempla las siguientes etapas:

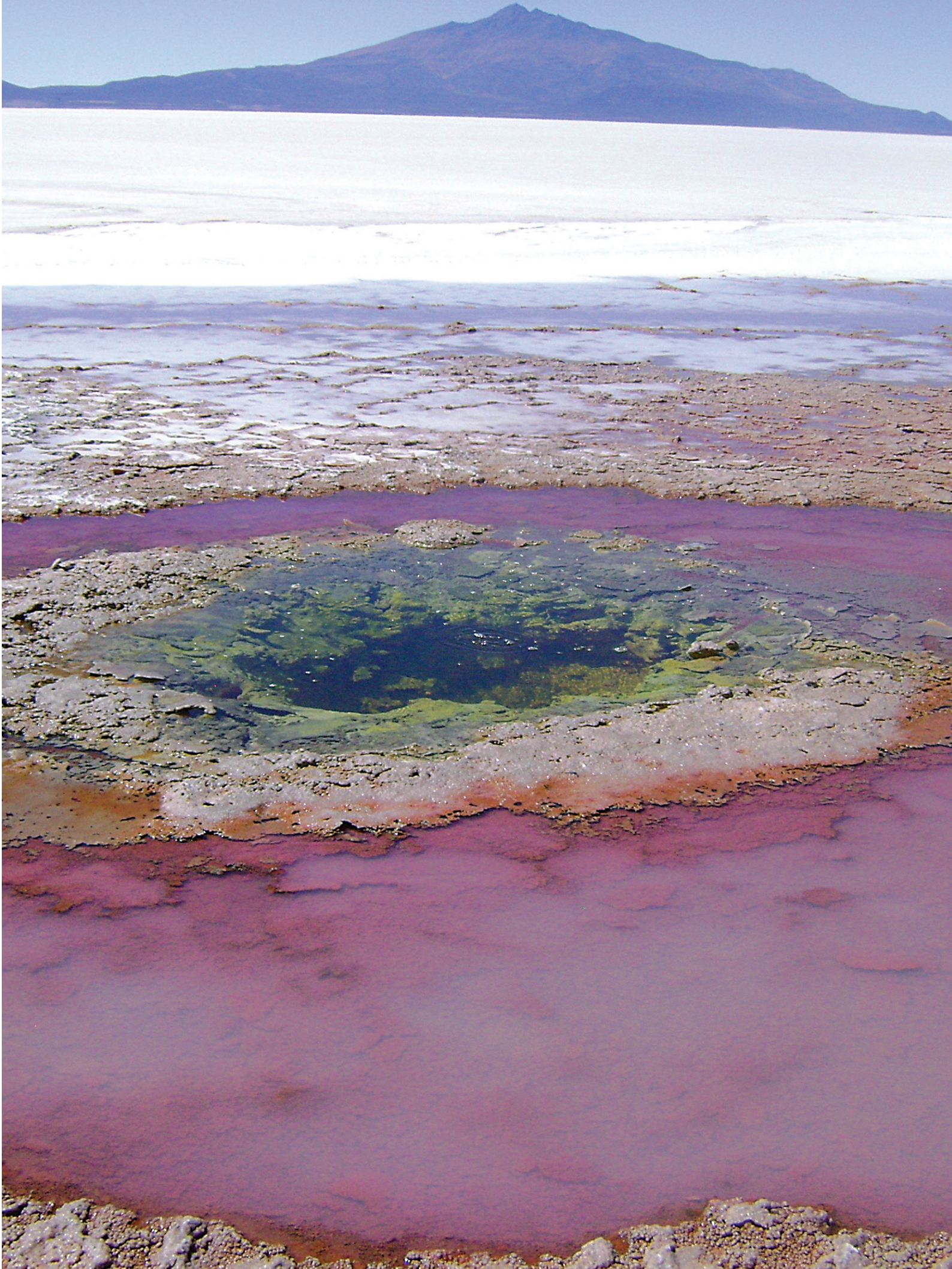
- Diagnóstico y Evaluación Situacional
- Elaboración de documentación del sistema de gestión
- Capacitación de personal

- Validación de métodos de ensayo
- Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo de calibración
- Implementación del sistema de gestión del laboratorio
- Evaluación del sistema de gestión.

Con el objetivo de contar con una ficha técnica para los productos, Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio, se ha recopilado la información necesaria que permite establecer los procedimientos de determinación para los parámetros físicos y químicos que requieren estas sales, es así que en la presente gestión se han elaborado y presentado las fichas técnicas para los productos a comercializarse.



Técnico de la GNRE recogiendo muestras de la piscina de evaporación



8

ESTACIÓN EXPERIMENTAL TAUCA - SALAR DE COIPASA

La Estación Experimental está ubicada a orillas del Sud Este del Salar de Coipasa, aproximadamente a 500 metros de la localidad de Tauca del municipio de Salinas de Garci Mendoza provincia Ladislao Cabrera, cuenta con ambientes que permiten realizar las siguientes actividades:

1. Exploración del salar, para determinar el modelamiento del yacimiento.
2. Estudiar el comportamiento químico de la salmuera que permita establecer los parámetros de diseño y control de un circuito de piscinas, para la obtención de sales básicas de potencial valor comercial.
3. Desarrollar procesos de purificación de las sales básicas obtenidas con el fin de alcanzar valores comerciales.
4. Estudiar los impactos ambientales y elaborar medidas preventivas y mitigatorias para las siguientes etapas.
5. Formar un equipo de profesionales calificados y especializados en procesamiento de salmueras.

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), como la responsable de encarar la “Industrialización de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni”, así como de generar proyectos para el resto de los salares del país y teniendo en cuenta que el Salar de Coipasa es el segundo salar más grande de Bolivia, emprende también el proyecto para este salar con miras a contribuir al desarrollo del Departamento de Oruro, habiendo desarrollado las siguientes tareas:

1. Conclusión de obras civiles
2. Dotación de servicios básicos (agua potable, alcantarillado, telefonía, entre otros)
3. Construcción del Laboratorio de TAUCA.
4. Instalación y equipamiento de laboratorio
5. Puesta en marcha de la Investigación
6. Puesta en marcha del Laboratorio analítico.

En la presente gestión (5 de febrero de 2013) la Estación Experimental de Tauca, fue inaugurada por el señor Presidente Evo Morales Ayma, con la masiva y entusiasta participación de la población, que ve con mucha esperanza y alegría la implementación de una infraestructura, que significa el inicio del estudio de los recursos evaporíticos del Salar de Coipasa con miras a su industrialización.

1. Resultado de los trabajos realizados en el Salar de Coipasa en la gestión 2013

Durante el primer Semestre de la Gestión 2013, se han obtenido los siguientes resultados:

1.1. Geología

- Se realizó la compilación bibliográfica existente del Salar de Coipasa, comprende la revisión de: Artículos científicos, Informes Técnicos, Presentaciones en Power Point, Tesis y Libros.
- Se está ejecutando el muestreo sistemático de la costra salina superficial del Salar de Coipasa con una malla de 2x2 km y 1x1 km en el sector de mayor concentración al 30/06/2013, se tenía un total de 215 puntos muestreados y 230 muestras tomadas, como respaldo se tienen los reportes periódicos de las actividades de campo (I&D-GLG-PPT-003/2013).
- Se está llevando a cabo la ejecución de pozos de exploración con el método a diamantina, que se viene combinado con la medición de caudales y muestreo de salmueras.



Muestras testigo de perforaciones en el Salar de Coipasa

1.2. Investigación

- Se llevó a cabo el control diario de la tasa de evaporación realizando el registro de mm de evaporación por día, temperatura, densidad y volumen repuesto de agua.
- Se realizó la descarga de datos meteorológicos y el envío semanal para su registro.
- Las pruebas de evaporación en bañeras se realizaron normalmente al inicio de cada mes, asimismo se han realizado pruebas por temporada, es decir en época de lluvias e invierno, faltando completar las de temporada de viento.
- Se desarrollaron dos procedimientos a nivel laboratorio para la purificación del Sulfato de Sodio, identificando parámetros que inciden en la purificación y los rangos permisibles de trabajo.
- Se realizó la readecuación de las piscinas que están en el salar para la obtención de cosechas en mayores cantidades y el control de la salmuera en las piscinas de evaporación en sistema batch. Se espera la llegada de las piscinas desmontables para comenzar el circuito en sistema continuo y batch.

1.3. Laboratorio

- Se brinda el servicio de análisis para las áreas de geología e investigación.
- Se readecuaron los procedimientos operativos estándar para el análisis de sulfatos por el método gravimétrico, asimismo para los iones Litio, Sodio, Potasio y Magnesio que se analizan mediante el método instrumental de absorción atómica.
- La incorporación de nuevo personal exige capacitación, gradualmente, por diferentes métodos. Se efectuó esta actividad para la determinación de cloruro, sulfatos y preparación de muestras de salmueras y cristales.



Trabajos de investigación en laboratorio de Tauca-Salar de Coipasa

El control de parámetros como la tasa de evaporación y los factores medio ambientales son importantes en la etapa de investigación puesto que permiten determinar la influencia de estos en el comportamiento químico de la salmuera, de igual manera, la información es utilizada en el dimensionamiento de piscinas y su posterior manejo.

1.4. Tasa de evaporación

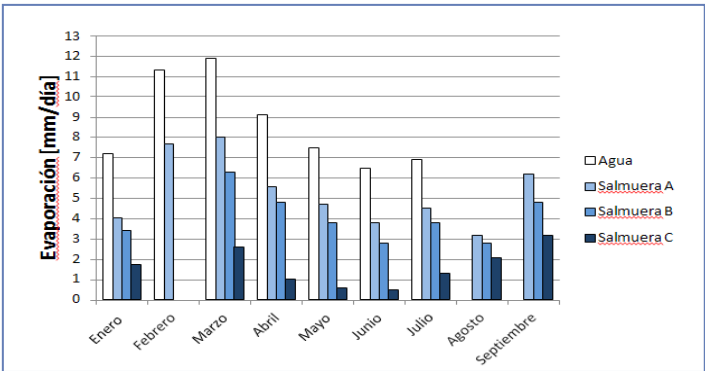
Se realiza el control mensual de la tasa de evaporación con el objetivo de determinar la evaporación en las diferentes etapas de concentración de la salmuera, la cual es variable de acuerdo a la estación del año.

En el primer semestre de la gestión se emplearon bañeras de plástico con salmueras de diferentes concentraciones, para el siguiente semestre se inició la medición en bateas estandarizadas.



Control de tasas de evaporación en el Salar de Coipasa

La siguiente gráfica muestra que la evaporación va disminuyendo gradualmente según aumenta la concentración de la salmuera, esto se debe a que la salmuera mientras más concentrada, tiene menor cantidad de agua que pueda evaporar, además en estas últimas etapas se tiene la presencia en mayor cantidad de Ion Magnesio, el cual es higroscópico.



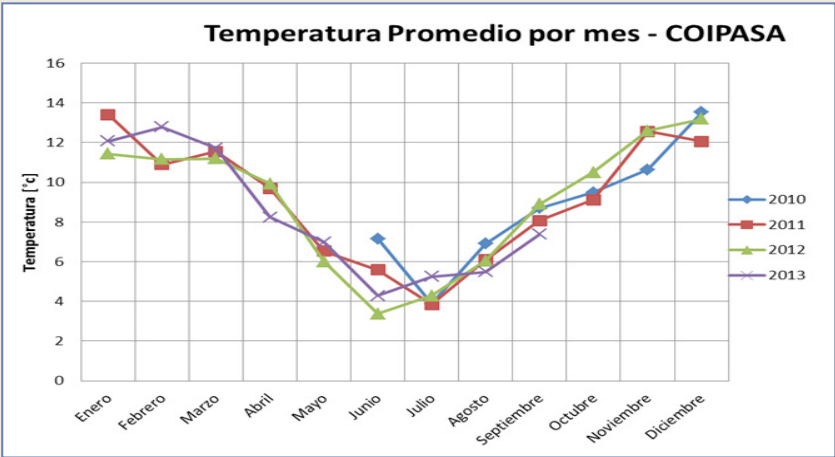
Evaporación de la salmuera
Salar de Coipasa Gestión 2013

La evaporación es variable de acuerdo a los meses del año, por ejemplo de abril a julio se tiene una disminución debido a la temporada de invierno. Las mayores evaporaciones se registran en los meses de época de viento en verano.

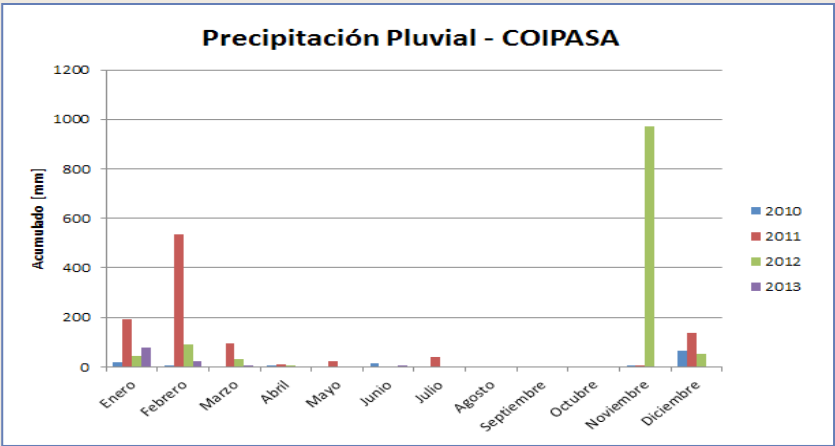
2. Recolección de datos meteorológicos

El registro de parámetros meteorológicos es importante, debido a su influencia en el comportamiento químico de la salmuera, del cual depende el manejo de las piscinas de evaporación.

En la Estación Experimental de Tauca, existe, desde el segundo semestre de la gestión 2010, una estación meteorológica la cual registra datos de temperatura, precipitación pluvial, humedad y velocidad de viento. Hasta la presente gestión los datos proporcionados por esta estación han permitido realizar un seguimiento de los parámetros medio ambientales los cuales servirán para trabajos futuros.



Comportamiento de la temperatura promedio, gestión 2010-2013



Variación de la precipitación pluvial, gestión 2010-2013

3. Determinación del comportamiento químico de la salmuera

El comportamiento químico de la salmuera durante la evaporación se verificó mediante pruebas en bañeras, iniciándose a principios de cada mes, asimismo se realizaron pruebas por temporadas: temporada de lluvias, invierno y verano. Por ejemplo la Prueba de Evaporación Natural en bañeras denominada IMP se inició el 06/07/2013, con salmuera del pozo N° 1 y finalizó el 28/09/13, se comenzó evaporando 1400 kg de salmuera y su duración fue de 84 días, se identificaron 6 etapas y 6 tipos de sales que fueron precipitando durante la evaporación, las cuales se describe a continuación:

- Precipitación de Mirabilita: La precipitación de esta sal se produce al inicio de la evaporación natural, porque las concentraciones de la salmuera del Salar de Coipasa son altas en ion Sodio y Sulfato.
- Precipitación de Halita: Es la segunda etapa en el proceso de evaporación natural, esta etapa se presenta por la saturación de los iones Sodio y Cloro, mientras se produce esta precipitación el ion Potasio va saturándose para poder precipitar en la siguiente etapa.
- Precipitación de Schoenita: En la tercera etapa, se concentra el ion potasio precipitando con el ion sulfato en forma de Schoenita.
- Precipitación de Kainita: En la cuarta etapa el ion Sulfato comienza a precipitar con un ion Cloruro, es cuando se tienen sales de Kainita.
- Precipitación de Carnalita: Esta etapa es corta, ocurre porque el ion Sulfato ya no precipita debido a su baja concentración, por lo que los iones Potasio y Magnesio comienzan a precipitar con el Cloro, formando la Carnalita.
- Precipitación de Bischofita: Esta es la última etapa que se presenta en el proceso de evaporación natural.

4. Desarrollo de piscinas a nivel laboratorio

En gestiones pasadas se construyeron artesanalmente piscinas en el centro del salar con el fin de monitorear la resistencia frente a los factores climatológicos del sector. Además de escalar las pruebas de evaporación llevadas a cabo en bañeras, estas piscinas fueron refaccionadas, permitiendo obtener datos más reales del comportamiento de la salmuera asimismo, se logró obtener cosechas de sales para las etapas de purificación. El manejo de estas piscinas se realiza mediante un sistema batch.



Piscinas de validación de primeras pruebas de laboratorio en el Salar de Coipasa

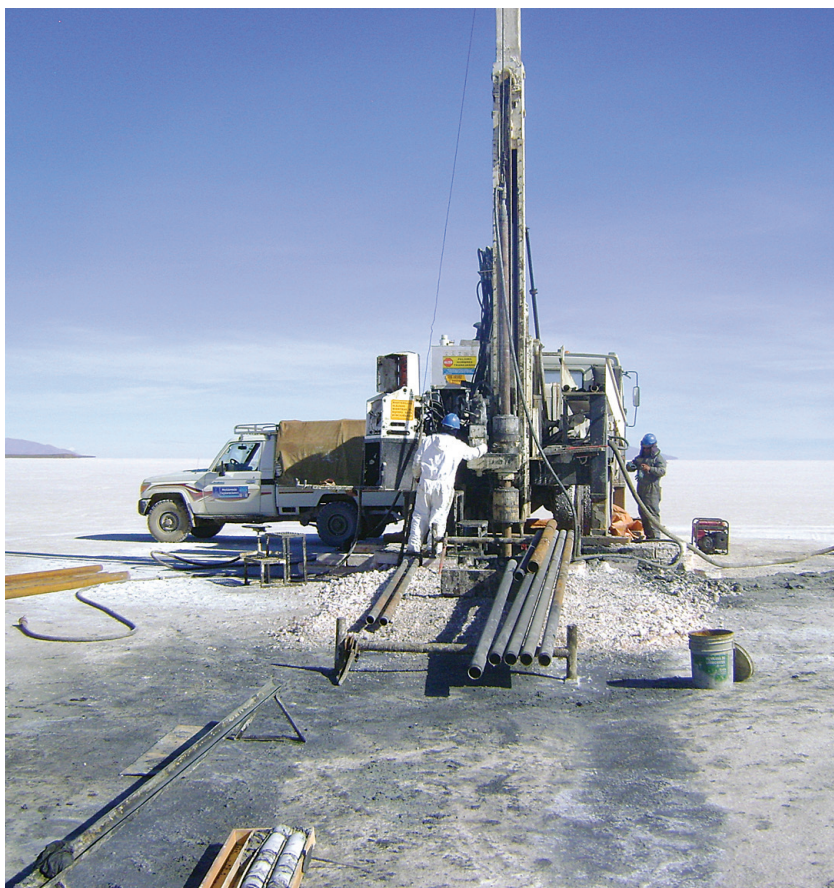
Producto de la puesta en marcha de estas piscinas se obtuvieron las primeras cosechas de Mirabilita ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) en la temporada de invierno, este compuesto ya está listo para ingresar al proceso de purificación para la obtención de una sal de alta calidad.

5. Purificación de sales

Se han investigado procedimientos para la purificación de la sal denominada Mirabilita desarrollando dos procedimientos, que luego de varias pruebas han posibilitado determinar rangos de trabajo para un procedimiento que permite obtener Sulfato de Sodio de 98% de pureza. Las primeras pruebas se han realizado con pequeñas cantidades de salmuera en bañeras, posteriormente para la validación de los anteriores ensayos, se realiza nuevas pruebas en piscinas a nivel laboratorio con mayores volúmenes de salmuera.

6. Estudio Geológico-Hidrogeológico de la Cuenca del Salar Coipasa

El estudio tiene la finalidad de conocer las características de la cuenca del Salar de Coipasa, las condiciones que dieron lugar a la formación del depósito, condiciones hidrológicas y otros factores. Durante la gestión 2013 se elaboraron los mapas geológico e hidrogeológico preliminares, también se realizaron monitoreos (muestreos y aforos) periódicos de los ríos Sabaya, Lauca y Laka Jahuirá. En el año 2014 se realizarán los respectivos muestreos de aguas y sedimentos en época de lluvia y época seca, con lo cual se tendrá el estudio hidrogeológico completo.



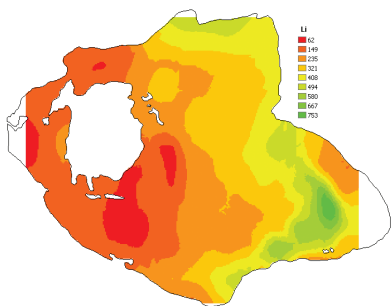
Trabajos de perforación en el Salar de Coipasa

7. Estudio Geoquímico del Salar Coipasa

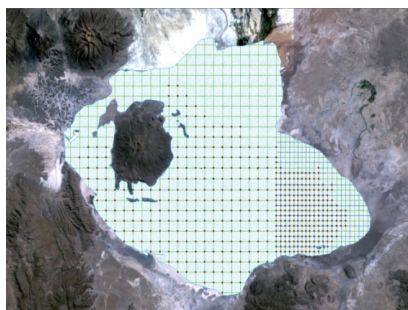
Tiene la finalidad de conocer las diferencias de concentración en la costra salina del salar de los diferentes elementos, con este fin se han muestreado un total de 506 puntos, en una malla de 2x2 km, misma que fue reducida a 1x1 km en el sector este del Salar, identificado como el de mejor concentración. Con base en los resultados del muestreo se han elaborado mapas de isoconcentraciones para los 8 elementos analizados (Li, Mg, K, Na, Ca, SO_4 , Cl, B).

8. Perforación de pozos exploratorios en el Salar de Coipasa

Los trabajos de exploración están orientados a generar el modelo conceptual con el objetivo de determinar las áreas de alimentación de salmueras, asimismo es necesario establecer el comportamiento del salar a diferentes profundidades; con este fin se perforaron un total de 704 m a diamantina, distribuidos en diferentes pozos, asimismo, el método de perforación que se ejecutó, ha permitido realizar la medición de caudales y la toma de muestras de salmuera a diferentes profundidades.



Mapa de Isoconcentraciones de Li



Malla de muestreo de 2x2 km y 1x1 km (sector de mayor concentración)

9. Estudios de Laboratorio en Tauca

Al igual que el laboratorio de Llapi y el de La Paz, el laboratorio de análisis químico de la Estación Experimental de Tauca, brinda los servicios de análisis de muestras para las diferentes áreas con las que cuenta la gerencia: investigación, procesos y geología. Los métodos de análisis empleados son el volumétrico, gravimétrico, e instrumental (absorción atómica, uv-visible y turbidimetría), estos métodos se encuentran descritos en Procedimientos Operativos Estándar (POE's) establecidos por el personal de la unidad.



Parte del personal de la Estación Experimental de Tauca – Salar de Coipasa

Procedencia de muestras entregadas a laboratorio	Cantidad de muestras líquidas	Cantidad de muestras sólidas	Nº de Elementos analizados por muestra	Nº de Parámetros analizados por muestra
Pruebas evaporación	1206	1053	7	2
Piscinas nivel laboratorio	387	388	7	2
Pruebas de purificación		623	7	2
Geología	695		7	2

Servicio de análisis - Laboratorio Estación Experimental Tauca

De acuerdo a la anterior tabla se tiene que en la presente gestión el laboratorio de la Estación Experimental Tauca ha recibido 2.288 muestras líquidas y 2064 muestras sólidas, determinando 7 elementos y 2 parámetros.

Durante la presente gestión, simultáneamente al servicio de análisis que brinda el laboratorio, se llevó a cabo la readecuación de los Procedimientos Operativos estándar para el análisis de sulfatos por el método gravimétrico, asimismo para los iones Litio, Sodio, Potasio y Magnesio que se analizan mediante el método instrumental de absorción atómica.



Emotivo recibimiento al Presidente Evo Morales en ocasión de la inauguración de la Estación Experimental de Tauca, febrero 2013

9

GESTIÓN ADMINISTRATIVA

A partir de la gestión 2012 fue estructurada la organización de la Dirección Administrativa y Financiera de acuerdo a las normas y disposiciones vigentes de nuestra matriz: la COMIBOL. Con el objetivo de lograr una gestión administrativa más ágil y transparente, que responda a los requerimientos que el proyecto exige, hoy la estructura administrativa y financiera está organizada de la siguiente manera: una Jefatura Administrativo Financiera, Contrataciones, Almacenes, Sistemas, Activos Fijos y Recursos Humanos, incorporándose la Unidad de Comercio Exterior orientada a la gestión de trámites ante la Aduana Nacional.

Las actividades de una programación altamente dinámica como la de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, siempre han demandado una diversidad de habilidades administrativas.

Se ha mejorado y complementado la base de datos de procesos de contratación en función al Reglamento Específico del Sistema de Administración de Bienes y Servicios.

También se han implementado las notificaciones de las adjudicaciones a través del correo electrónico, las solicitudes de facturas en función a la documentación completa para proseguir con el pago correspondiente

El área propiamente administrativa, a través de las unidades de servicios generales, activos fijos y almacenes, encara importantes responsabilidades que apoyan las tareas operativas de la gerencia como las siguientes:

1. Servicios generales

Estas actividades parten desde mantener el parque automotor de la gerencia en La Paz, así como garantizar la remisión de equipos, correspondencia, el mantenimiento de la infraestructura y otros servicios que requieren una permanente dedicación de los responsables de área.

Es importante resaltar que casi finalizada la gestión se están regularizando actividades que deberían haberse iniciado desde el comienzo de la misma y debido a factores externos fueron diferidas, como es el caso del mantenimiento, reparación y cuidado preventivo de los vehículos de la gerencia que realizan permanentes viajes y traslado de materiales.



Personal técnico de la Planta Llpi

El cambio de ambientes y oficinas generó la necesidad de realizar reparaciones de urgencia en pintado y arreglo de ambientes y diversas acciones de mantenimiento tanto de la infraestructura como de los muebles.

2. Almacenes

En la presente gestión, de manera reciente, se han socializado y replicado los logros alcanzados en los procesos administrativos de La Paz, experiencia transmitida a los responsables de la Planta Llpi para superar dificultades y deficiencias propias de la labor.

Todavía es necesario superar algunas deficiencias referentes al control de los materiales e insumos que son remitidos a la planta, este hecho no pudo concretarse por observaciones de la oficina central (COMIBOL), para implementar un cambio de sistema o instauración del mismo al interior de la gerencia.

Se mejoraron los tiempos de control y registros de salidas e ingresos del personal, maquinaria y vehículos en la planta, reduciendo a un diez por ciento del tiempo empleado anteriormente. Asimismo se ha coordinado con el área de suministros para mejorar los sistemas de comunicación y coordinación, con el propósito de evitar inconvenientes.

3. Activos Fijos

Siendo un área de fundamental importancia para precautelar los bienes del proyecto, se reorientaron las tareas de los responsables a uniformar los registros de manera eficiente y definitiva. El traslado a nuevas oficinas en La Paz ha ocasionado que muchos activos, a cargo de ciertos funcionarios pasen o sean asignados a otros con los inconvenientes que ello conlleva; pese a este hecho se implementó en forma paralela, el Sistema de Activos Fijos establecido por la Contaduría del Estado (SIAF), contemplando el registro de todos los bienes custodiados por la Gerencia, pasando por alto la posición de negativa de la oficina central de COMIBOL para implantar este sistema.

También es importante señalar que el asesoramiento y orientación de los procesos administrativos, es permanente y constante al área técnica como la administrativa de la Planta Llipi- Uyuni donde se desarrollan las actividades tanto de la Fase I Piloto, la Fase II Industrial, al proyecto Desarrollo Integral de la Salmuera en el Salar de Coipasa- Oruro y al proyecto Planta Piloto de Baterías de Litio que se implementa en La Palca-Potosí.

4. Departamento de Recursos Humanos

Durante la gestión 2013 se ha enfatizado fundamentalmente en el Subsistema de Dotación de Personal, que significa la clasificación, valoración y remuneración de funciones, análisis de la demanda y oferta de personal, POAIS, contratación y selección de personal.

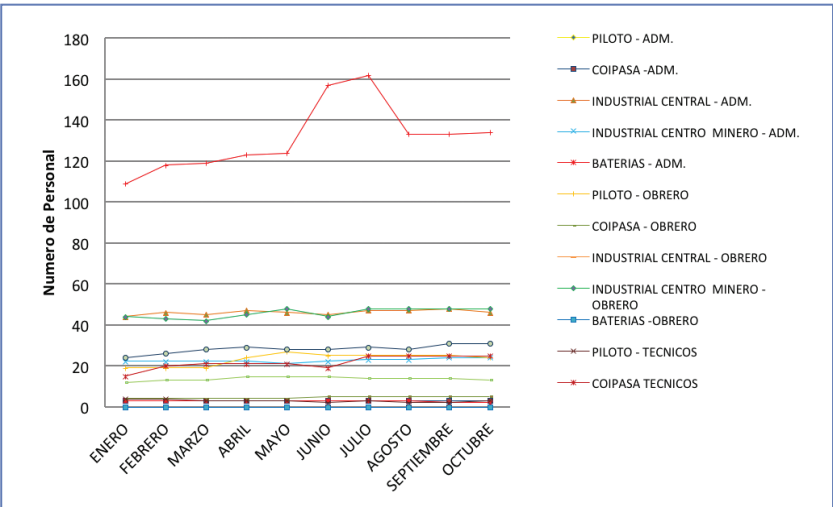


Parte de personal de la Planta Llipi

Esta incidencia se explica porque la GNRE maneja un proyecto nuevo en Bolivia (en tres fases), por lo que requiere personal capacitado y por capacitar. Es decir está en formación permanente el talento humano.

También se ha efectuado la evaluación del desempeño, la movilidad del personal, el registro y primordialmente la capacitación productiva, a requerimiento de las direcciones de la GNRE, se promocionó al personal con la capacitación en CENCAP, (ciudad y campamentos) y se ha enviado personal a cursos de actualización en Seguridad Industrial, ISOS, a China y otros cursos. No se ha descuidado el tema de salud ocupacional habiéndose contratado para ello a dos médicos para la Planta de Llipi.

Es importante resaltar el crecimiento del personal de acuerdo al lugar y empleo que se resume en el siguiente cuadro:



5. Departamento Financiero

Corresponde destacar que la industrialización de los recursos evaporíticos es un emprendimiento enteramente nacional, financiado con recursos propios provenientes de la Corporación Minera de Bolivia y un crédito del Banco Central de Bolivia (BCB), cuya administración está a cargo del Departamento Financiero de la GNRE.

La disposición de los recursos económicos otorgados a la GNRE, son ejecutados de acuerdo a la normativa y disposiciones legales reguladas desde el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas del Estado Plurinacional de Bolivia, en sujeción estricta a la Ley 1178 (Ley de Administración y Control Gubernamental).

Proyecto 01: Desarrollo Integral de la salmuera del Salar de Uyuni Fase I

La GNRE efectuó sus actividades para la construcción de las obras civiles de las Plantas Piloto de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio, mismas que son financiadas con recursos propios de la COMIBOL.

Proyecto 02: Desarrollo Integral de la salmuera del Salar de Coipasa

La investigación que se viene realizando sobre la salmuera en el Salar de Coipasa y las diferentes inversiones en general financiadas con recursos propios de la COMIBOL.

Proyecto 03: Desarrollo Integral de la salmuera del Salar de Uyuni Planta Industrial Fase II

Efectúa sus operaciones financieras mediante el préstamo del BCB-FASE II según Contrato SANO 178/2011, cuyo crédito aprobado alcanza a Bs 801.050.000,00 cuyos importes fueron desembolsados en su integridad de acuerdo al siguiente detalle:

(Expresado en Bolivianos)

FECHA	DESEMBOLSO	IMPORTE DESEMBOLSADO
10/06/2011	PRIMER	40.023.103,00
16/12/2011	SEGUNDO	97.408.824,90
05/10/2012	TERCER	109.393.881,00
11/12/2012	CUARTO	318.710.399,60
00/10/2013	QUINTO	235.513.791,50
TOTALES		801.050.000,00

Proyecto 04: Implementación Planta Piloto de Baterías Litio -Fase III

Según Contrato SANO 179/2011 préstamo del BCB-FASE III el crédito aprobado alcanza a Bs 35.350.000,00, de los cuales fueron desembolsados en su integridad de acuerdo al siguiente detalle:

(Expresado en Bolivianos)

FECHA	DESEMBOLSO	IMPORTE DESEMBOLSADO
10/06/2011	PRIMER	3.612.429,00
16/12/2011	SEGUNDO	21.000.000,00
06/12/2012	TERCER	10.737.571,00
TOTALES		35.350.000,00

Ingresos

La Corporación Minera de Bolivia suscribió un contrato con la empresa PETRODRILL para la provisión de cloruro de potasio (KCl) por un total de 250 TM, que a la fecha fueron entregadas 200 TM de acuerdo al siguiente detalle:

(Expresado en Bolivianos)

FECHA	TONELADAS MÉTRICAS	IMPORTES PERCIBIDOS
29/07/2013	150	501.120,00
03/10/2013	100	334.080,00
TOTALES	250	835.200,00

Cabe puntualizar, que a la fecha no obstante estar considerado todavía como un Proyecto de Desarrollo Integral de la Salmuera del Salar de Uyuni Planta Industrial, ya se efectuaron las primeras ventas de cloruro de potasio (KCl).

Cartas de crédito

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos con el propósito de efectuar sus operaciones en forma eficiente y oportuna, realizó el pago de sus obligaciones mediante Cartas de Crédito a través del Banco Central de Bolivia, como ejemplo mencionamos a las siguientes empresas extranjeras: POLITEX, SGE, OUTOTEC, FILMTEX.



Disposición de geomembranas para la impermeabilización de piscinas de evaporación

1. Unidad de Gestión Comunitaria trabajando junto a las comunidades del salar

La explotación e industrialización de los recursos evaporíticos existentes en el salar de Uyuni, fue una demanda histórica de los pueblos circundantes al Salar de Uyuni, recogiendo esta aspiración del Sud Oeste boliviano, el Gobierno Nacional instruyó su industrialización. A partir de esta determinación política, las comunidades siempre estuvieron informados sobre la ejecución del proyecto.

La Unidad de Gestión Comunitaria de la GNRE, es la entidad que trabaja de manera conjunta con las autoridades locales y población en general, informando de manera permanente en las comunidades sobre el desarrollo del proyecto, además de coordinar y viabilizar trabajos en mantenimiento de caminos vecinales, agua potable y otras actividades, en la medida que las disposiciones legales lo permiten.

2. Asistencia técnica en proyectos comunitarios

Ante las precarias condiciones de vida de los habitantes del Sud Oeste boliviano, la GNRE no podía estar al margen de esta realidad; por ello, mediante la Unidad de Gestión Comunitaria, se viabilizaron diferentes actividades de apoyo comunal a solicitud de sus autoridades locales.

Los habitantes que viven alrededor del salar de Uyuni, consideran al proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos, como un sueño que se hace realidad, la GNRE contribuye de manera directa en la zona con fuentes de trabajo, lo que permite mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, además de atender sus requerimientos prioritarios.

Actividades de interacción comunitaria realizadas por la Unidad de Gestión Comunitaria a septiembre 2013:

ACTIVIDAD REALIZADA	COMUNIDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Informe socialización comunidad Villa Candelaria	Villa Candelaria (NorLípez)	11	10	21
Socialización del Proyecto en RI - 4 Antofagasta	Colcha "K" (NorLípez)	72	0	72
Informe socialización comunidad Atulcha	Atulcha (NorLípez)	9	7	16
ENERO				
Reunión con autoridades en Calcha K	Calcha K	3	2	5
Informe socialización en colegios Pulacayo	Pulacayo (Antonio Quijarro)	24	18	42
Informe ciclo de socialización en colegios de Uyuni	Uyuni (Antonio Quijarro)	140	169	309
FEBRERO				
Pre gira para planificar la socialización	Colcha "K" y San Pedro de Quemes	12	5	17
Socialización del Proyecto en San Pedro de Quemes	San Pedro de Quemes	16	12	28
Informe reunión presidente - Rally Dakar 2014	Uyuni (Antonio Quijarro)	7	5	12
Informe reunión de autoridades del Municipio de Llica	Llica (Daniel Campos)	6	4	10
MARZO				
Socialización del Proyecto en Yonza (Llica)	Yonza (Llica)	15	15	30
Reunión con autoridades	Rio Grande	5	2	7
Socialización del Proyecto	Colcha "K"	18	12	30
ABRIL				
Firma convenio Calcha "K" – GNRE	Calcha "K" (NorLípez)	5	1	6
MAYO				
Actividades socialización en la comunidad de Calcha K	Calcha "K" (NorLípez)	20	14	34
Reunión con autoridades de Calcha "K", en la comunidad y Planta Llipi	Calcha "K" (NorLípez)	11	3	14
JUNIO				
Reunión empresa Delta Río Grande y GNRE	Rio Grande (NorLípez)	14	3	17
Evaluación de afluentes de agua Colcha "K"	Colcha "K" (NorLípez)	37	12	49
Informe socialización del Proyecto en la comunidad de Vinto "K"	Vinto "K"	56	13	69
JULIO				
Informe Socialización Comunidad de Palaya	Palaya (Llica)	9	4	13
Informe socialización comunidad de Chiarcollo - Tamankasa(Llica)	Chiarcollo - Tamankasa (Llica)	14	1	15
Informe socialización comunidad de Chorcaza (Llica)	Chorcaza (Llica)	8	3	11
Informe socialización comunidad de Peña Blanca (Llica)	Peña Blanca (Llica)	9	2	11
AGOSTO				
Informe socialización comunidad de Puerto Chuvica (NorLípez)	Puerto Chuvica (NorLípez)	14	9	23
Reunión Informe Río grande	Rio Grande (NorLípez)	15	11	26
Informe socialización comunidad de Río Mulatos (Antonio Quijarro)	Rio Mulatos (Antonio Quijarro)	20	11	31
SEPTIEMBRE				
Informe reunión con autoridades de Río Grande	Rio Grande (NorLípez)	42	21	63
Informe de socialización del proyecto en la comunidad de Río Grande	Rio Grande (NorLípez)	73	13	86
Informe: convocatoria de emergencia de la federación sindical única de trabajadores campesinos del altiplano sud FRUTCAS	FRUTCAS	27	16	43
Informe socialización en comunidades del Municipio de San Pablo de Lípez.	Polulos, Cerrillos, Kollpani, San Antonio de Lípez y Río San Pablo (Sud Lípez).	60	42	102
TOTAL		772	440	1212

3. Marcado interés en conocer el proyecto de nacionales y extranjeros

La industrialización de los recursos evaporíticos, desde su inicio ha despertado un marcado interés de nacionales y extranjeros. El emprendimiento boliviano se constituye en un proyecto estratégico, porque en el salar de Uyuni, se encuentra la mayor reserva de Litio.

La Planta de Llipi, semanalmente ha estado recibiendo la visita de profesionales, investigadores, periodistas, estudiantes nacionales y del exterior, quienes tuvieron la oportunidad de conocer de cerca las instalaciones de Llipi y del salar, el proceso de evaporación y separación de elementos en la producción de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio, además de la explicación brindada por nuestros técnicos.

Las actividades que se desarrollan en Llapi y en el salar, están a la vista y abiertas al público en general. Estamos ante una industria nueva poco conocida en el país, por lo que es de nuestro interés que la población pueda conocer de cerca la industrialización de Li2CO3 y KCl.

Actividades de apoyo en las comunidades realizadas por la GNRE

RESUMEN DE ACTIVIDADES GESTION 2013																													
PROVINCIAS	NOR LÍPEZ									SUD LÍPEZ					DANIEL CAMPOS						ANTONIO QUIJARRO					TOTAL			
MUNICIPIOS	COLCHA "K"								San Pedro de Quemes	San Pablo de Lipez					Llica				Tahua		Uyuni								
COMUNIDADES	RIO GRANDE	CALCHA "K"	SAN JUAN	Vinto K	Aguaquiza	Alucha	Coldia K	Pto. Chuvica		Villa candelaria	S. P. de Quemes	Rio San Pablo	S. A. de Lipez	Kolpani	cerillos	polibos	Palaya	Yonza	Pela Blanca	Chorcasa	Chiarcollo	Llica	Villa Aroma	Tahua	Tonave		Uyuni	Coldhani	Rio Muiatos
ACTIVIDADES																													
Mantenimiento de caminos																					1							1	
Apoyo con volquetas		1																1	1	1								4	
Apoyo con regado de calles		1																										1	
Apoyo con dotacion de agua	1																											1	
Capactaciones	4	5																					1		2			12	
Construcción Plataforma	1																											1	
Socializacion del proyecto	1			1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	28
Elaboracion de cartillas		3																										3	
Elaboracion feria educativa	1																											1	
Proy. Prod. hortalizas		1																										1	
Dotación 2 retazos Geo-membrana para invernadero			1																									1	

Resumen realizado por la Unidad de Gestión Comunitaria de la GNRE

Visitas registradas a octubre de 2013

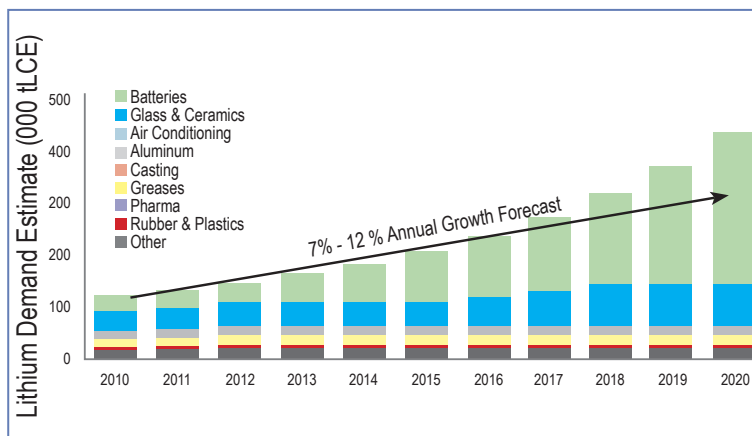
FECHA	PROCEDENCIA	INSTITUCION O CARGO	Nº VISITAS
05/01/2013	COCHABAMBA	APLICADOR MC	2
05/01/2013	HOLANDA	PRENSA	3
17/01/2013	ORURO	INSPECCION RISESGOS	2
20/02/2013	LA PAZ	INSPECTOR PARA EL SEGURO	2
26/02/2013	UYUNI	CIRESU	6
27/02/2013	POTOSI	PASANTIA	2
27/02/2013	ITALIA	FRE LANCE	1
01/03/2013	HOLANDA	IKON TV	5
10/03/2013	LA PAZ	NAIMSA	2
27/03/2013	ORURO	SESIGA BUHOS	2
04/03/2013	HOLANDA	INVESTIGADOR	2
13/04/2013	HOLANDA	TV DELFT	3
13/04/2013	SANTA CRUZ	PERIODISTA	1
19/04/2013	JAPON	PERIODISTA	1
20/04/2013	LA PAZ	CEDLA	6
25/04/2013	LA PAZ	BANCO CENTRAL	5
10/05/2013	LA PAZ	FASE RC.	2
10/05/2013	LA PAZ	ERCOSPLAN	2
10/05/2013	DINAMARCA	IBIS	3
10/05/2013	LA PAZ	ACENANO LMTD	2
15/05/2013	HOLANDA	ERCOSPLAN	2
18/05/2013	LA PAZ	PRENSA	3
23/05/2013	LA PAZ	ROGHUR SA.	2
23/05/2013	LA PAZ	FLUICONST SRL.	2
25/05/2013	SANTA CRUZ	OLIVOS TOURS	4
25/05/2013	JAPON	INVESTIGACION	4
26/05/2013	ALEMAN	PERIODISTA GMBH	6
28/05/2013	LA PAZ	PROMAR LTDP.	2
29/05/2013	LA PAZ	CNB	2
11/07/2013	POTOSI	ALCALDIA ATOCHA	34
15/07/2013	USA	TECNOLOGIA NMR ORS	6
02/08/2013	JAPON	EMBAJADA DE JAPON	7
19/08/2013	HOLANDA	REINO PAISES BAJOS	4
28/08/2013	LA PAZ	SUM CONSTRUCTORA	5
04/09/2013	USA	PRENSA NCE	7
30/09/2013	LA PAZ	TAYPI QALA SRL.	2
28/08/2013	LA PAZ	PRENSA	2
TOTAL			148



1. El mercado del Litio se mantiene estable con creciente demanda en el corto y largo plazo

De acuerdo a una investigación del Centro de Estudios en Comercio Internacional de la Universidad de Jujuy “Oportunidades para el NOA a través de la explotación del Litio”, se analizaron los volúmenes actuales de comercio de los distintos productos de Litio en el mundo. Asimismo, se realizó una proyección de su crecimiento, la que señala que la actual demanda subirá de 150 a 300 mil toneladas de Carbonato de Litio hasta el 2020.

Proyección de la demanda del Litio



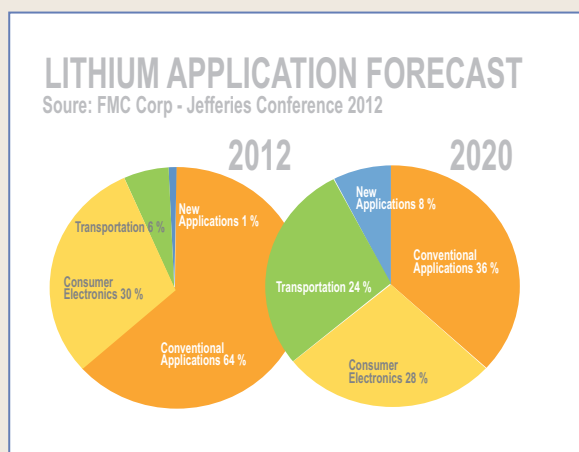
Source: Cormark Securities Inc.
Lithium Producers and Developers Report June 7, 2011

En lo que se refiere a la producción mundial de Carbonato de Litio, Chile y Australia son los países con mayores volúmenes de producción, seguidos por Argentina y China, según las conclusiones preliminares del estudio.

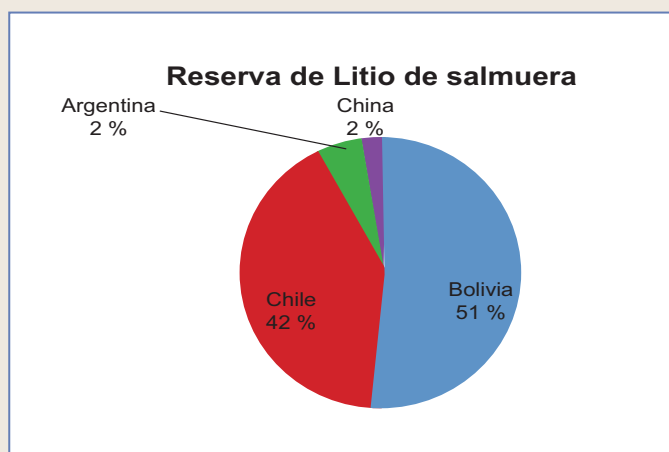
En cuanto a las importaciones mundiales de otros subproductos del Litio registrados el 2012, las mayores demandas se registran en China (Hidróxido de Litio) y Alemania (Cloruro de Litio). Actualmente los países que lideran su exportación son: Estados Unidos (Hidróxido de Litio); China (Cloruro de Litio).

La demanda del Carbonato de Litio se concentra en los países de mayor desarrollo relativo, donde se lleva a cabo su industrialización, es decir, los países que lideran la industria electrónica son los principales demandantes.

El Litio, por su buen comportamiento en la conducción y almacenamiento de la electricidad, es el elemento privilegiado para la fabricación de baterías de iones de Litio. Es innegable el crecimiento de la demanda por baterías pequeñas en electrónica portátil, y por su practicidad tecnológica. Hoy el uso principal del Litio (25%) es para celulares, computadoras personales, reproductores MP3 y agendas electrónicas.



Fuente: globalxfunds.com/lithiumetf



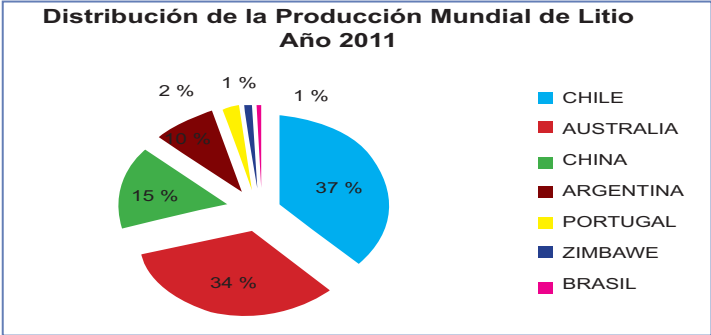
Fuente: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2012

El mercado del Litio es relativamente pequeño. De acuerdo a estudios, hoy en día se usan apenas 150.000 toneladas/año, se estima que en el mediano plazo, la demanda mundial superará las 300.000 toneladas/año, y se prevé que se incrementará de manera exponencial, en los siguientes años con la producción masiva de vehículos eléctricos, además, del desarrollo tecnológico se advierte que su utilidad se ampliará considerablemente en el futuro, conforme se desarrollen nuevas aplicaciones.

La estrategia actual de crecimiento de las empresas productoras de Litio, se basa en una mayor participación en el mercado, mediante la compra de las empresas más pequeñas. En otras palabras, el precio de la materia prima Litio, ya sea como Carbonato de Litio, Hidróxido de Litio, Litio metálico o Cloruro de Litio, es regulado en el mercado por la cantidad de oferta del producto.

En la gestión que culmina, la demanda del mercado del Litio permaneció sólida. El mercado continúa siendo impulsado por el crecimiento de las baterías de Litio en la utilización de tecnología de punta, con pequeño impacto aún por parte de los vehículos eléctricos.

Es así cómo en 2012, el 27% de las ventas de Litio fueron a parar a fabricantes de baterías, mientras que en 2007 sólo eran responsables del 15% de la demanda y en 2002 del 8%.

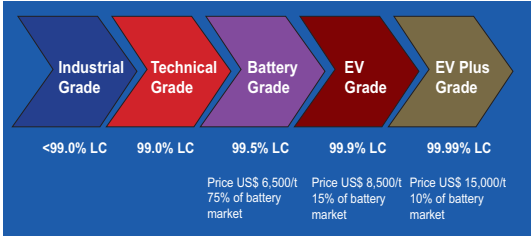


Fuente: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2012

Una de las consultoras destacadas y especializadas en la industria del Litio, Roskill Information Services, proyectó en su informe anual que el futuro del Litio dependerá casi en forma exclusiva de lo que ocurra con la fabricación de baterías, tanto, que entre 2013 y 2017, el 75% del incremento de la demanda dependerá de esta actividad.

La consultora estima una demanda de 238 mil toneladas de Carbonato de Litio Equivalente (LCE, por sus siglas en inglés) a 2.017, lo que representa un crecimiento eventual cercano al 50% en los próximos cinco años. No obstante, los proyectos en marcha podrían ampliar la capacidad de producción hasta 450 mil toneladas anuales, lo que cubriría la demanda por el Litio, e incluso existe el riesgo de sobre oferta.

En relación al precio, se estima un valor por la tonelada de Carbonato de Litio sobre \$us 6.000 (reporte de Nemaska Lithium, octubre 2013), dependiendo del grado de pureza.



Fuente: Galaxy Resources

Según el último reporte trimestral de la principal productora de Litio de Chile, SQM (publicada en noviembre de 2013), la cotización a nivel global de este producto ha escalado 22% en el tercer trimestre respecto a igual período del año anterior, situación que viene a ratificar la solidez de este mercado a nivel internacional.

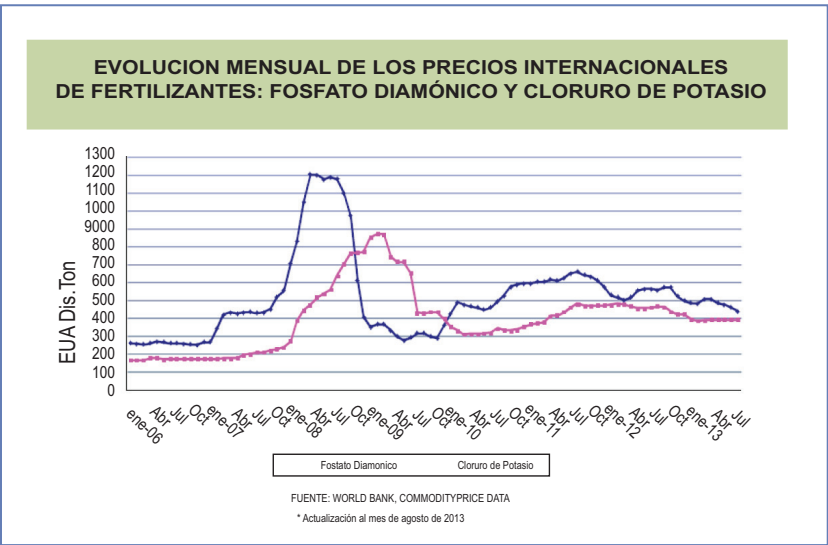
El mercado del Litio tiene condiciones para crecer en el corto y largo plazo, gracias a la creciente aplicación en nuevas tecnologías relacionadas con el almacenamiento de energía.

2. Cloruro de Potasio después de la tormenta de Uralkali

A fines de julio de 2013, el mercado mundial de Cloruro de Potasio fue sorprendido por la ruptura de la firma rusa Uralkali, el mayor actor de esa industria, con los países de la ex URSS agrupados en BCP (BelarusianPotashCompany) de Bielorrusia, que aportan cerca de un 40% a la oferta mundial de KCl.

Los efectos no podían ser peores, los más afectados fueron los productores medianos y pequeños, entre ellos la chilena SQM y otros que en algunos casos tuvieron que suspender sus proyectos que venían implementando para la producción de fertilizantes, por la brusca caída de los precios en el mercado internacional.

Según reporte de Morgan Stanley, el Cloruro de Potasio a nivel internacional ya podría estar transándose en un rango más bajo que los \$us 300 la tonelada que auguró la firma rusa Uralkali.



Sin embargo, los precios del Cloruro de Potasio, aún se mantienen expectables, de acuerdo a últimos reportes se tiene los siguientes precios:

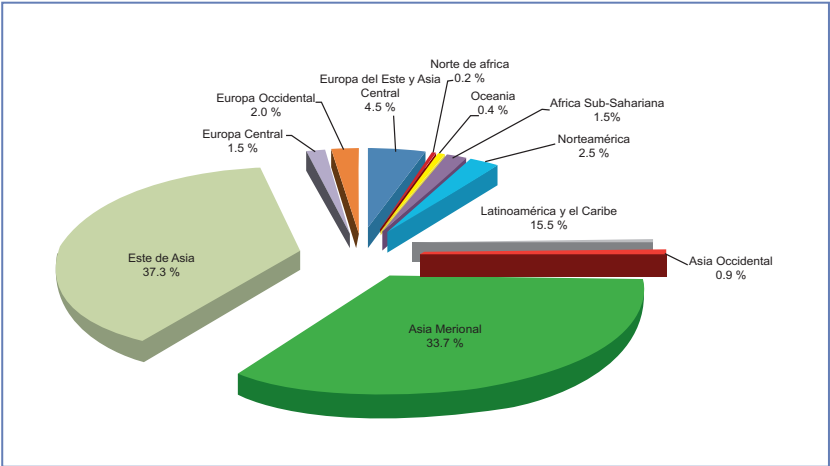
PRECIO INTERNACIONAL DE CLORURO DE POTASIO	
FUENTE	EN \$US/TONELADA
World Bank, por indexmundi.com	358,70 a octubre de 2013
SunSirs-Grupo de Dato de Mercancías de China	364.49 a noviembre de 2013

El motor que seguirá impulsando esta industria, es la necesidad permanente de mejorar el rendimiento de las tierras de cultivo y el sostenido crecimiento poblacional global, además de la recomposición de otros actores en occidente, se mantienen expectativas de que esta decisión podría obligar a Uralkali a revisar su posición de bajos márgenes de beneficio, desde luego que tomará su tiempo, ya que en una nueva configuración del mercado todos buscarán una mayor participación.

EVOLUCION MENSUAL DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DE FERTILIZANTES													
(EUA DÓLARES/TONELADA)													
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	% VAR.
	2012	2012	2012	2012	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	Ago 13/ Jul. 13
FOSFATO DIAMÓNICO	573	573	525	499	485	482	508	508	485	476	460	438	- 4.76
CLORURO DE POTASIO	464	440	425	425	395	388	390	392	393	393	393	393	0.20
SUPERFOSFATO TRIPLE	485	474	448	435	435	435	435	435	423	420	408	358	- 12.38
UREA	385	396	374	379	393	412	385	362	344	321	322	303	- 5.66

FUENTE: WORLD BANK, COMMODITYPRICE DATA

Después de la tormenta, se espera la recuperación y estabilización de los precios para el 2014, así parece encaminarse, ya que los cuatro mayores productores - Uralkali, Belaruskali, la Potash Corporation of Saskatchewan (PCS) y Mosaic–tomarán las medidas necesarias para recuperar sus beneficios y restaurar la necesaria disciplina en el mercado, lo que permitirá mejorar los precios delCloruro de Potasio.



Participación regional y subregional en el aumento del consumo de fertilizantes de Potasio 2001-2016)

Fuente: FAO

DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN
PAPER AND PRESS
TELF.: 2914849 - 77797000 - 71233366